KOZMOS

2007
ROČNÍK XXXVIII.
Sk 45,–
6

- Japetus zblízka
- Ako Big Bang vytvoril prvé prvky
- Kozmonautika: nové sondy
- SETI v treťom tisícročí

Našli „chýbajúce“ čierne diery

Na infračervenej snímke z vesmírneho ďalekohľadu Spitzer vidíte populáciu vzdialených galaxií. Tie, ktoré sú označené krúžkom, majú v jadrách supermasívnu, aktívnu čiernu dieru.

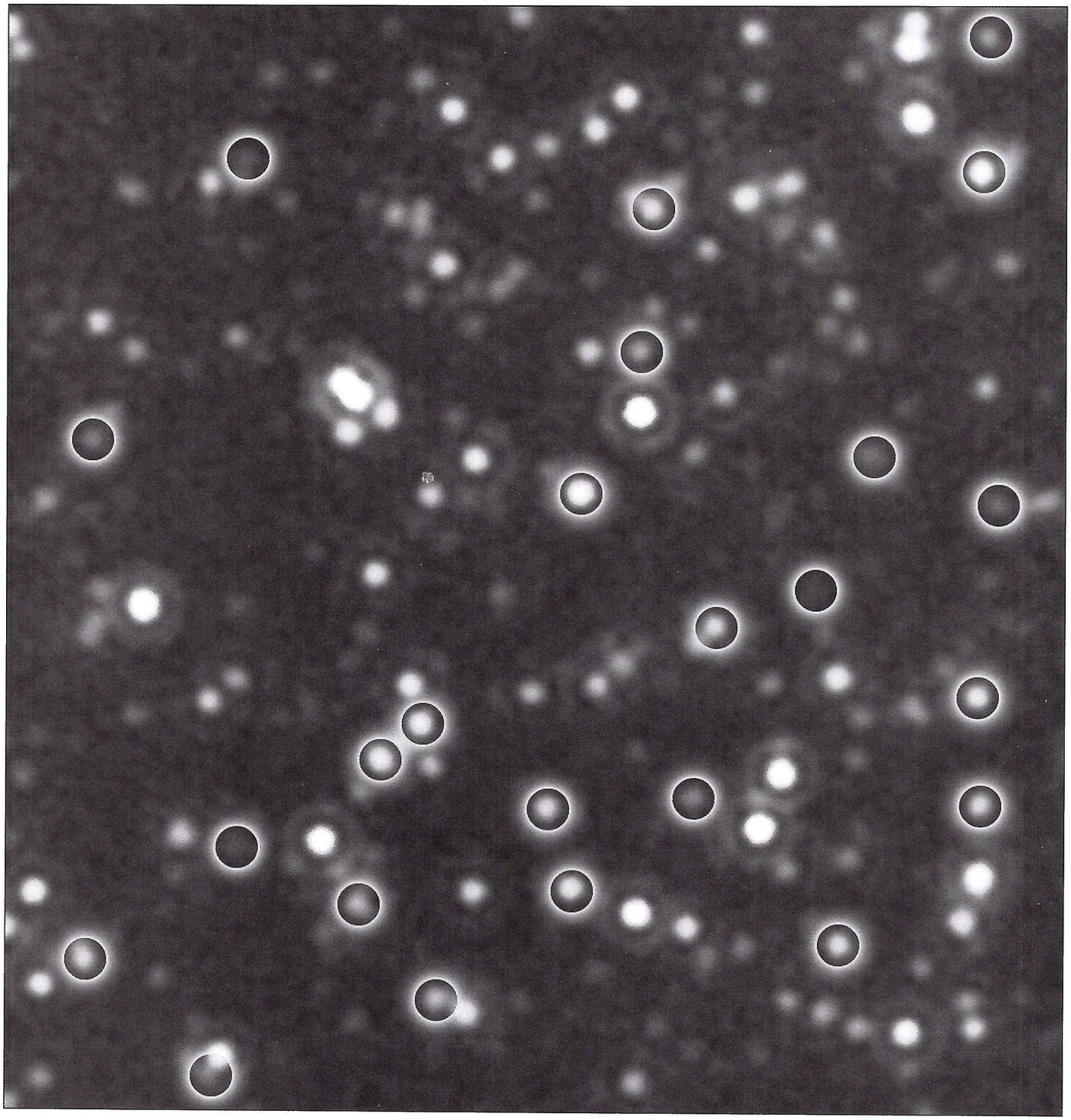
Ďalekohľad Spitzer v rámci programu Goods (Great Observatories Origins Deep Survey) zmapoval 1000 vzdialených galaxií. Jedným z exponovaných políčok je Goods-South *(na obrázku)*. Vedci aj v tomto políčku rozlíšili niekoľko starých galaxií (9 – 11 miliárd rokov), ktoré intenzívne žiaria v infračervenej oblasti svetla. To bol nepriamy dôkaz, že v každej z nich sídli supermasívna, čierna diera.

Objav overil aj röntgenový satelit Chandra. Údaje z Chandry potvrdili existenciu 200 čiernych z tisícky monitorovaných galaxií. Tak sa upevnila dávnejšia teória, že väčšina, možno všetky veľké galaxie majú aktívne jadro, ktorým je supermasívna čierna diera. (Pripomeňme si, že ešte v 70. rokoch sme galaxie s aktívnymi jadrami považovali za kvazary – gigantické kvázistelárne objekty. Dnes vieme, že kvazar je vlastne supergalaxia s aktívnym jadrom, masívnou čiernou dierou).

Objav umožnila vysoká rozlišovacia schopnosť prístrojov na ďalekohľade Spitzer, ktoré detegovali intenzívne infračervené žiarenie vo vzdialených galaxiách aj pod hrubou obálkou prachu a plynu. Infračervené žiarenie generujú gigantické akrečné disky, špirálujúce do čiernej diery. (Horúce a rýchlo sa pohybujúce disky žiaria na všetkých vlnových dĺžkach, ale z hustých, zaprášených mladých galaxií preniká v merateľnom množstve do okolia najmä tepelné žiarenie).

Objav potvrdil aj teóriu, podľa ktorej bolo v mladom vesmíre oveľa viac čiernych dier ako dnes. Podľa tejto teórie sa čierne diery v mladom, hustom vesmíre vytvárali oveľa rýchlejšie. Stali sa gravitačnými jadrami, okolo ktorých sa nabaľovala hmota dnešných hviezdnych ostrovov – galaxií. Dávnejšie predstavy o formovaní supergalaxií, podľa ktorých veľké hviezdne ostrovy vznikali gravitačným kanibalizmom, najnovšie objavy podkopali. Dnes sa vedci prikláňajú k názoru, že galaxie sa formovali najmä okolo čiernych dier, ktorých hmotnosť i gravitácia sa v mladom vesmíre rýchle zväčšovali.

National Optical Astronomy Observatory, Tucson



KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

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

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

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, PhD Anna Pribullová, RNDr. Pavol Rapavý, 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.

Vychádza: 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. 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: zahranicna.tlac@slposta.sk.

Predplatitelia: 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 Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998.
Zadané do tlače 16. 11. 2007

ISSN 0323 – 049X

Témy čísla

3 **Ako big bang vytvoril prvé prvky** / *Adam Frank*

12 **SETI v treťom tisícročí** / *Ian Morison*

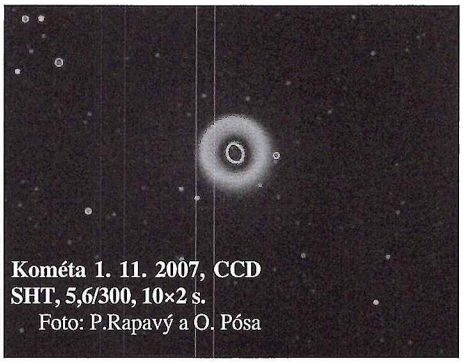
16 **Cassini: Japetus zblízka; Japetus: starý mesiac s mladou tvárou**

21 **Střípky z meziplanetárních cest** / *Tomáš Přibyl*

Rubriky

ALBUM POZOROVATEĽA

10 **Zjasnenie kométy 17P/Holmes** / *Pavol Rapavý*



Kométa 1. 11. 2007, CCD SHT, 5,6/300, 10×2 s.
Foto: P.Rapavý a O. Pósa

11 **Polárna žiara** / *Ottó Méhes*

30 **Západy Slnka** / *Ivan Dorotovič*

PODUJATIA

24 **Pomorské slávnosti na ostrove Vardö** / *Peter Poliak*

26 **Letný astronomický tábor 2007; Poďme spolu ku hviezdam; Dotyčnicový zákryt** / *J. Gerboš*

27 **Vlny a oscilácie v slnečnej atmosfére** / *Ivan Dorotovič*

31 **15. Zjazd Slovenskej astronomickej spoločnosti (SAS) opäť v Tatrách; Bezovec 2007 opäť na Bezovci; KOLOS – kolosálne**

32 **Kolonické leto 2007** / *Igor Kudzej*

33 **4. európsky míting malých a prenosných planetárií** / *Marián Vidovenec*

34 **Slnečná aktivita (august – september 2007)** / *Milan Rybanský*

40 **Biológovia za astronomickým ďalekohľadom** / *Roman Lehotský; Ivan Majchrovič* / **ESOP 2007**

POZORUJTE S NAMI

28 **Príprava na pozorovanie koróny pri zatmení 1. augusta 2008** / *Milan Rybanský*

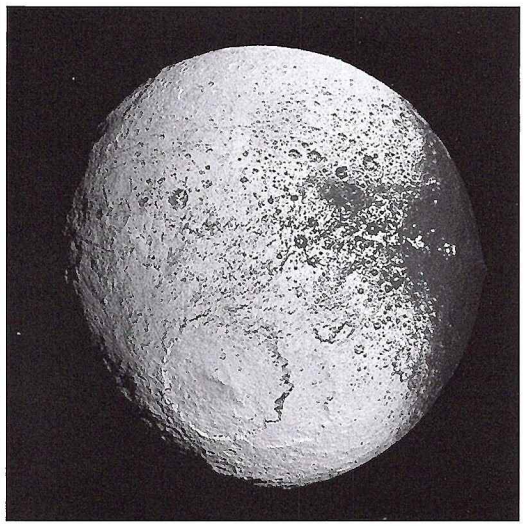
35 **Obloha v kalendári** / *Pavol Rapavý*

Rôzne

38 **BF Cygni a Chile** / *Dana Rapavá*

39 *Ľubomír Urbančok* / **Moja hviezda BF Cygni**

Obálka



Snímka Saturnovho mesiaca Japetus s doteraz najvyšším rozlíšením. Exponovala ho sonda Cassini počas posledného blízkeho obletu, 10. septembra 2007. Na fotografii dominuje jeho svetlá hemisféra, ktorej severnú časť tvorí Terra Roncevaux. Na východnej strane sa vynára tmavá hemisféra – Cassini Regio. Niektoré oblasti a útvary na Japete pomenovali planetológovia už pred 25 rokmi, keď získali prvé snímky zo sondy Voyager. Pomenovali ich, okrem oblasti Cassini Regio, (Japetus objavil v roku 1671 taliansky hvezdár G. D. Cassini) podľa stredovekého eposu Pieseň o Rolandovi. Veľký kráter v popredí v tom čase ešte nepomenovali. Povrch Japeta, pokrytý ľadom je starý najmenej 4 miliardy rokov. Počas posledného blízkeho obletu získali vedci stovky fotografií s množstvom bizarných útvarov.

(K materiálom na stranách 16. – 18.)

Aktuality

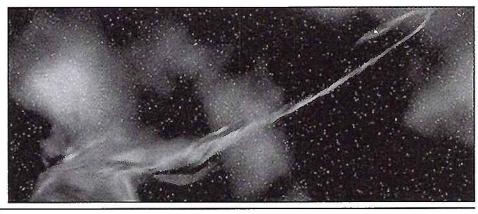
2. ob. **Našli „chýbajúce“ čierne diery**

3. ob. **Mars: Holdenov kráter**

2 **Zrážka asteroidov a naše dinosaury**

6 **Mladá hviezda obalená oblakom vodnej pary**

7 **Aké teleso obieha neutrónovú hviezdu?**



8 **Bizarnejšie ako čierne diery...? Nahé diery; Exoplanéta, ktorá prežila smrť materskej hviezdy?**

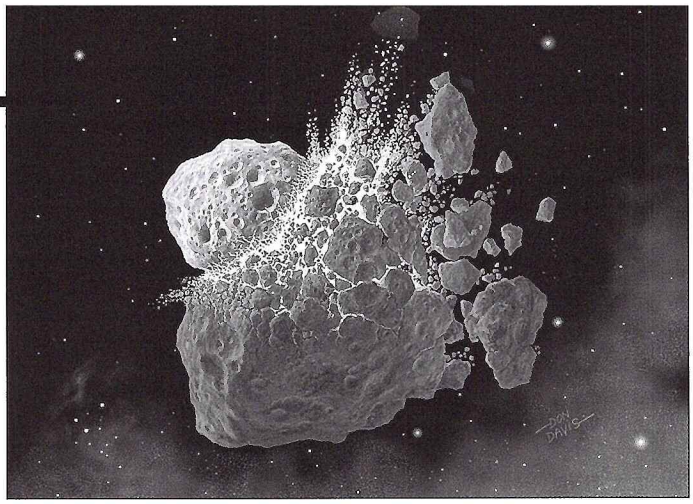
9 **Aké parametre by mala mať terestrická planéta podobná Zemi?**

18 **Uhľovodíky na Saturnovom mesiaci Hyperion**

19 **Ľadové doby na Marse sú krutejšie ako na Zemi**

20 **Šesťdesiaty mesiac Saturna; Asteroid 2002 NY40: teleso, ktoré pred piatimi rokmi iba o „vlások“ minulo Zem**

Zrážka asteroidov a naše dinosaury



Takto sa zrazil v páse asteroidov medzi Marsom a Jupiterom asteroid Baptistina s iným, menším telesom a rozpadol sa na fragmenty. Ilustrácia je výsledkom rekonštrukcie dráh telies z rodiny Baptistiny pomocou počítača.

Existuje niekoľko teórií o tom, prečo na Zemi vyhynuli dinosaury. Najviac vedcov sa prikláňa k názoru, že rýchle vyhynutie spôsobil dopad obrovského asteroidu pred 65 miliónmi rokov. Koncom leta uverejnila trojica planetológov, špecialistov na dynamiku telies v našej Slnečnej sústave, článok, v ktorom dokazujú, že so Zemou sa zrazil gigantický asteroid – fragment po kolízii dvoch asteroidov za obežnou dráhou Marsu.

Stalo sa to takto: pred 160 miliónmi rokov sa asteroid s priemerom 170 kilometrov zrazil s menším telesom. Telesá sa rozpadli na státisíce fragmentov s priemerom 1 až 2 km a niekoľko stoviek s priemerom väčším ako 10 km. Najväčším telesom tejto skupiny je asteroid 298 Baptistina, s priemerom 47 kilometrov.

Časť triešte z rozpadnutých asteroidov pod vplyvom gravitácie Marsa a Jupitera zamierila do vnútra Slnečnej sústavy. Dôsledok: dlhotrvajúci dážď asteroidov, ktorý vyvrcholil medzi 100 a 50 miliónmi rokov. Jeden z tých väčších zasiahol aj Zem a dinosaury vyhynuli.

William F. Bottke, David Vokrouhlický a David Nesvorný sa rozhodli pomocou počítačov rekonštruovať dráhy asteroidov z rodiny Baptistiny. Sústredili sa na 3000 telies s podobnou obežnou dráhou. Podarilo sa zistiť, že procesy (Jarkovského efekt a YORP efekt), postupne posunuli fragmenty do blízkosti orbitálnej rezonancie s Marsom, odkiaľ boli gravitáciou Červenej planéty vyhodené z hlavného pásu.

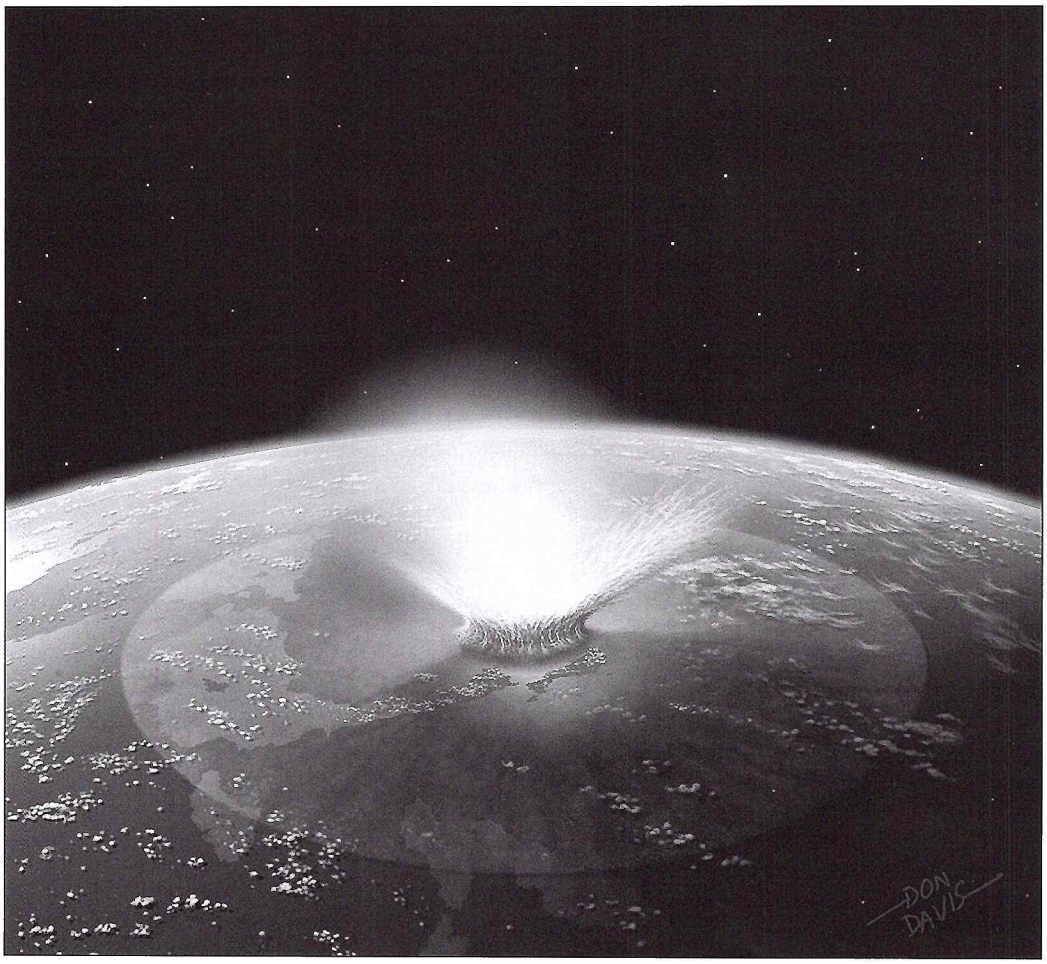
Ba čo viac: zloženie telies z rodiny Baptistiny pripomína chondrity, vzácne meteority s vysokým podielom uhlíka. Koncentrácie chrómu v usadeninách Zeme starých 65 miliónov rokov nasvedčujú tomu, že asteroid, ktorý zabil dinosaurov patril do tej istej skupiny. Vedci s 90 % istotou tvrdia, že masové vymieranie veľjašterov na konci kriedy nespôsobilo jedno teleso, ale spŕška fragmentov z rodiny Baptistiny.

Objav komentoval geológ Jan Smit z Amsterdamskej univerzity, znalec impaktného krátera Chicxulab pri mexickom polostrove Yucatán: „Už dávnejšie vieme, že práve sem dopadol pred 65 miliónmi rokov veľký asteroid. Nevieme si však vysvetliť, prečo sme stopy po dopade ďalších veľkých asteroidov (s priemerom 10 km a viac), ktoré dopadli na Zem v priebehu posledných 500 miliónov rokov, nenašli viac. Baptistina ponúka veľmi elegantné vysvetlenie." Asteroid s takýmto priemerom dopadne na povrch Zeme raz za 350 miliónov rokov. Objav trojice vedcov je teda v súlade so štatistikou.

Objav ocenili aj vedci, hľadajúci a študujúci telesá, ktoré pravidelne križujú obežnú dráhu Zeme. Zameriavajú sa najmä na mechanizmy, ktoré môžu presmerovať isté telesá do blízkosti Zeme. O vplyve kolízii na pohyb týchto telies zatiaľ veľa nevieme. Vedci, ktorí rekonštruovali kolíziu Baptistiny a jej dôsledky, tvrdia, že každý piaty (!) asteroid, ktorý križuje obežnú dráhu Zeme, je fragmentom z tejto zrážky, pričom najmenej 60 % všetkých krížičov sú telesá, ktoré vznikli aj po iných kolíziách. Kvôli úplnosti treba dodať, že zmenu pôvodných dráh spôsobujú aj najrozličnejšie gravitačné interakcie vo vnútri Slnečnej sústavy.

Vedci sa snažia objaviť aj iné impaktné krátery, ktoré mohli spôsobiť fragmenty rozpadnutej Baptistiny. Napríklad Tycho, jeden z najväčších kráterov na Mesiaci, starý 109 miliónov rokov, vznikol tiež po dopade jedného z veľkých fragmentov Baptistiny. Na Venuši by to mohli byť relatívne mladé krátery Mead, Isabella, Meitner a Klenova, pričom ten posledný vznikol asi po spŕške menších asteroidov. Pravdaže, istotu, či išlo naozaj o potomstvo Baptistiny, vedci nemajú, pretože vek venušianskych impaktov nie je ľahké odhadnúť.

Tak či onak: vďaka Baptistine uvoľnili dinosaury miesto cicavcom a urýchlili tým evolúciu. Vďaka Baptistine sa vyvinuli hominidi i „koruna tvorstva" – homo sapiens sapiens. **Nature**



Impaktný kráter Chicxulab pri Yucatáne je s veľkou pravdepodobnosťou dôsledkom dopadu jedného z fragmentov rozpadnutej Baptistiny na Zem.

Ako big bang vytvoril prvé prvky

Zrod deutéria: najkrehkejší zo všetkých ľahkých prvkov, deutérium (H^2), sa sformovalo počas prvých minút po big bangu, keď sa začali spájať protóny a neutróny. Množstvo deutéria sa po big bangu neustále zmenšuje. Absorpčné čiary deutéria v spektrách kvazarov pomáhajú astronómom odhadnúť jeho pôvodné množstvo. Ilustrácia znázorňuje fúziu, pri ktorej sa uvoľňuje fotón. To však bola iba jedna z reakcií. Existovali aj iné, rýchlejšie.

Už počas prvej minúty existencie vesmíru vznikli z jadrových reakcií prvé prvky. Tento objav zmenil predstavy vedcov o vzniku vesmíru.

V prvých zlomkoch sekundy po big bangu sa vesmír z nepredstaviteľne hustého a horúceho stavu začal rozpínať. V tom čase sa udial zázrak. Už v priebehu prvých troch minút sa zrodili najjednoduchšie prvky.

Nukleosyntéza big bangu (BBN) je odvetvím astrofyziky, ktorá porovnáva napozorované množstvá chemických prvkov s teoretickými predpoveďami, vyplývajúcich z modelov big bangu. Popri červenom posune galaxií a mikrovlnného žiarenia pozadia je BBN jedným z najmocnejších pilierov, na ktorých moderná kozmológia stojí.

BBN je pozoruhodnou zmesou presných astronomických pozorovaní a exaktnej fyzikálnej teórie. Ak sa sústredíme iba na množstvo najľahších prvkov, vodíka a hélia, vynorí sa pred nami podrobný obraz nášho kozmického zrodu. Je to vzrušujúci príbeh a zároveň i triumf vedy.

Najzvláštnejšie na všetkom je to, že udalosti, ktoré sa stali súčasťou tohto príbehu (s ďalekosiahlymi dôsledkami na časopriestor), sa odohrali v aréne menšej ako bežný komerčný televízor.

Dnes poznáme viac ako 116 chemických prvkov. Každý je iný: meď je tvrdá a lesklá, síra žltá a prášková. Tieto rozdiely spôsobuje kompozícia atómov. Je na neuverenie, že iba pred sto rokmi niektorí vedci ešte o existencii atómov pochybovali, a až keď bola ich reálna existencia potvrdená, začali skúmať ich vnútornú štruktúru.

Každý objavený atóm má centrálne jadro, ktoré tvorí jeden alebo viac protónov. Každé jadro má kladný elektrický náboj. Vodík, najjednoduchší a najhojnejší prvok, má v jadre iba jediný protón. Počet protónov v jadre odlišuje jeden prvok od druhého.

V jadre môžu byť aj iné častice – neutróny. Sú o niečo ťažšie ako protóny a bez elektrického náboja. Od počtu neutrónov v jadre závisia rozdiely, ktoré odlišujú jednu variáciu jednoduchého prvku – izotop – od iného izotopu.

Tretia častica, záporne nabitý elektrón, obieha jadro v relatívne veľkej vzdialenosti. Elektróny v porovnaní s protónmi a neutrónmi majú v podstate nulovú hmotnosť. Objav štruktúry atómu a jadra bol odpoveďou na otázky o povahe hmoty, o čom filozofi a vedci špekulujú už viac ako 2000 rokov.

Do roku 1930 nevedeli vedci vysvetliť relatívne množstvo jednotlivých prvkov. Prečo sa atómy vodíka objavujú ľahšie ako, povedzme, atómy železa? A čo už také lutécium? Na to vedec potrebuje aj kus šťastia. Vodíka je oveľa viac ako železa a železa je neporovnateľne viac ako lutécia. Prečo?

V roku 1937 sa nemecko-americký fyzik Hans Bethe (1906 – 2005) vracal vlakom do New Yorku z konferencie o jadrovej fyzike vo Washingtone. Bola to možno najproduktívnejšia jazda vlakom v celej histórii ľudstva. V kupé, počas riešenia rovníc pre potreby mladej jadrovej fyziky, objavil Bethe tajomstvo hviezdnej fúzie. Použil najnovšie údaje o teplote a hustote v jadrách hviezd a dokázal, ako sa jednoduché prvky dokážu spájať a vytvárať komplexnejšie štruktúry, pričom sa uvoľňuje teplota.

Bethe jedným ťahom zviditeľnil fúziu prvkov, ktoré sú palivom hviezd. Ukázal, že jadrá hviezd sú zázračnými chemickými pecami, v ktorých sa jeden druh hmoty mení na iný. Betheho úspech presvedčil astronómov, že táto schopnosť hviezd dokáže vysvetliť množstvá všetkých prvkov.

Mali pravdu, ale zároveň sa aj mýlili.

V roku 1957 publikovali traja vedci monumentálnu prácu o hviezdnej nukleosyntéze: Britskí astronómovia Geoffrey a Margaret Burbidge, americký astronóm Willy Fowler a britský astrofyzik Fred Hoyle (štvorlístok známy pod akronymom B2FH) prehĺbili skoršie štúdie a predostreli odbornej verejnosti jednoduchý obraz, ktorý (do istej miery) vysvetľoval pozorovaný výskyt prvkov.

Prečo iba do istej miery? Pretože množstvá prvkov ako uhlík, kyslík či železo dokázali odhadnúť presne, pomery teóriou predpovedaného vodíka a hélia sa však výrazne odlišovali od hodnôt, ktoré astronómovia pozorovali.

Hviezdna nukleosyntéza načrtla vesmír s príliš malým množstvom hélia. Pritom z pozorovaní vyplýva, že hélium tvorí 24 % vesmíru. Všetky

prvky, ktoré sú ťažšie ako hélium, tvoria iba 2 % celkovej hmoty, zvyšok pripadá na vodík. Celé roky si najbystrejší učenci lámali hlavu nad touto nezrovnalosťou, ktorá kalila radosť z veľkého úspechu.

Nevšimli si, že problém bol medzičasom vyriešený, článok publikovaný, ale prešiel odbornou tlačou bez povšimnutia. Bol to návrh riešenia, ktorý otváral dvere do hlbín času.

Steady state

V roku 1948 Ralph Alpher, mladý doktorand z Univerzity George Washingtona načrtol niekoľko téz, ktoré sa po prvý raz zamerali na samotný počiatok všetkého. Pod vedením Georgea Gamowa, geniálneho ruského fyzika, emigranta, a zdatného pijana, Alpher sa pokúsil opísať jadrovú fyziku v mladom, rozpínajúcom sa vesmíre.

Bol to naozaj radikálny počin. V tom čase sa iba zopár vedcov zaoberalo kozmológiou, ale tí všetci uviazli v takzvanom modeli steady state. Prívrženci steady state kozmológie tvrdili, že vesmír sa napriek rozpínaniu nemení. Inými slovami: vesmír vždy vyzeral a vždy bude vyzerať tak ako teraz, pretože vesmír generuje práve toľko hmoty, ktorý na udržanie tohto stavu potrebuje.

Alpher s Gamowom sa sústredili na pôvod prvkov. Gamow položil Alpherovi otázku: „Čo sa môže diať vo vesmíre, ktorý bol kedysi malý, hustý a horúci a postupne sa zväčšil do súčasného stavu, keď je neprovnateľne väčší, redší a chladnejší." Aplher sa pokúsil zostaviť rovnice jadrových reakcií, ktoré mohli prebiehať počas horúcej a hustej periódy.

Uplynul rok, kým sa Alpherovi podarilo tieto rovnice zostaviť. Dnes vieme, že to bol triumf ľudského mozgu, ale renomovaní vedci si Alpherovu prácu takmer nevšimli. Alpher sa nevyhol niektorým chybičkám, jeho práca však predstavuje podstatu nukleosyntézy big bangu správne.

Niekoľko ďalších rokov Alpher svoj model spresňoval so zvláštnym zreteľom na pomery v chladnúcom, rozpínajúcom sa vesmíre. Podarilo sa mu dokonca predpovedať existenciu a teplotu mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia. Odvodil ho z hodnôt červeného posunu svetla, ktoré bolo vygenerované v čase, keď vesmír vychladol natoľko, že sa už elektróny mohli kombinovať s jadrami a vznikali prvé atómy.

Alpher a jeho spolupracovník Robert Herman sa pokúsili presvedčiť učených kolegov, že ich výsledky nie sú humbug. Stálo ich to veľa energie, ale neuspeli a napokon rezignovali. Alpher odišiel z univerzity do firmy General Electric, Herman skončil v laboratóriách General Motors.

V polovici 60. rokov si záplava nových údajov vynútila odobrenie teórie big bangu. Ale aj v tomto čase bol Alpherov prínos zaznávaný, plody slávy žal najmä Gamow.

Medzičasom sa Alpherovi dostalo uznania. Jeho predpovede sa potvrdili, namerané údaje o množstve najjednoduchších prvkov sa ukázali byť kľúčom k pochopeniu vzniku vesmíru. Tajomstvo BBN sa však naplno prejavilo až v prvých štádiách evolúcie po big bangu.

Big bang a fúzia

Astronómovia pozorujú, ako sa galaxie v rozpínajúcom sa vesmíre od seba vzďaľujú. Keby sme sa mohli vydať proti prúdu evolúcie vesmíru, všetko by sa k sebe približovalo. Kozmos by bol čoraz hustejší a horúcejší. Vesmírne štruktúry ako galaxie by sa postupne premenili na hustnúcu polievku primordiálneho plynu. Keby sme sa proti času vydali ďalej, stali by sme sa svedkami toho, ako sa aj plyn mení na husté, ultrahorúce more protónov, neutrónov a ďalších subatomárnych častíc. V tom čase mal vesmír teplotu 100 miliárd kelvinov. Čajová lyžička hmoty mala hmotnosť 100 000 ton.

A práve v tej chvíli začalo BBN. 0,01 sekundy po big bangu nastáva okamih, keď teplota a hustota nadobúdajú hodnoty, ktoré do seba zapadajú. Tento model potvrdilo počas šesťdesiatich rokov množstvo experimentov na čoraz dokonalejších

GEORGE GAMOW (vľavo), rusko-americký fyzik, zakladateľ jadrovej fyziky. Podľa jeho predstáv sa náš vesmír zrodil z horúceho mora žiarenia a častíc. RALPH ALPHER (vpravo) a spolu s Gamowom zistili, že pozorované množstvá ľahkých prvkov vodíka a hélia, sú produktmi horúceho, rozpínajúceho sa mladého vesmíru.

urýchľovačoch častíc. Dnes vieme, že vývoj vesmíru po uplynutí 0,01 sekundy až po uplynutie prvých 3 minút opisuje BBN až do najpodrobnejších detailov.

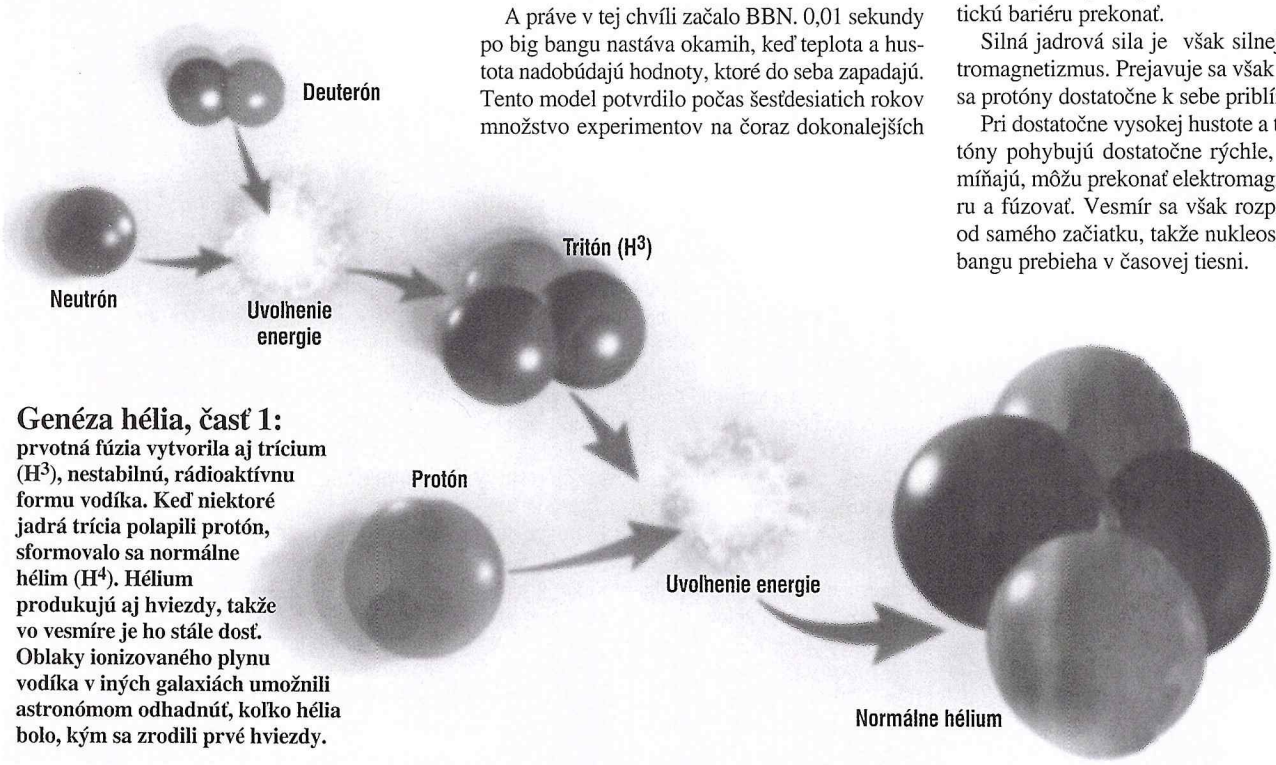
Z chaosu prvých chvíľ po big bangu získali fyzici spoľahlivý odtlačok vesmíru. Na vytvorenie choreografie tohto závratného tanca potrebuje BBN dva kritické komponenty – pochopenie procesov fúzie a fyzikálne vlastnosti mladého vesmíru.

Jadrom vodíka (H) je jednoduchý protón. Jadrá hélia (H^4) majú dva protóny a dva neutróny. Fúzia vodíka na hélium je zápasom elektromagnetizmu a silnej jadrovej sily, dvoch zo štyroch základných síl, ktoré riadia kozmos.

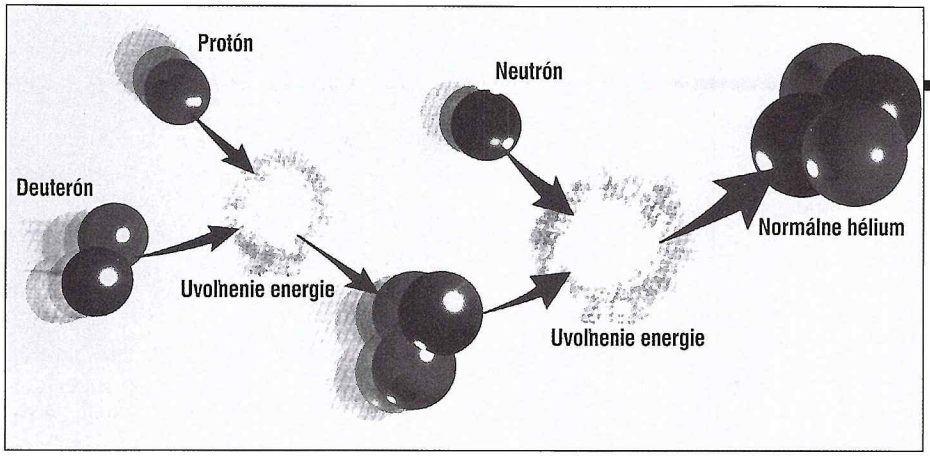
Zrážka dvoch neutrálnych neutrónov je jednoduchá. S protónmi je to zložitejšie, pretože majú elektrický náboj. Rovnaké elektrické náboje sa odpudzujú v rámci zákonov elektromagnetických síl. Čím viac sa k sebe protóny približujú, tým väčšia odpudivá sila pôsobí. (Rovnako ako keď k sebe približujeme rovnaké póly dvoch magnetov.) Preto protóny, ak sa majú sfúzovať do komplexnejších jadier, musia elektromagnetickú bariéru prekonať.

Silná jadrová sila je však silnejšia ako elektromagnetizmus. Prejavuje sa však až vtedy, keď sa protóny dostatočne k sebe priblížia.

Pri dostatočne vysokej hustote a teplote sa protóny pohybujú dostatočne rýchle, takže keď sa míňajú, môžu prekonať elektromagnetickú bariéru a fúzovať. Vesmír sa však rozpína a chladne od samého začiatku, takže nukleosyntéza po big bangu prebieha v časovej tiesni.



Genéza hélia, časť 1:
prvotná fúzia vytvorila aj trícium (H^3), nestabilnú, rádioaktívnu formu vodíka. Keď niektoré jadrá trícia polapili protón, sformovalo sa normálne hélim (H^4). Hélium produkujú aj hviezdy, takže vo vesmíre je ho stále dosť. Oblaky ionizovaného plynu vodíka v iných galaxiách umožnili astronómom odhadnúť, koľko hélia bolo, kým sa zrodili prvé hviezdy.



Genéza hélia, časť 2: **Ľahké hélium (H^3) sa tiež zrodilo krátko po big bangu. Vieme, že aj hviezdy dokážu premeniť deutérium na hélium, ale o tomto procese veľa nevieme. Podaktorí vedci sa nazdávajú, že v hviezdnych peciach H^3 neustále vzniká a zaniká. Ak sa hypotézy potvrdia, celkové množstvo deutéria a H^3 co vesmíre je približne konštantné.**

Ako vybabrať s časom?

Rýchle rozpínanie sa a chladnutie vesmíru vytvára vhodné podmienky na jadrovú fúziu iba počas relatívne krátkeho obsobia. Einsteinova teória relativity špecifikuje hodnotu expanzie; jadrová fyzika špecifikuje hustotu a teplotu v každom momente kozmickej histórie. Ibaže: tak ako vesmír starne, meniaca sa teplota a hustota pripúšťajú existenciu iba istých častíc a umožňujú priebeh iba istých vzájomných reakcií týchto častíc.

Proces fúzie sa môže spustiť až vtedy, keď sa protóny a neutróny sformujú do nukleónov. Milióntinu sekundy po big bangu, keď teplota dosahuje hodnotu 2 bilióny kelvinov, sa vytvárajú podmienky, v ktorých sa z kvavrkov môžu formovať protóny a neutróny.

Po uplynutí 1 sekundy už počet protónov a neutrónov umožňuje odštartovať reakcie fúzie. Tieto podmienky sa však udržia iba 3 minúty! Po uplynutí 3 minút sa už rozpínanie vesmíru a jeho chladnutie pokročí do takej miery, že reakcie fúzie v ňom nemôžu prebiehať.

Vo chvíli, keď sa BBN začína, počet protónov a neutrónov vyjadruje pomer 7:1. Tento rozdiel rýchle narastá, pretože neutróny sú hmotnejšie ako protóny, pričom tento rozdiel v hmotnosti dovoľuje neutrónom spontánnejší rozpad na protón, elektrón a záhadnú časticu neutríno. Fyzici vypočítali, že neutrón sa rozpadne na protón a elektrón v priebehu 15 minút.

Ako zachrániť neutrón?

Neutróny sa môžu uchovať iba vďaka fúzii. Mali dosť času, aby kolidovali s dostatočným počtom protónov a sfúzovali sa do podoby deuterónu, najjednoduchšie komponovaného jadra. Jeden deuterón, jadro deutéria (H^2) je stabilným izotopom vodíka.

Formovanie deuterónov sa nemôže začať skôr ako 100 sekúnd po big bangu. Keď sa však formovanie začne, spustí sa lavína reakcií, ktoré sa končia vytváraním jadier s dvomi protónmi a neutrónmi. Vznikne hélium. Napríklad: deuterón môže kolidovať s neutrónom a vytvoriť tricium (H^3). Po kolízii trícia s protónom sa vytvorí jadro normálneho hélia (He^4). Deuterón však môže kolidovať aj s protónom a vytvoriť jadro ľahkého hélia (He^3), ktoré po prípadnej zrážke s neutrónom vytvorí tiež atóm normálneho hélia (He^4).

Z iných reakcií sa vytvoria malé množstvá lítia a berýlia. A tak sa vytvárajú aj ďalšie, ťažšie prvky, ale iba do chvíle, kým sa fúzia nezastaví. Ťažšie prvky sa objavia na scéne až po vytvorení prvých hviezd. To potrvá niekoľko stoviek miliónov rokov.

Vedci musia vystopovať, sledovať a matematicky popísať všetky možné reakcie, zohľadniť pri výpočtoch rýchlosť, s ktorou prebehli, a všetky ich produkty. Čo je však najdôležitejšie, fyzici pri týchto operáciách neustále zohľadňujú kozmické pozadie priebežne sa meniacej teploty a hustoty. Je to tak trochu tápanie v hmle. Keď sa však dym rozplynie, BBN presne určí, koľko vodíka, hélia, deutéria a iných ľahkých prvkov vo vesmíre existuje.

Od vodíka až po nás

Skúmaním hviezdnej nukleosyntézy nemôžeme potvrdiť pozorovaný fakt, že hélium tvorí 25 % hmotnosti kozmu. Nukleosyntéza, ktorá prebehla po big bangu, stovky miliónov rokov pred vznikom prvej hviezdy, potvrdzuje však tento údaj celkom presne. Najvýznamnejšou (potvrdenou) predpoveďou BBN je zistenie, že normálne hélium (H^4) sa vo významnom mnnožstve vytváralo už tesne po big bangu. Tento poznatok je potvrdený veľmi podrobnými a veľakrát preverenými výpočtami. BBN zakaždým vedie k rovnakému výsledku – k hojnej produkcii hélia, pričom teoretické hodnoty sa prekrývajú s napozorovanými. Čo z toho vyplýva: napriek tomu, že BBN pôvodné scenáre big bangu pozmenila, ponúka reálne dôkazy, že vesmír sa naozaj zrodil z veľkého tresku.

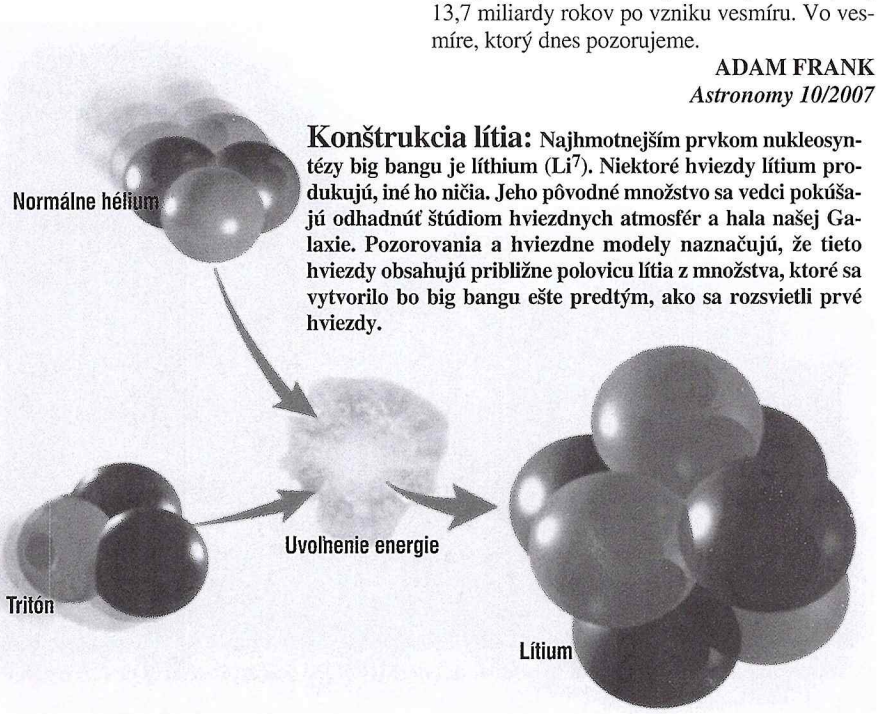
Samotné hélium nie je popritom také citlivé na podmienky, ktoré v mladom vesmíre existovali. Deutérium je na ne oveľa citlivejšie. Čím hustejší bol mladý vesmír vo chvíli, keď sa začala fúzia, tým viac deutéria skončilo v jadrách hélia. Fakt, že nepatrné množstvo deutéria pretrvalo dodnes (približne 0,01 % z celkového množstva vodíka), poskytuje fyzikom významné informácie o mladom vesmíre.

Iba deutérium a ďalšie stopové prvky umožňujú fyzikom odhadnúť hustotu baryonickej hmoty vo vesmíre (inými slovami detegovať hmotu v podobe protónov a neutrónov) s takou presnosťou. Vďaka schopnosti zmerať množstvá ľahkých prvkov v takom rôznorodom prostredí, ako sú hviezdy či oblaky medzigalaktického plynu, astrofyzici dnes môžu s istotou povedať, že hustota normálnej (baryonickej) hmoty predstavuje vo vesmíre iba 2 % hodnoty, ktorá by bola potrebná na to, aby pribrzdila či zastavila rozpínanie sa vesmíru v budúcnosti. Väčšina astronómov sa nazdáva, že celková hustota vesmíru (súčet všetkých druhov hmoty a energie) sa presne rovná hodnote jej kritickej hodnoty.

Z toho vyplýva, že „chýbajúcu hmotu" musí tvoriť tmavá (nebaryonická) hmota a energia. „Tmavá" preto, lebo astronómovia predbežne ani netušia, čo ju tvorí. Takže BBN poskytla iba dôkaz správnosti teórie big bangu a upozornila nás, že o vesmíre ešte toho veľa nevieme.

Od čias Gamowa a Alphera sa kozmológia veľmi zmenila. Záplava čoraz precíznejších údajov umožňuje vedcom overovať najrozličnejšie kozmologické modely. Nukleosyntéza big bangu nám ukázala, že krátke obdobie správne pochopenej fyziky má dôsledky, ktoré pretrvávajú aj 13,7 miliardy rokov po vzniku vesmíru. Vo vesmíre, ktorý dnes pozorujeme.

ADAM FRANK
Astronomy 10/2007



Konštrukcia lítia: **Najhmotnejším prvkom nukleosyntézy big bangu je lítium (Li^7). Niektoré hviezdy lítium produkujú, iné ho ničia. Jeho pôvodné množstvo sa vedci pokúšajú odhadnúť štúdiom hviezdnych atmosfér a hala našej Galaxie. Pozorovania a hviezdne modely naznačujú, že tieto hviezdy obsahujú približne polovicu lítia z množstva, ktoré sa vytvorilo bo big bangu ešte predtým, ako sa rozsvietli prvé hviezdy.**

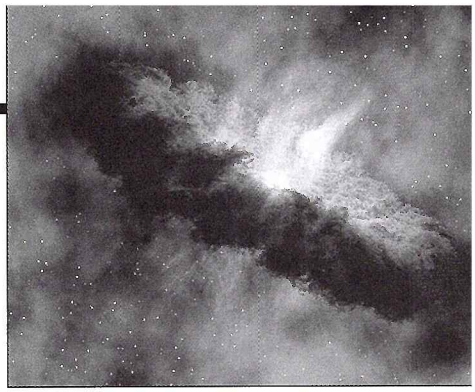
Mladá hviezda obalená oblakom vodnej pary

Husté oblaky vodnej pary objavili vedci v rozpadajúcom sa prachoplynovom oblaku v hniezde mladých hviezd. Oblaky obsahujú päťkrát viac vody, ako je v oceánoch Zeme. Oblaky pary sa sústreďujú okolo protoplanetárneho disku, v ktorom sa môžu tvoriť planéty.

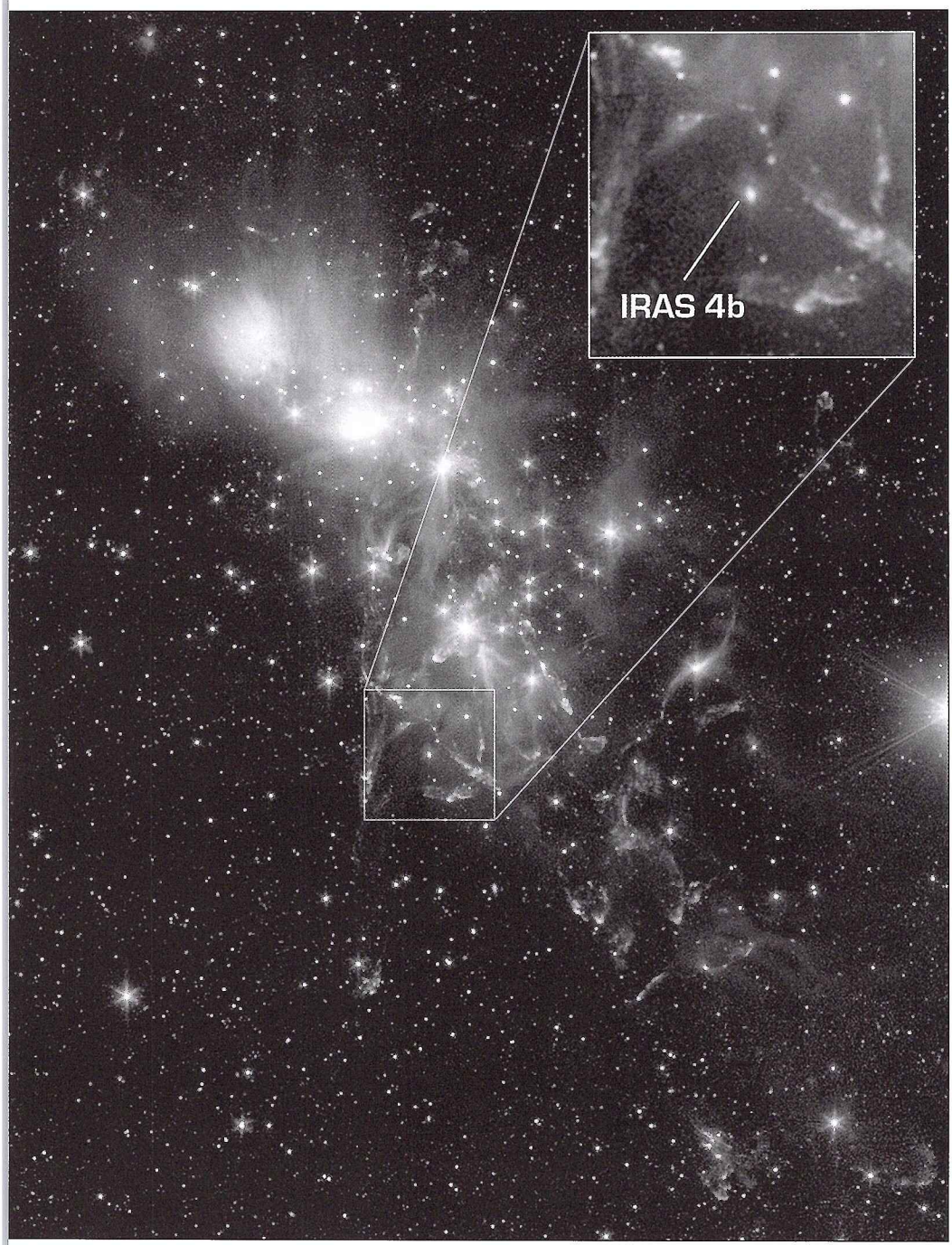
Objav ďalekohľadu Spitzer je prvým priamym svedectvom o tom, ako sa voda, základné médium pre vznik života, začína premiestňovať k planétam, z ktorých niektoré môžu byť terestrické, také ako naša Zem. Keď po sformovaní vychladnú, voda z oblakov, ktoré hviezda svojou gravitáciou pritiahne, vyprší na povrch planéty a zaleje hlboké bazény a panvy.

Spitzer objavil vodnú paru v systéme NGC 1333-IRAS 4B, kde sa v prachoplynovom oblaku ešte vždy tvoria hviezdy. Uprostred tohto oblaku obieha mladú hviezdu horúci prachoplynový disk z materiálu vhodného na tvorbu planét. Infračervené oči Spitzera odhalili, ako sa kryštáliky ľadu, tvoriace vonkajšie časti obalu, postupne menia na vodu a paru.

Vodu na suchú, vychladnutú Zem dopravili, podľa platnej teórie, kométy a asteroidy. Voda sa však vyskytuje aj v hustých oblakoch, kde sa formujú hviezdy. Na prvý pohľad by sa zdalo, že Spitzerov objav teóriu podkopal. Práve naopak: voda nabalená do disku sa premení na paru, ale neskôr opäť zamrzne, premieša sa s prachom a vytvorí primordiálny materiál, z ktorého sa postupne pozliepajú kométy a asteroidy. A z tých, ako vieme, môžu sa v priaznivých dynamických podmienkach, sformovať terestrické planéty i plynoví obri.



Husté oblaky obaľujúce rodiacu sa slnečnú sústavu obsahujú 5-krát viac vody, ako je v oceánoch Zeme.



IRAS 4B: linka označuje polohu hviezdnej liahne NGC 1333, súčasťou ktorej je aj vodnou parou obalená slnečná sústava NGC 1333-IRAS 4B.

Astronómovia sa iba v posledných desaťročiach dozvedeli, že vesmír je doslova plný vody. Vodu objavili vo forme ľadu a plynu okolo rozličných typov hviezd, v medzihviezdnom priestore i v plynnom skupenstve na niektorých exoplanétach. Naposledy na HD 189733b.

Objav je významný aj pre spresnenie teórií o formovaní planét. V prípade NGC 1333-IRAS 4B získali vedci senzačné nové údaje o evolúcii disku. Napríklad boli schopní vypočítať jeho hustotu, ktorú odhadli na najmenej 10 miliárd molekúl vodíka na cm^3. Jeho priemer zodpovedá vzdialenosti Zem/Pluto. Jeho teplota: 170 kelvinov.

Voda sa deteguje ľahšie ako iné molekuly, takže vedci získali spoľahlivý etalón, ktorý budú môcť porovnávať s novoobjavenými, mladými diskami a študovať ich chémiu či fyziku. Planetológovia svoje teórie o tvorbe planét a planetárnych systémov určite vylepšia.

Tím Dana Watsona z Rochester University, USA, študoval pomocou infračerveného spektrografu na ďalekohľade Spitzer 30 najmladších hviezd. Tento prístroj rozkladá infračervené svetlo do dúhy vlnových dĺžok, ktoré sú „odtlačkami" jednotlivých molekúl. Iba v jednom prípade však objavili stopy vodnej pary. Vodnú paru Spitzer deteguje spoľahlivo, lebo ľadové kryštáliky sa v disku rýchle roztopia a premenia na horúcu paru. Tento proces zohrievania je rýchly, a preto žiari v infračervenej oblasti.

Prečo sa našli odtlačky vody iba pri jednej hviezde z tridsiatich? Vedci sú presvedčení, že práve NGC 1333-IRAS 4B bola vzhľadom na Zem orientovaná tak, aby spektrograf mohol detegovať husté jadro. Navyše táto vodná fáza evolúcie trvá krátko a ťažko sa deteguje. Watsonovmu tímu sa podarilo objaviť unikátnu fázu evolúcie mladej hviezdy v čase, keď sa okolitý materiál v oblaku dynamicky premiestňuje smerom k jadru, kde sa formujú planéty.

NGC 1333-IRAS 4B sa nachádza vo vzdialenosti 1000 svetelných rokov v súhvezdí Perzea. Centrálne teleso tejto hviezdnej liahne ešte vždy nasáva okolitý materiál a rastie. Vedci zatiaľ nedokážu odhadnúť, aká veľká bude hviezda, keď sa formovanie skončí.

Spitzer Press Release

Aké teleso obieha neutrónovú hviezdu?

Lovci planét tvrdia, že ide o najbizarnejší objekt s hmotnosťou planéty, aký sa doteraz podarilo objaviť. Teleso je prinajmenšom 7-krát hmotnejšie ako Jupiter. Neobieha však okolo normálnej hviezdy, ale okolo rýchle rotujúceho pulzaru. Obehne ho za 54,7 minúty po dráhe, ktorá je od materskej hviezdy vzdialená toľko, ako obežná dráha Mesiaca od Zeme.

Zdá sa, že ide o „ohlodanú kostru hviezdy", obnažené jadro s vysokým podielom hélia. Pôvodnú obálku pulzar už skonzumoval.

Teleso objavili pomocou Swift Burst Allert Telescope, prístroja (na palube satelitu RXTE), ktorý deteguje röntgenové žiarenie a vzplanutia žiarenia gama v centre našej Galaxie. Zdroj označili ako SWIFT J1756,9-2508.

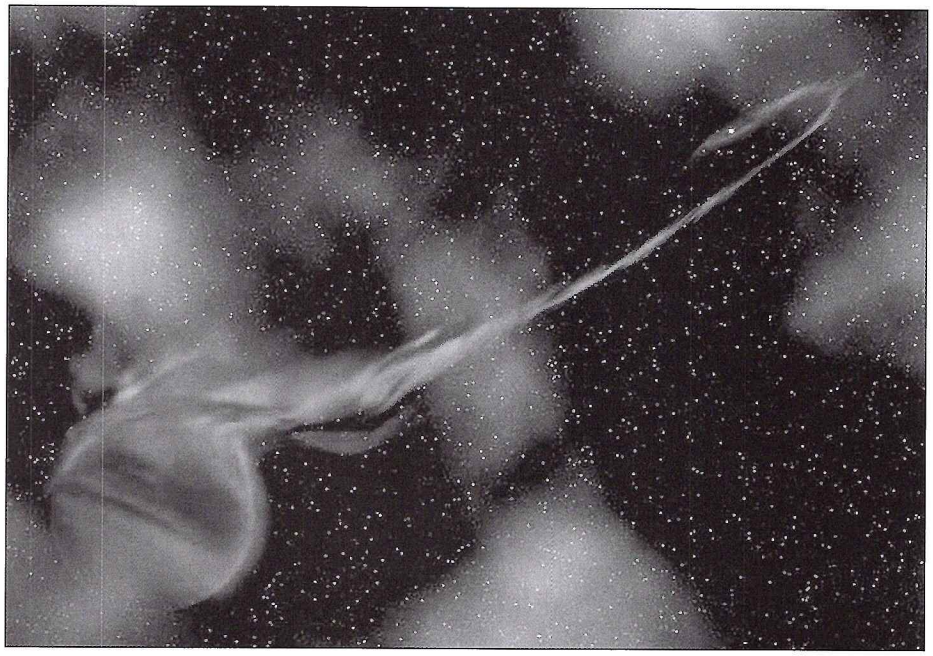
V júni 2007 zamerali na zdroj ďalší prístroj na satelite – Proportional Counter Array (PCA). Po analýze údajov vedci zistili, že objekt pulzuje v röntgenovej oblasti rýchlosťou 182,07 pulzov za sekundu. Ide teda o rýchle rotujúci, milisekundový pulzar – neutrónovú hviezdu, ktorá sa otočí okolo svojej osi niekoľkostokrát za sekundu. Rotácia osamelých neutrónových hviezd sa postupne spomaľuje. V dvojhviezdnych systémoch, kde neutrónová hviezda odsáva hmotu zo spolupútnika, spomaľovanie prebieha pomalšie, ba môže sa stať, že po sporadickom prísune väčšieho balíka hmoty sa rýchlosť rotácie môže dočasne aj zvýšiť.

Vedci po analýze premenlivej frekvencie pulzov v röntgenovej oblasti zistili, že vzdialenosť pulzaru od Zeme nepatrne kolíše. Taký efekt môže spôsobovať iba masívne teleso na jeho dráhe. Vypočítali, že minimálna hmotnosť tohto telesa je 7 J. Nakoľko nepoznáme sklon celého systému vzhľadom k pozorovateľovi na Zemi, hmotnosť spolupútnika môže byť aj vyššia. Určite však nepresahuje hodnotu 30 J.

Ide iba o ôsmy milisekundový pulzar, pri ktorom sa pozoruje akrécia hmoty zo spolupútnika, a zároveň o druhý svojho druhu, čo sa prižívuje na partnerovi s takou nízkou hmotnosťou.

Systém sa sformoval pred niekoľkými miliardami rokov. Pôvodne ho tvorili veľmi masívna hviezda a menšia hviezda s hmotnosťou 1 až 3 Slnk. Masívnejšia hviezda rýchle zostarla a vybuchla ako supernova. Dnešná neutrónová hviezda/pulzar je jej pozostatkom. Menšia hviezda sa postupne začala meniť na červeného obra, zväčšovať svoj objem, takže napokon sa obe gravitačné telesá pohybovali vo vnútri rozľahlej sférickej obálky. Plyn v obálke ich krúženie okolo spoločného ťažiska spomaľoval, takže sa k sebe čoraz viac približovali. V aktuálnej fáze vývoja gravitácia neutrónovej hviezdy generuje na povrchu spolupútnika mohutné slapové vlny, nasáva rozbúrenú hmotu do disku, ktorý okolo nej krúži. Nasávanie hmoty nie je plynulé. Po stabilnejšej fáze dochádza k strhnutiu veľkého balíka hmoty na povrch neutrónovej hviezdy, čo spôsobí vzplanutia podobné tomu, ktoré sa pozorovalo v júni.

Obe zložky dvojhviezdy delí asi 400 000 km, ale ide o dve celkom rozdielne telesá. Neutrónová hviezda má priemer asi 20 km, väčšia zložka najmenej dvojnásobok priemeru Slnka.



Ilustrácia znázorňuje dvojhviezdu SWIFT J1756,9-2508. Teleso v popredí je objekt s hmotnosťou planéty. Pulzar, svetlá bodka vpravo, svojou gravitáciou deformuje spolupútnika do tvaru kvapky a odsáva z neho hmotu. Materiál prúdi smerom k pulzaru a formuje sa do disku. Väčší prísun hmoty do disku generuje vzplanutia, ktoré sa dajú pozorovať aj zo Zeme.

Väčší, ale čo do hmotnosti ľahší spolupútnik pulzaru má hmotnosť najmenej 7 Jupiterov. Tvorí ho najmä hélium. Pulzar je najmenej 100-krát hmotnejší.

Vo vysávanom spolupútnikovi dominuje hélium. Vedci usúdili, že toto teleso napriek nízkej hmotnosti nemožno klasifikovať ako planétu. Je to skôr biely trpaslík, ktorý neustálne chradne, stráca hmotnosť.

Aký bude osud bieleho trpaslíka? Nevedno... Vzhľadom na vzdialenosť dvojhviezdy (25 000 svetelných rokov) nemožno tento systém študovať podrobnejšie, pretože na nijakej vlnovej dĺžke sa nezviditeľňuje. Viditeľným sa stáva iba počas vzplanutí. Jedno z nich zaznamenali prístroje v júni. Kedy nastane ďalšie, nikto nevie...

NASA Press Release

Bizarnejšie ako čierne diery...? Nahé diery

Vedci z Duke University a University of Cambridge sa nazdávajú, že je možné zistiť, či niektoré čierne diery už nie sú čierne.

„Keby sa fyzikom podarilo objaviť nezamaskovanú formu toho, čo fyzici nazývajú singularitou, základy všeobecnej teórie relativity by sa otriasli." Arlie Petters, profesor matematiky a fyziky na Duke Univerzity, vyhlásil: „Dokážem, že príroda skrýva prekvapenia, ktoré prekonajú aj čierne diery."

Albert Einstein vyrukoval svojho času s teóriou, podľa ktorej hviezdy väčšie ako Slnko môžu skolabovať a scvrknúť sa do singularít. Singularitu definoval ako entitu, ktorá je taká hustá a uzavretá, že zákony bežnej fyziky v nej neplatia.

Astronómovia tieto entity medzičasom objavili (presnejšie našli nepriame dôkazy o ich existencii) a dali im meno „čierne diery", pretože vyvolávajú podozrenie, že robia „kozmickú cenzúru". Toto podozrenie vychádza z dohadu, že existujú „reálne" singularity (reálne preto, že sú dielom prírody), ktoré sú zaclonené bariérou, nazývanou horizont udalostí, spoza ktorej nič nemôže uniknúť. Preto sú pre zvyšok vesmíru čierne, a teda neviditeľné.

Kozmická cenzúra je však „podozrením, ktoré sa rovnako ťažko dokazuje ako vyvracia". Napriek tomu Kip Thorne a John Preskill, dvaja experti na relativistickú kozmológiu v California Institute of Technology pred desiatimi rokmi navrhli, že za istých okolností môžu existovať aj nahé (nezahalené) singularity. Alie Petters a Marcus Werner teraz navrhli aj spôsob ako ich existenciu dokázať. (Ich prácu financovali National Science Foundation v USA a Technology Facilities Council vo Veľkej Británii.)

Astronómovia nevedia, či všetky čierne diery sú naozaj čierne, pretože preniknúť za oponu hmoty špirálujúcej do čiernych dier je nemožné. Ich fyzikálne vlastnosti odvodzujú iba z gravitačného vplyvu niekoľkých čiernych dier na okolitú hmotu. Medzi tieto efekty patria emisie vysokoenergetického žiarenia či extrémne obežné dráhy blízkych hviezd.

Peters je odborníkom na gravitačné šošovkovanie. Ide o ďalší z efektov relativity, ktorý umožňuje masívnym zdrojom gravitácie deformovať svetlo zo vzdialených objektov v pozadí a vytvárať ich fantómy okolo gravitačnej šošovky.

Pred dvomi rokmi sa v časopise Physical Review D objavil pozoruhodný článok. Jeho autor, Charles Keeton z Rutgers University navrhol spôsob, ako využiť gravitačné šošovkovanie na overenie toho, či kozmická cenzúra môže byť narušená. Jeho teória však platí iba pre nerotujúce singularity, ktoré (zatiaľ) existujú iba v teórii. Reálne singularity (čierne diery), ktoré astronómovia zatiaľ objavili a nepriamo preskúmali, však rotujú rýchle. V niektorých prípadoch sa okolo vlastnej osi otočia viac ako 1000-krát za sekundu.

Peters s Wernerom sa rozhodli preveriť, či sa Keetonova skúška správnosti pomocou gravitačného šošovkovania, platná iba pre nerotujúce singularity, dá aplikovať aj pre tie reálne, rotujúce. Boli prekvapení, že matematická odpoveď na ich otázku bola jednoznačná: „Yes!"

Petters s Wernerom tvrdia, že čierna diera môže vystúpiť spoza vlastného horizontu udalostí a stať sa nahou singularitou vtedy, keď je jej moment hybnosti (jeden z efektov rotácie) väčší ako jej hmotnosť! V prípade, keď má čierna diera 10-krát vyššiu hmotu ako Slnko, začne rotovať rýchlosťou niekoľko tisíc otočiek za sekundu. Za takýchto podmienok, aspoň podľa rovníc z dielne oboch matematikov, by nahá singularita rozložila svetlo hviezd a galaxií v pozadí tak, že by mali byť zaznamenateľné (dali sa detegovať) už existujúcimi, alebo onedlho vyvinutými prístrojmi.

Tento záver vyplynul zo šiestich rovníc v štúdii, ktorá prepája rotáciu singularity so vzdialenosťou a jasnosťou dvoch rozložených obrazov.

„Ak sa ma spýtate, či naozaj verím, že nahá singularita existuje, odpoviem, že sedím na plote. V tom zmysle, že dúfam, že neexistuje. Uprednostnil by som staré, dobré, zahalené, neviditeľné čierne diery. Našťastie som dostatočne otvorený aj voči tomu, že existujú aj iné možnosti," vraví Petters.

Werner a Petters začali spolupracovať v Belize (bývalý Britský Honduras, jeden zo štátov v Strednej Amerike), kde Petters založil Inštitút pre matematiku a vedeckú výchovu. Werner sa do Belize dostal v rámci sezónnej brigády, ktorej účastníci pomáhali pri vykopávkach chrámov starých Mayov.

Physical Review D

Exoplanéta, ktorá prežila smrť materskej hviezdy?

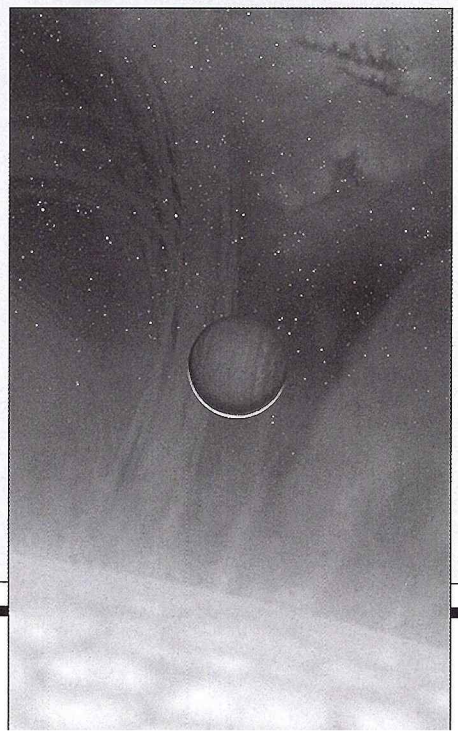
Poznáme už 250 exoplanét. Objavitelia tej 251. tvrdia, že ide o mimoriadne vzácny exemplár. Ide totiž o prvú exoplanétu, ktorá obieha okolo hviezdy, ktorá sa v záverečnej etape svojho života začala rozpínať a meniť na červeného obra. Zaujímavý je aj fakt, že túto exoplanétu objavili pomocou novej techniky.

Na pripojenej ilustrácii vidíte ako systém V 391 Pegasi vyzeral pred 100 miliónmi rokov, keď červený obor dosiahol vrchol svojej predsmrtnej rozpínavosti. Krátko potom, po vyhorení vodíka, začala hviezda spaľovať hélium. Prechod na iné palivo vyvolalo gigantickú explóziu (tzv. héliový záblesk), ktorá vypudila do okolitého priestoru najvrchnejšie vrstvy obálky. V tejto chvíli dosahoval priemer hviezdy 100 miliónov kilometrov, čo je iba o tretinu menšia vzdialenosť, ako priemer obežnej dráhy objavenej exoplanéty.

Lovci planét našli prvú exoplanétu, ktorá kataklizmu záverečného štádiu vývoja materskej hviezdy prežila. (Existencia hypotetických planét, ktoré zanikli, sa nedá dokázať.)

Exoplanétu, ktorá obieha okolo hviezdy V 391 Pegasi, objavil Roberto Silvotti a jeho tím z Talianskeho národného inštitútu astrofyziky. Teleso obehne okolo materskej hviezdy za 3,2 roka vo vzdialenosti 260 miliónov kilometrov. Táto obežná dráha je o niečo dlhšia ako obežná dráha Marsu okolo Slnka. Vedci si položili otázku: „Mala hviezda pôvodne viac planét, ktoré počas rozpínania sa zanikli? Ak áno, prečo táto planéta prežila, veď podľa teórie všetky planéty na blízkych obežných dráhach v priebehu takej kataklizmy zaniknú."

Hviezda V 391 Pegasi v štádiu rozpínajúceho sa červeného obra a jej planéta na obežnej dráhe nášho Marsu. Dôkaz, že niektoré terestrické planéty, podobné Zemi, môžu smrť materskej hviezdy prežiť?



Objav sa podaril vďaka spolupráci, ktorá zjednotila niekoľko tímov pod názvom Whole Earth Telescope (Celozemský/globálny ďalekohľad). Na projekte sa zúčastnili astronómovia z 15 krajín. V roku 2003 pozorovali hviezdu V 391 Pegasi všetky zúčastnené observatóriá, v nasledujúcich troch rokoch iba niektoré tímy.

Objav je triumfom novej techniky vyhľadávania exoplanét. Lovci exoplanét rozkladajú svetlo vytipovanej hviezdy do milióna farebných odtieňov dúhy a pozorne vyhľadávajú nepatrné posuny vlnových dĺžiek, farieb i drobných štruktúr v jej spektrách.

Silvottiho tím meral malé odlišnosti vo svetle V 391 Pegasi a zistil, že všetky sú dielom mimoriadne presných hodín. Keď sa hviezda pohne smerom k Zemi, pulzy hodín sa zovrú a šíria sa rýchlejšie. A naopak, keď sa hviezda od Zeme vzdiali, pulzy sa šíria pomalšie. Premenlivý čas hviezdnych hodín naznačuje, že pohyb hviezdy ruší neznámy, neviditeľný objekt.

Po troch rokoch pozorovania, merania a analyzovania si boli načistom: okolo hviezdy obieha exoplanéta. Whole Earth Telescope umožnil kooperatívne pozorovanie najrozličnejších typov hviezd v priebehu 20 rokov. Ide o spoločný projekt University of Texas a Iowa State University. Účastníci projektu po celý ten čas verili, že pomocou svojej originálnej metódy exoplanétu objavia. Presné meranie a vytrvalosť priniesli úspech.

Whole Earth Telescope Press Release

Aké parametre by mala mať terestrická planéta podobná Zemi?

V sci-fi filmoch zo série Hviezdne vojny sú fiktívne planéty pokryté oceánmi, lesmi, púšťami a sopkami. Model, ktorý vypracovali vedci z MIT, NASA a Carnegie Institute, však opisuje širší vzorkovník planét typu E (Zemi podobných), ktoré pomocou citlivejších prístrojov objavíme už v najbližších rokoch.

Vedci sa zhodli, že v našej Galaxii môže existovať 14 rozličných typov terestrických planét s pevným povrchom. Jednotlivé typy majú rozličné zloženie a vzhľadom na rozdielne hmotnosti aj rozličnú veľkosť. Niektoré tvorí čistý vodný ľad, iné uhlík, železo, kremík, oxid uhličitý či ich najrozličnejšie kombinácie.

Východiskom k modelovaniu planét typu Zeme (E) neboli poznatky o doteraz objavených exoplanétach, ani parametre planét v našej Slnečnej sústave. Vedci sa zamerali najmä na zloženie protoplanetárnych diskov, ktoré krúžia okolo mladých hviezd.

Dôvod je zrejmý: väčšina obrích exoplanét (terestrické sme zatiaľ neobjavili) má parametre, o akých sa planetológom donedávna ani len nesnívalo. A to, čo platí o hviezdnych obroch, by malo platiť aj pre menšie, terestrické planéty. Napríklad uhlíková či CO_2 – planéta by sa mohli sformovať najmä pri evolučne starších hviezdach, bielych trpaslíkoch a pulzaroch. Mohli by sa však sformovať aj v uhlíkovom disku, takom, aký krúži okolo hviezdy Beta Pictoris.

Fyzikálne prípustné modely možných exoplanét (vrátane parametrov materských hviezd) môžu lovcom planét podstatne uľahčiť ich hľadanie, už len v rámci selekcie vhodných typov hviezd.

Medzinárodný tím vypočítal, do akej miery môže gravitácia skomprimovať planéty s rozličným zložením. Výsledný model, vypracovaný počítačom, priraďuje pre ľubovoľnú planétu s určitým priemerom príslušnú hmotnosť a zloženie. Napríklad planéta s hmotnosťou Zeme, keby ju tvorila iba voda, mala by priemer vyše 15 000 kilometrov, zatiaľ čo železná planéta s tou istou hmotnosťou by mala priemer iba 4800 kilometrov. Pre porovnanie: Zem, ktorú tvoria prevažne kremičitany, má na rovníku priemer 12 700 kilometrov.

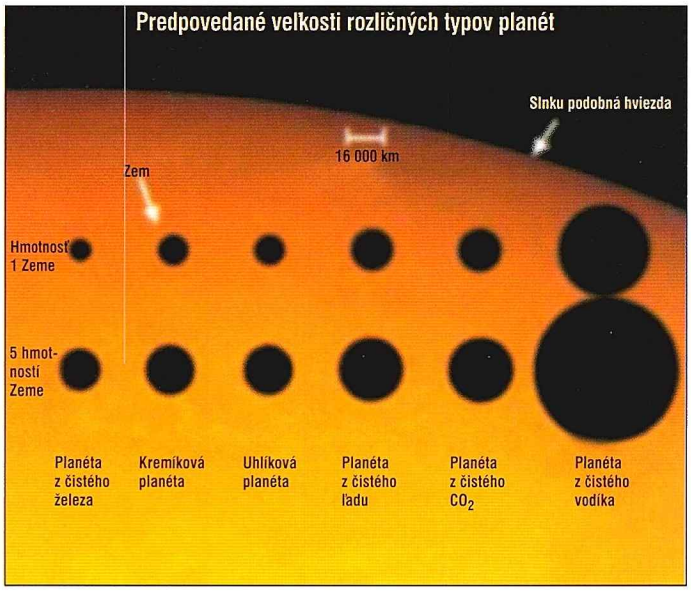
Niektoré výsledky sa očakávali. Možnosť existencie planét, tvorených iba vodou/ľadom, potvrdzujú telesá v Kuiperovom páse. Logické je aj to, že takáto planéta musí mať nižšiu hustotu ako železná planéta. Objavili sa však aj prekvapenia: tím zistil, že bez ohľadu na materiál, z ktorého je planéta zložená, pomer hmotnosť/priemer je vo všetkých prípadoch bezmála identický.

„Všetky materiály sa bez ohľadu na štruktúru pevných látok komprimujú podobne. Ak vložíte skalu do drviča, odoláva dovtedy, kým tlak nedosiahne kritickú hranicu. Planéty sa správajú rovnako, ale na rozdielny tlak reagujú, vzhľadom na zloženie, rozlične. Tento poznatok považujú planetológovia, prinajmenšom v ich odbore, za najdôležitejší v posledných desaťročiach.

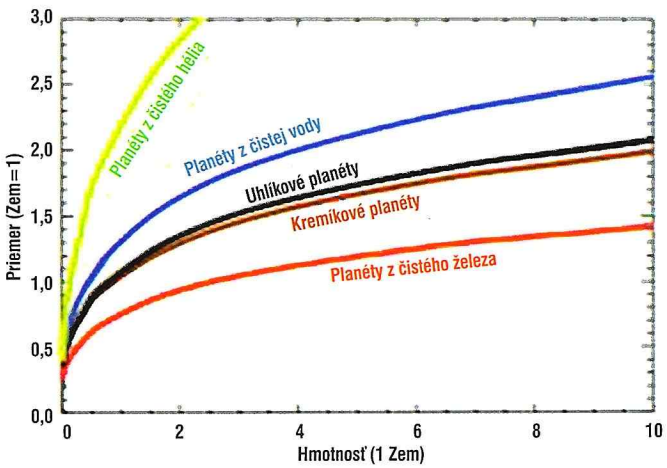
Vedci, združení v tíme, sú presvedčení, že ich modely umožnia určiť chemické zloženie exoplanét hneď potom, ako ich lovci objavia a zverejnia ich fyzikálne parametre. (Nielen na povrchu, ale aj v ich vnútre.) Napríklad francúzska sonda Corot (vypustená v decembri 2006) či lietajúci teleskop Kepler, (vypustia ho v roku 2009) dokážu objaviť planéty o málo väčšie ako Zem. Využijú metódu, pri ktorej existenciu planetárneho telesa prezradí nepatrné, ale periodické pohasínanie jasnosti materskej hviezdy počas prechodu telesa. Pri objavoch touto metódou astronómovia ľahko vypočítajú veľkosť planéty a vzápätí aj jej hmotnosť. Porovnaním veľkosti a hmotnosti môžu vedci odhadnúť aj jej zloženie s relatívne presným odhadom pomerov jednotlivých prvkov či zlúčenín.

Astronómovia, ktorí budú využívať metódu prechodu však iba ťažko rozlíšia kremíkovú planétu od uhlíkovej, pretože obe telesá budú mať pri danej hmotnosti rovnakú veľkosť. V takom prípade sa lovci planét nezaobídu bez pomoci najnovších lietajúcich observatórií, ktoré sa už konštruujú či vyvíjajú. Budú do najmä vesmírny ďalekohľad James Webb a špeciálny satelit Terrestrial Planet Finder (Vyhľadávač terestrických planét). Vďaka nebývalej citlivosti prístrojov na ich palube získajú vedci spektrá planét s parametrami Zeme, z ktorých vyčítajú aj ich chemické zloženie.

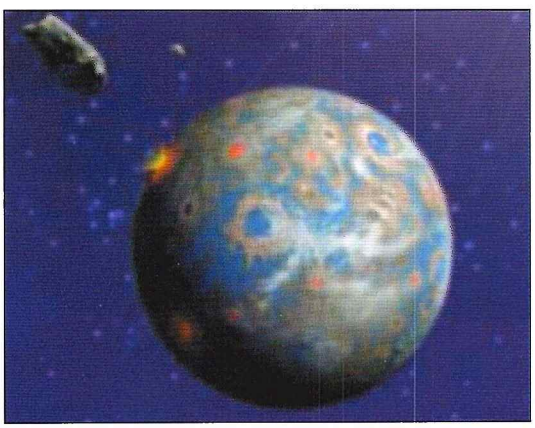
Astrophysical Journal



Vedci vypočítali priemery rozličných typov planét, odvodených od ich hmotnosti a zloženia. Obrázok znázorňuje (v dvoch radoch) 6 relatívnych veľkostí planét s rozličným zložením, pričom v prvom rade má každá rovnakú hmotnosť ako Zem a v druhom rade 5-krát väčšiu hmotnosť ako Zem. Všimnite si, že päťnásobky Zeme sú síce väčšie ako jej (hmotnostné) ekvivalenty, ale nie sú päťkrát väčšie. Dôvod: gravitačný tlak sa s narastajúcou hmotnosťou zvyšuje. Planéty sú kvôli názornosti zobrazené na výseku slnečného kotúča.



Graf vyjadruje veľkosť a hmotnosť planét v závislosti od ich zloženia. Už v najbližšom čase dokážeme objaviť terestrické planéty a rozlíšiť planétu z čistej vody/ľadu od planéty z čistého železa. Uhlíkovú od kremíkovej planéty však rozlíšime ťažko.



Takto sa výtvarník predstavuje terestrickú planétu, obiehajúcu okolo inej hviezdy.

Zjasnenie kométy 17P/Holmes

Kométu objavil 6. 12. 1892 E. Holmes v Londýne náhodou pri pozorovaní Veľkej galaxie v Andromede ako malý hmlistý obláčik s priemerom asi 5' a výraznou centrálnou kondenzáciou. Kométa bola v čase objavu 5° od M 31 a voľným okom ju bolo možné pozorovať niekoľko týždňov, uhlový priemer bol porovnateľný s Mesiacom.

Má obežnú dobu 6,88 roka a perihéliom prešla 4. mája vo vzdialenosti 2,05 AU. V polovici októbra mala ešte 17 mag a bola teda len v dosahu veľkých ďalekohľadov. Kométu ako prvý pozoroval H. Santana v Tenerife 24. 10 o 1,6 UT a v priebehu polhodiny aj Muller, Naves a Campas ako objekt 7 mag (!). Prechádzala štádiom mimoriadneho zjasnenia (outburst). Bola viditeľná ako žltkastý objekt stelárneho vzhľadu, a do poludnia zjasnela na 4 mag, vytvorila sa aj malá koma s priemerom asi 10". Kométa sa stala v súhvezdí Perzea viditeľná voľným okom a koncom októbra dosiahla podľa niektorých odhadov až 2 mag, čím bola pre amatérskych pozorovateľov neprehliadnuteľným objektom, ktorý „trošku deformoval" toto pekné súhvezdie. Vzhľadom k tomu, že kométa je od nás ďaleko (1. 11. 1,622 AU), jej pohyb po oblohe je veľmi pomalý a v Perzeovi bude až do apríla, teda počas celej doby v dosahu menších prístrojov.

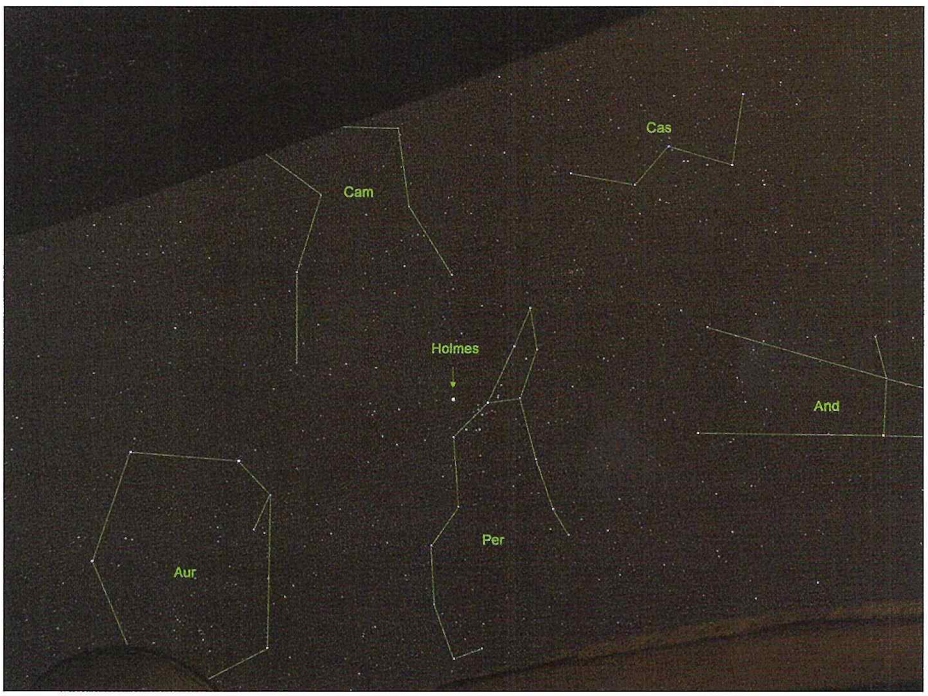
Predpovedať jasnosť takejto kométy je ťažké, no predpokladáme, že ešte na konci roku 2007 bude jasnejšia ako 8 mag. Od superzjasnenia jej uhlový rozmer rastie, začiatkom novembra bol asi 20' a bude sa ďalej zväčšovať. Kométa je však bez typického chvosta, s výrazným centrálnym zjasnením, a koncom októbra sa začala jej vnútorná kóma preťahovať k juhozápadu. Žltkastá farba je znakom vysokého obsahu prachových častíc v kome, ktoré odrážajú slnečné svetlo, neskôr možno bude možné pozorovať aj slabý plazmový modrastý chvost. Centrálne zjasnenie bude slabnúť, kométa sa bude uhlovo zväčšovať a stane sa slabým difúznym objektom.

O príčine náhleho zjasnenia komét vo veľkých vzdialenostiach sa vedú diskusie. S pomerne vysokou pravdepodobnosťou možno vylúčiť zrážku s iným telesom, a tak sa asi ide o charakteristický fyzikálny proces, súvisiaci s jadrom kométy a čiastočnou deštrukciou jej povrchu, pri ktorom sa do okolia dostane veľké množstvo prachu. Zjasnenie v roku 1892 nastalo 176 dní po prechode perihéliom, tohtoročné 172 dní. Posledným prípadom výrazného zjasnenia kométy dlho po prechode perihéliom bola kométa 41P/Tuttle-Giacobini-Kresák v roku 1973.

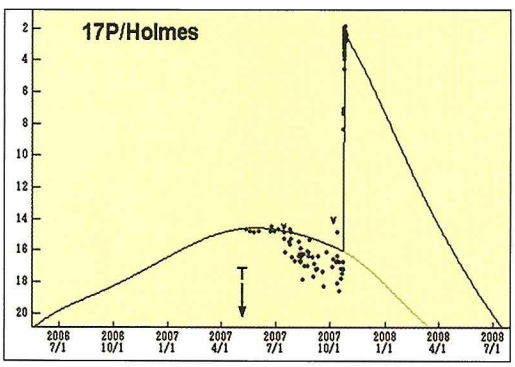
Od nahlásenia zjasnenia bolo na našom území dlhodobo počasie veľmi nepriaznivé a tak nadšencom ostalo len sledovať jej vývoj na monitoroch či z kusých správ o jej zahliadnutí v dierach medzi mrakmi. Situácia sa zlepšila koncom októbra a pohľad na túto krásavicu, ktorá oproti predpovedi zjasnela takmer miliónkrát, bol nádherný a v triédri či malom ďalekohľade uchvacujúci.

PAVOL RAPAVÝ

Marián Mičúch: „Dlho som čakal na vhodné počasie na fotografovanie kométy 17 P Holmes. Našťastie sa na dve noci vyjasnilo, a tak jednu fotografiu posielam. Je zhotovená v Plevníku 1. 11. 2007. Začiatok expozície 19^h56^m, expozičný čas 110 sekúnd, použitý prístroj Newton 200/1000+coma correktor+Canon 350 D." Foto: Marián Mičúch



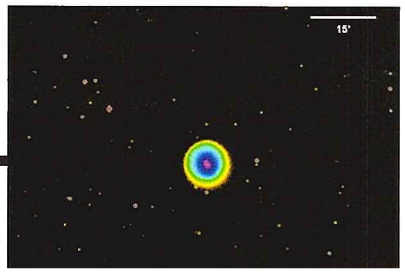
Kométa svojou jasnosťou netradične dotvára súhvezdie Perzeus. 6. 11. 2007, Olympus E 500, ISO 400, 3×30 s, Zuiko 5/14 (ekv. 28 mm). Foto: P. Rapavý



Priebeh jasnosti kométy podľa Yoshidu. T je čas prechodu perihéliom.

Kométa 5. 11. 2007, 17:28 UT, Olympus E 500, 355/1400, 5×15 s ISO 800. Foto: P. Rapavý

Kométa 1. 11. 2007 vo falošných farbách s pretiahnutou vnútornou časťou kómy. Olympus E 500, ISO 1000, 4×30 s, Zuiko 5,6/150 (ekv. 300 mm). Foto: P. Rapavý



Polárna žiara

Počas dovolenky v Kanade a na Aljaške koncom augusta a začiatkom septembra okrem úplného zatmenia Mesiaca dňa 28. 8. 2007, ktorý nebol u nás viditeľný, sme pozorovali i polárnu žiaru. Hneď prvú noc po prílete do Whitehorse (hlavné mesto kanadskej provincie Yukon) sme po polnoci, keď už bola obloha dostatočne tmavá, zaregistrovali slabú aktivitu v okolí súhvezdia Povozníka v podobe dlhých stĺpov a zelenkastých oblaku podobných útvarov. Neskôr sa k polárnej žiare pripojil i Mesiac v úplnom zatmení.

Väčšiu aktivitu sme zažili až nad 64. stupňom zemepisnej šírky v známom mestečku Dawson City, kde koncom 19. a 20. storočia odštartovala zlatá horúčka objavom zlata v neďalekej riečke Bonanza Creek v roku 1896.

Boli sme iba 2 stupne pod polárnym kruhom, preto bola západná obloha jasná až takmer do polnoci.

Polárna žiara sa objavila v podobe širokého zeleného oblúka, ktorý sa ťahal cez celú severnú oblohu. Oblúk sa zjasňoval a rozširoval, potom takmer zmizol, aby sa neskôr znovu objavil a pomaly rozpadol na menšie časti rôznych tvarov. Bola to nádherná, aj keď studená noc, ktorú sme strávili v tábore nad riekou Yukon.

Najväčšiu aktivitu sme spozorovali v malom mestečku Haines Junction na tzv. Aljašskej diaľnici. Na hviezdnej oblohe sa objavila výrazná zelená hmlovina, ktorá sa zmenila na veľký oblúk žltozelenej farby. Po chvíli sa polárna žiara stratila pod severným horizontom, a takmer okamžite sa objavil pod Veľkým vozom v podobe slabého zeleného oblaku, cez ktorý zrazu prebehla vlna ako cez záclonu v prievane. Neskôr sa celá severná polovička oblohy zahalila do zelenej „oblačnosti“, ktorá sa časom zmenila na podobu medveďa a vlniaceho sa hada.

Zelená a žltozelená farba polárnej žiary pochádza od nabitých molekúl kyslíka v ovzduší Zeme. Vysokoenergetické častice (elektróny a protóny), ktoré prichádzajú do blízkosti Zeme zo Slnka, sú zachytené magnetickým poľom planéty a špirálujú okolo siločiar tohto poľa smerom k atmosfére, kde narážajú do čiastočiek ovzdušia, predovšetkým do atómov a molekúl kyslíka a dusíka. V dôsledku týchto nárazov elektróny v atómoch a molekulách napr. kyslíka preskočia do vyšších energetických hladín. Keď sa potom vrátia späť do pôvodného stavu, vyžiaria prebytočnú energiu v podobe fotónov. Farba polárnej žiary teda závisí od toho, do ktorých atómov a molekúl nabité častice v danom okamihu narážajú.

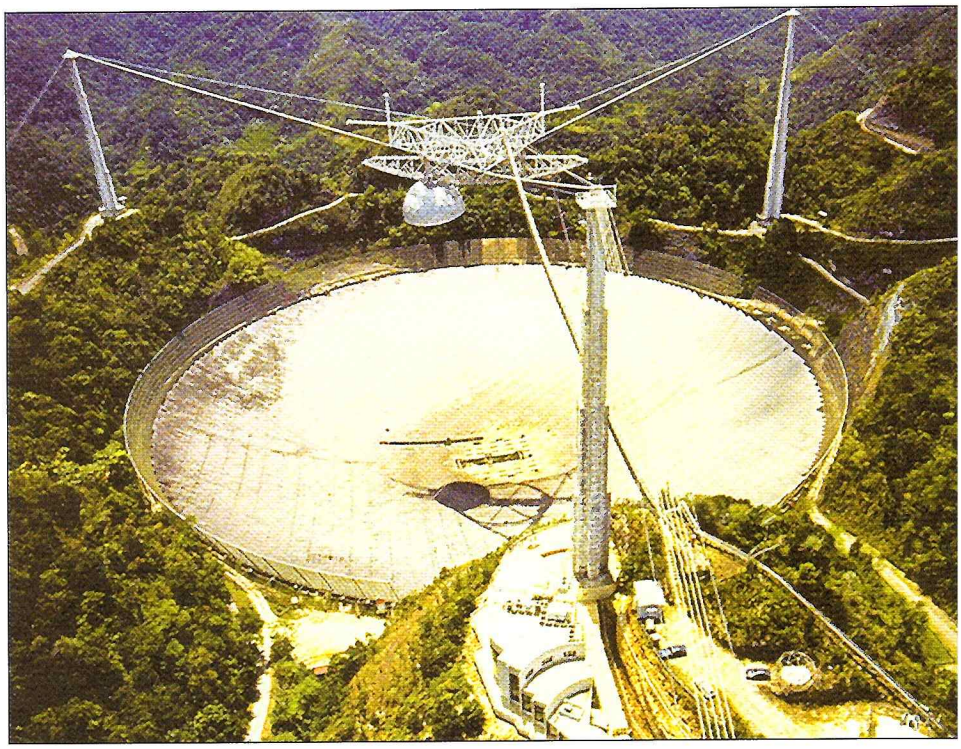
OTTÓ MÉHES

Dawson City, Yukon, Kanada. Fotografované: 29. 8. 2007, 07:52 UT, ISO-800, f/4, 30 s exp. (zoom: 18 mm). Fotoaparát: Canon EOS 350D, EF-S 18 – 55 mm objektív, fotostojan a exp. kábel.

Haines Junction, Yukon, Kanada. Fotografované: 2. 9. 2007, 07:30 UT, ISO-400, f/4, 20 s exp. (zoom: 28 mm). Fotoaparát: Canon EOS 350D, EF-S 18 – 55 mm objektív, fotostojan a exp. kábel.

Haines Junction, Yukon, Kanada. Fotografované: 2. 9. 2007, 07:41 UT, ISO-800, f/4, 15 s exp. (zoom: 21 mm). Fotoaparát: Canon EOS 350D, EF-S 18 – 55 mm objektív, fotostojan a exp. kábel.

SETI v treťom tisícročí

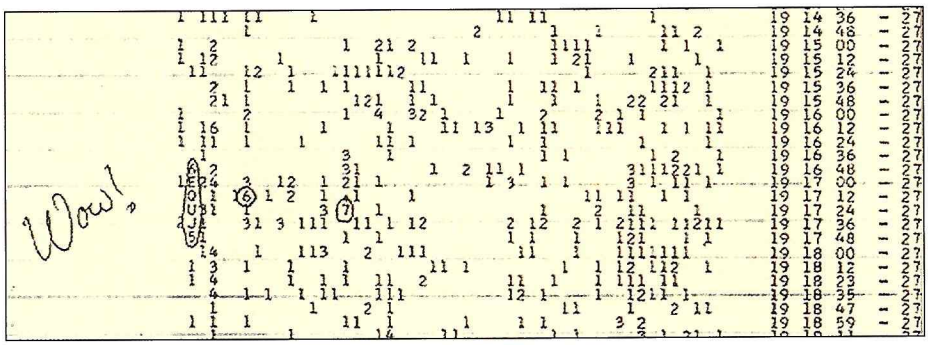


Obr. 1. **305-metrová anténa rádioteleskopu v Arecibo na Portoriku bola použitá v projektoch SERENDIP a Phoenix programu SETI.**

SETI – projekt hľadania mimozemskej civilizácie (Search for Extraterrestrial Intelligence) aktívne pracuje už takmer 50 rokov. Zatiaľ bez úspechu. To však neznamená, že sme v našej Galaxii sami, hoci väčšina astronómov je dnes presvedčená, že výskyt inteligentnej civilizácie je oveľa zriedkavejší, ako sa na začiatku projektu predpokladalo. Je pravdepodobné, že sa v blízkych oblastiach našej Galaxie nevyvinuli. Preto projektujeme zariadenia, ktoré budú schopné detegovať rádiový signál aj z okrajových častí Galaxie, ale v prevádzke majú byť až po roku 2020. Možné je aj to, že „cudzí rozum" používa vo funkcii komunikačného média svetlo, preto sa počíta aj s optickou formou SETI, kde sa experimentuje s príjmom impulzných laserových signálov.

Príbeh sa začal postavením rádioteleskopu „Mk 1" na observatóriu Jodrell Bank (Veľká Británia) v roku 1957. O dva roky neskoršie dvaja americkí astronómovia, Cocconi a Morrison, predložili časopisu *Nature* štúdiu, v ktorej ukázali, že veľké rádioteskopy sú schopné komunikovať v rozsahu medzihviezdnych vzdialeností. Navrhli pozorovať hviezdy podobné Slnku v galaktickom okolí a pokúsiť o príjem inteligentného signálu. Tento zoznam hviezd zahŕňal aj Tau Ceti a Epsilon Eridani, obe vzdialené okolo 12 svetelných rokov. Upozornili, že frekvencie spektrálnych čiar vodíka H a hydroxylu OH v rádiovej oblasti by mali poznať všetky civilizácie schopné s nami komunikovať, takže toto pásmo je najpravdepodobnejším kanálom medzihviezdnej komunikácie. Okrem toho sa toto pásmo nachádza vo frekvenčnej oblasti vyhradenej pre rádioastronómiu, teda nie je rušené občianskymi vysielačmi. Oblasť nazývajú tiež „vodným oknom", lebo H a OH dáva dohromady vodu (v angličtine water hole).

Frank Drake – otec SETI – sa počas nasledujúcich dvoch rokov sústredil na Tau Ceti a Epsilon Eridani. Denne ich pozoroval 6 hodín pomocou 25 metrového rádioteleskopu na observatóriu Green Bank v Západnej Virgínii. Toto pozorovanie sa uskutočnilo v rámci *Projectu Ozma,* podľa poviedky *Čarodejník z krajiny Oz* od L. F. Bauma. Vo frekvenčnom pásme vyhradenom pre rádioastronómiu zachytili dva podozrivé signály,



Obr. 2. **Časť záznamu pozorovania z 15. augusta 1977. Každý stĺpec predstavuje záznam pozorovania jedného z 50 kanálov. Úroveň šumu je indikovaná číslom 1 až 9. Keď signál presiahne úroveň 9, potom je označený písmenami A-Z. Signál „Wow" v kanáli 2 ukazuje sekvenciu „6EQUJ5", ktorá predstavuje silný úzkopásmový signál. (Pozorovanie pomocou antény „Veľké ucho" na univerzitnom observatóriu v Ohiu.)**

ale neskôr sa ukázalo, že pochádzali od supertajného špionážneho lietadla U2!

Odvtedy vykonali takmer 100 prieskumných kampaňových pozorovaní v rámci projektu SETI. V roku 1977 na univerzite v Ohiu, kde pomocou rádioteleskopu s názvom *Obrovské ucho* vykonávali prehliadky celej oblohy od roku 1974, zachytili signál so všetkými hľadanými znakmi, http://www.bigear.org/6equj5.htm/. Nazvali ho „Wow" signál, lebo toto citoslovce úžasu napísal pozorovateľ na výstupnú tlač *(obr. č. 2)* Bohužiaľ, pri nasledujúcich pozorovaniach tej istej časti oblohy už žiadny podobný signál nezachytili.

Ak by sme chceli poslať rádiovú správu do medzihviezdnych vzdialeností, potom najjednoduchšie by bolo vysielať pomalou morzeovkou, pri šírke pásma 1 Hz, alebo ešte menej, na rozdiel od bežných vysielačov, kde pre prenos reči potrebujeme šírku pásma niekoľko kHz. Čím bude šírka pásma menšia, tým väčší bude odstup signálu od šumu. Na príjem takých signálov potrebujeme špeciálny prijímač s miliónmi kanálov, ktoré musia pokrývať celé skúmané pásmo frekvencií. Jeden z popredných odborníkov v tejto oblasti, P. Horowitz z Harvardu, vyvinul prijímač, ktorý súčasne analyzuje 80 miliónov kanálov, každý so šírkou pásma 0,5 Hz. Prijímač bol využitý pri prieskume všetkých frekvencií „vodného okna" pomocou 25-metrového rádioteleskopu na Oak Ridge v projektoch META a BETA (http://www.seds.org/nodes/NODEv4n4-4.html).

Projekty SERENDIP a Phoenix

Dva dôležité významné prieskumy využívali 305 metrový rádioteleskop Arecibo v Puerto Ricu *(obr. 1).* Prvý z nich, SERENDIP ešte stále pokračuje http://seti.berkeley.edu/serendip/, zatiaľ čo projekt Phoenix bol ukončený v roku 2003. Projekt SERENDIP, pod záštitou Kalifornskej univerzity v Berkeley, používa anténu v Arecibo tzv. spôsobom „piggi-back", čo je dobre premyslený spôsob na pozorovanie oblohy paralelne pri inom programe. Hoci pozorovatelia programu SETI nevedia presne, ktorú časť oblohy

práve pozorujú, počas niekoľkých rokov môžu takto preskúmať všetky oblasti, ktoré sú pre rádioteleskop Arecibo dostupné, pričom niektoré oblasti preskúmajú niekoľkokrát. V programe SERENDIP sa potom preverujú opakujúce sa identické signály z toho istého miesta oblohy. Malá časť údajov v úzkom pásme frekvencií okolo vodíkovej čiary 1400 MHz sa analyzuje pomocou siete domácich PC v programe, ktorý je známy ako SETI@home http://setiathome.berkeley.edu/. Vedci počas niekoľkých rokov zaznamenal množstvo signálov s hľadanými charakteristikami. Kvôli podrobnejšiemu posúdeniu signálov zvolali špeciálne porady. Analýza však ukázala, že ani jeden z nich nemožno považovať za signál mimozemskej civilizácie.

Výsledok nás poučil, že takýto postup môže byť problematický. Môže sa stať, že signál ETI (t. j. mimozemskej civilizácie) bude iba jednorazový a vyžaduje sa okamžité rozhodnutie o jeho pôvode.

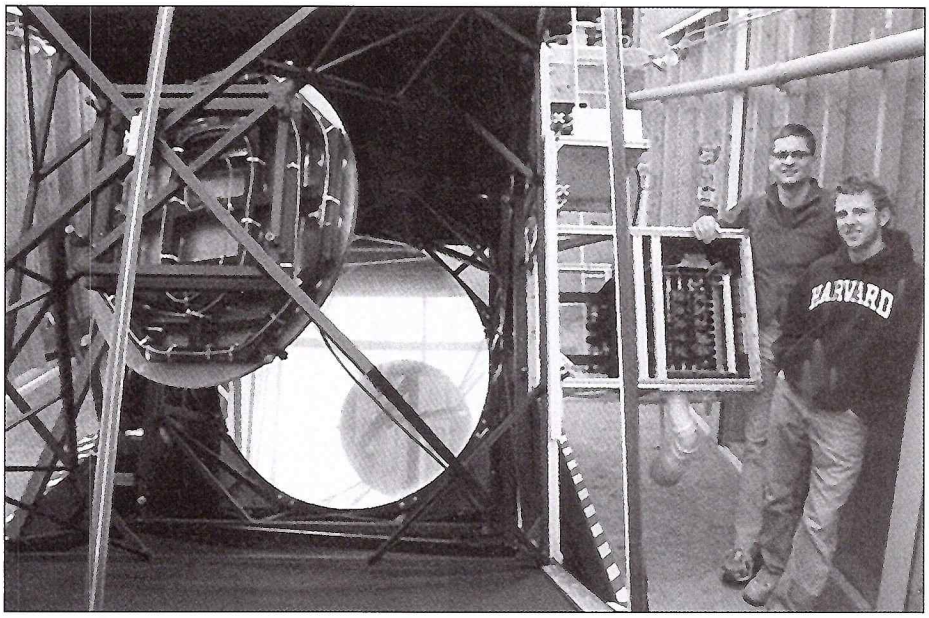
Tento fakt bol zohľadnený v projekte PHOENIX, ktorý bol zorganizovaný mimo NASA, potom, ako kongres USA obmedzil financovanie projektu SETI. Inštitút SETI bol odvtedy financovaný zo súkromných zdrojov. V rámci programu NASA pokračovali v pozorovaní 800 Slnku podobných hviezd.

V projekte PHOENIX (http://www.jb.man.ac.uk/research/seti/phoenix.html) sa používajú dva rádioteleskopy na simultánne pozorovania, takže hocijaký signál pochádzajúci z našej Slnečnej sústavy môže byť pomocou porovnania hneď eliminovaný a môžeme mať okamžité potvrdenie prípadného mimozemského signálu. Na začiatku sa na tento účel používala dvojica rádioteleskopov: jeden v Austrálii, druhý v USA. Keď neskôr, po rozsiahlej modernizáci, obnovili prevádzku rádioteleskopu Arecibo, rozhodlo sa, že bude pokračovať v projekte, spolu so 76-metrovým Lovellovym rádioteleskopom v Jodrell Bank, ktorý patrí univerzite v Manchestri (predtým Mk1).

Nakoľko tieto dva rádioteleskopy oddeľuje Atlantik, môže byť každý miestny signál okamžite eliminovaný. Okrem toho: frekvencie sa prijímajú zo zdroja, ktorý je mimo Slnečnej sústavy, na obidvoch prijímačoch rozdielne, čo spôsobuje Dopplerov efekt. (Príčinou tohto efektu je rotácia Zeme a rozdielna zemepisná šírka prijímačov.) Tento rozdiel sa dá presne určiť pre každý smer a ľubovoľný čas, maximálne môže byť až 2 kHz. Takže, ak by na observatóriu Arecibo prijali signál z našej Galaxie, na Jodrell Bank by ten istý signál mal odlišnú, presne vypočítateľnú frekvenciu. To umožňuje eliminovať pozemské a satelitné rádiové signály. Tento systém každodenne testujú aj pomocou veľmi slabého signálu zo sondy Pioneer 10, ktorá je vzdialená od Zeme viac ako 10 miliárd km, ďaleko za obežnou dráhou Pluta.

Drakeova rovnica

Neúspešné pokusy o príjem mimozemských signálov znova nastolili otázku o pravdepodobnosti existencie iných vyspelých civilizácií v našej Galaxii, ktoré by boli schopné skontaktovať sa s nami. Otázku ich existencie po prvýkrát nastolil v roku 1961 F. Drake pred skupinou významných vedcov na mítingu, ktorý sám zorganizoval na observatóriu Green Bank (http://www.jb.man.ac.uk/research/seti/drake.html a http://www.astrobio.net/news/article610.html). V priebehu mítingu vyrukoval s rovnicou, ktorá sa pokúša určiť počet civilizácií v našej Galaxii, ktoré by boli schopné komunikovať s nami. „Drakeova rovnica" má dve časti: prvá sa pokúša určiť, ako často vzniká v našej Galaxii inteligentná civilizácia, druhá je intervalom času, počas ktorého by sa takáto civilizácia pokúšala nadviazať spojenie s inou, podobnou civilizáciou.



Obr. 3. **1,8 m optický ďalekohľad z Harvardskej univerzity, určený na prehliadku oblohy v programe OSETI.**

Niektoré koeficienty v rovnici sú dostatočne známe. Je to napr. množstvo hviezd, ktoré každý rok v Galaxii vznikajú, percento z nich, ktoré (podobne ako naše Slnko) sú dostatočne teplé a stabilné počas dostatočne dlhej doby, aby umožnili vznik a vývoj inteligentného života a percento z tejto podskupiny, ktoré majú planetárnu sústavu. Iné vlastnosti týchto objektov sa však iba veľmi ťažko dajú odhadnúť. Dá sa napríklad predpokladať, že na nejakej planéte s prijateľným okolitým prostredím môže vzniknúť jednoduchá forma života tak, ako to bolo na Zemi, ale kým sa vyvinú mnohobunkové organizmy a nakoniec aj inteligentný život, môžu ubehnúť miliardy rokov. Z toho vyplýva, že na planéte musí počas veľmi dlhého času panovať stabilná klíma.

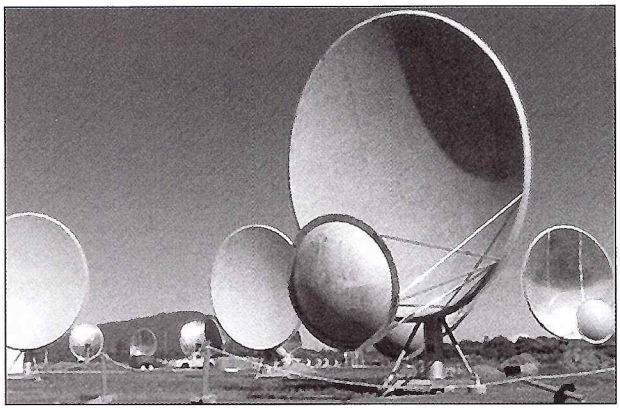
Splnenie všetkých podmienok je iba veľmi málo pravdepodobné. Naša Zem má veľký satelit, Mesiac, ktorý stabilizuje polohu jej rotačnej osi. Povrch Zeme sa neustále mení pod vplyvom pohybu tektonických platní, z ktorých sa do atmosféry uvoľňuje oxid uhličitý, viazaný v rôznych uhličitanoch. Táto recyklácia udržuje na Zemi teplotu, ktorá umožňuje, aby sa na jej povrchu udržala voda v tekutom skupenstve, kde môžu prekvitať rôzne formy života. Prítomnosť Jupitera redukuje počet komét, ktoré by mohli kolidovať so Zemou. Hoci kolízie prinášali na Zem vodu, ich veľká frekvencia by mohla evolúciu inteligentného druhu pribrzdiť, ba aj prerušiť. Ward a Brownlee v roku 2003, po analýze stoviek šťastných zhôd okolností napísali, že žijeme na „výnimočnej planéte". Koľko takých môže byť medzi hviezdami?

Všeobecne sa predpokladá, že ak sa už sformuje mnohobunkový život, evolúcia smeruje k inteligentným bytostiam. Podľa najnovších úvah sa však v istých etapách evolúcie veľmi dlho môžu udržať dominantné druhy, ktoré sú veľmi dobre adaptované a prekážajú vzniku inteligentnejších druhov.

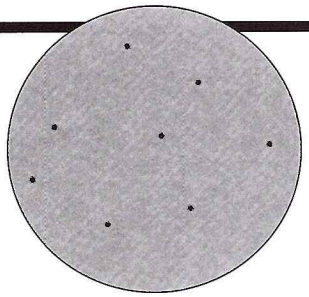
Posledným faktorom v tejto časti rovnice je relatívne zastúpenie civilizácií nielen schopných komunikácie, ale takých, ktoré o komunikáciu stoja. Naša civilizácia je schopná komunikácie, avšak zatiaľ nemá s kým komunikovať. Objavil sa však aj taký názor, že je veľmi nerozumné oznamovať do vesmíru informáciu o planéte s výbornými podmienkami na život. Každý komunikačný pokus musí zahŕňať veľmi dlhé obdobie, ktoré sa v prípade dvojstrannej komunikácie môže natiahnuť aj na stovky, ba aj na tisíce rokov. Dnes je veľmi ťažké zabezpečiť prostriedky na takýto program. Odhaduje sa, že 10 až 20 % civilizácií si vyberie možnosť pokúšať sa o komunikáciu, avšak tento odhad je asi optimistický.

Existenciu civilizácie možno zistiť aj v prípade, keď sa o komunikáciu nepokúša. Prezradiť ju môže „presakovanie" žiarenia z radarov alebo z televíznych vysielačov. Takýto signál, ktorý by bol nezámerne zachytený z medzihviezdnej vzdialenosti, by však podľa definície veľmi plytval energiou. Navyše vieme, že výkonné TV vysielače postupne nahrádzame digitálnymi s nízkym výkonom. Satelitné vysielače majú tiež nízky výkon, pričom káblové rozvody majú nulové žiarenie. Fáza „presakovania" má pravdepodobne v živote civilizácie veľmi krátke trvanie, takže objav civilizácie v tejto fáze je krajne nepravdepodobný. Je možné, že výkonné letiskové radary alebo radary na detekciu asteroidov môžu byť v prevádzke dostatočne dlho na to, aby sme ich mohli detegovať, s takou možnosťou však prakticky nepočítame.

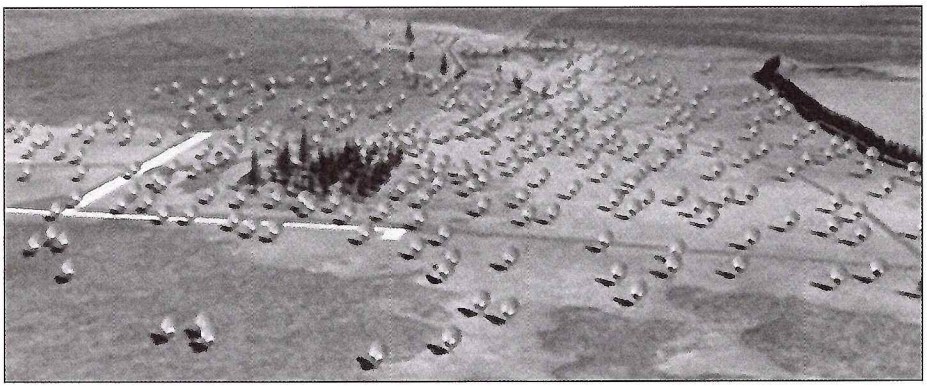
Po zhodnotení a skombinovaní všetkých týchto faktorov môžeme len približne určiť strednú dobu, ktorá delí vznik dvoch civilizácií v našej Galaxii. Rovnako ťažké je určiť dĺžku intervalu, počas ktorého je takáto civilizácia schopná me-



Obr. 4. **Niekoľko zo 42 antén projektu ATA, ktoré boli postavené v prvej fáze.**



Obr. 6. **Pomocou elektroniky môže rádioteskop ATA formovať úzky prijímací lalok v rámci celkového zorného poľa.**



Obr. 5. **Predstava umelca o úplnom teleskope ATA.**

dzihviezdnej komunikácie. V princípe však stabilná populácia, ktorá zvládla výrobu energie z jadrovej fúzie, môže prežiť milióny rokov.

Za najlepší odhad epochy komunikácie sa považuje interval 1000 rokov. Dĺžka tohto intervalu je rozhodujúca pre odhad počtu civilizácií, ktoré práve existujú v Galaxii. Napríklad ak sa civilizácia rodí iba každých 100 000 rokov, čo je typický odhad a uvažujeme o tisícročnom komunikačnom období, potom je málo pravdepodobné, že v danom momente existuje viac ako jedna civilizácia. Ak však uvažujeme o komunikačnej fáze s dĺžkou 1 milión rokov, potom v našej Galaxii môže paralelne existovať až 9 takýchto civilizácií.

Prvé odhady počtu civilizácií na základe Drakeovej rovnice boli vysoké. Malo ich byť v našej Galaxii 100 000 až milión. Novšie odhady sú menej optimistické. Odhady kolíšu od desiatok po stovky civilizácií. Podaktorí astronómovia však tvrdia, že v súčasnosti je naša civilizácia jediná na celom ozrutnom galaktickom ostrove.

Skutočný, pravdivý stav nepoznáme. Bývalý viceprezident technického oddelenia Hewlett-Packard, v súčastnosti starší poradca SETI inštitútu B.M. Oliver, Drakeove výpočty výstižne chrakaterizoval: „Drakeova rovnica je výborný nástroj na umiestnenie veľkého množstva neinformovanosti do malého priestoru." Možno s tým na 100 % súhlasiť, avšak tvrdenie, že sme ozrutnej Galaxii sami, je príliš skeptické. Iba SETI môže rozhodnúť, kto má pravdu.

SETI v optickej oblasti spektra

Hviezdy nie sú silným rádiovým zdrojom, preto nie je zložité generovať signál, ktorý môže byť detegovaný vo veľkých vzdialenostiach napriek rádiovému šumu, ktorý hviezda produkuje. Špeciálne ide o hviezdu s planetárnou sústavou, signál z ktorej chceme zachytiť. (To znamená, že hviezda je vo vnútri „laloka" prijímacej charakteristiky antény rádioteleskopu). V časoch zrodu projektu SETI sa zdalo nemožné odtieniť svetlo hviezdy vo viditeľnom obore spektra. Keď však Ch. Townes skonštruoval laser, podmienky sa zmenili. Ukázal, že pomocou tohoto zariadenia možno generovať svetelné impulzy s takou intenzitou, že na krátky čas, v určitom úseku spektra, prežiaria svetlo hviezdy. Tak boli položené základy SETI v optickom obore spektra – OSETI.

Potrebná laserová sústava bola vyvinutá ako zbraň pre „hviezdne vojny" a na spúšťanie jadrovej fúzie pri výrobe energie, takže môžeme s veľkou pravdepodobnosťou predpokladať, že vyspelá civilizácia bude takýmto zariadením disponovať.

Priekopníkmi projektu OSETI sú D. Werthimer a G. Marcy z Kalifornskej univerzity a P. Horowitz z Harvardskej univerzity. Na kalifornskej univerzite v Berkeley dali do prevádzky zariadenie (http://seti.ssl.berkeley.edu/opticalseti/) na príjem laserových signálov a plánujú ním pozorovať okolo 2500 blízkych hviezd, prevažne slnečného typu. Budú hľadať veľmi krátke (trvajú okolo miliardtiny sekundy), jasné svetelné záblesky, ktoré by mohli pochádzať z výkonných laserov vzdialených civilizácií.

Druhý program v Berkeley hľadá dlhotrvajúce laserové signály. Tento prieskum vedie G. Marcy a v programe je hľadanie veľmi úzkych čiar vo viditeľnom spektre asi 1000 vybratých hviezd (analogicky k rádiovému programu SETI). Prieskum sa uskutočňuje na vzorke okolo 1000 spektier s veľmi vysokým rozlíšením. Veľkú časť údajov už získali a úspešne použili pri pokračujúcom programe hľadania iných planetárnych sústav.

Od októbra 1998 pracuje na Harvardskej univerzite pod vedením P. Horowitza veľmi citlivý detektor na hľadanie nanosekundových impulzov, spojený so 155 cm ďalekohľadom. V programe je prehliadka 2500 Slnku podobných hviezd. Detektor pracuje paralelne s ľubovoľným pozorovacím programom. Aby sa odstránili možné falošné signály spôsobené elektronikou, optický signál sa rozdelí do dvoch detektorov, pričom registrácia sa vedie v koincidenčnom režime, t. j. signál sa zaregistruje iba vtedy, ak sa vyskytne na oboch detektoroch súčasne.

Počas prvých 27 mesiacov systém pracoval v priemere každú tretiu noc. Detegované prípady nekorelovali s hviezdnymi magnitúdami a nevykazovali žiadnu periodicitu. Systém detekcie nebol dokonalý, lebo nebolo možné rozlíšiť, či svetlo, z ktorého pochádza signál, nevstupuje do ďalekohľadu z iného smeru, než je smer na pozorovanú hviezdu. Potom môže byť falošný signál na obidvoch detektoroch.

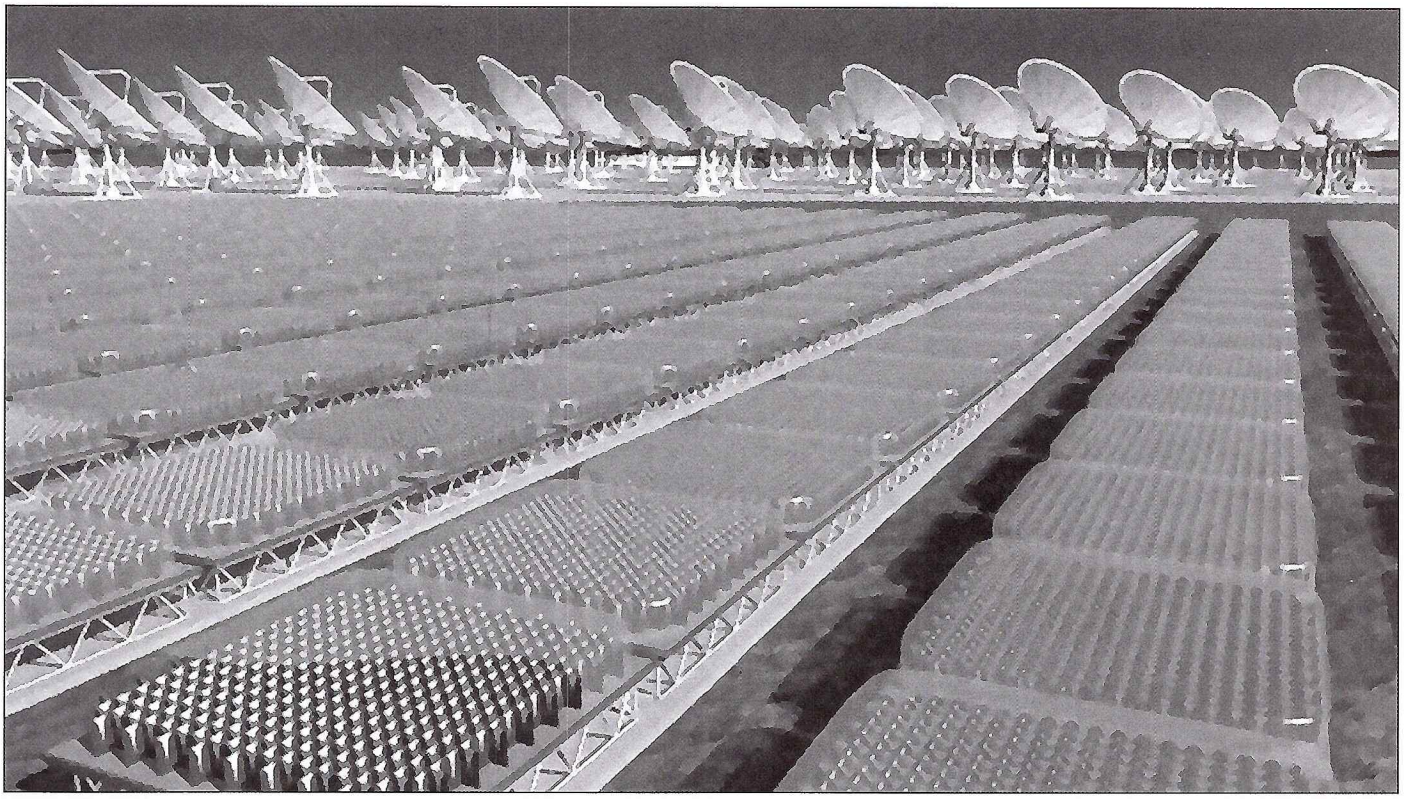
Východiskom boli simultánne pozorovania na dvoch rôznych miestach. Harvardčania sa preto spojili s podobnou skupinou na univerzite v Princetone. Do novembra 2003 vykonali 16 000 spoločných pozorovaní s celkovou dĺžkou pozorovania 2400 hodín. Počas tejto doby sa nepodarilo prijať ani jeden spoločný signál (http://seti.harvard.edu/oseti/targeted/).

V roku 2003 bol ďalekohľad v Harvarde zlikvidovaný a program bol ukončený. Neskôr, v apríli 2006, začali na prehliadku oblohy používať 180 cm ďalekohľad spojený s plošným snímačom obsahujúcim 1024 detektorov *(obr. 3)*. Na snímači sa zobrazí úsek oblohy 0,2°×1,6° (hodinový uhol × deklinácia). Ďalekohľad je pasážnikového typu, nastavený na určitú deklináciu, a teda počas hviezdneho dňa zaznamená 360° úsek oblohy vysoký 1,6°. Nasledujúcu noc sa nastaví iná deklinácia a pozorovanie sa opakuje. Počas 200 jasných nocí možno takto napozorovať celú oblohu viditeľnu v Princetone a ďalej pozorovania opakovať.

Možnosti priameho kontaktu, stopy zaniknutých civilizácií

Pretože svetlo a rádiové vlny sa šíria najvyššou možnou rýchlosťou, máme sklon iné možnosti zanedbávať. Ak však rýchlosť nepokladáme za najdôležitejšiu, potom aj vyslanie hviezdnej sondy do priestoru Galaxie môže byť účelným prostriedkom na nadviazanie kontaktu. Už štyri sondy, Pioneer 10 a 11 a Voyager 1 a 2, smerujú von z našej Slnečnej sústavy a na palube nesú správu o našej civilizácii. Kto ju rozlúšti, dozvie sa, aké obyvateľstvo obýva Zem, v akej sústave sa Zem nachádza, a dokonca aj v ktorom čase sonda Zem opustila. Alebo nájdeme čosi ako mesačný monolit, ktorý opísal A. C. Clarke v knihe *2001: Vesmírna odysea*? Nie je vylúčené, že mimozemská kozmická sonda pristála na Mesiaci a tam čaká, kedy ju objavíme. Alebo môžeme objaviť sondu na obežnej dráhe okolo Slnka. Fantastické, ale nie nemožné.

Možno objavíme aj prejavy starých mimozemských civilizácií, ktoré nás nikdy nenavštívili, ale do vesmíru prenikajú podobne ako naša civilizácia. V poslednej dobe produkujeme množstvo kozmického odpadu. Úlomky exotických zliatin, ktoré majú priemer menší ako 1 mikrometer, vy-



Obr. 7. **Predstava umelca o stanici SKA (podrobnosti v texte).**

tlačí tlak slnečného žiarenia do medzihviezdného priestoru a je možné, že v ďalekej budúcnosti pristanú na nejakom ďalekom mesiaci bez atmosféry. Keď sa naše Slnko dostane do fázy zániku intenzívny slnečný vietor vynesie do kozmu aj väčšie úlomky. Môže sa stať, že podobný materiál, pochádzajúci od iných civilizácií, objavíme v budúcnosti na povrchu, alebo pod povrchom Mesiaca.

S prihliadnutím na tieto možnosti sa dá predpokladať existencia technicky rozvinutých civilizácií v ďalekej minulosti. Počas približne 7 miliárd rokov sa v medzihviezdnom priestore určite nahromadilo dosť ťažkých prvkov, aby sa z nich sformovali planéty a vznikli na nich inteligentné formy života. Ak v danom časovom intervale vznikla taká civilizácia raz za 100 000 rokov, potom muselo existovať už 70 000 vyspelých civilizácií. Je možné, že žiadna z nich nezanechala správu o svojej existencii?

Budúcnosť SETI v rádiovom odbore

Bolo dávnym snom astronómov v projekte SETI mať vlastný veľký rádioteleskop. Tento sen sa teraz uskutočňuje pri stavbe siete rádioteleskopov ATA (Allen Telescope Array) v mieste Hat Creek v Kalifornii *(obr. 4 a 5)*. ATA je spoločný projekt Inštitútu SETI a Laboratória rádioastronómie kalifornskej univerzity v Berkeley. Tieto rádioteleskopy majú súčasne pátrať po mimozemských civilizáciách aj vykonávať astronomický výskum (http://berkeley.edu/ra1/ata/).

Cena veľkej parabolickej antény rastie približne s treťou mocninou priemeru. Tú však možno nahradiť sústavou menších antén a potom cena rastie iba so štvorcom ekvivalentného priemeru. Okrem priamych nákladov treba vziať do úvahy aj náklady na kombináciu signálu z jednotlivých elementov. Napriek zvýšeniu nákladov na elektroniku (každá prijímacia anténa musí byť optickými vláknami spojená s centrálnym počítačom), nahradenie veľkého priemeru väčším počtom malých antén je pre program SETI nielen lacnejší, ale aj efektívnejší.

Veľká anténa prijíma signál iba z veľmi malej časti oblohy v rozsahu tzv. „šírky laloku". Pre 120-metrovú anténu a pre frekvencie z „vodného okna" má príslušný lalok šírku 7 – 8 oblúkových minút. Použitie sústavy antén túto šírku o niečo zväčší. V srdci sústavy antén, v centrálnom počítači, sa však signál zo všetkých antén skombinuje a sformuje sa lalok porovnateľnej šírky so 120 m anténou, pri tej istej citlivosti. Takže nič sa nestratí, naopak, veľa sa získa.

Ak sa v centrálnej elekronike signály z každej antény kombinujú trocha iným spôsobom, možno pomocou počítača vytvoriť úzky lalok v hociktorom smere, v rámci veľkého laloku jednej antény *(obr. 6)*. V takom prípade iba od zapojenia elektroniky závisí, koľko úzkych lalokov budú mať. V projekte ATA sa takto používa mnohonásobný lalok a dá sa súčasne pozorovať veľký počet hviezd. Skupina z univerzity v Berkeley však môže pozorovať podľa iného programu aj iné objekty, pravdaže, v tom istom úseku oblohy. Prvých 42 antén bolo uvedených do prevádzky v lete 2006. Pozorovanie v programe SETI sa začalo prieskumom galaktického centra.

ATA je v súčasnosti najdokonalejší technologický spôsob a v programe SETI sa bude podľa všetkého používať najmenej niekoľko desaťročí.

V Európe sa pripravuje stavba prístroja, ktorý bude ešte o dva rády citlivejší ako ATA. Ide o veľký prístroj, ktorého základná časť bude stáť 38 miliónov euro. V súčasnosti (2006) sa končí montovanie technológie. Zariadenie bude mať zbernú plochu 1 km^2, podľa čoho má názov – SKA (Square Kilometre Array). Podobne ako ATA využíva veľký počet diskov (viac ako 100) s pomerne malým priemerom, ktoré spolu vytvárajú jednu elektronickú 120-metrovú anténu. Tieto disky spolu s vnútorným poľom fázovaných prvkov tvoria tzv. „stanicu" *(obr. 7)*. Takéto stanice budú umiestnené vo väčšom počte „špirálových ramien". Budú usporiadané do lúčov, ukotvených v strede, pričom ich vzájomná vzdialenosť bude tým väčšia, čím budú od neho ďalej. Celé pole bude mať v priemere rozmer viac ako 3000 kilometrov, vyžaduje teda veľký, riedko obývaný priestor. Viaceré štáty už ponúkli pre projekt svoje územie. Do úvahy pripadajú pláne západnej Austrálie, alebo sever Južnej Afriky. Na celkovej stavbe SKA (http://skatetelecsope.org/) sa podieľa 15 krajín, náklady majú dosiahnuť 1 miliardu Eur. V tomto roku (2007) mali byť vytipované najvhodnejšie lokality. Projekt majú skompletizovať v roku 2008. Začiatok pozorovania sa očakáva v roku 2015, kompletné uvedenie do prevádzky v roku 2020. Podobne ako ATA bude môcť prístroj simultánne pracovať na iných programoch.

Doteraz sa nám nepodarilo zachytiť žiadny signál. Nie je to skľučujúci poznatok? P. Backus z inštitútu SETI si to nemyslí: „V rámci SETI uskutočnených okolo 100 projektov, lenže iba 2, SERENDIP a Phoenix, mali takú citlivosť, že by boli schopné zachytiť signál z hviezdnych vzdialeností. ATA tieto šance zväčšuje a technológia SKA ich ďalej rozširuje, a to napriek tomu, že rozvinutých civilizácií je v našej Galaxii oveľa menej, ako sa ešte donedávna predpokladalo.

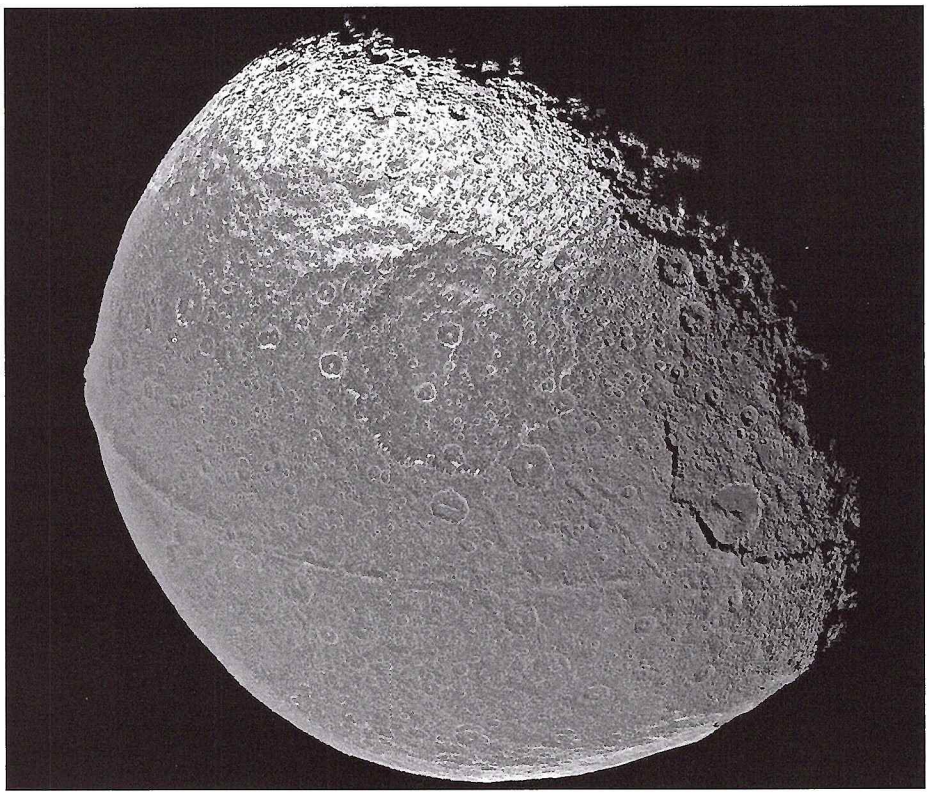
Nepoznám lepší spôsob, ako ukončiť tento prehľad, než použiť citát pionierov tohto programu Cocconiho a Morrisona (1959): „Je ťažké určiť pravdepodobnosť úspechu pri hľadaní mimozemskej civilizácie, ale ak sa o to nebudeme pokúšať, tak určite vieme, že bude nulová."

IAN MORISON

(koordinátor projektu Phoenix v programe SETI, 1998 – 2003)

Preklad: Milan Rybanský

Cassini: Japetus zblízka



Japetus je jediným telesom Slnečnej sústavy, ktoré má dnes rovnaký tvar ako pred 4 miliardami rokov. Všimnite si pohorie, ťahajúce sa pozdĺž rovníka. Najvyššie útvary vraj dosahujú výšku 20 kilometrov.

Začiatkom septembra dostali planetológovia stovky fotografií z blízkeho obletu Saturnovho mesiaca Japetus. Je to mesiac s dvomi tvárami: jedná je svetlá, pokrytá ľadom a srieňom, druhá čierna ako smola.

Na snímkach sondy Cassini vidíme povrch husto pokrytý krátermi i horské pásmo, ktoré sa ťahá pozdĺž rovníka. Mimoriadne zaujímavé sú najmä detailné snímky tohto zvláštneho pohoria (miestami dosahuje výšku až 20 kilometrov), kvôli ktorému Japetus pripomína vlašský orech.

Fotografie vedcov nadchli. Každá z nich je čímsi výnimočná.

Počas tohto obletu fotografovala sonda povrch Japeta zo 100-krát bližšej vzdialenosti ako v roku 2004. Snímky z najvyšším rozlíšením exponovala z výšky 1640 kilometrov. Vedci budú snímky vyhodnocovať niekoľko rokov. Už po prvej prehliadke snímok vydali vyhlásenie, že v našej Slnečnej sústave existuje iba málo telies, ktoré by mali taký bizarný povrch. Čo snímka, to ďalšia záhada. Pre planetológov predstavuje Japetus okno do dávnej minulosti, keď sa končilo formovanie telies v našej Slnečnej sústave. Jeho povrch je pokrytý ľadom, ktorého vek odhadli na 4 miliardy rokov.

Vyhodnotenie údajov z ďalších prístrojov na sonde umožní spresniť chemické zloženie povrchu, charakterizovať zloženie riedkej atmosféry, preštudovať mechanizmus vybuchujúcich gejzírov plynu, zmapovať nočnú teplotu povrchu a rekonštruovať scenár jeho vývoja.

Japetus: starý mesiac s mladou tvárou

Saturnov mesiac Japetus je jediným mesiacom v Slnečnej sústave, ktorý má rovnaký povrch ako v čase, keď niekoľko sto miliónov rokov po sformovaní sa definitívne zamrzol. Zachovali sa na ňom povrchové útvary, ktoré majú pre planetológov neoceniteľnú hodnotu.

Po analýze fotografií z blízkeho obletu vedci zistili, že Japetus pripomína vlašský orech so zvláštnym útvarom v rovníkovej oblasti. Ide najskôr o horské pásmo.

Vedci sa nazdávajú, že hory na rovníku vznikli tak, že rádioaktívne prvky, ktoré sa medzičasom rozpadli, zahriali povrch v rovníkovej oblasti, takže rotácia plastické horniny sformovala do tejto podoby. Tento proces sa odohral v ranom štádiu vývoja Slnečnej sústavy.

Planetológovia vypočítali, že Japetus pôvodne rotoval oveľa rýchlejšie: na jednu otočku potreboval najmenej 5, ale určite menej ako dnešných 16 hodín. Postupné spomaľovanie rotácie spôsobil jeho bizarný tvar. Navyše sa chladnutím Japetus do istej miery scvrkol. Tlak v podloží, spôsobený zmenšovaním objemu, sa prejavil tak, že v rovníkovej časti sa plastické horniny vyduli do podoby reťazca hôr.

Vnútro Japeta bolo na počiatku tohto procesu horúce. Teplota hornín vo vnútri sa pohybovala okolo 0° Celzia. Vytvoriť model evolúcie Japeta však nie je jednoduché. Proces chladnutia a zmenšovania je jasný. Nejasnejšia je prehistória: prečo práve tento mesiac si tak dlho udržal horúce vnútro, čo spôsobilo, že tento zdroj energie (rádioaktívne prvky) vyhasol, kedy začal Japetus zamŕzať?

Zdroj energie musel vyhasnúť náhle. Inakšie by kôra tak rýchle nezamrzla. Takéto vlastnosti majú rádioaktívne izotopy alumínia-26 a železa-60, ktoré sa rozpadajú veľmi rýchle. Keďže polčas rozpadu týchto izotopov je známy, vedci použili alumínium-26 (namiesto uhlíka), a tak odhadli vek Japeta na 4, 564 miliardy rokov.

Rovnaké izotopy alumínia a železa boli objavené aj v meteoritoch, ktoré sa sformovali vo vnútornej Slnečnej sústave. To umožňuje porovnať telesá vonkajšej slnečnej sústavy s vnútornými. Aj so Zemou, jej Mesiacom a asteroidmi.

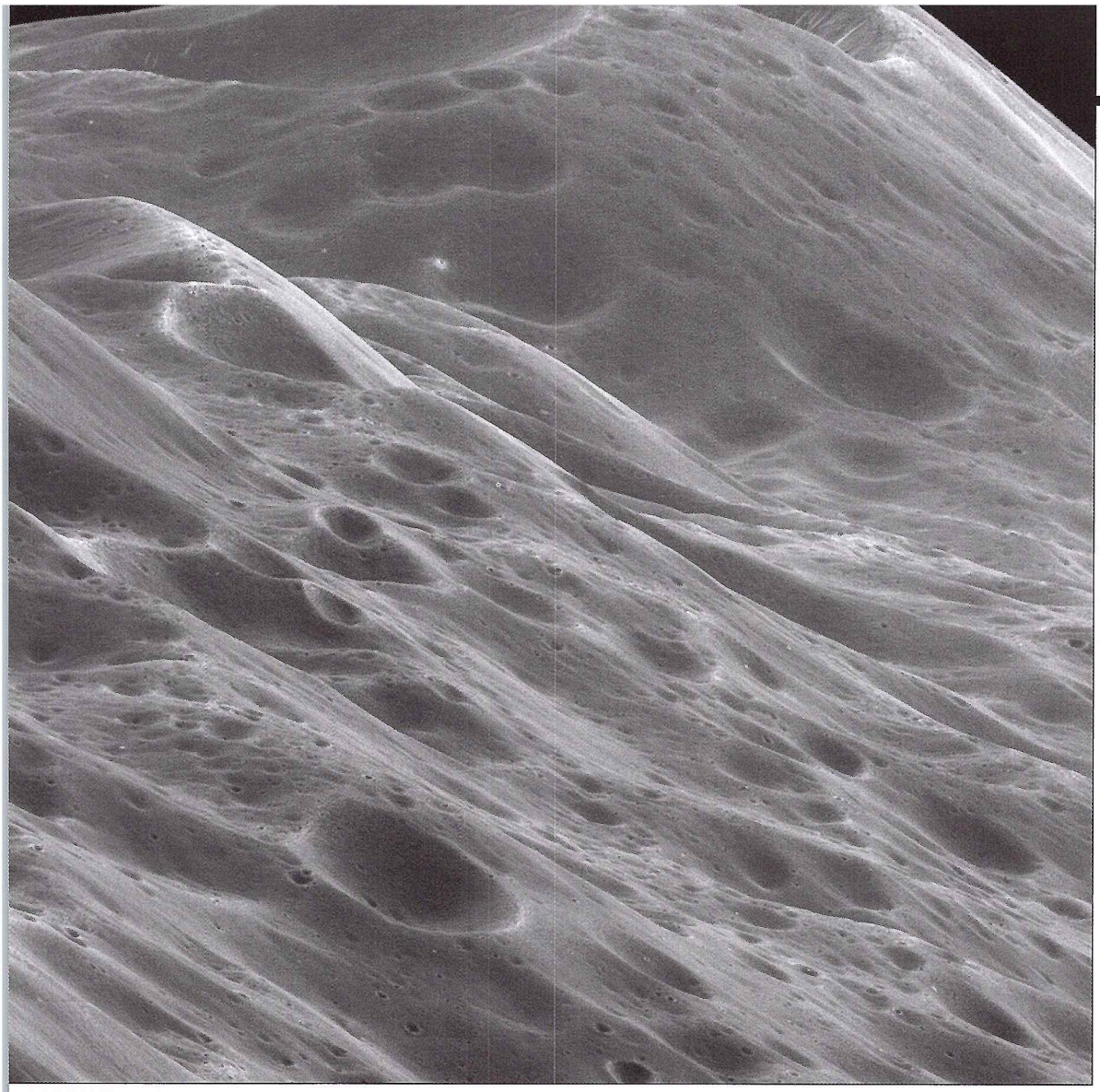
V prípade Japeta ide o prvý priamy dôkaz rotácie mesiaca, obiehajúceho planétu vo vonkajšej Slnečnej sústave. Vedci si tak upresnili predstavy o tom, do akej miery rotácia ovplyvňuje evolúciu telesa.

V čase, keď budete čítať toto číslo, budeme už poznať údaje z doteraz najtesnejšieho obletu Japeta. Sopnda Cassini sa k nemu 10. septembra priblížila na 1000 kilometrov.

Jet Propusion Laboratory Press Release

„Pľuzgiere" na rozhraní tmavej a svetlej hemisféry Japeta:

V tejto oblasti sú ich celé stovky. Na rozdiel od predchádzajúcej snímky Rovníkového pohoria, kde je pod stmavnutým ľadom povrchu biely ľad, vnútro „pľuzgierov", ktoré sú vlastne sopkami, je čierne. Ide o zatiaľ neznámu podobu vulkanizmu. Expozícia z výšky 6030 kilometrov. Rozlíšenie 36 metrov na pixel.

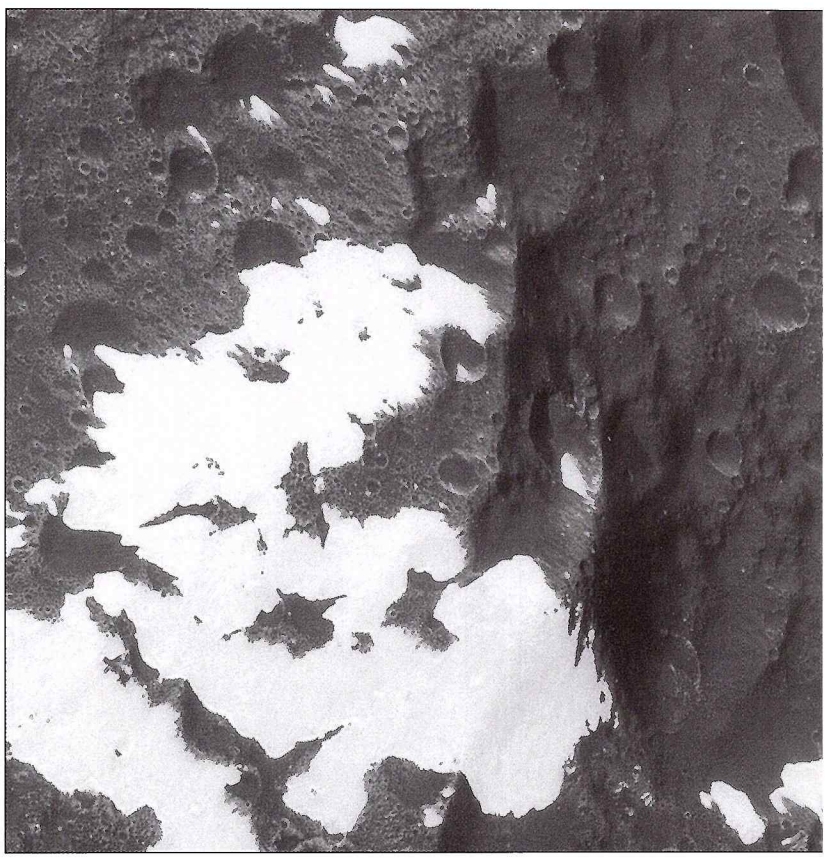


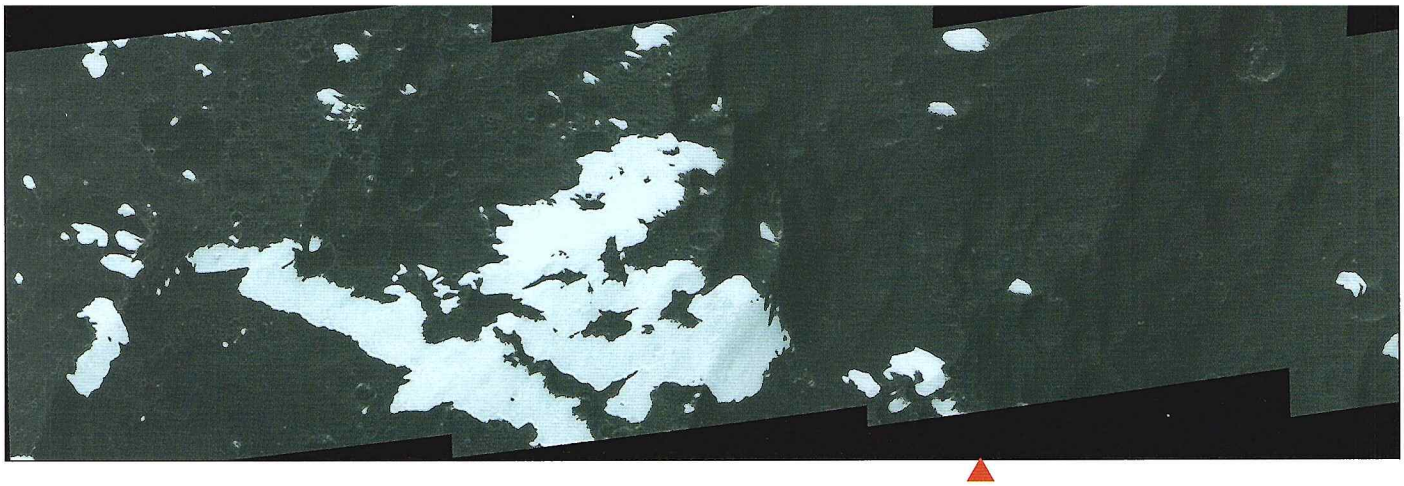
Hrebeň Rovníkového pohoria:

Detail z hrebeňa pohoria, ktoré sa ťahá pozdĺž rovníka. (Kvôli tomuto pohoriu vyzerá Japetus z väčšej vzdialenosti ako vlašský orech.) Niektoré vrcholky presahujú výšku 20 kilometrov. Hrebeň je pokrytý starými impaktnými krátermi. Biela škvrna uprostred je stopa po dopade menšieho asteroidu, ktorý prerazil tmavú kôru starého ľadu a obnažil svetlý ľad v podloží. Snímka bola exponovaná z výšky 3870 kilometrov. Rozlíšenie 23 metrov na pixel.

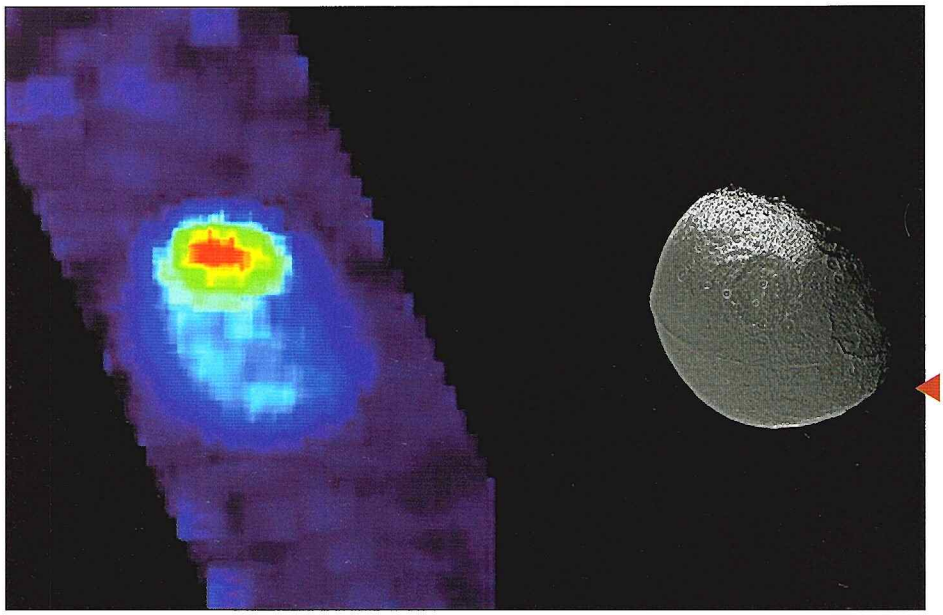
Pohorie Voyager:

Toto zoskupenie hôr (súčasť Rovníkového pohoria), objavila pred 25 rokmi sonda Voyager ako malý hrbol na limbe Japeta. Pohorie leží na rovníku, na 177° západnej dĺžky, na rozhraní svetlej a tmavej hemisféry. Expozícia z výšky 9240 kilometrov. Rozlíšenie: 55 metrov na pixel.





Pohorie Voyager: Stereosnímka zviditeľňuje najmä centrálnu, bielu časť Rovníkového pohoria, nazvanú Voyager, ktorej vrcholky sú najmenej o 1000 metrov vyššie ako Everest. Východné svahy pohoria sú tmavé až čierne, pokryté najskôr popraškom z tmavej časti. Poprašok prenáša slabý, ale neutíchajúci vetrík. Nie je však vylúčené, že ide aj o prach krúžiaci okolo Saturna v rovine jeho rovníka. Záber poskladali zo šiestich fotografií. Pokrývajú oblasť tesne nad rovníkom (0,1° severnej šírky). Rozlíšenie: 47 metrov na pixel.



Portrét tmavej hemisféry Japeta: Snímku získal UV-spektrograf. Zobrazuje tmavú hemisféru mesiaca, ktorá je jednou z najväčších záhad planetológie. Svetlé škvrny (na obrázku vľavo) zviditeľňujú zaľadnený terén. Smerom od pólu k rovníku vodného ľadu ubúda. Najtmavšie oblasti sú takmer bez ľadu. Túto snímku exponovala sonda počas predposledného obletu, v roku 2004.

Uhľovodíky na Saturnovom mesiaci Hyperion

Dva roky trvalo, kým vedci vyhodnotili údaje, ktoré sonda Cassini získala počas blízkeho obletu Hyperiónu v septembri 2005: detaily na povrchu a zloženie kôry tohto Saturnovho mesiaca. Planetológov zaujímajú najmä atómy uhľovodíkov, najrozličnejších kombinácií vodíka a uhlíka. Je to materiál, ktorý tvorí prach, kométy a meteority v našej Slnečnej sústave. Molekuly uhľovodíkov, vystavené po dlhý čas ultrafialovému žiareniu, sa transformujú do nových molekúl, ktoré môžu mať význam pre vznik života.

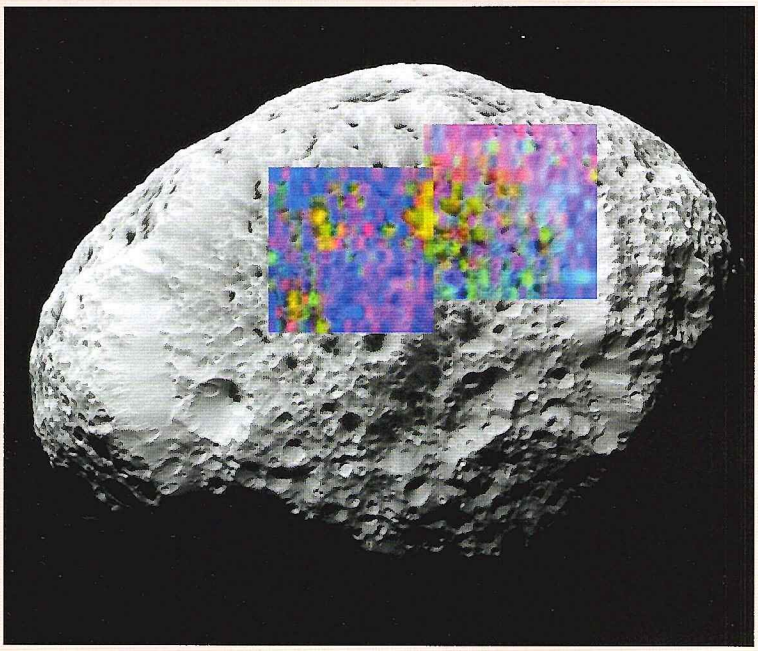
Prístroje na sonde Cassini, (ultrafialový spektrometer a infračervený spektrograf), získali z povrchu Hyperióna pozoruhodné údaje. Nielen vodný ľad (ten odhalili už pozemské prístroje), ale najmä suchý ľad (zamrznutý CO_2). Najvzrušujúcejším objavom sú však oblasti, kde sú vodný a suchý ľad najrozličnejším spôsobom premiešané. Navyše najsvetlejšie oblasti Hyperióna sú pokryté zamrznutou vodou, ktorá vykryštalizovala tak ako na Zemi!

Mimoriadnu pozornosť planetológov vyvolal oblasť rozsiahlych polí, kde je vodný ľad premiešaný s organickým prachom. Rozlohou významné sú aj polia suchého ľadu, pričom nie je jasné, prečo a ako sa molekuly CO_2 spájajú s inými molekulami. Na iných mesiacoch Saturna (ale aj na Jupiterových mesiacoch Ganymedes a Callisto) objavili prístroje „komplexné molekuly CO_2“, poprepájané s inými molekulami tým najrozmanitejším spôsobom. Izolované molekuly CO_2 na iných mesiacoch Saturna sa počas miliárd rokov vyparili. Zachovali sa iba tie najkomplexnejšie, a teda najstabilnejšie.

Objav na Hyperióne umožnili prístroje na Cassini, ktoré ho preverili na mnohých vlnových dĺžkach. Iba vďaka tomu získali údaje, ktoré odhalili zvláštne zloženie ľadov na tomto telese.

Hyperión je ôsmym najväčším mesiacom Saturna. Je to nepravidelné teleso s chaotickou rotáciou. Okolo Saturna obehne za 21 dní.

Nature



Mapa zviditeľňuje časť povrchu Saturnovho mesiaca Hyperion. Modrá farba znázorňuje oblasti pokryté vodným ľadom. Červené oblasti pokrýva suchý ľad (CO_2). Žlté zmes oxidu uhličitého s neidentifikovaným materiálom. Fialovkasté škvrny tvorí zmes vodného a suchého ľadu.

Ľadové doby na Marse sú krutejšie ako na Zemi

O prítomnosti vody na Marse už dávnejšie nikto nepochybuje. Podľa najnovších údajov je južná polárna čiapočka s výnimkou Zeme najväčším zásobníkom vody v našej Slnečnej sústave. Klimatológom sa však donedávna nedarilo presvedčivo vysvetliť dramatické zmeny klímy na Červenej planéte, pri ktorých sa periodicky striedali dlhé ľadové doby s kratšími obdobiami oteplenia.

Vedci z Havajskej univerzity ponúkli teóriu, ktorá túto záhadu vysvetľuje. Za všetko môže kolísanie rotačnej osi Marsu. Zatiaľ čo sklon rotačnej osi Zeme (23°) sa prakticky (vďaka stabilizujúcemu vplyvu Mesiaca) nemení, rotačná os Marsu (aktuálne 25°) má výkyvy až 10°. Výkyvy osi spôsobujú, že vplyv slnečného žiarenia na rozličné oblasti Marsu sa dramaticky mení, v dôsledku čoho polárne ľadovce buď postupujú smerom k rovníku, alebo od neho cúvajú. Jeden cyklus trvá 120 000 rokov.

Južná polárna čiapočka Marsu uprostred mohutných, prevrstvených usadenín, ktoré prekrývajú pôvodný povrch, husto pokrytý menšími impaktnými krátermi.

V roku 2008 pristane na Marse, neďaleko južnej polárnej čiapočky, sonda Phoenix Lander. Vedci očakávajú, že prístroje na subpolárnom povrchu rozlíšia dva typy ľadu: kompaktný starý ľad, ktorý je zaviaty pieskom a prachom, a roztrúsený mladý ľad, premiešaný s povrchovými horninami.

Predstavu o opakujúcich sa ľadových dobách na Zemi si vedci upresnili už v 19. storočí. Údaje, z ktorých vyplynulo, že ľadové doby sa opakujú aj na Marse, získali sondy iba v posledných rokoch. Vedci však nevedia vysvetliť, prečo sa mimo polárnych čiapočiek vyskytuje toľko ľadu aj oblastiach medzi pólmi. Najnovšia hypotéza predpokladá, že na Marse treba rozlišovať starý a mladý ľad. Ten starý je pozostatkom po poslednom zaľadnení, ten nový sa však vytvoril neskoršie, pod vplyvom celkom odlišných procesov ako na Zemi.

Nekonečné chumelice

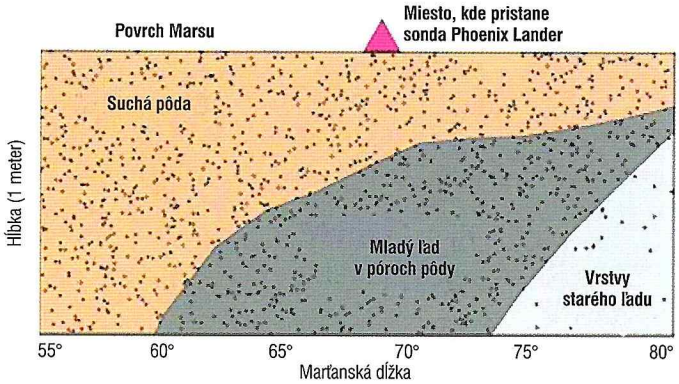
Pred 4 až 5 miliónmi rokov intenzívne chumelice pokryli snehom, ktorý sa postupne premenil na ľad, aj rozsiahle oblasti medzi pólmi. Autori novej teórie rekonštruovali zmeny tohto zaľadnenia počas posledných miliónov rokov v závislosti na periodických výkyvoch rotačnej osi Červenej planéty.

Premenlivá intenzita žiarenia mala rozhodujúci vplyv na teplotu a vlhkosť atmosféry. V období, keď panovala suchá klíma, ľad sa uchoval iba pod vrstvami piesku a prachu premiestňovaných vetrom, alebo sa, okrem polárnych čiapočiek, z povrchu stratil. Po spracovaní všetkých údajov zo sond, ktoré zmapovali aj rozsiahle polia skrytého ľadu, vyplynulo, že také mohutné zaľadnenie sa mohlo vytvoriť iba po masívnom snežení. V dôsledku toho sa objem ľadu (v podobe kryštálikov H_2O) v atmosfére drasticky zmenšil. Nahradila ho nová vrstva ľadu, ktorá však nevznikla stvrdnutím snehovej pokrývky (sneženie počas suchého obdobia ustalo), ale difúziou vodnej pary v pôde. Para v atmosfére totiž môže do dutiniek v pôde prenikať, zamŕzať tam a vytvárať porézny ľad, čo je vlastne pôda premiešaná s menším množstvom ľadových zrniek.

Výkyvy rotačnej osi Marsu spôsobujú pravidelne striedanie suchej a vlhkej klímy a v závislosti od nej aj cyklické pribúdanie a ubúdanie ľadu. Jedno je isté: na povrchu Marsu nájdeme starý, masívny ľadový pancier i porézny ľad, ktorý sa vytvoril iba nedávno.

Zloženie južnej polárne čiapočky

Vedci z Massachusetts Institute od Technology (MIT) vyhodnotili všetky doteraz získané údaje z marťanských sond a dospeli k jednoznačnému záveru: zamrznutou tekutinou, ktorá tvorí južnú polárnu čiapočku Marsu, nie je oxid uhličitý, ale voda. Najvrchnejšiu, tenkú vrstvu však tvoria skomprimované kryštáliky CO_2.



Dva typy ľadu, ktoré sondy rozlíšili na Marse. Suchá pôda pokrýva oba typy.

Zaujímavé je aj zistenie, že subpolárne, na fotografiách tmavé oblasti netvorí pôda premiešaná s ľadom, ale ľadovec, pokrytý tenkou vrstvou prachu.

Vo svetle týchto objavov nezaškodí pripomenúť si vývoj názorov na hydrológiu Marsu. Už prvé snímky zo sond zviditeľnili rozvetvené korytá, pripomínajúce pozemské rieky s prítokmi. Vedci logicky usúdili, že prinajhoršom v dávnych dobách bolo na Marse vody dosť. Podaktorí vypočítali, že jej bolo skoro toľko ako dnes na Zemi. Nevedeli však vysvetliť, kde sa tá voda podela. V polárnych čiapočkách? Skeptici upozornili, že v marťanskej atmosfére jednoznačne dominuje oxid uhličitý (95 %), pričom voda predstavuje iba zlomok percenta, takže polárne čiapočky musí tvoriť suchý ľad CO_2.

Analýza priebežne získavaných údajov priniesla rozporné výsledky. Až tím z MIT, ktorý sa zameral na zloženie polárneho ľadu pomocou vyhodnocovania jeho hustoty, dospel k jednoznačnému výsledku: polárna čiapočka i prevrstvené ľady v jej okolí majú hustotu 1220 kilogramov na kubický meter, z čoho vyplýva, že ich tvorí 85 % ľadu a 15 % kremičitého prachu a piesku.

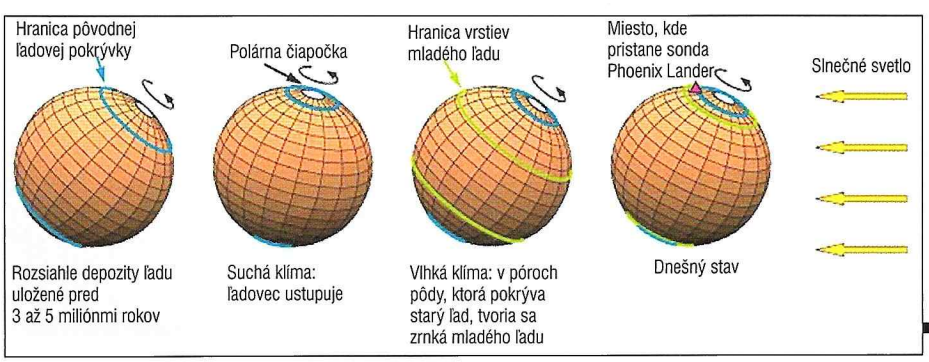
(Hustota vodného ľadu je 1000 kg/m^3; hustota suchého ľadu CO_2 je 1600 kg/m^3.)

Tím pod vedením geofyzičky Marie Zuber vyhodnotil topografické a gravitačné údaje z troch sond obiehajúcich okolo Marsu. Získali presné údaje o objeme i hmotnosti polárnej čiapočky, a tak vypočítali aj jej hustotu. Vysvitlo, že južná polárna čiapočka Marsu je najväčšou zásobárňou vody na Marse a s výnimkou Zeme aj na ostatných terestrických planétach. Tento objav objasnil aj záhadu, prečo väčšina povrchu južnej polárnej čiapočky neodráža toľko svetla, ako by mal reflektovať vodný ľad. Vysvetlením je poprašok, hoci nie je jasné, prečo prach pokrýva iba niektoré oblasti.

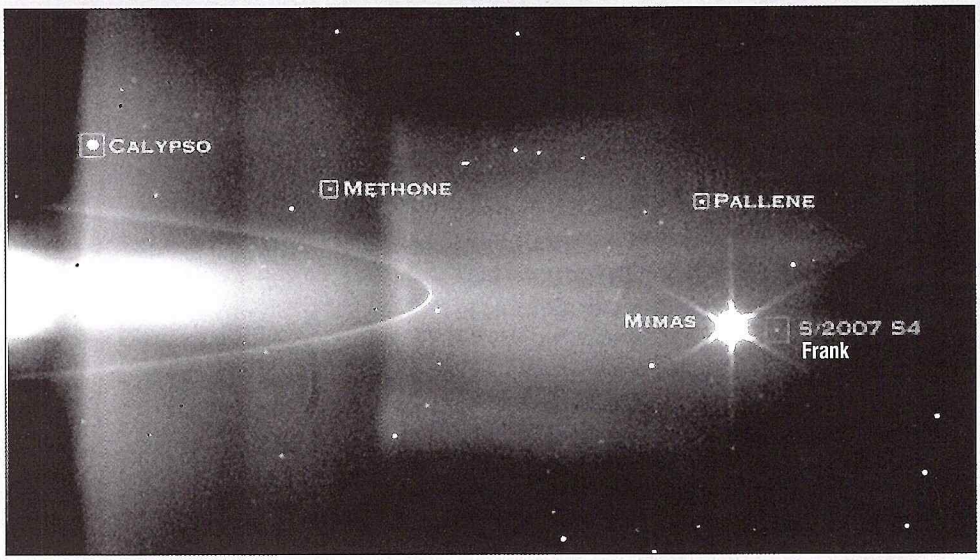
V najbližších mesiacoch sa tím zameria na severnú polárnu čiapočku, ktorá, aspoň podľa fotografií, nemá výraznejšiu prachovú pokrývku. V okolí čiapočky sa však vlnia rozsiahle polia pieskových dún premiešaných s ľadom.

Nature

Vývoj podpovrchových vrstiev ľadu na Marse počas posledných miliónov rokov. Sklon rotačnej osi Marsu sa mení, čo spôsobuje periodické striedanie suchých a vlhkých období.



Šesťdesiaty mesiac Saturna



Saturnov mesiačik Frank, spolu so susedmi Methone a Pallene, je jedným z väčšej skupiny mesiačikov v zobrazenej oblasti. Jeho obežnú dráhu (medzi obomi susedmi) ovplyvňuje aj veľký mesiac Mimas, najjasnejšie teleso na snímke. Mesiačik Frank je v štvorčeku vedľa Mimasa. Na snímke je možné rozlíšiť aj Calypso, Trójana mesiaca Tethys. Trójania sa vyskytujú v gravitačne stabilných bodoch pred, alebo za každým veľkým mesiacom.

Objavila ho širokouhlá kamera na sonde Cassini. Zamerali ju na oblasť neďaleko Saturnových mesiačikov Methone a Pallene a na sérii fotografií objavili matný bod. Snímky porovnali s archívnymi fotografiami rovnakej oblasti. Bod detegovali na snímkach z júna 2004 a júna 2007. Tak sa im podarilo spresniť parametre obežnej dráhy a ďalšie údaje o novom telese.

Objavy nových mesiačikov vo svete Saturna sú neoceniteľné. Jednak kvôli bezpečnosti sondy a spoľahlivosti jej navigácie, ale aj kvôli lepšiemu pochopeniu systému prsteňov a nevyčísliteľného počtu telies, teliesok a častíc, ktoré v ňom navzájom interagujú.

60. mesiacu Saturna pridelili pracovné meno Frank. Má priemer 2 kilometre a tak ako väčšina jeho súrodencov je zlepencom ľadu a skál.

Ide už o 5. mesiačik, ktorý tím analyzujúci snímky z Cassini počas misie objavil. V roku 1997, keď bola sonda vypustená, poznali sme iba 18 mesiacov Pána prsteňov. Od tých čias sa ich počet vďaka pozemským ďalekohľadom a sonde Cassini viac ako strojnásobil.

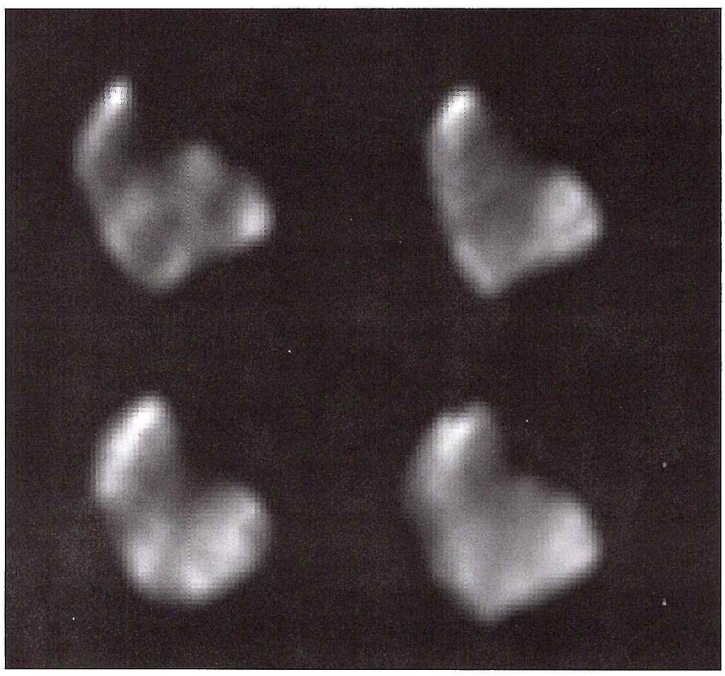
JPL Press Release

Asteroid 2002 NY40: teleso, ktoré pred piatimi rokmi iba o „vlások“ minulo Zem

V auguste 2002 preletel okolo Zeme asteroid, pripomínajúci ihlan. V bode najväčšieho priblíženia bol vzdialený od našej planéty 540 000 kilometrov, čo je 1,5-násobok vzdialenosti Zem/Mesiac.

Automatický systém LINEAR v Novom Mexiku objavil asteroid necelý mesiac pred najväčším priblížením. Počas približovania jeho jasnosť rýchle narastala a kulminovala na úrovni 8. magnitúdy. Asteroid sa voľným okom rozlíšiť nedal, ale bol pozorovateľný aj malými ďalekohľadmi.

Taký blízky oblet Zeme asteroidom sa udeje približne raz za 50 rokov. Porovnateľné priblíženie sa odohralo 31. augusta 1925, keď Zem obletel asteroid NEA 2001 CU11. Objavili ho až 77 rokov po blízkom oblete. Vtedy sa astronómom podarilo rekonštruovať jeho dráhu hlboko do minulosti.



Päť rokov trvalo, kým sa vedcom podarilo vytvoriť približný model asteroidu 2002 NY40, ktorý má tvar ihlanu. Na jeho povrchu rozlíšili výrazné útvary, priehlbne i vysoké pahorky. Podľa všetkého ide o úlomok väčšieho telesa z pásu asteroidov, ktoré sa po kolízii rozpadlo.

Asteroid 2002 NY40 minul Zem v noci zo 17. na 18. augusta 2002. Jeho priblíženie pozorovali stovky astronómov na celom svete. Tím na lietajúcom observatóriu Boeing (US Air Forces) pomocou 3,6 m ďalekohľadu AEOS (vybavený adaptívnou optikou) preštudoval asteroid do najmenších detailov. Zistili, že má tvar ihlanu a na jeho povrchu rozlíšili množstvo zvláštnych povrchových útvarov. Prvé snímky však získal Ravenov ďalekohľad na základni Haleakala (Havajské ostrovy), ktorý dokáže sledovať rýchle sa pohybujúce objekty.

Asteroid sa v čase najväčšieho priblíženia pohyboval rýchlosťou 65 000 kilometrov za hodinu. Poloha hviezd v pozadí sa vzhľadom na jeho polohu rýchle menila, takže kalibrovanie jednotlivých fotografií bolo veľmi náročné.

Ukázalo sa, že lietajúci ihlan sa počas pohybu „prevaľuje“. Rotuje okolo dvoch osí: okolo primárnej sa otočí za 20 hodín, okolo sekundárnej za 18,5 hodiny. Jeho priemer: 800 metrov. Odhadnúť priemer nebolo ľahké, lebo útvary na jeho povrchu hádzali premenlivé tiene, ktoré odhad veľmi sťažovali. Pôvodné odhady boli oveľa nižšie: kolísali od 250 po 450 metrov.

Odhad uľahčil fakt, že počas najväčšieho priblíženia bol asteroid 2002 NY40 privrátený k Zemi svojou „najväčšou plochou“. Množstvo získaných údajov umožnilo vedcom klasifikovať ho ako asteroid typu Q, čo je vzácna trieda asteroidov z vnútorného pásu, ktoré obsahujú aj isté množstvo kovov.

Pozorovateľov, prirodzene, najviac zaujal bizarný tvar asteroidu. Utvoriť si predstavu o jeho tvare zo získaných údajov bol najtvrdší oriešok. Ďalšie pozorovania definitívny tvar ešte upresnia.

Icarus

3. Neutronové hvězdy a hvězdné černé díry

3.1. Radiové pulsary

S. Ransom aj. oznámili objev **21 milisekundových pulsarů** v kulové hvězdokupě Terzan 5 (Sgr; vzdálenost 8,6 kpc), čímž jejich celkový počet v této velmi hmotné a kompaktní hvězdokupě dosáhl rekordu 24 (rozmezí jejich period činí 1,7 – 80 ms; 13 z nich jsou binární – z toho 2 na velmi výstředných drahách). Tím se dosud vedoucí známá kulová hvězdokupa 47 Tuc ocitla na druhém místě s 22 pulsary (periody 2 – 8 ms). Obecně platí, že *četnost milisekundových pulsarů v kulových hvězdokupách je asi o řád vyšší než v galaktickém poli.* A. King aj. ukázali, že pulsary, označované jako **„černé vdovy"**, které již téměř vysály své původní průvodce, se rovněž vyskytují nejčastěji v kulových hvězdokupách. Průvodci mají obvykle hmotnosti menší než 0,1 M_0 a oběžné doby pod 10 h. Obecně tedy platí, že *každý milisekundový binární pulsar s takto krátkou periodou patří mezi černé vdovy.*

E. Splaver aj. zkoumali v letech 1992 – 2004 **binární pulsar PSR J1713+07** (Oph), vzdálený od nás 1,1 kpc, který má mimořádně dlouhou oběžnou periodu 68 d, když jeho průvodcem je bílý trpaslík o hmotnosti 0,3 M_0. Pulsar s rotační periodou 4,6 ms má hmotnost 1,3 M_0 a vykazuje téměř kruhovou dráhu o poloměru 9,7 mil. km. Je vzdálen 25° od hlavní roviny Galaxie a jeho příčná rychlost pohybu dosahuje 33 km/s. Indukce magnetického pole jen 20 kT svědčí o tom, že jde o velmi starý pulsar s charakteristickým stářím 8 mld. let.

F. Graham-Smith a M. McLauhglinová uveřejnili zatím nejpřesnější údaje o **páru pulsarů J0737-30 AB** (Pup), který je nyní nejslibnější soustavou pro ověřování efektů obecné teorie relativity. Pulsary A a B mají po řadě rotační periody 22,7 mas a 2,77 s při oběžné době 2,45 h a sklonu dráhy 90°. Velké poloosy jejich drah činí po řadě 420 tis. km a 450 tis km při výstřednosti 0,09. Hmotnosti obou složek dosahují 1,34 a 1,25 M_0. Následkem toho *dosahuje relativistické stáčení periastra rekordních 16,9°/r* a systém jeví i další dobře měřitelné relativistické efekty. Složka A má relativně nízkou indukci magnetického pole 600 kT, zatímco složka B plných 200 MT. Brzdění rotací uvolňuje u složky A výkon $5{,}8.10^{26}$ W, kdežto u složky B jen 2.10^{23} W. Podle R. Manchestera aj. obíhají pulsary kolem společného těžiště rychlostí 300 km/s. P. Podsiadlowski aj. určili mimořádně přesně hmotnost neutronové hvězdy B: (1,249 – 0,001) M_0. Odtud odvodili maximální možnou hmotnost neutronové hvězdy 1,37 M_0. To má velký význam pro ověřování stavových rovnic pro neutronové hvězdy.

M. Burgay aj. zjistili během 20 měsíců sledování radioteleskopem v Parkesu, že impulsní emise pulsaru A se mění jednak díky geodetické precesi a jednak též následkem stáčení periastra, což jsou dva předpokládané relativistické efekty. D. Lai a R. Rafikov ukázali, že jelikož pulsary procházejí při každém oběhu ve vzdálenosti jen 4 000 km vůči zornému paprsku a jelikož odpovídající Einsteinův poloměr zde činí plných 2 600 km, dochází přitom po dobu několika sekund ke zjasnění pulsaru A až o 10 % efektem gravitační čočky. Současně se zvýší tzv. **Shapirovo zpoždění** příchodu impulsů milisekundového pulsaru o několik mikrosekund. O. Löhmer aj. objevili pomocí obřích antén v Arecibu a Effelsbergu Shapirovo zpoždění o velikosti 740 ns u binárního pulsaru **PSR 1640+2224** (Her), kde je průvodcem pulsaru s impulsní periodou 3,2 ms bílý trpaslík o hmotnosti 0,15 M_0, obíhající kolem pulsaru v periodě 175 d ve vzdálenosti 17 mil. km po dráze, skloněné k zornému paprsku pod úhlem jen 6°.

Pomocí týchž radioteleskopů zkoumali D. Nice aj. binární milisekundový (3,4 ms) pulsar **PSR J0751+1807** (Cnc; 620 pc; oběžná doba 6 h; poloměr dráhy 60 tis. km; výstřednost 2.10^{-6}) a zjistili ze zkracování oběžné periody tempem -6.10^{-14} a ze Shapirova zpoždění, že neutronová hvězda v soustavě má rekordní hmotnost 2,1 M_0, zatímco průvodce je bílý trpaslík o hmotnosti jen 0,2 M_0. Problém **vysoké hmotnosti neutronových hvězd** u některých pulsarů (Cyg X-2; 4U 1700-37 či Vela X) je docela vážný, protože je v rozporu s výpočtem maximální hmotnosti neutronové hvězdy pro běžné stavové rovnice degenerovaného neutronového plynu. Zdá se, že tyto neutronové hvězdy prodělaly po svém vzniku při výbuchu supernovy delší období akrece, kdy svého bílého trpaslíka ještě řádně vysály. Další možností je změna stavové rovnice díky existenci tzv. kvarkových (podivných) hvězd. Nicméně M. Alford aj. se domnívají, že s ohledem na zřejmou existenci neutronových hvězd s vysokou hmotností je *existence kvarkových či hybridních (částečně neutronových a částečně kvarkových) hvězd vysoce nepravděpodobná.*

A. Hotna aj. sledovali během pěti let vývoj impulsního profilu binárního pulsaru **PSR J1141-6545** (Mus; rotační per. 0,4 s; oběžná doba 4,8 h; e = 0,2; vzdálenost >3,7 kpc). Za tu dobu se totiž šířka impulsního profilu zvětšila o polovinu původní hodnoty. Autoři to vysvětlili geodetickou precesí s periodou 265 let, předpovězenou obecnou relativitou. Precese má za následek, že podmínky viditelnosti silně relativistických pulsarů se s časem neustále mění. Zákon schválnosti praví, že ty *nejzajímavější soustavy jsou ze Země vidět v nejkratších časových epizodách,* takže jejich vyhledávání nikdy neskončí. Neutronová hvězda v této soustavě má hmotnost 1,3 M_0 a je doprovázena bílým trpaslíkem o hmotnosti 1,0 M_0.

Dalším nadějným párem pro ověřování obecné relativity je dle A. Faulknera aj. dvojice neutronových hvězd **PSR 1756-2251** (Sgr) s úhrnnou hmotností složek 2,6 M_0, jež kolem sebe obíhají po dráze s výstředností e = 0,2 v periodě 7,7 h. Hmotnější neutronová hvězda s periodou rotace 0,03 s je pulsarem, který jeví relativistické stáčení periastra 2,6°/r. *Obě složky se k sobě blíží po spirále smrti,* která skončí jejich splynutím za 1,7 mld. let.

F. Aharonian aj. odhalili pomocí aparatury HESS pro studium záření gama silný signál v pásmu 280 GeV – 40 TeV z plošného zdroje v blízkosti **pulsaru MSH 15-52**. Pulsar při svém letu kosmickým prostorem vytváří kolem sebe nesouměrnou vlečku hvězdného větru, v níž dochází k inverznímu Comptonovu rozptylu relativistických elektronů na nízkoenergetických fotonech, což je příčinou tvrdého záření gama. Jde o *první důkaz výskytu silného hvězdného větru kolem rychle rotující neutronové hvězdy.* Podobně ohlásili titíž autoři objev hvězdného větru v pásmu TeV záření gama v mlhovině G18.0-0.7, spojené s pulsarem **PSR B1823-13** (Sct; 4 kpc; stáří 21 tis. r; per 0,1 s).

B. Khélifimu aj. se podařilo touž aparaturou objevit mohutný vítr díky silnému záření gama kolem binárního pulsaru **PSR B1259-63** (= SS 2883; Mus; výstřednost dráhy 0,9; oběžná doba 3,6 r) během průchodu pulsaru periastrem počátkem r. 2004. Při magnetickém poli pulsaru řadu 100 MT se během průchodu periastrem uvolňuje energie řádu 10^{42} J, což významně posílí intenzitu hvězdného větru. F. Aharonian aj. využili v téže době aparatury HESS k objevu impulsně modulovaného záření gama v pásmu nad 380 TeV. Silný, avšak časově velmi proměnný signál pozorovali jak před vlastním průchodem pulsaru tak i po něm. Radiová pozorování průchodu periastrem, vykonaná S. Johnstonem aj., ukázala, že během půlročního intervalu kolem průchodu kolísala dis-

persní míra radiových signálů i stáčení polarizovaného signálu Faradayovou rotací. Lze to vysvětlit měnící se hustotou cirkumstelárního disku kolem průvodce třídy Be i složitou strukturou magnetického pole neutronové hvězdy.

L. Pellizza aj. zjistili, že proslulý pulsar **Geminga** se zrodil ve vzdálenosti 90 – 240 pc od Slunce jako hmotná hvězda 15 M_0 buď v asociaci Cas-Tau OB, anebo Ori OB1a. Po výbuchu supernovy před 340 tis. lety získal vysokou prostorovou rychlost přes 125 km/s. A. Tutukov modeloval vývoj těsných dvojhvězd s oběžnými periodami 0,1 – 100 dnů, v nichž hmotná složka posléze vybuchla jako supernova třídy Ib nebo Ic. Vyšlo mu, že z pozůstalé neutronové hvězdy se stane pulsar jen tehdy, pokud předchůdce s hmotností 2,5 – 10 M_0 *rotoval dostatečně rychle*. Proto je radiových pulsarů méně, než by odpovídalo četnosti supernov tříd Ib,c a II. Vysoké prostorové rychlosti pulsarů jsou pak odrazem velikosti orbitálního pohybu v těsné dvojhvězdě ještě před výbuchem.

U binárního milisekundového pulsaru **PSR J1909-3744** (Sgr; 1,1 kpc) dostali B. Jacoby aj. jeho příčnou rychlost 200 km/s a téměř dokonalou kruhovou dráhu s výstředností řádu 10^{-7} (!). Jelikož rovina dráhy pulsaru téměř splývá se směrem zorného paprsku, odhalili též Shapirovo zpoždění, které umožnilo určit velmi přesně hmotnost neutronové hvězdy na 1,44 M_0. Vzápětí však S. Chatterjee aj. nalezli *opravdový expres mezi pulsary* **B1508+55** (Dra; 2,4 kpc; stáří 2,3 Myr), jehož příčná rychlost činí 1080 km/s (!), takže uniká z Galaxie natrvalo. Jde o tak velkou rychlost, že se nedá vysvětlit Tutukovovým mechanismem. Pulsar s rotační periodou 0,74 s o magnetické indukci 200 MT se nachází daleko od hlavní roviny Galaxie v šířce 52°, ačkoliv se zrodil v galaktické rovině poblíž hvězdné asociace Cyg OB.

M. Falanga aj. pozorovali díky družici INTEGRAL v únoru-březnu 2003 extrémně silný výbuch rentgenového milisekundového (5,25 ms) binárního pulsaru **XTE J1807-294** (Sgr; vzdálenost 8 kpc). Zatímco v klidu je jeho zářivý výkon v v pásmu 0,1 – 200 keV řádu 10^{24} W, během výbuchu vzrostl až o 7 řádů. Pulsar má nejkratší oběžnou periodu mezi všemi binárními pulsary – 40 min a vyniká též nízkou indukcí magnetického pole neutronové hvězdy jen 10 kT. Autoři odvodili z pozorování družic INTEGRAL, Newton a RXTE, že charakter spektra během výbuchu odpovídá záření černého tělesa, přes něž se překládá tepelný Comptonův jev. Záření vychází z disku o poloměru pouhých 30 km, tj. velmi blízko povrchu neutronové hvězdy. R. Turolla aj. zjistili, že radiový zdroj **GCRT J1745-3009** (Sgr) vysílá na frekvenci 0,3 GHz série silných (1 Jy) rádiových záblesků v trvání 10 min, které se pravidelně opakují po 77 min. Autoři se domnívají, že úkaz lze nejlépe vysvětlit jako následek oběhu dvou neutronových hvězd kolem společného těžiště po protáhlé dráze. Když jsou hvězdy v pericentru, dostává se rázová vlna do světelného kužele méně energetického pulsaru a následkem toho se objeví silné rádiové záblesky.

D. Kaplan a M. van Kerkwijk využili družice Chandra k objevu pulsací s periodou 8,4 s u osamělé neutronové hvězdy **RX J0720-3125** (Pup). Během pětiletého sledování se podařilo zjistit, že se tato perioda sekulárně prodlužuje tempem 7.10^{-14}, takže autoři z toho usoudili, že jde fakticky o *radiový pulsar, pozorovaný mimo směrovaný svazek radiového záření.* Podle těchto měření vychází indukce magnetického pole na povrchu neutronové hvězdy na 2,4 GT a charakteristické stáří pulsaru 2 mil. roků. E. Bonning a M. Falanxa prozkoumali pomocí družice INTEGRAL základní vlastnosti pozoruhodného rentgenového binárního pulsaru **2S 0114+65** (Cas; 7 kpc; oběžná doba 12 d). Jeho zvláštností je totiž rekordně dlouhá rotační perioda neutronové hvězdy – 2,8 h! Tato rotační perioda se však zkracuje tempem téměř 10^{-6}, za což nejspíše může pokřivený akreční disk s rotační periodou 31 d. Soustava vydává v pásmu 5 – 100 keV zářivý výkon 2.10^{29} W a z intenzity cyklotronové čáry na 22 keV vychází indukce magnetického pole 250 MT. Není vyloučeno, že v době vzniku neutronové hvězdy dosahovala indukce hodnoty až 10 GT.

R. Duncan aj. studovali proměnnost anomálního rentgenového pulsaru **AXP 1E 2259+58** (Cas; vzdálenost 3,1 kpc), objeveného již r. 1979. Ukázali, že na povrchu neutronové hvězdy dochází díky extrémně silnému magnetickému poli řádu až 10 GT čas od času k silným zábleskům o rentgenovém výkonu až 100 L_0. To jsou *zářivé výkony až trilionkrát vyšší, než u rekordních erupcí na Slunci a uvolněné celkové energie zábleskú dosahují až 10 bilionnásobku energie uvolněné v gigantické sluneční erupci.* Dále zjistili, že rotační perioda neutronové hvězdy vzrostla za 25 let ze 7 na 8 s, což je přímý následek brzdění hvězdy interakcí s extrémně silnou magnetosférou. Dosud známe jen 8 AXP s rotačními periodami 5,5 – 11,8 s magnetickými poli o indukci 6 – 70 GT. *Rentgenové záblesky takové mohutnosti by dokázaly zabít člověka ještě ve vzdálenosti 300 pc,* takže dobrá zpráva praví, že známá AXP se nacházejí ve vzdálenostech 2 – 55 kpc od nás. Není příliš pravděpodobné, že AXP bližší než 500 pc by unikly naší pozornosti.

3.2. Rentgenové dvojhvězdy a proměnné

K nejzajímavějším objevům roku patří bezpochyby sdělení T. Strohmayera aj., kteří pomocí družice Chandra sledovali změnu oběžné periody (321,5 s) ultrakompaktní rentgenové dvojhvězdy **RX 0806+1527** (Cnc) během 320 dnů. Zjistili, že perioda se zkracuje následkem gravitačního záření relativním tempem 10^{-16}, což je efekt o pět řádů (!) větší než u již citovaných relativistických binárních pulsarů. Dává to rázem velkou naději, že *nová generace detektorů gravitačních vln objeví takovou soustavu relativně snadno.*

A. Nandi aj. se věnovali soustavnému téměř tříletému sledování rentgenové dvojhvězdy **SS 433** pomocí družice RXTE. Pozorovali tak chování emisních čar vysoce ionizovaného železa a zjistili, že proslulé výtrysky směřují kolmo na akreční disk, jehož perioda precese činí 165,1 dne. Obě složky dvojhvězdy kolem sebe obíhají v periodě 13,1 d. Ve výtryscích, dosahujících rychlosti až 78 tis. km/s, jsou do vzdálenosti několika obl. vteřin od dvojhvězdy vidět pohybující se zhustky látky, zatímco ve větších vzdálenostech pozorujeme jen spojité rentgenové a radiové záření až do vzdálenosti 0,5° od zdroje. Samotný bodový zdroj září rentgenově jen slabě v pásmu energií do 30 keV. Jeho povaha je stále sporná. Může jít o neutronovou hvězdu anebo o hvězdnou černou díru. A. Čerepaščuk aj. se domnívají, že jde určitě o černou díru s hmotností kolem 9 M_0, zatímco druhá složka je veleobrem sp. třídy A6 o hmotnosti 30 M_0, jenž vyplňuje svůj Rocheův lalok. Akreční disk je skloněn pod úhlem 20° k oběžné rovině dvojhvězdy a přirůstá o 0,000 1 M_0/rok, takže akrece je vysoce nadkritická – žhavý plyn se při dopadu do akrečního disku pohybuje rychlostí 2 000 km/s.

E. de Gouveia Dal Pino a A. Lazarian se pokusili vysvětlit pozorované „nadsvětelné" ejekce plynu během radiových erupcí **mikrokvasaru GRS 1915+105** (Aql; 12,5 kpc) pomocí prudké magnetické rekonexe. Podle jejich modelu je centrální černá díra o hmotnosti 10 M_0 obklopena akrečním diskem s indukcí magnetického pole 70 kT. K rekonexím dochází v koróně nad vnitřním okrajem akrečního disku při teplotě plynu do 500 MK. Tím lze objasnit energie záření až 10^{32} J.

J. Gonzálesová-Hernándezová aj. pozorovali rentgenovou dvojhvězdu o nízké hmotnosti **Cen X-4**, která se vyznačuje vysokou výstředností oběžné dráhy $e = 0{,}85$. Dvojhvězda je od nás vzdálena 1,2 kpc a nachází se plných 25° od roviny Galaxie, což naznačilo, že by mohla mít velký vlastní pohyb, protože téměř určitě vznikla v galaktické rovině. Autorům se podařilo určit vlastní pohyb soustavy tempem 190 km/s, z něhož vyplývá, že neutronová hvězda v této soustavě vznikla před 150 mil. lety výbuchem supernovy, a to vedlo jednak k vysoce výstředné dráze a jednak k retrográdnímu „vykopnutí" soustavy z galaktické roviny pod úhlem 110°. Podobně B. Williams aj. zjistili, že při nesouměrném výbuchu supernovy v soustavě **GRO 1655-40** (Sco) došlo k vymrštění soustavy z galaktické roviny rychlostí 45 – 115 km/s. Soustava se nyní nachází asi 200 pc od roviny Galaxie. Kompaktní složka o hmotnosti vyšší než 3,5 M_0 se zhroutila na černou díru, zatímco průvodce, jenž dodává černé díře dodnes „rentgenovou zářivou munici", je stále hvězdou hlavní posloupnosti o hmotnosti 2,3 – 4,0 M_0.

A. Val Baker aj. určili hmotnost neutronové hvězdy v zákrytové soustavě **Sk160/SMC X-1,** kde průvodce Sk 160 o hmotnosti 17 M_0 vyplňuje svůj Rocheův lalok. Protože minimální sklon oběžné roviny soustavy činí 65°, lze tak odvodit horní mezi hmotnosti neutronové hvězdy 1,2 M_0. Obecně platí, že *zákrytové rentgenové pulsary dávají zatím nejspolehlivější údaje o hmotnostech a poloměrech neutronových hvězd.*

A. Schwope aj. objevili pomocí družice Newton pulsní rentgenové záření u blízké (76 – 380 pc) **osamělé neutronové hvězdy RBS 1223** a dostali tak její neproměnnou rotační periodu 10,3 s i poloměr 12 km. Na povrchu neutronové hvězdy se nacházejí dvě horké skvrny, vzdálené od sebe 160°. Stáří hvězdy odhadli na několik set tisíc roků. A. de Luca nalezli optické protějšky izolovaných neutronových hvězd Geminga, 0656+14 a 1055-52, vzdálených od nás po řadě 157, 288 a 750 pc, jež mají shodně 25 mag a přibližně stejné stáří řádu stovek tisíc let. Zpomalování rotace těchto hvězd uvolňuje ve všech případech energii řádu 10^{27} W, jež se vyzáří převážně v rentgenovém oboru spektra. Všechny hvězdy mají dosud velmi silné magnetické pole řádu 100 MT.

B. Williams aj. oznámili objev **rentgenové novy 0044+4112** v galaxii M31 v Andromedě. Družice Chandra ji pozorovala od 9. 11. do 27. 12. 2003. Její maximální zářivý výkon dosáhl hodnoty 10^{31} W. Rentgenové novy byly objeveny také v Magellanových mračnech a v galaxii M32. Jejich maximální zářivé výkony se pohybovaly v rozmezí 10^{29} – 10^{33} W.

S, Rappapport aj. se zabývali určením povahy **ultrasvítivých ($>10^{32}$ W) bodových rentgenových zdrojů**, objevených družicemi ROSAT, Newton a Chandra v cizích galaxiích. Rozhodovali se mezi třemi možnosti: buď by mohlo jít o akreci na intermediální černé díry s hmotnostmi 100 – 1000 M_0, nebo o pokračování funkce svítivosti pro rentgenové dvojhvězdy s kompaktním příjemcem, popřípadě o dosud zcela neznámý typ objektů. Příslušné modelové výpočty jednoznačně upřednostnily druhou možnost, tj. že jde o extrémní případy těsných dvojhvězd s kompaktní neutronovou hvězdou či hvězdnou černou dírou a s velmi vysokou hmotností hvězdy-dárce (>10 M_0). Tyto soustavy se nejčastěji vyskytují v galaxiích s překotnou tvorbou hvězd. Na zajímavou možnost vývoje těsných dvojhvězd, obsahujících hmotnou klasickou hvězdu a dále neutronovou hvězdu, upozornili A. Bogomazov aj. Neutronová hvězda o minimální kritické hmotnosti 1,35 M_0 může postupně nabrat tolik hmoty, že nakonec dosáhne Oppenheimerovy-Volkoffovy meze 2,5 M_0 a spontánně se zhroutí na černou díru.

L. Ferrariová a D. Wickramasinghe ukázali, že poměrně vysoká indukce **magnetických polí bílých trpaslíků** je úměrná indukci magnetického pole jejich předchůdců - hvězd hlavní posloupnosti. Druhým faktorem je přitom rychlost rotace předchůdců: čím pomaleji rotují, tím je magnetické pole bílého trpaslíka vyšší. Autoři se proto domnívají, že tato závislost se dá protáhnout i směrem k daleko vyšším indukcím magnetického pole pro neutronové hvězdy, tj. až do oblasti 100 GT, což odpovídá magnetarům. Je-li tato úvaha správná, pak **magnetary** jsou *potomky hmotných silně magnetických hvězd, které rotovaly velmi pomalu.*

3.3. Zábleskové (GRB) i trvalé zdroje záření gama

L. Zhang aj. upozornili, že z 271 bodových zdrojů záření gama, objevených aparaturou EGRET na družici Compton, *není více než 60% dosud identifikováno.* Přesto však autoři soudí, že naprostá většina neidentifikovaných zdrojů patří do naší Galaxie a nalézají se blíže než 50° od její hlavní roviny. Občas se daří **identifikace** těchto tajemných zdrojů s nově objevenými radiovými pulsary. F. Aharonian aj. objevili pomocí pozemního detektoru záření gama HEGRA plošný (přes 6 obl. minut) stálý zdroj **J2032+4130** (Cyg), vysílající pouze záření gama v oblasti TeV, jenž zůstává neidentifikovaný rentgenově, opticky či radiově. Titíž autoři využili aparatury HESS k objevu 8 nových zdrojů >100 GeV záření gama poblíž galaktické roviny (do vzdálenosti 0,7° v galaktické šířce). Dva z nich nemají žádný radiový či rentgenový protějšek, kdežto tři další jsou totožné s pozůstatky supernov. Zbylé plošné zdroje nejsou zatím prozkoumány. J. Knödlsedar aj. dokončili pomocí družice INTEGRAL přehlídku 95% oblohy v **anihilační čáře 511 keV**. Tato emise se silně a souměrně koncentruje ke galaktické výduti. Záření disku Galaxie je více než o řád slabší. Nejčastějšími zdroji anihilačního záření jsou pozůstatky po supernovách Ia a rentgenové dvojhvězdy o nízké hmotnosti (LMXB).

První **rentgenový dosvit** GRB byl zpozorován v únoru 1997. Do konce r. 2004 však už počet pozorovaných rentgenových dosvitů dosáhl 55, přičemž prodleva mezi GRB a dosvitem činila 6 – 24 h. Při studiu zábleskových zdrojů záření gama začala nová kapitola úspěšným vypuštěním specializované družice **Swift**, která má na palubě tři spolupracující přístroje: přehlídkový teleskop BAT pro pásmo 15 – 150 keV; rentgenový teleskop XRT pro pásmo 0,3 – 10 kVe a optický dalekohled a spektrograf UVOT pro pásmo 170 – 650 nm. Tím se neobyčejně zkrátila doba mezi detekcí GRB a určením dostatečně přesné polohy, která je internetem předávána dalším družicím i pozemním aparaturám, což vzápětí vedlo k podstatně hlubšímu poznání procesů, jež probíhají během GRB a v prvních chvílích po jejich zhasnutí. Již nedlouho po vypuštění 20. 11. 2004 počala družice, zhotovená ve spolupráci amerických, britských a italských vědců a techniků, dodávat jedinečná data. Tak např. jeden z prvních družicí spatřených GRB 041219a trval rekordních 9 minut. Koncem roku zaznamenal Swift odrazem od Měsíce (!) i fantastickou erupci **SGR 041227** (magnetar 1806-20 v Sgr).

Na rozdíl od klasických GRB, které vesměs vzplanuly v cizích galaxiích, šlo v případě SGR o nevídaný záblesk měkkého záření gama uvnitř naší vlastní Galaxie, naštěstí v bezpečné vzdálenosti od Země. V době záblesku se **magnetar** nacházel v zorném poli nad Tichým oceánem v úhlové vzdálenosti jen 5° od Slunce, takže vizuální pozorování nebyla možná. Nicméně ani v ostatních oborech spektra nebylo jednoduché záblesk pro jeho vysokou intenzitu kvantitativně zaznamenat. *Celkem 15 družic a sond bylo signálem zahlceno,* naštěstí jen po krátký čas 0,2 s. Během té doby *magnetar vyzářil tolik energie jako Slunce za čtvrt milionu let* a překonal

podobné záblesky předešlých magnetarů o dva řády! Není divu, že na to reagovala zemská ionosféra stlačením z obvyklé denní výšky 70 km napolovic – k normálu se vrátila až za hodinu.

Po tomto gigantickém záblesku gama následovalo podle K. Hurleye aj. exponenciální doznívání v trvání 380 s, které bylo modulováno v periodě 7,6 s – evidentně šlo o **rotační periodu** magnetaru. Podrobný průběh světelné křivky s časovým rozlišením 5,5 ms popsali T. Terasawa aj. Magnetar dosáhl vrcholu světelné křivky již 50 ms po začátku úkazu, avšak další injekce energie přišla o 60 ms později. Odtud vyplývá, že se celkem uvolnilo asi 10^{40} J energie, což přesně odpovídá magnetické energii magnetaru při indukci magnetického pole 100 GT. To zároveň naznačuje, že *indukce magnetického pole uvnitř neutronové hvězdy je patrně ještě vyšší!* K podobným závěrům dospěli též R. Yamazaki aj., kteří využili měření z nezahlcené japonské družice Geotail. Po 500 ms od začátku jevu tak zjistili výrazný pokles jasnosti, který byl zřejmě následkem zúžení rozpínající se relativistické **ohnivé koule** do úzkého výtrysku o vrcholovém úhlu kolem 20° díky silnému magnetickému poli. Obrovská svítivost v maximu odpovídá *počáteční teplotě ohnivé koule kolem 2 GK!*

Patrně nejpodrobnější výsledky získali S. Schwartz aj. díky náhodným pozorováním úkazu dvěma družicemi soustavy Cluster a čínskou družicí Double star TC-2. **Rentgenový náběh světelné křivky** byl téměř okamžitý, kratší než 0,25 ms. Pak následoval exponenciální nárůst během pouhých 4,9 ms a další v 70. ms po začátku úkazu. Celé hlavní divadlo se tedy odehrálo během pouhých 100 ms. Autoři z těchto údajů usuzují, že jsme byli svědky *vzniku trhliny v kůře neutronové hvězdy, která se rychle šířila.* Magnetary v klidu vysílají s výkonem 10^{28} W a drobné trhlinky v kůře se projevují kratičkými záblesky. Blesková obří exploze však byla důsledkem **rekonexe** ve vnější magnetosféře neutronové hvězdy, která se odehrála během zlomku milisekundy. Trhlina v kůře o délce 5 km vznikla během 4,9 ms a 100 ms je čas, potřebný k přestavbě celého magnetického pole. Je pozoruhodné, že zmíněné družice byly konstruovány ke studiu rekonexí v magnetosféře Země a nyní se prokázalo, že kvalitativně jde o stejné procesy navzdory diametrálně odlišným energetickým měřítkům těchto procesů v okolí Země a neutronové hvězdy.

B. Gaensler aj. pozorovali pomocí antény VLA na frekvenci 1,4 GHz od 6. do 19. dne po explozi kolem polohy SGR **radiovou mlhovinu,** rozpínající se rychlostí 0,25 *c*. P. Cameron aj. sledovali týž radiový dosvit pomocí řady aparatur v širokém pásmu frekvencí 0,2 – 250 GHz v intervalu od 3. 1. do 24. 2. 2005. Odtud mj. odvodili rozmezí vzdálenosti magnetaru od nás 6,4 – 9,8 kpc. Naproti tomu X. Wang aj., kteří sledovali radiové záření v pásmu 0,2 – 8,5 GHz, určili tempo rozpínání mlhoviny na 0,35 *c*, protože odhadli **vzdálenost magnetaru** na plných 15 kpc. Autoři se též domnívají, že asi 3 h po explozi mohl optický dosvit zdroje dosáhnout 13 mag, jenže to na denním nebi nebylo možné zpozorovat. Také S. Merenghetti aj. dospěli na základě pozorování družice INTEGRAL k dlouhé stupnici vzdálenosti 15 kpc a odtud pak odvodili maximální **zářivý výkon** magnetaru na neuvěřitelných 10^{37} W a energii vyzářenou během výbuchu na 10^{39} J. Autoři také zjistili z archivních údajů, že magnetar byl mimořádně činný několik let a zejména pak v posledních měsících před explozí. Totéž potvrdili také G. Israel aj., kteří monitorovali magnetar pomocí teleskopu VLT ESO již od října 2003. Optický tok rostl nejvíce v infračerveném oboru spektra zejména v období od června do října 2004. Naprosto tvarově shodné světelné křivky pořídila též družice Chandra a anténa VLA. To znamená, že *chování magnetaru bylo konzistentní v rozsahu pěti řádů energie fotonů.*

A. Tiengo aj. využili družice Newton k následnému **monitorování magnetaru** od března 2005, kdy se zdroj dostatečně vzdálil od Slunce. Zjistili, že rentgenové spektrum změklo a zábleskové činnost zdroje v podstatě ustala, jakmile skončila celková rekonfigurace magnetosféry. Ve spektru se objevila také tepelná složka, odpovídající záření žhavého černého tělesa. Rotace magnetaru se nyní brzdí tempem 10^{-11}, podobně jako tomu bývá u AXP. Ostatně řada autorů se domnívá, že *všechny AXP jsou fakticky rovněž magnetary.* Vysílají běžně záření o výkonu 10^{29} W; rotují s periodami 5 – 12 s a na rozdíl od akreujících milisekundových pulsarů se jejich rotace s časem zpomaluje vinou extrémně silného magnetického pole o indukci až 100 GT. Jde vesměs o osamělé objekty, obvykle velmi blízko hlavní roviny Galaxie, jež nejsou starší než 100 tis. roků.

D. Figer aj. zkoumali **hvězdokupu** v okolí SGR 1806-20 a zjistili, že obsahuje řadu dalších hmotných hvězd, z nichž tři klasifikovali jako Wolfovy-Rayetovy hvězdy a jednu jako raného veleobra třídy OB. Stáří hvězdokupy odhadli na 4 mil. roků. Autoři se domnívají, že předchůdce magnetaru měl hmotnost přes 50 M_0 – navzdory tomu však neskončil jako černá díra, nýbrž jako silně magnetická neutronová hvězda.

T. Strohmayer a A. Wattsová zjistili, že při výbuchu magnetaru **SGR 1900+14** (Aql) v r. 1998 zaznamenala družice RXTE na sestupné větvi světelné křivky kvaziperiodické oscilace na frekvencích 84, 53,5 a 155,1 Hz. Podobné oscilace se objevily také na rentgenových záznamech výbuchu magnetaru SGR 1806-20. Autoři soudí, že jde o *torzní vibrace kůry neutronové hvězdy v extrémně silném magnetickém poli.* Odtud též vyplývá, že indukce magnetického pole SGR 1806 je asi dvojnásobná v porovnání se SGR 1900.

B. Thomas aj. zkusili propočítat **rizika pro život** na Zemi v případě, že by některý magnetar vybuchl ve vzdálenosti do 1 kpc od nás. Obrovský příliv záření gama by zřejmě vážně poškodil ozonosféru Země – nejvíce by byly postiženy mírné a nízké zeměpisné šířky. To by následně vedlo k řádově četnějšímu poškozování DNA v živých organismech a nepřímo ke globálnímu ochlazení a kyselým dešťům. *Devastace životního prostředí na Zemi by trvala řadu let a nepochybně by způsobila masové vymírání planktonu, rostlin i živočichů a tudíž rozvrácení potravinových řetězců.* Autoři dokonce soudí, že za velkým vymíráním v pozdním ordoviku před 443 mil. lety mohl být výbuch blízkého magnetaru.

Již zmíněný **GRB 041219a,** pozorovaný družicí Swift, se stal dle W. Vestranda aj. teprve druhým zábleskovým zdrojem gama, u něhož byl souběžně zaznamenán optický protějšek. Jistě k tomu přispěla okolnost, že šlo o mimořádně dlouhý zdroj v trvání 520 s, který byl pozorován v poloze 0024+6250 (Cas) optickou kamerou RAPTOR v Los Alamos, N.M. již 8 s po doručení avíza ze Swiftu. Jasnost protějšku dosáhla R = 18,6 mag. Světelná křivka protějšku se tvarově naprosto shoduje s prvním pozorovaným optickým protějškem u GRB 990123 s tím rozdílem, že u něho trvalo celé vzplanutí gama jen 80 s, takže i optická světelná křivka se vyvíjela rychleji. C. Blake aj. zaznamenali infračervený záblesk v 7. min po začátku GRB, což dle názoru autorů odpovídá průchodu vnitřní rázové vlny materiálem v okolí GRB. Podobně D. Burrows aj. využili rychlé identifikace **GRB 041223** družicí Swift k optické detekci dosvitu pomocí VLT v čase 16 – 87 h po vzplanutí GRB, které trvalo 130 s. Na začátku zmíněného intervalu měl optický dosvit jasnost J = 19,5 mag a na konci 21,7 mag.

Díky rychlé identifikaci **GRB 021004** (Psc; 0027+1855) družicí HETE-2 pořídili R. Starling aj. spektra jeho dosvitu pomocí velkých dalekohledů WHT a VLT v časech 0,5 – 6,6 dne po vzplanutí. Ve spektru nalezli absorpční čáry se $z = 1,4$ a 1,6, které přísluší mezilehlým útvarům mezi GRB a pozorovatelem; dále pak silné absorpční čáry mateřské galaxie se $z = 2,3$ jakož i modře posunuté čáry H I, Si IV a C IV, které náležely dosvitu a odpovídají rychlosti 2900 km/s vůči centru výbuchu. Autoři dále odvodili, že výtrysk z GRB je silně usměrněn - nejužší vrcholový úhel zářícího kužele vykazuje záření gama, kdežto optický svazek dosvitu je mnohem širší. Povrch rozpínající se ohnivé koule byl v té době vzdálen asi 100 mld. km od vlastního kolapsaru, jehož předchůdcem byla patrně velmi hmotná Wolfova-Rayetova hvězda. Titíž autoři studovali pomocí rentgenové a optické světelné křivky dosvitu optické vlastnosti prachu a plynu v mateřské galaxii jednoho z nejvzdálenějších pozorovaných **GRB 050730** (Vir; 1408-0346; $z = 4,0$). H. Chen aj. využili 4 h po explozi ešeletu u obřího 6,5 m Clayova teleskopu k pořízení vysokodisperzního spektra dosvitu, jenž byl v té době 18 mag. Spektrum obsahuje kromě kontinua celou soustavu absorpčních čar (O, C, Si, Ni, Fe, N) s červenými posuvy od 1,8 po 3,6. Jde o *vynikající nástroj pro studium intergalaktického prostoru do velké vzdálenosti od pozorovatele.*

G. Tagliaferri aj. v široké mezinárodní spolupráci prostudovali podrobně rekordně vzdálený dosvit **GRB 050904** (Psc; 0055+1405; $z = 6,3$; vzdálenost 3,9 Gpc!) s trváním 225 s. Spolupráce 45 autorů z 25 institucí umožnila sledovat světelnou křivku dosvitu v rentgenovém, optickém i blízkém infračerveném pásmu. Ze zlomu na optické křivce se dala odvodit kolimace světelného svazku a tím odvodit i výslednou uvolněnou energii při explozi řádu 10^{45} J. Samotný GRB tak slouží jako **světlomet,** ozařující jako blesk krajinu mezi vzdálenou galaxií a pozorovatelem. Současně jde podle V. Bromma a A. Loeba o mocný nástroj pro zkoumání vzniku (nekovových) hvězd I. generace v galaxiích v nejstarších epochách vesmíru.

Družice **Swift** se tak rázem vyšvihla do čela optických přehlídek nejvzdálenějších hlubin vesmíru, protože střední červený posuv pro dlouhé GRB, objevené touto družicí, se posunul až k $z = 2,8$ a mezi GRB, které pozoruje, představují zániky hvězd I. generace (populace III) asi 10% úkazů. Podle E. Bergera se díky Swiftu daří nalézt optické a rentgenové dosvity u plné poloviny pozorovaných GRB (dříve byla výtěžnost jen 1/3). Navíc se zvýšila četnost identifikací mateřských galaxií pro jednotlivé GRB. Asi u 10% případů GRB se však optický dosvit nenajde, protože GRB je buď příliš daleko, anebo je zdroj zahalen rozsáhlými prachovými mračny. Radiové dosvity jsou stále vzácné, neboť se je daří nalézt jen u 10% GRB – za to však zčásti může nedostatečná citlivost antény VLA.

Ve výčtu prvenství bychom neměli opomenout husarský kousek brněnských pozorovatelů, kteří pozorovali první dosvit GRB u nás. Šlo o **GRB 050922c** (Aqr; 2109-0846; $z = 2,2$), jehož dosvit 18 mag zachytili kamerami CCD pomocí 0,4 a 0,6 m reflektorů na Kraví hoře. *Uprostřed přesvětleného velkoměsta tak zaznamenali objekt, vzdálený od nás 10 mld. světelných let!*

N. Butler aj. studovali rentgenové vzplanutí **XRF 030723** pomocí družic HETE-2, Chandra a Ginga i jejich dosvit pomocí 6,5 m Clayova reflektoru, které se odehrálo v poloze 2149-2742 (Cap). Optický dosvit dosáhl R = 21 mag v čase 1,2 d po rentgenovém vzplanutí a vykázal $z = 0,4$. Dosvit se překvapivě zjasnil plných 9 dnů po vzplanutí. Podobně jako u zhruba třetiny záblesků, pozorovaných HETE-2 nebo družicí Ginga, i v tomto případě leželo maximum vyzářené energie kolem 10 keV, v porovnání s klasickými GRB, které mají maximum kolem 200 keV. Autoři se domnívají, že ve skutečnosti není mezi oběma typy úkazů rozdíl. *XRF jsou zkrátka GRB, které vidíme mimo osu úzkého svazku záření gama.* E. Ramirez-Ruiz aj. dospěli ke shodnému závěru pro **GRB 031203,** jehož radiový dosvit byl o dva řády slabší, než je běžné a jehož vyzářená energie dosáhla „jen" 10^{43} J, oproti typickým energiím pro GRB řádu 10^{45} – 10^{46} J. I v tomto případě však posléze vzplanula supernova 2003lw, což lze dohromady nejjednodušeji vysvětlit mimoosovým pohledem se Země.

A. Levan aj. zjistili, že **GRB 020410** měl slabý dosvit v 6 h po výbuchu, ale pomocí HST spatřili na témže místě podstatně jasnější dosvit v časech 7 – 28 d po GRB. Podle všeho šlo výbuch vzdálené supernovy třídy Ib/c se $z = 0,5$. Podobně J. Deng aj. nalezli **supernovu 2003dh,** která vzplanula na místě dosvitu po GRB 030329. Její světelná křivka byla celkově kratší než u prototypu - supernovy 1998bw (u GRB 980425). Měla tedy velmi strmý náběh, nižší maximum a rychlejší pokles. Odtud vyplynulo, že předchůdcem supernovy 2003dh byla hvězda o hmotnosti 25 – 40 M_0, která však před výbuchem hodně hmoty ztratila, protože při vlastní explozi rozhodila do okolí jen 7 M_0 a z toho 0,4 M_0 izotopu ^{56}Ni. Celkem při výbuchu vyzářila 4.10^{45} J. Nejnověji K. Stanek aj. nalezli hypernovu 4. den po explozi **GRB 041006** ($z = 0,7$) jako výrazný „hrbol" 24 mag na exponenciálně klesající světelné křivce klasického dosvitu, pozorovaného už 15 min po explozi. Hypernova klesla na 25 mag až dva měsíce po výbuchu GRB.

J. Petrovic aj. hledali vhodné **předchůdce** „dlouhých" GRB a dospěli k závěru, že musí jít o velmi hmotné dvojhvězdy kvůli dostatečnému momentu hybnosti obnaženého hmotného jádra s hmotností alespoň 35 M_0. To znamená, že pravděpodobnými předchůdci těchto GRB mohou být Wolfovy-Rayetovy hvězdy, představující závěrečné vývojové stádium červených veleobrů. Za předpokladu, že těsná dvojhvězda měla hmotnost složek 56 a 33 M_0, se lehčí hvězda přenosem hmoty mezi složkami roztočí na velké obrátky a nakonec se stane magnetarem. D. Xu aj. uvažovali o možnosti, že by se dlouhé GRB staly analogicky jako supernovy třídy Ia **standardními svíčkami** pro určování kosmologických vzdáleností, protože jsou často ještě svítivější než tyto supernovy. *Z různých kalibrací odvodili hodnotu energie pro standardní svíčku GRB na 5.10^{43} J na základě údajů pro 17 GRB.*

M. Davies aj. se zabývali přenosem hmoty a **vývojem těsných dvojhvězd,** kde jsou obě složky kompaktní, tj. jedna je hvězdnou černou dírou a druhá neutronovou hvězdou. V první fázi přenosu hmoty z neutronové hvězdy na černou díru se vinou ztráty momentu hybnosti gravitačním zářením dostává neutronová hvězda na protáhlou dráhu a když tak ztratí dost hmoty, rozepne se na normální nedegenerovanou hvězdu. Tím ovšem vyplní svůj Rocheův lalok a přenos hmoty se tak velmi zrychlí, zejména v pericentru dráhy. Kolem černé díry se vytvoří **akreční disk,** jenž nakonec může vyvolat záblesk záření gama ve dvou protilehlých výtryscích ve směru osy rotace. To znamená, že hmotnost neutronové hvězdy při jejím zániku je konstantní, čili totéž platí i pro konečnou fázi akrečního disku a to je další důvod, proč dlouhé GRB lze považovat za standardní svíčky. Podobné výpočty uveřejnili také C. Fryer a A. Heger pro vývoj dvou kompaktních heliových hvězd, které nakonec splynou na **kolapsar.** M. Colema Miller se však domnívá, že v kombinacích černá díra-neutronová hvězda se vůbec nevytváří akreční disk a po přiblížení neutronové hvězdy ke hmotnější černé díře následkem gravitačního vyzařování se obě tělesa okamžitě slijí na kolapsar. Jak patrno, dosavadní kusá pozorování ještě nestačí k odlišení tak rozdílných vývojových scénářů pro vznik dlouhých GRB.

Podle D. Guetty a T. Pirana je mnohem obtížnější výzkum **„krátkých" GRB** s trváním do 2 sekund, jež představují asi třetinu

všech pozorovaných GRB. Teorie předpokládá, že jde o splynutí dvou neutronových hvězd, popř. neutronové hvězdy s černou dírou. Jelikož vrcholový úhel optických výtrysků dosahuje v těchto případech jen 1,5°, nedaří se zatím zpozorovat dosvity od krátkých GRB a tak spektrální údaje, potřebné pro interpretaci pozorování, zcela chybí. X. Wang aj dokonce soudí, že výtrysky optického dosvitu nemají tvar kuželů, nýbrž úzkých válců. E. Berger aj. uvádějí, že krátké GRB mají tvrdší spektrum než dlouhé.

I zde však došlo k průlomu díky družicím HETE-2 a Swift, které zaznamenaly **GRB 050509b** s trváním jen 0,03 s poblíž (33 kpc) obří eliptické galaxie (Com; 1236+2859; 17 mag; $z = 0{,}22$), vzdálené od nás 800 Mpc. Již za 53 s byl na místě GRB viditelný rentgenový dosvit, který po 5 min vymizel. Slabý optický dosvit objevili po 33 h J. Hjorth aj., avšak k pozdější explozi supernovy v tomto případě prokazatelně nedošlo. Jelikož zmíněná galaxie obsahuje převážně velmi staré hvězdy, vyplynulo odtud, že tento krátký GRB vyvolalo splynutí dvou neutronových hvězd, které kolem sebe obíhaly po spirále smrti stovky milionů až miliardy let. J. Villaseno aj. objevili rentgenový a D. Fox aj. a J. Horth aj. vzápětí též optický dosvit dalšího krátkého (0,07 s) **GRB 050709** (Gru; 2302-39; $z = 0{,}16$) ve vzdálenosti asi 3,5 kpc od centra trpasličí galaxie, vzdálené od nás 750 Mpc. Odtud vyšla energie GRB řádu 10^{43} J, v souladu s modelem splývajících kompaktních hvězd, jež je typická pro krátké GRB. Zdá se, že krátké GRB se vyskytují nejčastěji dále od centra galaxií, v nichž je tvorba nových hvězd již potlačena na hodnoty řádu 0,01 M_0/r. Podle N. Tanvira aj. díky nižší svítivosti vidíme většinu krátkých GRB v bližším okolí naší Galaxie do vzdálenosti 25 Mpc.

4. Mezihvězdná látka

E. Polehampton aj. ohlásili objev absorpcí **metylénu** (CH 2) v molekulových mračnech Sgr B2 a W49N. Využili k tomu pozorování z družice ISO v dalekém infračerveném pásmu 93 – 154 μm. Nejsilnější pásy nalezli na vlnové délce 128 μm. Je zajímavé, že tato molekula nebyla dosud nalezena ve spektrech komet. A. Markvick aj. objevili v mračnu TMC-1 deuterovaný izotopomer **metylacetylénu** – CH_3CCD na frekvencích 93 a 97 GHz, což je prebiotická molekula. S. Weaverová a G. Blake nalezli v jádře mračna Sgr B2 první interstelární **ketózu** DHA – $CO(CH_2OH)_2$ o rotační teplotě 220 K. Jde o další *prebiotickou sloučeninu, což zvyšuje naději na syntézu stavebních prvků biomolekul v příhodném mezihvězdném prostředí.* Naproti tomu L. Snyder aj. zpochybnili interstelární objev nejjednodušší aminokyseliny **glycinu,** ohlášený Y. Kuanem aj. v r. 2003, neboť soudí, že šlo o chybnou identifikaci čar.

D. Friedel aj. nalezli 28 emisí interstelárního **acetonu** – $(CH_3)_2CO$ pomocí milimetrového radiointerferometru BIMA v horkém jádře objektu Orion-KL (vzdálenost 480 pc). Jde o první případ takového výskytu v oblasti, kde se právě nyní tvoří velmi hmotné hvězdy. Y. Wu aj. objevili pomocí bolometru SCUBA u 15m submilimetrového radioteleskopu JCMT na Mauna Kea hustý zárodek o úhlovém průměru 10" v poloze **1835-0649** (Sct; průměr 0,3 pc; vzdálenost 5,7 kpc na vlnových délkách 450 a 850 μm. Spektra molekul HCN, HCO vykazují zřetelná smršťování zárodku, zatímco plyn CO se rozpíná rychlostí 38 km/s. Autoři odhadli hmotnost plynoprachového zárodku na 820 M_0 (!), což by mělo bohatě stačit na vznik velmi hmotné prahvězdy nebo i celé hvězdokupy..

D. Ojha aj. zkoumali **McNeilovu mlhovinu** u hvězdy V1647 Ori (IRAS 0544-00), objevenou autorem v lednu 2004. K objevu přispěl výbuch osvětlující prahvězdy, která se na přelomu let 2003/04 zjasnila o 5 mag patrně díky překotné akreci plynu z vlastního akrečního disku. Mlhovina má v infračervených pásmech JHK úhlový průměr asi 70" a uvnitř je doslova dutá. Výbuch postupně slábnul, což se v průběhu r. 2005 odrazilo též na slábnutí jasnosti mlhoviny.

I. Grenierová aj. nalezli v okolí Slunce nepřímo pomocí studia rozložení difúzního záření gama rozsáhlá **mračna chladného plynu,** skládajícího se chemicky z neutrálního vodíku a oxidu uhelnatého. Jejich hmotnost je srovnatelná s již dávno známými obřími molekulovými mračny a tudíž i *chladná mračna hrají významnou úlohu v proměnách mezihvězdného prostředí.*

A. Dey aj. nalezli pomocí infračerveného kosmického teleskopu SST **obří mlhovinu** o průměru 200 kpc v kosmologické vzdálenosti 3,7 Gpc. Mlhovina je ozařována infračerveným zdrojem o zářivém výkonu $1{,}7.10^{37}$ W a průměru 160 kpc. V mlhovině se nacházejí diskrétní infračerveného zdroje záření a autoři se proto domnívají, že zde pozorujeme vznik celé soustavy galaxií o úhrnné hmotnosti asi 6 TM_0 (!).

5. Galaxie

5.1. Hvězdokupy

Kontroverze kolem určení přesné vzdálenosti Plejád se prohlubuje. Jak známo, z pozorování astrometrická družice HIPPARCOS vyplývá, že **Plejády** jsou od nás vzdáleny jen 118 pc, což je téměř o 15% méně, než dávají souhlasně všechny ostatní metody určování vzdálenosti této proslulé otevřené hvězdokupy. Nejnověji J. Southworth aj. studovali v Plejádách oddělenou zákrytovou dvojhvězdu HD 23642 a dostali pro ni nezávisle určenou vzdálenost (139,0 ±3,5) pc – pro tutéž dvojhvězdu obdrželi v r. 2004 U. Munari aj. vzdálenost (132 ±2) pc. Je tedy zřejmé, že HIPPARCOS dává chybný výsledek, ale příčina chyby stále není objasněna. To má bohužel nepříjemné *závažné důsledky pro spolehlivost „žebříku vzdáleností",* který sahá od „přízemních" trigonometrických vzdáleností hvězd až po vzdálenosti, určované z Hubblova vztahu pro galaxie v rozpínajícím se vesmíru. Jak však uvádí N. Charčenko aj., vlastní pohyby a paralaxy hvězd z družice HIPPARCOS slouží dobře k odhalování dosud neznámých otevřených hvězdokup v Galaxii. Dosud se jim podařilo pomocí katalogů, založených na pozorování družice, objevit 130 **nových otevřených hvězdokup.**

H. Kobulnicky aj. využili infračerveného kosmického teleskopu SST k objevu **nové kulové hvězdokupy** v hlavní rovině naší Galaxie v galaktické šířce –0,1°. Tato poloha neumožňuje optické pozorování, protože extinkce ve vizuální části spektra dosahuje 15 mag. Průměr hvězdokupy je jen 1,5 pc a její vzdálenost se odhaduje na 4 kpc od Slunce, tj. 6 kpc od centra Galaxie. H. Baumgart aj. tvrdí, že každá pořádná kulová hvězdokupa obsahuje ve svém centru **intermediální černou díru** o hmotnosti řádu kM_0. Podle E. Pfahla dokáže taková intermediální díra roztrhnout od sebe složky těsných dvojhvězd s oběžnými periodami od dnů do desítek let, pokud se k ní taková dvojhvězda neopatrně přiblíží. Autor odhaduje, že v dané kulové hvězdokupě k tomu dochází v průměru jednou za 1 – 10 mil. roků.

Zcela unikátní postavení v naší Galaxii má hvězdokupa **Arches** (Oblouky), která je vzdálena jen 25 pc. od centrální černé veledíry naší Galaxie. Podle A. Stolteové aj. chybí v této hvězdokupě hvězdy malých i středních hmotností pod 4 M_0. Zřejmě jde o vzácný případ překotné tvorby hvězd o vysokých hmotnostech, jejichž stáří nepřesahuje 2 mil. roků. Hvězdokupa sama se rozptýlí během pouhých 10 mil. roků.

5.2. Naše Galaxie

5.2.1. Jádro Galaxie

T. Lazio a T. LaRosa využili obří radiové antény VLA na frekvenci 330 MHz k mapování struktury **magnetických polí** v centru Galaxie. Jako v každé spirální galaxii se i zde nacházejí dvě základní složky pole - pravidelná a chaotická. Jejich magnetické indukce jsou srovnatelné a dosahují 0,3 nT. Kromě toho však nalezli podélná magnetická pole s indukcemi až tisíckrát vyššími ve vláknech kolmých k hlavní rovině Galaxie. Vlákna mají tloušťku kolem 1 pc a délku až 40 pc a jejich radiové záření je silně polarizováno (30 – 70%), což svědčí o synchrotronovém záření relativistických elektronů. S. Hyman aj. objevili v centru Galaxie touž aparaturou na zmíněné frekvenci silné **záblesky rádiového záření**, které trvají obvykle asi 10 min, načež následuje tichá přestávka v trvání 77 min. Plošný rozměr zdroje činí asi 10", ale jeho fyzikální podstata není známa.

G. Bower aj. zkombinovali údaje o zdroji Sgr A*, získané anténou VLA a družicemi Chandra a Newton. V březnu 2004 objevili v těsné blízkosti zdroje radiové zjasnění na 80 mJy, které se podařilo rozlišit na dvě složky, které se vůči sobě příčně vzdalovaly rychlostí řádu desítek tisíc km/s. Uprostřed rozpínání radiových výtrysků se nacházel rentgenový zdroj o zářivém výkonu 2.10^{29} W. Tento úkaz se odehrál ve vzdálenosti 0,1 pc od polohy černé veledíry. Podle M. Muna aj. byla zdrojem zjasnění **rentgenová dvojhvězda** o nízké hmotnosti (LMXB), jež se energie výbuchu zbavuje pomocí výtrysků o zářivém výkonu až 10^{30} W. Z. Shen aj. využili interferometru VLBI na vlnové délce 86 GHz k mapování okolí zdroje **Sgr A***, přičemž dosáhli lineárního rozlišení 1 AU, tj. 13,5 Schwarzschildových poloměrů pro černou veledíru v centru. To je *velmi silný důkaz, že tam černá veledíra opravdu existuje*.

M. Muno aj. nalezli pomocí družice Chandra v poloměru 2 pc kolem černé veledíry v jádře Galaxie na 20 tisíc (!) **hvězdných černých děr** s hmotnostmi 5 – 20 M_0. Tyto díry se projevují výbuchy v rentgenovém pásmu spektra, takže jejich celkový počet bude ještě stoupat - dříve či později padají tyto černé díry na centrální veledíru a tím pomalu zvyšují její celkovou hmotnost. E. Churazov aj. objevili v centru Galaxie díky družici INTEGRAL **anihilační čáru** o energii 510 keV, která svědčí o neproměnném tempu anihilace pozitronů, jíž předchází tvorba pozitronia (vázaného stavu elektronu a pozitronu) o elektronové teplotě 7 – 40 kK. B. Teergarden aj. zjistili z údajů téže družice, že *mimo jádro Galaxie se tato čára vůbec nevyskytuje.*

A. Ghezová aj. získali díky laserové adaptivní optice u Keckova teleskopu dosud nejlepší údaje o **infračervené proměnnosti** zdroje Sgr A* na krátké časové stupnici řádu minut. Jeho jasnost v pásmu L (3,8 μm) kolísala o 2 mag během pouhých 8 min. G. Bélanger aj. zaznamenali díky družici Newton dvě **rentgenová vzplanutí** zdroje koncem března a srpna 2004. První vzplanutí trvalo přes hodinu a druhé dokonce téměř 3 h. Rentgenový zářivý výkon v pásmu 2 – 10 keV přitom stoupl až 40krát proti klidovému stavu na hodnotu bezmála 10^{28} W.

A. Ghezová aj. využili Keckova teleskopu k identifikaci 17 hvězd 14 – 17 mag v infračerveném pásmu K v úhlové vzdálenosti do 0,4" od polohy radiového zdroje Sgr A*, který je považován za centrum Galaxie. Poloha zdroje je nyní známa s úhlovou nejistotou jen 0,01", tj. s lineární chybou jen 80 AU. Sedm z objevených hvězd jeví eliptický oběžný pohyb kolem hmotného centra Galaxie a proměnná rychlost jejích pohybů se určuje s přesností ~60 km/s. Pravou lahůdkou je **hvězda S16,** která nedávno proletěla pericentrem své dráhy ve vzdálenosti 45 AU od černé veledíry, což je jen 600 Schwarzschildových poloměrů, rekordní rychlostí 12 000 km/s. Z Keplerova zákona pak vyplývá hmotnost černé veledíry (3,6 ±0,3) MM_0. F. Eisenhauer aj. studovali tytéž hvězdy pomocí VLT ESO s úhlovým rozlišením 0,075" a zjistili, že patří ke spektrálním třídám B0 – B9 V. Orientace jejich drah v prostoru je náhodná. Hvězda S2 obíhá černou veledíru v periodě 15 roků při výstřednosti elipsy 0,9. Nejvyšší výstřednost 0,94 naměřili pro hvězdu S14.

M. Davies a A. King se domnívají, že zmíněné hvězdy patří mezi červené obry, kteří díky častým průletům v blízkosti černé veledíry přišly slapovými silami o své vnější obaly, takže simulují hvězdy s daleko vyšší efektivní teplotou. Jejich životnost činí pouze 1 mil. roků, takže zřejmě jsou plynule nahrazovány přísunem čerstvých posil ze vzdálenějšího okolí černé veledíry. *Přítomnost černé veledíry velmi zásadně pozměňuje vývoj hvězd v její blízkosti.* M. Gürkan a F. Rasio tvrdí, že podobně jsou vývojově ovlivněny i blízké hvězdokupy, které díky dynamickému tření rychle směřují do centra Galaxie a v centrálním parseku se z nich uvolní do obecného pole mnoho mladých hvězd s hmotnostmi přes 30 M_0 a ve věku do 20 mil. roků. Ještě mladší hvězdy o stáří do 7 mil. let se nalézají v kouli o poloměru jen 0,4 pc.

5.2.2. Disk a halo Galaxie

W. Brown aj. nalezli v přehlídce SDSS hvězdu **J0907+02** (Hya), která se vůči místnímu těžišti pohybuje vlastním pohybem rychlostí 730 km/s, což znamená, že její *prostorová rychlost je největší mezi všemi prchajícími hvězdami v naší Galaxii.* A. Gualandrisová aj. se domnívají, že hvězda získala tak vysokou rychlost při setkání s další hvězdou v blízkostí černé veledíry v jádře Galaxie – takové hvězdy mohou být katapultovány z Galaxie rychlostmi až 1 000 km/s.

M. Groenewegen a J. Blommaert studovali téměř 2700 mirid z přehlídky OGLE II s cílem určit **vzdálenost galaktického centra** od nás. Obdrželi tak hodnotu (8,8 ±0,4) kpc. V. Avedisovová odvodila základní **dynamické konstanty** pro Galaxii na základě kombinace měření vzdáleností 270 oblastí tvorby hvězd a radiálních rychlostí pro molekulová mračna v Galaxii. Dostala také vzdálenost Slunce od centra Galaxie (8,0 ±0,4) kpc a jeho kruhovou rychlost při oběhu kolem centra 200 km/s. Křivka oběžných rychlostí hvězd ve vzdálenostech mezi příčkou Galaxie a její periférii je plochá, tj. *rychlost oběhu hvězd kolem centra soustavy určuje rozptýlená skrytá látka.*

Podle E. Churchwella aj. je **příčka** skloněná šikmo k hlavní rovině Galaxie pod úhlem 45° a její celková délka dosahuje 8 kpc. V Galaxii se podařilo díky infračervenému teleskopu SST rozlišit celkem 8 **spirálních ramen,** navzájem propojených příčnými spojkami. K obdobnému závěru dospěl J. Vallée, jenž shrnul všechna měření od r. 1980 a tak zjistil, že nejblíže k jádru Galaxie na vnější

hranici příčky ve vzdálenosti 3 kpc začínají spirální ramena Nor-Cap a Sct-Cru. Následuje rameno Car-Sgr, na jehož vnějším okraji se nachází Slunce. Dalšími v pořadí od centra jsou pak ramena Per a Cyg. V 10 kpc od centra se objevuje úsek dalšího ramene.

E. del Peloso aj. odvodili **stáří tenkého disku** Galaxie na základě radioaktivního datování z rozpadové řady Th/Eu pro 27 podobrů a hvězd hlavní posloupnosti spektrálních tříd F5-G8. Nuklid ^{232}Th je téměř ideálním radioaktivním chronometrem, neboť jeho poločas rozpadu 14 Gr. Dostali tak stáří disku (8,8 ±1,7) Gr, zatímco stáří galaktického hala dosahuje (13,5 ±0,7) Gr. *K tenkému disku patří 95% hvězd v blízkém okolí Slunce.* Jeho tloušťka dosahuje v okolí Slunce jen 0,6 kpc.

5.3. Místní soustava galaxií

Dlouholetou nevyřešenou záhadou galaktické astronomie jsou tzv. **vysokorychlostní mračna** (angl. *High velocity clouds* = HVC), která lze sice dobře zmapovat pomocí známé čáry neutrálního vodíku (211 mm; 1,4 GHz), ale nelze přitom určit jejich vzdálenost od nás. Nyní T. Westmeier aj. ukázali na základě pozorování 11 kompaktních HVC radioteleskopem v Effelsbergu, že jejich typické vzdálenosti dosahují řádu 100 kpc, takže pocházejí z Místní soustavy galaxií. Mají velmi různorodý vzhled a podle autorů za jejich existenci může smykový tlak, vznikající pohybem zhustků vodíku v obecném intergalaktickém poli.

R. Hilditch aj. využili pozorování 50 zákrytových dvojhvězd v **Malém Magellanově mračnu** (MMM) z přehlídek OGLE III a 2dF k určení jejich základních parametrů, tj. hmotností, poloměrů, zářivých výkonů a metalicity. Odtud pak mohli zcela nezávisle na jiných metodách odvodit střední vzdálenost MMM (60,6 ±4) kpc. S. Javiel aj. zjistili, že v MMM poblíž příčky z **Velkého Magellanova mračna** (VMM) vznikaly hvězdy zejména ve dvou samostatných epizodách, tj. před 10 mld. roků a před méně než 1 mld. let. V ostatních částech MMM byly však epizody rozprostřeny do období přes 6 – 10 mld. let a 2 – 3 mld. let, popř. probíhal vznik hvězd plynule. Podle A. Subramaniama a T. Prabhua vykazuje VMM dvě oddělená jádra a dvě příčky, obklopené disky, které rotují protiběžně. To znamená, že *tato nepravidelná soustava vznikla splynutím alespoň dvou menších galaxií.* C. Matropietro aj. uskutečnili modelové hydrodynamické výpočty interakce VMM s naší Galaxií za poslední 4 mld. let. Ukázali, že slapové síly naší Galaxie protáhly VMM do známého podlouhlého tvaru, vytvořily v něm příčku a kolem difúzní halo.

B. Willman aj. objevili díky přehlídce SDSS v poloze **1049+51** (UMa) objekt, který je buď obří kulovou hvězdokupou naší Galaxie, anebo trpasličí galaxií. Je od nás vzdálen 45 kpc, má střední poloměr 23 pc a absolutní hvězdnou velikost –3 mag. Titíž autoři vzápětí našli v témže souhvězdí další trpasličí galaxii ve vzdálenosti 100 kpc s poloměrem 250 pc a absolutní hvězdnou velikostí –6,8 mag. M. Cioni a H. Habing oznámili objev trpasličí galaxie o rozměru 14 kpc v souhvězdí Draka (gal. šířka 35°) ve vzdálenosti 80 kpc od Slunce a s velmi nízkou metalicitou, stokrát menší než je metalicita Galaxie. Musí jít tudíž o velmi starou soustavu, kde se už dávno hvězdy netvoří.

T. Sawa a M. Fujimoto modelovali **vývoj Místní soustavy galaxií** za předpokladu, že před 10 mld. let se mimoosově srazily dvě velké galaxie, které stlačily plyn v jejich halech a tak vznikla místní soustava trpasličích galaxií, včetně Magellanových mračen. VMM krouží kolem naší Galaxie po eliptické dráze s apocentrem ve vzdálenosti 200 kpc a jeho hmotnost dosahuje 20 GM_o, kdežto naše Galaxie obsahuje v poloměru 15 kpc desetkrát více hmoty.

Podle R. Ibaty aj., P. Guhathakurty aj. a F. Pecciho aj. má **galaxie M31** shodnou hmotnost jako naše Galaxie, ale odlišuje se třikrát větším počtem kulových hvězdokup, větším diskem i galaktickou výdutí, takže nejspíš pohltila více trpasličích galaxií než naše Galaxie, i když je také možné, že se tím pouze dále rozostřila hranice mezi obřími kulovými hvězdokupami a trpasličími galaxiemi. Zmínění autoři navíc našli hvězdy galaxie M31 ještě ve vzdálenostech 150 kpc od centra. Také *černá veledíra v centru M31 je podstatně hmotnější než v naší Galaxii* – podle měření STIS HST dosahuje totiž 140 MM_o! I. Ribas aj. proměřili fotometricky a spektroskopicky dvoučarovou zákrytovou dvojhvězdu v galaxii M31. Tím určili všechny fyzikální a geometrické parametry této soustavy, sestávající z hmotných hvězd sp. tříd O a B a odtud pak odvodili i **vzdálenost** M31 (772 ±44) kpc. Proměření většího počtu zákrytových dvojhvězd v M31, což je nyní poprvé technicky možné, povede ke *zpřesnění této fundamentální kosmologické veličiny s chybou jen 5%.*

A. Brunthaler aj. určili nezávislou metodou, tj. měřením úhlových vlastních pohybů a radiálních rychlostí vodních maserů v protilehlých spirálních ramenech, vzdálenost a lineární vlastní pohyb **galaxie M33** v Trojúhelníku. Použili k tomu poprvé radiointerferometrie na velmi dlouhé základně VLBA, jež dovoluje měřit úhlové vlastní pohyby vodních maserů s přesností na 5 obl. mikrovteřin. Odtud vyplynulo, že galaxie M33 se vůči naší Galaxii pohybuje rychlostí (190 ±60) km/s, a že její vzdálenost od nás činí (730 ±170) kpc. Podle A. Loeba aj. objasnila tato měření různé aspekty vývoje Místní soustavy galaxií za posledních 10 mld. let. Především je zřejmé, že disk galaxie M33 nebyl slapově ovlivněn ani naší Galaxií ani galaxií M31. Je škoda, že v M33 nebyly dosud nalezeny žádné vodní masery, takže zatím lze pouze odhadovat, že *temná hala M31 a naší Galaxie se navzájem prostoupí už za 5 – 10 mld. roků,* neboť jádra obou soustav se sbližují tempem 120 km/s. To bude mít drastické následky pro pohyby hvězd v obou galaxiích, jak ostatně vidíme na příkladech interagujících galaxií typu Tykadla apod.

5.4. Cizí galaxie

Y. Maya aj. objevili na infračervených snímcích nepravidelné galaxie s překotnou tvorbou hvězd **M82** (UMa) spirální ramena, která jsou modřejší než galaktický disk. Ramena jsou navíjena na jádro galaxie, která je spojena 20 kpc dlouhým mostem s nedalekou galaxií M81. Vzdálenost těchto soustav činí 3,6 Mpc. Překotná tvorba hvězd probíhá v centrálních 500 pc galaxie M82 a většina její hmoty se soustřeďuje v centrálních 2 kpc. Tvar galaxie klasifikované jako Irr2 odráží nedávné těsné setkání obou zmíněných galaxií.

M. Corbin aj. objevili pomocí kamery ACS HST vznikající trpasličí galaxii **HE 0822+35** (Cnc), sestávající se dvou obřích hvězdokup, vzdálených od nás necelých 13 Mpc. První složka o průměru 100 pc vykazuje uprostřed překotnou tvorbu hvězd, kolem nichž se nachází prstenec starších červenějších hvězd. Druhá hvězdokupa má průměr 50 pc a jejich hmotnost činí dohromady něco přes 10 MM_o. Zatímco nově vzniklé hvězdy nejsou starší než několik milionů roků, druhá složka obsahuje výhradně hvězdy staré několik miliard let. Svítivost první složky dosahuje 5 mil. L_o, zatímco starší hvězdokupa dává jen 0,9 ML_o. Právě srážka obou hvězdokup evidentně vyvolala v první hvězdokupě onu překotnou hvězdnou tvorbu, takže jde o vůbec *první případ, kdy vidíme vznikání trpasličí galaxie v přímém přenosu.*

J. Gracia aj. studovali strukturu známého výtrysku z galaxie s aktivním jádrem **M87** (Vir), jenž byl objeven H. Curtisem fotograficky již v r. 1918. V pásmu milimetrových vln dosáhlo lineární rozlišení v galaxii, vzdálené od nás asi 18 Mpc, neuvěřitelné hodnoty 0,01 pc. Při hmotnosti černé veledíry v centru M87 asi 3 GM_0 to odpovídá 30 Schwarzschildovým poloměrům. Zcela blízko černé veledíře je vrcholový úhel výtrysku plných 60°, ale ve vzdálenosti 4 pc od veledíry úhel klesá na 10° díky kolimaci silným magnetickým polem. Proto je výtrysk pozorovatelný až do vzdálenosti 2 kpc od černé veledíry.

A. Riessovi aj. se podařilo díky kameře ACS HST objevit cefeidy v galaxii **NGC 3370** a určit tak její vzdálenost 29 Mpc. Je to zatím *největší vzdálenost, v níž se zdařilo pozorovat cefeidy.* Jelikož v r. 1994 vzplanula v této galaxii supernova Ia, je to tudíž první případ, kdy se obě metody určování vzdáleností galaxií mohou přímo porovnat a kalibrovat, což má značný význam pro kosmologii.

P. Nulsen aj. popsali mocný výbuch v radiové galaxii **Her A,** která leží v centru kupy galaxií se $z = 0{,}15$. Galaxie s aktivním jádrem dosáhla během výbuchu zářivého výkonu až 10^{39} W a celková energie uvolněná výbuchem, který trvá již 60 Mr, činí 3.10^{54} J. Tomu odpovídá hmotnost černé veledíry v jádře této galaxie alespoň 200 MM_0. B. McNamara aj. pozorovali během 11 h expozice družicí Chandra kupu galaxií **MS 0735+74** (Cam), vzdálenou od nás 800 Mpc. Na rentgenovém snímku jsou patrné dvě tmavé dutiny, k nímž směřují radiové výtrysky z černé veledíry v jádře obří galaxie v centru kupy. Pozorování lze dle autorů nejlépe objasnit tím, že *černá veledíra získala v poslední stovce milionů let na 300 MM_0 hmoty překotnou akrecí*, což vedlo ke zmíněným protilehlým výtryskům z bezprostředního okolí černé veledíry. Výtrysky pak vymetají horký intergalaktický plyn, čímž vznikají zmíněné dutiny. Množství vymeteného plynu je přitom srovnatelné s hmotností všech hvězd naší Galaxie. Jde o *největší doloženou dlouhodobou explozi ve vesmíru.*

E. Vanzella aj. pořídili v rámci projektu GOODS-S **optická spektra 300 rentgenových objektů** z přehlídky CDF-S pomocí spektrografu FORS2/VLT a pro více než 230 objektů získali údaje o červených posuvech. Medián rozložení z je 1,0; většina objektů se vejde do intervalu z 0,5 – 2,0; jen tři galaxie mají z větší než 4,8 – rekord je 5,8. Rozdělení červených posuvů vykazuje koncentrace kolem hodnot z 0,67; 0,73; 1,10 a 1,61.

D. Stern aj. ohlásili objev **galaxie 1621+26** (Her) se $z = 6{,}54$, která tím dává první *zprávu o konci epochy reionizace raného vesmíru.* Y. Taniguchi aj. odhalili na přehlídkových snímcích v blízké infračervené oblasti kolem 920 nm, získaných obřím teleskopem Subaru celkem 58 kandidátů s červenými posuvy z v rozmezí 6,5 – 6,6, což jen podtrhuje význam takto vzdálených galaxií pro pochopení povahy tvorby hvězd v nejdávnější minulosti vesmíru. Odtud je podle R. Whitea aj. zřejmé, že klíčovým faktorem pro vznikání hvězd a galaxií je začátek **epochy reionizace** intergalaktického vodíku, což mohlo nastat již při $z = 20$. Bohužel, jak ukázali M. Lehnert aj., dřívější objev R. Pelló aj. galaxie se $z = 10$, čočkované mezilehlou kupou galaxií A1835, se nepotvrdil; šlo nejspíš o artefakt při počítačovém zpracování snímků.

D. Elmegreenová aj. se věnovali **morfologii** 884 galaxií o úhlových rozměrech nad 0,3" na snímcích Hubblova ultrahlubokého pole (HUDF) ve 4 spektrálních pásmech od 435 do 850 nm. Nejčetnější jsou spirální galaxie (269), dále následují řetízky chuchvalců (178), dvojité chuchvalce (126), eliptické galaxie (100) a „pulci" (97). Při nejslabších a tudíž v průměru nejvzdálenějších galaxií jsou nejvíce zastoupeni pulci, řetízky a dvojice chuchvalců. Jen 10% spirálních galaxií obsahuje příčky. Nejrychleji se vyvíjejí eliptické galaxie, které se velmi podobají těm současným. Spirály byly na rozdíl od dnešních silně protáhlé a měly až dvakrát tlustší disky. Nepravidelné či chaotické galaxie naproti tomu postupně mizí a dnes se už téměř nevyskytují.

B. Mobasher aj. našli v HUDF pravděpodobného kandidáta na **rekordně vzdálenou galaxii** ($z = 6{,}5$) s překotnou tvorbou hvězd a nízkou metalicitou. Kombinace snímků z VLT a SST poukázala na stáří soustavy pouhých 900 mil. let po velkém třesku a její úctyhodnou hvězdnou hmotnost 6.10^{11} M_0. N. Pirzkal aj. hledali na snímcích HUDF obyčejné **hvězdy naší Galaxie.** Celkem tam našli 29 hvězd jasnějších než 29,5 mag a téměř pro všechny se jim podařilo získat spektra pro jejich spektrální zařazení. Nejčetnější jsou červení trpaslíci třídy M (18), dále následují bílí trpaslíci (4), hnědí trpaslíci (2) a kvasary (2). S. Malhotra aj. využili spektrografu *(grism)* ve spojení s kamerou ACS HST k identifikaci 29 červených objektů na snímcích HUDF. Zjistili, že 23 z nich jsou galaxie se z v rozmezí 5,4 – 6,7 a jen 4 představují bližší galaxie se z 1 – 2 a 2 objekty jsou červené trpasličí hvězdy. Odtud vyplývá čtyřnásobný objemový přebytek galaxií pro $z = 5{,}9$.

Možnosti **přehlídek** vlastností blízkých i vzdálených galaxií výrazně rostou, jak ukazuje práce O. LeFevrea aj. o prvních výsledcích projektu **VIMOS VLT** (ESO). Spektrograf VIMOS dokáže najednou získat štěrbinová spektra 600 objektů s přesností radiálních rychlostí ~280 km/s. V první části přehlídky získal údaje z pole o ploše 0,6 čtv. stupně a pořídil spektra 9677 galaxií a 836 hvězd. Z toho 1065 galaxií má $z > 1{,}4$, takže v přehlídce jsou zachyceny objekty z 90% věku vesmíru, mezi nimi 90 galaxií s aktivními jádry. Autoři též potvrdili závěr o vysokém zastoupení galaxií s velkými červenými posuvy, které odpovídají epochám 9 – 12 mld. let před současností. Tyto galaxie se vyznačují překotnou tvorbou hvězd tempem 10 – 100 M_0/r a obsahují až *třikrát více hvězd než se dosud předpokládalo.*

M. Volonteriová a M. Rees studovali možnosti **růstu černých veleděr** v raném vesmíru pro $z = 6$ (stáří vesmíru 1 mld. roků po velkém třesku) a zjistili, že tempo jejich růstu akrecí z disku kolem černé veledíry může být úctyhodně vysoké a již v té době mohou dosáhnout hmotností až 6 GM_0, což se ostatně i pozoruje. D. Alexander aj. zjistili, že v jádrech kvasarů se nalézá asi třetina všech černých veleděr. Jelikož však v kvasarech již neprobíhá překotná tvorba hvězd, musely příslušné veledíry dorůst ještě před vznikem kvasarů, tj. nejpozději před 8 mld. let. Tak se to vskutku pozoruje u vzdálených rentgenových galaxií, v nichž *rostou černé veledíry souběžně s překotnou tvorbou hvězd.* Nejlépe se to projeví při sledování mikrovlnného záření z takové galaxie a skutečně: při červeném posuvu z v rozmezí 1,5 – 3 mají tyto galaxie nejvyšší hodnoty **překotné tvorby hvězd** a současně rekordní zářivé výkony řádu 10 TL_0. Jak ukázali E. Bell aj. rozborem údajů infračerveného teleskopu SST pro 1500 galaxií s červenými posuvy kolem 0,7, asi 40% z nich prodělalo předtím epizodu překotné tvorby hvězd, která však mezitím klesla na pouhou setinu původního tempa. Autoři to vysvětlují tím, že se během evoluce vesmíru vyčerpává zásoba chladného plynu vhodného pro tvorbu nových pokolení hvězd, a klesají též vzájemné interakce s okolními satelitními galaxiemi.

Podrobný popis celého procesu **evoluce černých děr** ve vesmíru propočítal A. Tutukov. V raném vesmíru se hmotné hvězdy I. generace (populace III) hroutí na konci svého vývoje na hvězdné černé díry o hmotnostech nad 25 MM_0. Jsou-li černé díry ve dvojhvězdách, ztrácejí hodně energie gravitačním vyzařováním, takže se nutně slijí. V jádrech obřích kulových hvězdokup pak *hvězdné*

černé díry splývají na intermediální černé díry s hmotnostmi řádu kM_0. Hmotné černé díry pak dříve či později dospějí do centra galaxie, kde se opět slévají na černé veledíry, které dokáží *okolní hvězdy při jejich průletu v blízkosti veledíry urychlit až na 10^5 km/s.* To je příčina existence hvězd prchajících z dané galaxie do intergalaktického prostoru a to se může přihodit i osamělým hvězdným černým dírám, neutronovým hvězdám a bílým trpaslíkům; nikoliv však dvojhvězdám. Tutukov společně s A. Fedorovou propočítali i případ, kdy se hvězda dostane do spárů **dvojice černých veleděr**, což je běžné v případě předchozích srážek galaxií. Slévání takové dvojice má na kolemjdoucí trpasličí a degenerované hvězdy opravdu zásadní vliv: *hvězdy mohou být vymrštěny z centra takové soustavy rychlostmi blízkými rychlosti světla!* Nejhmotnější černé veledíry řádu GM_0 tak dokáží urychlit i hvězdy hlavní posloupnosti. Najít pozorovací důkazy pro tyto výpočty však bude nesnadné.

V naší Galaxii *vzniká 10% velmi hmotných hvězd přímo v jádře Galaxie,* takže se pravděpodobně dostanou do blízkého kontaktu s černou veledírou, což určí jejich další osud. Nejbližším příkladem skutečně obří černé veledíry je jádro **galaxie M87** v kupě v souhvězdí Panny. Tam na černou veledíru přitéká až 1 000 M_0 horkého plynu ročně, a tak není divu, že při vhodné geometrii považujeme takové případy za kvasar. Podle N. Häringa a H. Rixe, kteří zkoumali černé veledíry ve 30 galaxiích, *činí hmotnost veledíry v centru galaxie vždy zhruba 0,14% hmotnosti výdutě* celé galaxie, což svědčí o vývojové souvislosti obou jevů.

Jak uvedli S. Zibetti aj., objevil jasnozřivý F. Zwicky již v r. 1951, že v intergalaktickém prostoru kupy galaxií v souhvězdí Vlasů Bereniky se vyskytují hvězdy a totéž se pak zjistilo v r. 1970 pro další kupy galaxií včetně kupy v Panně. Nyní jsou k dispozici výsledky přehlídky SDSS, které ukazují, že při těsném průchodu či srážce galaxií se do **intergalaktického prostoru** dostává poměrně hodně hvězd, které uniknou díky srážce gravitačních potenciálů obou aktérů srážky. J. Neill aj. dokázali, že v intergalaktickém prostoru se vyskytují i novy, tj. dvojhvězdy s bílým trpaslíkem jako vybuchující složkou. Tyto *trempířské novy* se kvůli extrémní absolutní jasnosti –10 mag dají nalézt poměrně snadno. Konečně D. Maoz aj. zjistili, že v intergalaktickém prostoru vybuchují i supernovy třídy Ia, což je ostatně obvyklé závěrečné stádium vývoje klasických nov.

5.5. Kvasary a aktivní jádra galaxií

D. Schwartz a S. Virani zkoumali pomocí družice Chandra vzdálený (3,9 Gpc) kvasar **SDSSpJ 1306** a zjistili, že jeho rentgenové spektrum i optický a rentgenový zářivý výkon (10^{13} L_0) je shodný s parametry u mladších kvasarů. Podobně dopadl výzkum stejně vzdáleného kvasaru **SDSSpJ 1030** družicí Newton. Odtud plyne, že černé veledíry vznikaly velmi brzo (850 mil. let) po velkém třesku patrně slévaním hvězdných černých děr – pozůstatků po krátkožijících velmi hmotných hvězdách III. populace. To odpovídá tvrzení T. di Matteové, že v raném vesmíru již existovaly černé veledíry s hmotnostmi řádu 1 GM_0, přičemž mezi hmotnostmi veleděr a výdutěmi vznikajících galaxií existuje lineární úměrnost – viz předešlý odstavec. Jelikož v raném vesmíru byly zárodky galaxií navzájem blízko, docházelo běžně k jejich vzájemným srážkám, což zvyšovalo překotně tvorbu nových hvězd i přítok materiálu na veledíry. Paradoxně *kvasary tento proces zpomalují,* protože svým velkým zářivým výkonem rozptylují mezihvězdný plyn a snižují tak pravděpodobnost vzniku hvězd.

Naštěstí podle P. Hopkinse aj. jsou **kvasary aktivní** (se zářivým výkonem nad 100 GL_0) nanejvýš 10 mil. roků, takže v kosmických měřítkách času není toto opoždění ve vzniku nových pokolení hvězd příliš významné. Podle výpočtu autorů trvá **výstavba černé veledíry** asi 100 mil. let, ale po větší část té doby nic nevidíme, protože veledíra je obklopena hustými závoji prachu. Teprve když veledíra dosáhne zralosti, zvedne se silný vítr, který prach odfoukne, takže na krátkou kosmickou chvíli vidíme kvasar s rozpětím svítivostí 1 GL_0 – 100 TL_0, tj. s bolometrickou hvězdnou velikostí –17 – –30 mag.

S. Frey aj. sledovali pomocí radiového interferometru sítě VLBI strukturu nejvzdálenějšího (z = 5,8) radiově hlučného kvasaru **SDSS J0836+00** (Hya). Průměr radiového zdroje není větší než 40 pc a tok v pásmu 5 GHz činí 0,3 mJy. Odtud plyne horní mez hmotnosti příslušné černé veledíry 4,8 GM_0. R. Maiolino aj. zkoumali nejvzdálenější (z = 6,4; stáří vesmíru 870 mil. r.) radiový kvasar **J1148+52** (UMa) pomocí mikrovlnného radioteleskopu IRAM. V jeho spektru objevili čáru [C II], což znamená, že v tomto kvasaru probíhá *překotná tvorba hvězd tempem 3 kM_0/r!* Kvasar leží v centru obří nadsvítivé infračervené galaxie se zářivým výkonem přes 10 TL_0; samotný výkon ve zmíněné zakázané čáře ionizovaného uhlíku dosahuje 4 GL_o! Přehlídka SDSS zatím odhalila celkem 12 kvasarů se $z > 5,7$ a potvrzuje, že již *ke konci první miliardy let po velkém třesku byla látka vesmíru silně obohacena o tzv. kovy* (prvky s protonovým čísly >5). D. Schneider aj. uveřejnili třetí část **katalogu kvasarů** z přehlídky SDSS, která obsahuje na ploše 4200 čtv. stupňů celkem 46 tis. objektů s absolutní magnitudou I nižší než –22; z toho je 44 tis. objektů nově objevených, což jen podtrhuje obrovský význam zmíněné přehlídky. Kvasary v katalogu mají červené posuvy z v rozmezí 0,08 – 5,41 s mediánem z = 1,5, přičemž 520 z nich má $z > 4$ a 17 kvasarů má $z > 5$.

S. Paltani a M. Türler využili archivních pozorování nejjasnějšího kvasaru **3C-273** (Vir; z = 0,16) pomocí ultrafialové družice IUE k určení hmotnosti centrální černé veledíry a obdrželi tak rekordní hodnotu 7,6 GM_0. R. Zavala a G. Taylor objevili pomocí interferometru VLBA v pásmu 12 – 22 GHz silnou Faradayovu rotaci ve výtrysku z tohoto kvasaru, jehož *magnetické pole má zřejmě šroubovicovou strukturu.* Tím se ještě komplikuje odpověď na otázku, jak se zmíněný výtrysk vůbec může vytvořit a dlouhodobě udržet v témže směru. A. Lobanov a J. Roland zjistili, že v jádře jasného (V = 16 mag) superluminálního kvasaru **3C-345** (Her; z = 0,6) se nachází pár černých veleděr o identických hmotnostech 7 MM_0, které jsou od sebe vzdáleny 0,3 pc a obíhají kolem sebe v periodě 480 r. Akreční disk kolem první z nich se kolébá díky precesi v periodě 2,6 tis. let. Kolmo k disku směřují úzké relativistické výtrysky urychlených pozitronů a elektronů, obklopené širšími a pomalejšími výtrysky urychlených protonů a elektronů. Podobný pár černých veleděr objevili J. Wu aj. u blazaru **PKS 1510-089** (Lib; z = 0,36), kde dokonce dochází ke krátkým asi půlhodinovým zákrytům objektů a k precesnímu komíhání radiového výtrysku.

Výrazné variace jasnosti **galaxií s aktivními jádry** (AGN) v optickém či rentgenovém pásmu znamenají, že *ve skutečnosti je objektů AGN ve vesmíru více, než pozorujeme,* protože ty vzdálenější zaznamenáme jen během krátkých epizod vysoké aktivity. To platí také pro pozorování AGN v pásmu záření gama, jak dokazují četná pozorování objektů jako jsou blazary Mkn 421 a 501 pomocí aparatur HESS a MAGIC, vykonaná v průběhu r. 2005. F. Aharonian aj. objevili pomocí aparatury HESS v Namibii proměnné záření gama od blazaru **PKS 2155-304** (PsA; z = 0,12), což je zatím druhý nejvzdálenější zdroj záření gama (> 160 GeV) ve vesmíru. Přitom v pásmu nad 300 GeV dosahuje intenzity 10 – 60% záření nesrovnatelně bližší Krabí mlhoviny. P. Magain aj. objevili jasný

(Mv = –26 mag) kvasar **HE0450-29** (Coe; z = 0,3) na okraji 2,5 kpc širokého plynného mračna bez hvězd. Autoři usuzují, že před stovkami milionů let došlo ke srážce infračervené galaxie s kvasarem, které vyvolala překotnou tvorbu hvězd v galaxii s vrcholem před 130 mil. lety. Hmotnost černé veledíry v kvasaru odhadli na 800 MM_0.

Jak upozornili F. Nicastro aj., lze využít vzdálených svítivých kvasarů jako **světlometů,** které ozařují mezilehlou kosmickou scénu a dávají tak představu o podílu jednotlivých složek zářivé látky vesmíru, byť tato látka představuje jen necelé 4% hmoty vesmíru. Dosavadní inventura je docela deprimující: *hvězdy a galaxie představují jen 0,5% hmoty vesmíru, kdežto intergalaktický plyn 1%. Zbylá 2% jsou dosud zcela neznáma!* Porovnáme-li počet publikací, věnovaných hvězdám a galaxiím, s počtem prací o intergalaktickém plynu, je zde nepoměr ve prospěch první složky přinejmenším o tři řády, takže *astronomové se od starověku až dodnes věnují převážně té nejnicotnější složce hmoty vesmíru* a jediný pokrok spočívá v tom, že na počátku XXI. stol. o tomto svém zásadním handicapu při zkoumání vesmíru konečně vědí.

5.6. Gravitační mikročočky a čočky

D. Kubas aj. uveřejnili výsledek komplexního studia binární mikročočky **OGLE-2002-BLG-069,** pozorované ve výduti Galaxie v poloze 1748-21 a objevené 1. června 2002. Díky včasnému avízu v projektu PLANET byl průběh zjasnění a následného poklesu jasnosti sledován od 18. června po dobu více než tří měsíců nepřetržitě 6 většími dalekohledy v různých zeměpisných délkách, což umožnilo získat mimořádně kvalitní světelnou křivku úkazu v rozmezí jasností od 16 do 12 mag. Tak se podařilo určit, že hvězda, zobrazená binární mikročočkou, se nachází ve výduti Galaxie ve vzdálenosti cca 9 kpc a její spektrum lze klasifikovat jako G5 III. Binární mikročočka se skládá z trpasličích hvězd třídy M ve vzdálenosti 3 kpc, které kolem sebe obíhají ve vzdálenosti 5 AU. Autoři též uvedli, že *z dosud objevených 2 tis. gravitačních mikročoček je asi 5% binárních.* Celý úkaz je přímo učebnicovým příkladem efektivní mezinárodní spolupráce v oboru, který dává i do budoucna velké možnosti při sledování vzdálených dvojhvězd či dvojic hvězda-exoplaneta. Takový husarský kousek se zdařil N. Rattenburymu aj., když pozorovali binární mikročočku **MOA 2002-BLG-33,** jejíž těžiště přecházelo přesně před vzdálenou hvězdou sp. třídy F/G těsně nad hlavní posloupností. Pro tuto hvězdu 17 mag, vzdálenou 5 kpc, se tak z průběhu světelné křivky zjasnění podařilo určit i její zploštění 0,98 při neuvěřitelném úhlovém rozlišení 4.10^{-5} obl. vteřiny!

M. Jaroszynski aj. využili databáze projektu OGLE III k odhadu **hmotností binárních mikročoček,** pozorovaných v průběhu r. 2003, kdy aspoň jednou složkou mikročočky byl hnědý trpaslík. Úkaz **BLG 170** způsobila binární mikročočka, vzdálená 6 kpc, jejíž složky měly hmotnosti 0,065 a 0,08 M_0. Nejzajímavější úkaz **267** vyvolala dvojice hnědých trpaslíků s hmotnostmi 0,055 a 0,068 M_0 ve vzdálenosti 5,5 kpc a konečně úkaz **291,** jenž byl pozorován až do dubna 2004 po dobu 255 dnů (!), způsobila dvojice objektů s hmotnostmi 0,056 a 0,09 M_0, vzdálená od nás jen 0,3 kpc.

M. Smith aj. shrnuli dosavadní výsledky výzkumů všech projektů sledování **gravitačních mikročoček** (MACHO, OGLE, MOA, EROS, POINT-AGAPE) v Místní soustavě galaxií. Nejvíce úkazů se pozoruje ve směru k centru Galaxie; z toho asi ve 30 případech se zdařilo určit i paralaxu úkazů. V galaktické výduti bylo pozorováno 38% vzdálených objektů, z toho 1/6 příslušných mikročoček patří do disku Galaxie ve vzdálenostech do 5 kpc. Ve třetině případů je zdroj i mikročočka v disku Galaxie. Průměrné trvání zjasnění činí měsíc, ale paralaktické případy trvají obvykle kolem 130 dnů a jejich čočky jsou v průměru vzdáleny 3,7 kpc, kdežto průměr vzdáleností pro všechny úkazy je 6,7 kpc.

Přehlídka SDSS je velmi úspěšná v odhalování dalších **gravitačních čoček.** Dosud jich nalezla 114, což je mnohem více než se čekalo. Jejím pozoruhodným výsledkem je objev kvasaru **J1004+41** (LMi; z = 1,7), zobrazeného mezilehlou kupou galaxií (z = 0,7) s úhlovou roztečí složek až 14,6", což je *nový rekord pro gravitační čočky,* dvojnásobek předešlého. N. Inada aj. objevili pomocí ACS a NICMOS HST u tohoto kvasaru i slabý 5. obraz, vzdálený jen 0,2" od centra nejjasnější galaxie. NICMOS díky zesílení obrazu dokonce vidí i mateřskou galaxii kvasaru. Hlavní čtyři čočkované obrazy kvasaru jsou velmi jasné, tj. v rozmezí optických magnitud 18,5 – 20,1 a to dává dobrou možnost studovat v tomto směru *rozložení skryté látky vesmíru.* Jak ukázali K. Sharon aj., je zmíněná mezilehlá kupa galaxií opravdu mocnou gravitační čočkou, protože ve stejném směru za kvasarem objevili ještě další vícekrát zobrazené galaxie s červenými posuvy z 2,7 a 3,3!

Tato pozorování ovšem naznačují jistý problém při sledování vzdálených svítivých kosmických objektů jako jsou právě kvasary, supernovy třídy Ia a zábleskové zdroje záření gama, protože gravitační čočky - jak známo - rovněž zvyšují jasnost zdrojů, ležících na zorném paprsku za těmito čočkami. Obecně tak *pravděpodobnost nezapočítaného zesílení jasnosti objektu roste se vzdáleností objektu od nás.* Dle D. Holze a E. Lindera to začíná vadit u supernov se z > 1,5, takže to znehodnocuje jejich využití jako standardních „kosmologických svíček", a totéž se týká také ještě svítivějších zábleskových zdrojů záření gama. R. Scranton aj. tento efekt ostatně objevili statisticky v souboru údajů pro 200 tis. kvasarů a 13 mil. galaxií z výseku přehlídky SDSS na ploše 3 800 čtv. stupňů. **Zesílení jasnosti vzdálenějších objektů vinou kolektivního působení mezilehlých gravitačních čoček** je měřitelné vysoko nad hranicí statistických odchylek.

T. York aj. využili pozorování zpoždění radiových světelných křivek složek gravitační čočky **B0218+357** (Tri; úhlová rozteč složek 0,3") v rámci programu CLASS k nezávislému určení hodnoty Hubblovy konstanty H_0 = (61 ±7) km/s/Mpc. Podobně P. Jakobson aj. měřili zpoždění optického signálu u složek gravitační čočky **FBQ 0951+26** (Leo; zpoždění 16 d) k určení H_0 = (60 ±8) km/s/Mpc. E. Egami aj, našli velmi vzdálenou galaxii (z = 6,7), zobrazenou gravitační čočkou v podobě mezilehlé kupy galaxií A2218 (z = 0,2), kterou pozorovali v blízké infračervené oblasti spektra až do 4,5 μm. Galaxie stihla navzdory svému ranému vzniku prodělat epizodu překotné tvorby hvězd, starých jen stovky mil. roků, jejichž úhrnná hmotnost činí sice jen 1 GM_0, ale obsahuje již zralou hvězdnou populaci s dostatečně vysokou metalicitou.

G. Smith aj. shrnuli výsledky přehlídky gravitačního čočkování svítivých **rentgenových kup galaxií** s průměrným červeným posuvem z = 0,2 pomocí HST. V této vzdálenosti představuje 1" na snímcích lineárně 4,2 kpc. Zjistili, že tyto velmi hmotné kupy s dynamickými hmotnostmi řádu PM_0 obsahují, jak se dalo čekat, velké množství skryté látky, dále horký vnitrokupový plyn o teplotě cca 8 MK a k tomu na tisíce standardních galaxií. Střední zářivý výkon zkoumaných kup v pásmu tvrdého rentgenového záření dosahuje téměř 10^{39} W. HST díky svému skvělému úhlovému rozlišení odhalil u poloviny kup *svítící oblouky,* typické pro gravitační

čočkování. Zhruba 70% zkoumaných kup dosud splývá s ostatními, což vede ke zvýšení teploty intragalaktického plynu i rentgenového zářivého výkonu. Z globálního pohledu představují tyto kupy uzlíky, čili průsečíky „vláken" v kosmické „pavučině" velkorozměrové struktury vesmíru, kterou jednak pozorujeme v trojrozměrných přehlídkách oblohy a jednak ji dokážeme spočítat v simulacích vývoje struktury vesmíru. Výhoda gravitačních čoček, jimiž jsou zobrazovány, spočívá především v tom, že *čočky reagují přesně na rozložení součtu zářivé i skryté látky vesmíru,* takže poskytují objektivní obraz o rozložení hmoty vesmíru v prostoru.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné úvahy o stavbě i vývoji vesmíru

N. Panagia aj. nalezli na snímku **Hubblova ultrahlubokého pole** (HUDF) v souhvězdí Chemické pece velmi hmotnou (600 GM_0) galaxii s červeným posuvem $z > 6,5$. To znamená, že tak svítivé galaxie dokázaly reionizovat okolní vesmíru již pro posuvy $z = 15$ (250 Mr po velkém třesku) a ukončit tak epochu šerověku (angl. *dark ages*) vesmíru. Navíc to dobře souhlasí s měřením polarizace reliktního záření družicí WMAP, která udává konec šerověku na $z = 17$. Od té chvíle se tudíž zvyšovala průzračnost vesmíru a tato epocha skončila pro $z = 6$ (900 Mr po velkém třesku), kdy vesmír téměř dokonale „prokoukl".

Přehlídka SDSS umožnila podle R. Jimeneze aj. poprvé pochopit, co v raném vesmíru rozhoduje o epoše, množství a hmotnostech vznikajících hvězd. K tomu, aby v zárodečném plynném oblaku **tvorba hvězd** vůbec započala, musí jeho hmotnost převyšovat 10 GM_0 plynu. Účinnost přeměny plynu na hvězdy přitom výrazně stoupá s rostoucí hmotností zárodečného oblaku, takže *asi 4/5 hvězd vzniká v nejhmotnějších (>200 GM_0) plynných oblacích* při červených posuvech $z > 1$ (před 7,5 Gr). V té době byla účinnost tvorby hvězd asi dvojnásobná v porovnání s dnešní. Pokud je současná hmotnost galaxie nižší než 100 GM_0, začala v ní tvorba hvězd teprve při $z = 0,2$ (před 2,5 Gr). A. Kashlinsky aj. odvodili z polarizace reliktního záření a fluktuací infračerveného pozadí měřených družicí WMAP, že *první (velmi hmotné) hvězdy ve vesmíru začaly vznikat již 200 mil. let po velkém třesku.*

F. Nicastro aj. zjistili z pozorování družice Chandra během vzplanutí **galaxie Mkn 421** s aktivním jádrem, že *baryonová složka vesmírné hmoty představuje 4,6% úhrnné hmoty vesmíru.* Mohli tak totiž díky tomuto „světlometu" určit množství intergalaktického plynu pro červené posuvy z 0,01 a 0,03 (tj. ve vzdálenostech 45 a 115 Mpc od nás). Jak se ukazuje, horký (1 MK) intergalaktický plyn představuje asi 35% baryonové látky vesmíru a 40% tvoří chladný neutrální vodík. Pouze 10% baryonové látky se kondenzovalo v galaxiích, takže na všechny hvězdy vesmíru připadá méně než 10% baryonové látky vesmíru. Povaha zbylých 15% baryonové látky není známa.

Díky přehlídkám 2dF a SDSS se v široké mezinárodní spolupráci podařilo objevit **akustické oscilace** o typické „vlnové délce" 150 Mpc v mapě rozložení galaxií, které jsou otiskem interakcí mezi zářením a látkou v čase asi 300 tis. let po velkém třesku, což velmi výrazně podpořilo správnost současného standardního kosmologického modelu vesmír a zdůraznilo *klíčovou úlohu gravitace při vzniku galaxií.* Příslušné simulace vzniku, vývoje a shlukování galaxií a kvasarů uskutečnili v programu **Millenium** V. Springel aj. Modelovali vývoj v krychli o hraně 0,7 Gpc pro červené posuvy z od 127 do nuly, když jejich superpočítač během 28 d činnosti vykonal půl trilionu operací. Obdrželi tak hierarchický **růst nehomogenit vesmíru zezdola** v modelu s chladnou skrytou látkou a kosmologickou inflací ve výborné shodě s pozorováním. Přehlídka SDSS podle S. Tanga a S. Zhanga rovněž ukázala, že téměř 2 700 kvasarů s velkým červeným posuvem nijak nekoreluje s více než 77 tis. galaxiemi s aktivními jádry (AGN), takže alternativní vysvětlení těchto posuvů jako důsledek vymrštění kvasarů z těchto galaxií, které po řadu desetiletí prosazuje H. Arp a jeho škola, nemá žádnou oporu v pozorování.

Jak připomněli D. Xu aj., kosmologie prodělala na přelomu století opravdovou **revoluci** díky soustavnému sledování velmi vzdálených supernov třídy Ia, přesným měřením fluktuací a polarizace reliktního záření družicí WMAP, zmíněným přehlídkám SDSS, 2dF, 2MASS a programu GOODS (HST, SST, Chandra, VLA). Také úžasný výkon družice Swift při rychlé poziční identifikaci vzdálených zábleskových zdrojů záření gama (GRB) může velmi napomoci studiu struktury vesmíru i identifikaci zdrojů překotné tvorby hvězd ve velmi raném vesmíru. *Epocha blouznivých kosmologických spekulací zkrátka skončila.*

6.2. Problém skryté hmoty

M. Kilic aj. porovnali polohy **slabých modrých objektů,** objevených v letech 1999 a 2000 R. Ibatou aj. a R. Mendezem a D. Minnitim na snímcích HDF-N, s polohami na nových snímcích, pořízených po 7 lety v rámci programu GOODS. Původní autoři se domnívali, že jde o bílé trpaslíky v halu Galaxie, jejichž četnost by v tom případě byla tak vysoká, že by mohla vysvětlit existenci větší části skryté látky v halu Galaxie. Nyní se však ukázalo, že jen dva z těchto modrých objektů vykazují v intervalu 7 let mezi snímky vlastní pohyb řádu 0,01"/r, což odpovídá bílým trpaslíkům v disku Galaxie vzdálených přibližně 500 pc od Slunce. Všechny ostatní modré objekty nejeví žádný vlastní pohyb, takže jde o objekty extragalaktické, velmi pravděpodobně o galaxie s aktivními jádry (AGN). Povaha skryté látky (angl. *dark matter*) tak zůstává i nadále skrytá.

W. de Boer aj. přinesli zajímavý důkaz o rozložení skryté látky v **halu Galaxie** na základě přehlídky záření gama v pásmu 0,1 – 10 GeV, vykonané aparaturou EGRET družice Compton. Ve všech směrech je tam totiž vidět přebytek záření > 1 GeV na úrovni 10násobku střední chyby, což považují za důkaz anihilace částic skryté látky, protože rozložení tohoto přebytku ve tvaru toroidálních prstenců ve vzdálenostech 4 a 14 kpc od centra Galaxie souhlasí se zvláštnostmi v rotační křivce Galaxie v týchž vzdálenostech. *Rotační křivka přitom přímo odhaluje rozložení skryté látky v halu Galaxie,* takže ve vnitřním prstenu je 9 GM_0 skryté látky a vnější prsten má dokonce polovinu celkové hmoty Galaxie. Podle těchto měření činí **celková hmota** (tj. jak zářící tak skrytá látka) Galaxie 3 TM_0, přičemž zářící látka představuje jen 55 GM_0. Autoři se na základě podrobných fyzikálních argumentů domnívají, že **skrytá látka** Galaxie je *supersymetrickým protějškem fotonů reliktního záření,* což by mělo být tzv. *neutralino.* Naproti tomu R. Mainini aj. tvrdí na základě rozboru měření reliktního záření družicí WMAP, že skrytou látku tvoří výhradně tzv. *axiony* (hypotetické elektricky neutrální částice s extrémně nízkou hmotností velmi slabě interagující s běžnou hmotou).

TOMÁŠ PŘIBYL /

Střípky z meziplanetárních cest

Nikdy v historii kosmonautiky nebylo roztroušeno ve sluneční soustavě a jejím nejbližším okolí tolik funkčních meziplanetárních sond jako nyní. A mnoho dalších zajímavých automatů má před startem. V následujícím materiálu se věnujeme aktuálním zprávám, ne úplně všem aktivním nebo připravovaným misím.

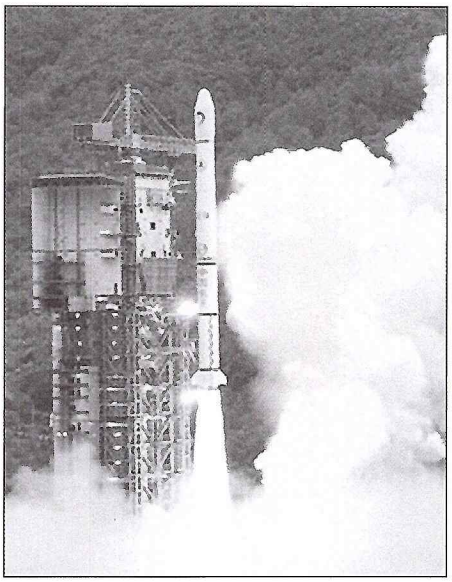
Čína krouží kolem Měsíce

Start první čínské lunární sondy Chang'e-1 byl dlouhou dobu avizovaný na duben 2007. Velmi krátce před tímto datem (přesněji: počátkem března) bylo oznámeno, že poletí (až) na podzim letošního roku. Další oznámení následovalo počátkem července a týkalo se upřesnění data startu. Ten se nakonec uskutečnil ve středu 24. října 2007. Historicky poprvé byl přitom čínský start živě přenášený na internetu a historicky poprvé prodávala ČLR vstupenky na start pro turisty. Cena jedné se pohybovala kolem sta dolarů…

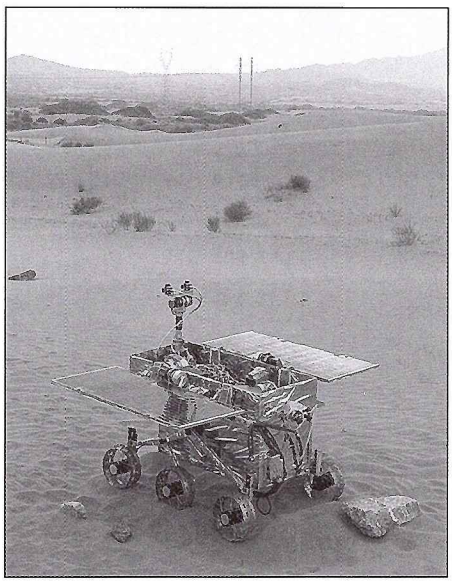
Automatická sonda Chang'e-1 ponese bohatý soubor čítající 24 přístrojů (např. CCD kameru či detektor vysokoenergetických slunečních částic). Ty budou mít hmotnost 130 kg (celková hmotnost sondy 2350 kg). Po startu pomocí rakety CZ-3A z kosmodromu Xichang obletěla sonda třikrát Zemi, přičemž při každém průletu perigeem zapálí svůj motor tak, aby se protáhla hodnota apogea. Po třech obletech Země sonda následným perigeovým zážehem přejde na translunární dráhu. Čína se pro tato postupná navádění rozhodla především z důvodu nulových zkušeností s meziplanetárními lety – takto má možnost po každém zážehu motoru stanovit, nakolik byl přesný a nakolik se sonda odchýlila od plánované trajektorie. Tomu je pak možné přizpůsobit další zážeh.

Podobným způsobem dojde k navedení na lunární oběžnou dráhu: sonda bude potřebovat celkem trojici manévrů (první provedený 5. listopadu, čímž se usadila na lunární dráze) před tím, než bude navedena na finální dráhu. Vzhledem k tomu, že se při přeletu a souvisejícím manévrování spotřebovalo méně pohonných látek, než se čekalo, měla by sonda fungovat zhruba dva roky (původní plán počítal s roční životností).

ČLR už s vynaložením maximálního úsilí pracuje na sondě Chang'e-2. Ta by měla kolem roku 2012 vysadit na lunární povrch automatické vozidlo. Jeho koncepce je v současnosti finalizována a Čína jej představuje na různých akcích a konferencích. Vozidlo bude mít hmotnost kolem 200 kg. Technické podrobnosti nebyly oznámeny. Probleskla sice zpráva, že vozidlo bude poháněno jaderným generátorem, ale všechny zveřejněné fotografie i kresby ukazují robota se slunečními bateriemi. Spíše tak půjde o špatný překlad (jak je v případě čínské kosmonautiky obvyklé) a vozidlo bude jadernými tabletami pouze vyhříváno v průběhu dvoutýdenní lunární noci (podobnou techniku používají třeba roboti Spirit a Opportunity na Marsu nebo Cassini u Saturnu).



Start rakety CZ-3A, která 24. října 2007 vynesla první lunární sondu Chang'e-1.



Čína už chystá k Měsíci druhou sondu, která by na jeho povrch měla dopravit toto vozidlo.

Phoenix letí hledat vodu

Po jednodenním odkladu způsobeném nepříznivým počasí (nemožnost bezpečně natankovat druhý stupeň nosné rakety) se na cestu k Marsu vydala americká sonda Phoenix. Stalo se tak 4. srpna 2007.

Sonda Phoenix je první, která se vydá do polární oblasti planety Mars. Všechny dosavadní automaty přistávaly výrazně blíže rovníkovým oblastem – částečně kvůli kvalitě komunikace se Zemí, částečně kvůli příznivějším podmínkám osvětlení slunečních baterií (výjimkou byly jen sondy Viking ze sedmdesátých let, které využívaly jaderné generátory, nicméně i tyto byly poslané do relativně nižších zeměpisných šířek). Komunikační a energetické kompromisy vedly k tomu, že nejzajímavější oblasti planety zůstávají neprozkoumané.

Phoenix míří do oblasti Vastitas Borealis (nachází se na souřadnicích 68 stupňů severní šířky a 233 stupňů východní délky). Kdyby se toto místo nacházelo na Zemi, bylo by ekvivalentní zhruba severní části Aljašky. Pro zajímavost: navigační systém sondy má být tak precizní, že umožní dosednutí do vytyčeného kruhu o průměru deset kilometrů. Takovéto přesnosti se dosud v historii kosmonautiky nepodařilo s výjimkou lunárních výprav Apollo dosáhnout.

Hlavním úkolem sondy je pátrat po stopách vody. Na základě dálkového průzkumu pomocí předcházejících automatických stanic se totiž předpokládá, že by se v polárních oblastech Marsu měla těsně pod povrchem vyskytovat voda ve formě pevného skupenství (tedy ledu). Už dříve našli roboti Spirit a Opportunity stopy po dávném působení tekoucí vody (usazeniny, erodované horniny apod.) stejně jako družice Mars Global Surveyor objevila na povrchu planety útvary, které vznikly v nedávné době pravděpodobně po výtrysku vodních gejzírů. Nicméně zatím jsme neměli tu čest zkoumat vodu na Marsu z bezprostřední blízkosti.

Tekutou vodu se přitom zkoumat těžko povede – pokud se dostane na povrch (např. ve formě výše zmíněných gejzírů), tak se vinou nízkého tlaku prakticky okamžitě odpaří. Phoenix se pokusí najít vodu v oblasti věčně zmrzlé půdy. Sonda se nicméně nezaměřuje přímo na pátrání po životě, ale na studium podmínek pro něj (v minulosti i v současnosti) v místě přistání. Dalším cílem výzkumů je zjistit, jaký vliv mají polární oblasti Marsu na celkové podnebí planety.

Při startu měl Phoenix hmotnost 664 kg, z toho ovšem 410 kg připadalo na zařízení pro komunikaci při meziplanetárním přeletu, manévrovací blok pro korekce dráhy či tepelný štít, který zajistí, aby sonda při průletu atmosférou Marsu neshořela. Ze zbývajících 254 kg je přesně jedna pětina přístrojového vybavení.

Pokud vše půjde podle plánu, přistání proběhne 25. května 2008. Tentokrát nikoliv do nafukovacích vaků jako v případě tří posledních úspěšných přistání na Marsu (Pathfinder, Spirit a Opportunity), ale s pomocí brzdících motorů na hydrazin. Poslední pokus o podobné přistání se v prosinci 1999 skončil havárií sondy Polar Lander. NASA ale věří, že tentokrát se historie opakovat nebude a že vše dopadne, jak má.

Měsíční princezna měla problém

Přestože japonská kosmická agentura JAXA slibovala start sondy Kaguya na srpen, nakonec k němu došlo až 14. září 2007. Důvodem se stalo zjištění, že na družici WINDS byly umístěny špatně polarizované elektrické kondenzátory. To vedlo ke kontrole stejných součástek na dvou subsatelitech sondy Kaguya – a i zde byly špatně polarizované kondenzátory nalezeny.

Start zajistila raketa H-2A ve verzi 2022 (první stupeň je doplněný dvěma velkými motory SRB a dvěma menšími SSB, všechny na tuhé pohonné látky). S její pomocí dosáhla Kaguya dráhy kolem Země s hodnotou perigea 281 a apogea

232 805 km. Série motorických a gravitačních manévrů ji následně navedla (3. října) na lunární dráhu s hodnotou pericentra 101 a apocentra 11740 km. Dráha byla postupně upravována a zároveň došlo k vysazení subdružic RSTAR (Okina) a VRAD (Ouna). Mateřská sonda nakonec zakotvila na kruhové dráze ve výšce 100 kilometrů nad lunárním povrchem, přičemž by zde měla pracovat nejméně jeden rok.

Hlavním úkolem japonské lunární výpravy je provést globální mapování Měsíce. Tedy získat informace o chemickém a mineralogickém složení jeho povrchu, dále o geologii, topografii, gravitačním poli i plazmovém prostředí. Tyto údaje nejenže rozšíří naše znalosti o Měsíci (cílem mise je „získání dat o původu a vývoji Měsíce"), ale také připraví půdu pro budoucí mise a pro případné využívání místních zdrojů.

Jen pro úplnost dodáváme, že jméno Kaguya je převzato z příběhu, který se datuje do desátého století našeho letopočtu a vypráví o princezně, která se zrodila z bambusového stébla a která měla vlasy „zářící jako zlato". Jak už asi správně tušíte, šlo o princeznu měsíční.

Dawn: ve znamení odkladů

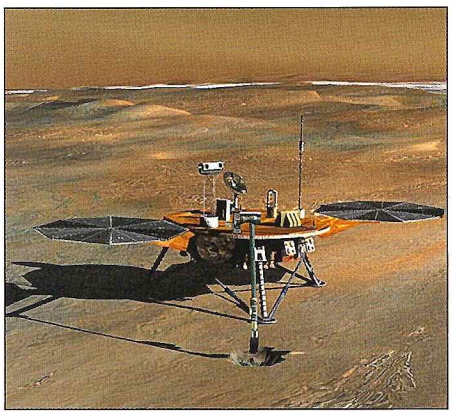
Také další meziplanetární sonda měla být v době psaní tohoto článku již na cestě ke svému cíli. Jde o americký automat Dawn, jehož start byl přesunutý z okna otevírajícího se od 7. do 19. července až na další okno začínající 7. září 2007 a končící 17. října. (Start se nakonec uskutečnil 27. září.) Důvodem odkladu byl souběh několika drobných technických potíží – za normálních okolností by se start nejspíše neodkládal, ale NASA chtěla, aby pozemní personál měl klid na přípravu rakety pro sondu Phoenix, protože její startovací okno bylo jen třítýdenní a „otevírá se" jen jednou za 26 měsíců.

Sonda Dawn byla schválena k realizaci v prosinci 2001 coby součást programu Discovery. V průběhu vývoje přitom byly práce na sondě dvakrát zastaveny s tím, že se předpokládalo ukončení programu. Naposledy se NASA v březnu 2006 odmítla na projektu dále finančně podílet (což se fakticky rovnalo jeho likvidaci), aby o pouhých 25 dní později změnila své stanovisko.

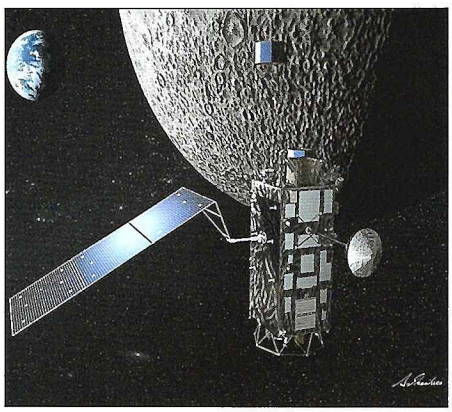
Dawn se zkrátka dostal do technických i rozpočtových problémů. To není v případě podobných plánů nic neobvyklého, ale tentokrát byla situace jiná. Krátce před tím totiž své rozpočty překročily i další meziplanetární sondy (MESSENGER k Merkuru, Deep Impact k průzkumu komety Tempel-1 a New Horizons). Zároveň se NASA potýká s celkovými problémy financování – protože výše jejího rozpočtu neodpovídá úkolům zadaným současným prezidentem George Bushem Jr. při vyhlašování nové Vize v lednu 2004. Jinými slovy: sonda se potýkala s celkem běžnými problémy, ale tyto přišly v nejméně vhodnou dobu a NASA podlehla pokušení ušetřit stamilióny dolarů nutné k dokončení sondy, k jejímu startu, řízení letu a vyhodnocování informací.

Pouhých 25 dní poté, co NASA oznámila svůj záměr program Dawn ukončit, ale toto stanovisko změnila a přislíbila financovat sondu v původní výši plus několika desítkami miliónů dolarů navíc. Velkým štěstím byla skutečnost, že tentokráte se „startovní okno" neotevíralo pouze na několik dní nebo týdnů, ale že trvá od června 2006 do listopadu 2007. V tomto údobí je prakticky kdykoliv možné sondu vypustit a bezezbytku splnit všechny cíle letu.

Čtvrtý srpen 2007, sonda Phoenix startuje. Cíl: Mars.



Pokud vše dobře dopadne, dosedne Phoenix na povrch rudé planety koncem května 2008.



Japonská lunární sonda Kaguya měla startovat už v srpnu, ale technické problémy si vyžádaly odklad do 14. září. Teď už je 100 kilometrů nad lunárním povrchem, přičemž by zde měla pracovat nejméně jeden rok.

Těmi je postupná návštěva dvou asteroidů. Po startu zamíří Dawn směrem k pásu asteroidů, přičemž v březnu 2009 provede gravitační manévr u planety Mars. A v září 2011 se dostane do blízkosti svého prvního cíle, kterým je asteroid Vesta o průměru 530 kilometrů. Sonda Dawn bude navedena na jeho oběžnou dráhu a bude jej zkoumat do dubna 2012, kdy se vydá na cestu k dalšímu cíli. Tím bude asteroid Ceres (průměr 950 km). K němu dorazí v únoru 2015, přičemž zkoumat jej má nejméně do července téhož roku.

Hayabusa zahájila návrat

Zajímavé misi japonské sondy Hayabusa a jejím problémům jsme se na stránkách Kozmosu věnovali již několikrát. Takže jen stručně: jde o sondu, která zamířila k asteroidu Itokawa, přičemž na jeho povrchu měla přistát, odebrat zde vzorky hornin a s nimi se vrátit zpět na Zemi.

Nicméně na palubě sondy postupně selhaly různé systémy: nejprve energetický systém (způsobil odklad příletu k asteroidu o tři měsíce, přičemž tento čas pak na práci chyběl) a „odešly" dva ze tří stabilizačních gyroskopů (což vedlo ke zvýšené spotřebě chemických pohonných látek, kterých se posléze nedostávalo). I přistávání na asteroidu provázely problémy: první bylo zrušeno poté, co sonda přešla do bezpečnostního módu. A dodnes není jasné, zdali došlo při druhém přistání k plánovanému odběru hornin. Sonda každopádně dále bojovala s technickými problémy: nejprve byl zaznamenaný únik paliva v jednom ze dvou orientačních systémů. A následně se vrátily problémy s energetickým systémem (důvod zpožděného příletu k asteroidu).

JAXA těmto (a několika dalším problémům – podrobný průběhu kritických dnů u Itokawy jsme přinesli v Kozmosu 1/2006) problémům navzdory neprohlásila misi za ztracenou. Nechala Hayabusu několik měsíců napospas svému osudu: sonda rotovala a jedinou šancí na její záchranu bylo počkat na samovolnou stabilizaci. Spojení se nakonec podařilo obnovit a navíc se ukázalo, že nouzově vypracovaný plán stabilizace pomocí iontových motorů funguje. V červnu 2006 bylo potvrzeno, že dva ze čtyř iontových motorů pracují, což plně postačuje pro návrat. V lednu 2007 JAXA oznámila, že je sedm z jedenácti palubních akumulátorů provozuschopných a že návratové pouzdro bylo hermeticky uzavřeno.

A konečně dne 25. dubna 2007 byl zahájený návrat na Zemi. Pokud se nestane nic mimořádného, mělo by návratové pouzdro přistát na Zemi v červnu 2010 – až pak se dozvíme, zdali se odběr hornin z asteroidu povedl…

Opportunity: zvoní umíráček?

V červenci 2007 prošli roboti Spirit a Opportunity na planetě Mars další zkouškou ohněm. Prachová bouře omezila jejich možnosti výroby elektrické energie, což se jim mohlo stát osudným. I když na druhé straně: stroje byly původně navrhované na tříměsíční práci a jsou na Marsu aktivní už přes 3,5 roku…

Pro představu: každý robot vyrábí v ideálním případě denně 700 až 800 Wh energie. Pro minimální provoz je potřeba cca 300 Wh. Jenomže prachová bouře způsobila v případě Opportunity pokles až na 128 Wh denně (18. července): chybějící energie se musí brát z palubních akumulátorů, které se ale nemají jak dobíjet.

Robot měl štěstí v neštěstí: teplota v noci neklesla pod mínus 38 stupňů Celsia, přičemž při minus čtyřiceti by se automaticky zapínal vyhří-

Sonda Dawn přežila už několik „klinických smrtí". Startu se konečně dočkala 27. září.

vací systém. Ten má zajistit, aby nebyla zničena citlivá palubní elektronika. Jenomže zapojení vyhřívacího systému by vedlo k rychlému úbytku energie... Vědci se proto rozhodli maximálně šetřit cennou energií, a tak vypnuli i komunikační systém robota. S tím, že doufali, že v příhodnějších podmínkách se jednou ozve. NASA pro jistotu vydala tiskovou zprávu, že „na činnost v podobných podmínkách nebyl robot konstruován". Panovala obava, aby najetá vzdálenost 11 425 metrů nepředstavovala pro Opportunity „konečnou" (i když původní plán předpokládal 600 metrů).

Nicméně nejhorší scénáře se nenaplnily a bouře velmi rychle utichla. Sedmého srpna 2007 se robot Opportunity po delší době pohnul, a to o zhruba dvanáct metrů. Počátkem září 2007 pak mělo dojít – pokud by se energetická situace ještě zlepšila – k pokusu o sestup do kráteru Victoria (původně byl plánovaný již na počátek července).

Mezitím další milník zaznamenal i druhý z robotů, Spirit. Ten v srpnu 2007 dosáhl hranice 1270 solů (místních dnů) na Marsu, což znamenalo, že vyrovnal a nyní překonává rekord dosud nejdéle sloužící sondy Viking-1.

Cassini se chystá na Enceladus

Obří meziplanetární sonda Cassini neúnavně pročesává měsíční systém planety Saturn a přináší nám nové a nové poznatky. K nejzajímavějším přitom patří studium měsíce Enceladus: v měsíce o průměru 500 km byly zaznamenány vodní gejzíry tryskající do vzdálenosti větší, než je tento průměr! Jde o jev zcela unikátní, který si pochopitelně zasluhuje odpovídající pozornost.

Průletová část Flyby mise Deep Impact dostala nový úkol: navštívit kometu Boethin.

Na 12. března 2008 chystala NASA průlet sondy Cassini ve vzdálenosti jednoho tisíce kilometrů od měsíce Enceladus. Nyní se ale rozhodla riskovat a poslat sondu do bezprostřední blízkosti měsíce: chystá se průlet ve vzdálenosti 23 kilometrů od povrchu! Balistici ještě počítají parametry této dráhy a matematici vyčíslují riziko, takže ještě není vyloučena změna tohoto plánu. Faktem je, že 30. června 2008 bude končit základní čtyřletá mise Cassini u Saturnu, takže si NASA může dovolit v jejím závěru trochu zariskovat.

Nové úkoly pro staré sondy

Dvě americké kosmické sondy, které už splnily svůj hlavní úkol a měly by nárok na zasloužený odpočinek, dostaly další cíle. Je to logické: je škoda „zahodit" fungující meziplanetární sondy, které je možné vyslat k dalším tělesům sluneční soustavy.

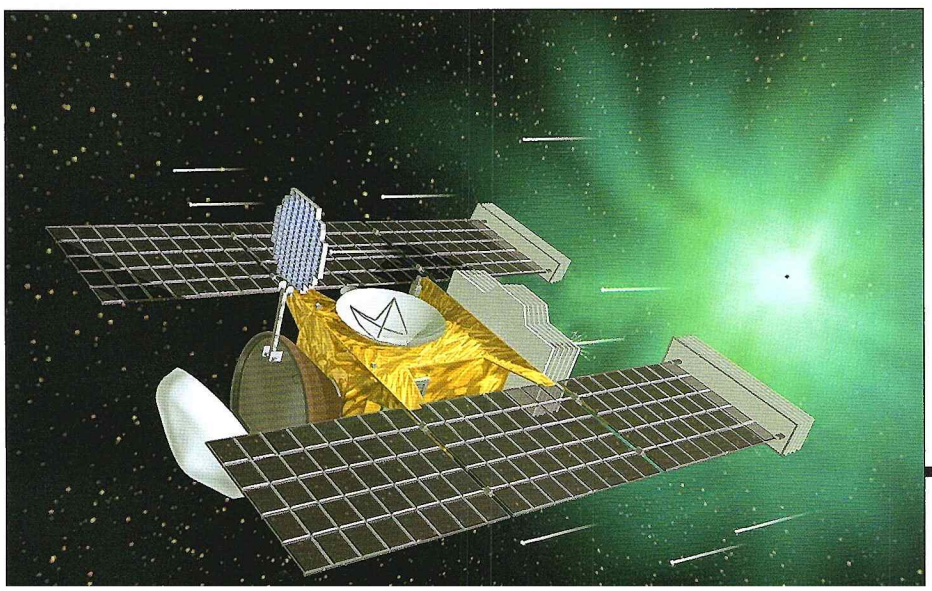
Řeč je o sondách Deep Impact a Stardust. Prvně jmenovaná startovala v lednu roku 2005 a ještě v červenci téhož roku vysadila téměř půltunový projektil Impactor proti kometě Tempel-1. Průletová sonda Flyby, která celý střet bedlivě zkoumala a dokumentovala, nyní bude použita pro dva experimenty. Jednak má 5. prosince 2008 proletět kolem dosud neprobádané komety Boethin. A jednak svoji kameru zaměří na hvězdy, u kterých by se měly vyskytovat exoplanety. Ve spojení s pozorováními ze Země bychom měli získat data o přechodech těchto těles přes kotouče mateřských hvězd – a odhalit tak třeba i prstence u velkých planet nebo planety velikosti Země.

Sonda Stardust byla vypuštěna do vesmíru v roce 1999, o pět let později proletěla kolem komety Wild-2, do speciálního lapače nasbírala stovky tisíc nepatrných částeček z jejího ohonu, aby je počátkem roku 2006 bezpečně dopravila v návratovém modulu na Zemi. Mateřská sonda nicméně dále funguje a NASA počítá s jejím průletem kolem komety Tempel-1. Je to tatáž kometa, do které se zabořil projektil z mise Deep Impact. Stardust má toto těleso zkoumat detailněji s tím, že hlavní pozornost se zaměří právě na místo dopadu: jeho další studium nám může prozradit mnohé o fyzikálních vlastnostech kometárních jader. Průlet je plánovaný na 14. února 2011.

Magnolia: lunární novinka

Britská společnost Surrey Satellite Technology Ltd. (SSTL) získala kontrakt od NASA na vypracování studie společné britsko-americké sondy s pracovním názvem Magnolia, která by byla vyslána zkoumat Měsíc. Výsledkem devět měsíců trvající předběžné fáze bude návrh společné mise. Pokud bude projekt na základě této studie uznán životaschopným a s odpovídajícím vědeckým přínosem, rozjede se již v roce 2008 druhá projektová fáze s tím, že ke startu by mohlo dojít již o dva roky později. Jen podotýkáme, že vypracování studie se automaticky nerovná realizace programu, protože už dříve SSTL (mající zkušenosti z výroby desítek malých družic) pracovala na podobných zakázkách pro ESA, které se týkaly nízkorozpočtové mise k Venuši, cestám k blízkým asteroidům, návratovým modulům sond nebo odběru vzorků z Marsu. Do realizační fáze však žádná z nich nepokročila.

Také sonda Stardust pokračuje v pouti vesmírem (byť bez návratového pouzdra – na kresbě v levé části), která ji přivede v únoru 2011 do blízkosti komety Tempel-1.



TOMÁŠ PŘIBYL
Foto: NASA, ESA a archiv autora

Pomorské slávnosti na ostrove Vardö

Na prelome júla a augusta sa každoročne konajú na malom ostrove Vardö na severe Nórska za polárnym kruhom Pomorské slávnosti (slávnosti nórsko-ruskej kultúry), spojené s festivalom hudby, spevu, tanca a dobrej nálady. Program tohoročných osláv bol okrem vystúpení rôznych speváckych, tanečných a hudobných súborov, skupín a jednotlivcov, tematických výstav, súťaží, filmových a divadelných predstavení, prednášok, besied a seminárov, obohatený tiež o spomienku na významnú osobnosť zapísanú v dejinách ostrova Vardo, rodáka zo Slovenska – **Maximiliána Hella (1720 až 1792).** Na jeho nezmazateľnú stopu zanechanú v oblasti astronomickej vedy 18. storočia sme patrične hrdí i my, nakoľko sa narodil v Štiavnických Baniach pri Banskej Štiavnici a vo svojej dobe bol vo vedeckých kruhoch všeobecne uznávaným odborníkom, ktorý šíril dobré meno v krajinách celej Európy.

Kto bol Maximilián Hell

Významný teológ, vynikajúci vedec, matematik, fyzik a astronóm 18. storočia. Narodil sa 15. mája 1720 v Štiavnických Baniach. Po nadobudnutí základných vedomostí v rodisku a získaní gymnaziálneho vzdelania v neďalekej Banskej Bystrici začal študovať teológiu, filozofiu a prírodné vedy v Jezuitskom kolégiu vo Viedni. Tu mal dokonca možnosť vypomáhať ako pomocný asistent v astronomickom observatóriu. V roku 1751 bol vysvätený za kňaza a jeho pôsobiskom sa stalo Jezuitské gymnázium v Banskej Bystrici. V roku 1752 odišiel prednášať matematiku, fyziku a astronómiu do Jezuitskej akadémie v Kluži.

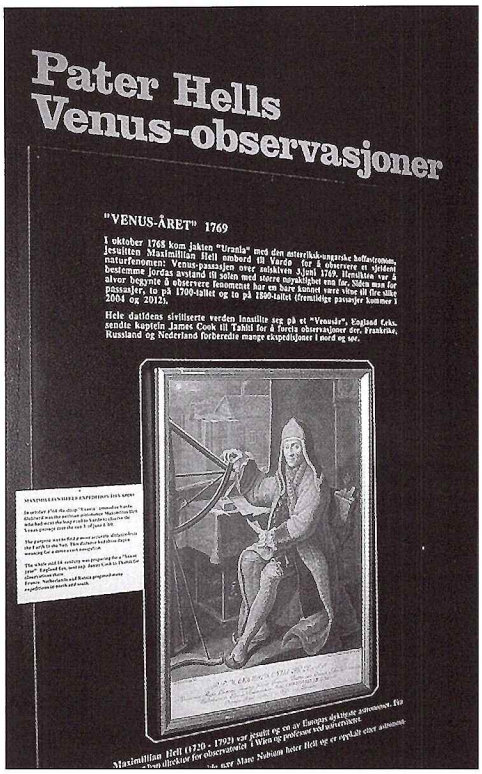
V roku 1755 bol vymenovaný za riaditeľa novej viedenskej univerzitnej hvezdárne. V tejto funkcii zotrval až do konca svojho života. Zomrel 14. apríla 1792 a je pochovaný v Rakúsku v Maria Enzersdorfe neďaleko Viedne.

Venoval sa pozorovaniam Slnka, Mesiaca, planét a hviezd. Priekopnícke sú jeho pojednania v oblasti výskumu polárnej žiary a magnetického poľa. Prednášal a publikoval svoje práce a objavy. Vydal 26 vedeckých štúdií, zostavoval ročenky – Ephemerides a kalendáre, udržiaval styky s ďalšími významnými vedcami a hvezdármi tej doby a mal aktívne kontakty so zahraničnými astronomickými pracoviskami.

Vypracoval plány na stavbu a technické vybavenie hvezdární pri univerzitách v Trnave, Kluži, Budíne a Egri, kde vybudoval aj knižnicu s mnohými prírodovednými dielami.

Významnou etapou v jeho živote bola veľmi náročná niekoľkomesačná expedícia na ostrov Vardö v severnom Nórsku, kde 3. júna 1769 pozoroval zaujímavý astronomický úkaz – prechod planéty Venuše pred slnečným diskom.

Celá akcia sa uskutočnila z podnetu a za štedrého finančného prispenia dánsko-nórskeho kráľa Christiana VII. Skupinu tvorilo 12 ľudí a Hellovým najbližším spolupracovníkom a asistentom bol jeho bývalý žiak János Sajnovics.



Maximilián Hell zaujíma v múzeu čestné miesto.

Expedícia dosiahla vynikajúce výsledky, ktoré boli neskôr vysoko cenené vo vedeckých kruhoch. Maximilián Hell potvrdil svoj predošlý objav, že Venuša nemá žiadny mesiac, na tú dobu veľmi presne vypočítal paralaxu Slnka a určil vzdialenosť Slnka od Zeme.

O nových objavoch informoval už na spiatočnej ceste z Vardo na zasadnutí Akadémie vied v Kodani. V roku 1770 túto tematiku spracoval a vydal v publikácii – *Observatio transitus Veneris ante discum Solis.*

Maximilián Hell bol členom mnohých učených spoločností v Paríži, Trondheime, Göttingene, Štokholme, Bologni, Kodani a v Londýne. Dlhé roky spolupracoval s anglickou Royal Society a v roku 1790 mu bol udelený Rad anglickej vlády za celoživotné vedecké dielo. Na znak úcty je jeho menom pomenovaný jeden z kráterov na Mesiaci.

Spomienkové oslavy

Organizátori slávností na Vardo venovali, možno aj vďaka dohodnutej návšteve slovenskej delegácie, osobe Maximiliána Hella dostatočnú pozornosť. V záujme priblížiť zmysel, význam a vedecké výsledky jeho pozorovaní na ostrove čo najširšiemu okruhu ľudí, pripravili na túto tému seminár. Akcia sa uskutočnila v priestoroch Múzea histórie ostrova Vardo a hlavný referát predniesol riaditeľ múzea Sigmund Spjelkavik.

Následne na to dvojčlenná slovenská delegácia zložená zo zástupcov Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove (Ing. Teodor Pintér, Mgr. Peter Poliak) položila veniec s trikolórou

Múzeum histórie ostrova Vardö – Vardomuseene.

Veniec s trikolórou pribudol aj pri pamätných tabuliach na budove radnice.

Členovia delegácie Ing. T. Pintér (tretí zľava) a Mgr. Peter Poliak (prvý zľava) sa na spiatočnej ceste z Vardo zastavili v Oslo, kde boli pozvaní na Slovenské veľvyslanectvo v Nórsku a stretli sa s veľvyslancom Ing. D. Rozborom (druhý zľava) a pracovníkom veľvyslanectva Mgr. R. Chatrnúchom.

v interiéri múzea k exponátom stálej expozície venovanej Maximiliánovi Hellovi a spolu s ostatnými prítomnými si takto uctili pamiatku nášho rodáka.

Taký istý veniec potom položili za účasti vrcholných predstaviteľov správy ostrova – starostu Rolfa Einara Mortensena a vedúceho úradu starostu Hansa Erika Wilhelmsena k pamätným tabuliam umiestneným na centrálnej budove ostrova, na radnici. Týmto verejným aktom a serióznym prístupom upozornila slovenská delegácia domorodých obyvateľov ostrova i zahraničných turistov na to, že sme hrdí na našich významných rodákov, že si ich vážime a vieme im i ďaleko od domova vzdať hold a patričnú úctu.

Takéto akcie, v rámci ktorých sa stretávajú ľudia zemepisne od seba veľmi vzdialení, majú veľký význam pri zbližovaní jednotlivých národov a národností, pri vzájomnom spoznávaní ich histórie a kultúry a následne i pri zakladaní možnej perspektívnej spolupráce v rámci výmeny skúseností a pomoci pri vytváraní nových duchovných a materiálnych hodnôt.

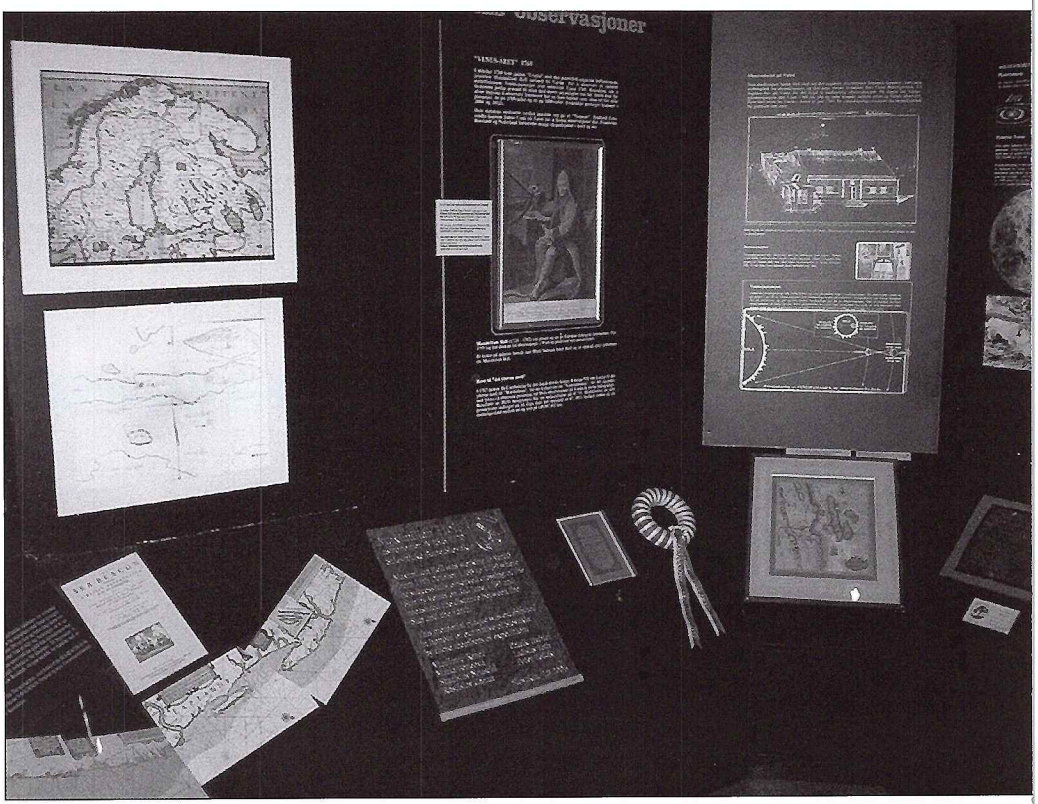
Po stopách Maximiliána Hella

Priekopnícku prácu v oblasti zviditeľňovania Maximiliána Hella ako slovenského rodáka vykonala skupina nadšencov minulý rok. Tvorili ju ľudia, ktorí neboli z astronomických kruhov, no záležalo im na dobrom mene Slovenska a Slovákov vo svete. Hlavnými organizátormi 6-člennej expedície „Po stopách M. Hella 2006" boli ľudia z komunálnej politiky – vtedajší starosta obce Lúčnica nad Žitavou Vladimír Kmeť, ktorý bol predtým na Vardo ako turista, zástupca starostu z rodiska M. Hella Štiavnických Baní Stanislav Neuschl a študentka zemepisu a jazykov Mária Beneová, ktorá zároveň robila aj tlmočníčku. Dali zhotoviť dve mramorové pamätné tabule s patričným textom v angličtine, ktoré minulý rok priniesli na Vardo a jednu umiestnili v múzeu, druhú na vonkajšom múre radnice.

Myslím, že tohoročná oficiálna návšteva ďalšej slovenskej delegácie na Vardö, ktorá tentoraz zastupovala astronomickú obec, bola len logickým pokračovaním započatej cesty a mala by mať ďalších nasledovníkov či už z radov oficiálnych astronomických a kultúrnych kruhov, alebo bežných turistov a cestovateľov.

V závere treba dodať, že svoj podiel na úspechu tejto akcie má i Slovenské veľvyslanectvo v Nórsku, ktoré nám pri organizačnom zabezpečovaní podujatia vychádzalo všemožne v ústrety. Chcel by som preto poďakovať jeho excelencii slovenskému veľvyslancovi v Nórsku Ing. Dušanovi Rozborovi a ďalším pracovníkom za nezištnú pomoc a spoluprácu pri príprave a realizácii cesty, ktorá v plnom rozsahu splnila svoje poslanie. Podporou nášho zastupiteľského úradu nadobudla dokonca širší rozmer a získala väčšiu vážnosť a dôležitosť.

Mgr. PETER POLIAK

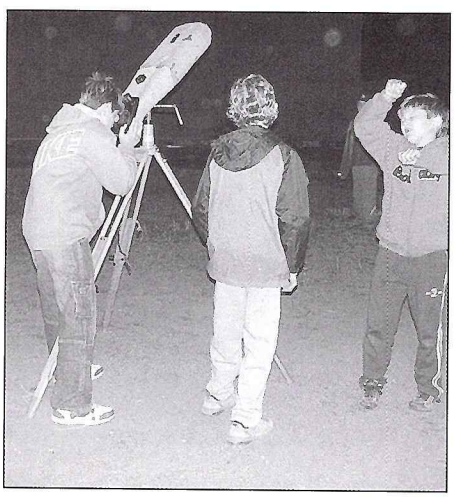


Pohľad na časť expozície venovanej Maximiliánovi Hellovi.

Letný astronomický tábor 2007

Ako po minulé roky, aj tento tábor bol pre mňa príjemne známym, nazvem ho „okukaným" a pritom úplne novým. Nové tváre, starí známi vedúci a kamaráti, kopec zábavy a nových hier, veľa astronómie a nové prostredie na pozemku školy v prírode v Lome nad Rimavicou. Dychtivo sme očakávali, kedy sa po roku uvidíme so svojimi priateľmi a kedy sa začne náš dlho očakávaný týždeň plný nových priateľstiev a utužovania tých, ktoré vznikli už dávnejšie, zábavy, poznatkov a oddychu od domáceho prázdninového stereotypu. Pravdou je, že takíto nadšení a šťastní sme nielen do tábora prichádzali, ale aj odchádzali. Ako vravím, mohlo by sa zdať, že po 5 rokoch (toľko rokov už do tábora chodievam) sa už v ten šiesty rok nedá pripraviť toľko dobrých hier a aktivít, aby z nich mali všetci radosť a aby sa všetkým, aj tým novým, a aj starým účastníkom, páčili. Na počudovanie bolo pre nás pripravených množstvo atraktívnych hier, či už vonku na dvore, alebo dnu. Prednášky o hviezdach, exoplanétach, o fotografovaní astronomických objektov a kvízy, nám pripravovali nielen vedúci, ale aj my sami. Naše zručnosti pri manipulácii s ďalekohľadmi pri nočných pozorovaniach, alebo schopnosť vedieť sa orientovať a dobre popísať aj ostatným hviezdy na oblohe, preskúšali súťaže pod nočnou oblohou. Tu sme v reáli využili skúsenosti zo skladania puzzle s motívom nočnej oblohy, ktorú sme si pár hodín predtým dávali dokopy. Pomocou ďalekohľadov sme si sami vyhľadali Veľkú galaxiu v Andromede, ako aj M13 v Herkulovi. Dosť na nás zapôsobilo aj to, že sme videli veľmi blízko pri sebe Mesiac a Jupiter, a po priblížení aj 4 najväčšie Jupiterove mesiace. Správne uhádnuté súradnice a dobré odkrokovanie nás doviedlo k tajnému odkazu od mimozemšťanov. V kozmonautskom teste každý z nás v nejakej disciplíne pohorel, v inej obstál bravúrne. Z toho usudzujem, že z nás asi nebudú noví Ivanovia Bellovia a že máme ešte kopec času na zdokonaľovanie sa v astronómii tu na Zemi. A že každý z nás sa už teraz teší, doslova očakáva, ďalší tábor. Bude, nebude?

Z. Gerbošová



Letný astronomický tábor bol finančne podporený fondom Hodina deťom.

Poďme spolu ku hviezdam

hodina deťom

Tak znie názov projektu, ktorý realizuje Hvezdáreň v Banskej Bystrici za podpory fondu Hodina deťom. Ťažiskom projektu je vzájomná spolupráca detí z astronomického krúžku a detí z detských domovov. V každom z detských domovov sa plánuje niekoľko stretnutí. Aby tieto stretnutia neboli formálne a aby ich deti nepociťovali ako „ďalšiu školu", budú ich viesť mladí členovia astronomického krúžku.

Na každom stretnutí budú prezentovať vlastnú prednášku na aktuálnu, resp. zaujímavú tému z oblasti astronómie na ktorú nadviaže beseda. V prípade, že mladí hvezdári nedokážu odpovedať na všetečné otázky svojich rovesníkov, zodpovie ich prítomný pracovník hvezdárne. Súčasťou stretnutí budú aj tradičné i netradičné astronomické hry.

Prvé stretnutie má za úlohu nadviazať kontakt medzi deťmi. Malo by motivovať k ďalšej práci a pozorovaniam. Súčasťou bude aj žartovný kvíz, v ktorom by sme mali získať informáciu o vedomostiach detí z detského domova. Táto bude neskôr slúžiť k vyhodnoteniu úspešnosti tejto časti projektu.

Druhé stretnutie bude doplnené praktickým pozorovaním. Deti sa dostanú k prenosnému ďalekohľadu a budú si môcť pozrieť zaujímavosti nočnej oblohy. „Vedúcim" každého ďalekohľadu bude znova jeden z členov astronomického krúžku, ktorý vysvetlí, čo možno práve v zornom poli vidieť, čo a prečo si treba všimnúť. Samozrejme bude mať na starosti aj obsluhu prístroja a vyhľadávanie astronomických objektov. Deti dostanú otáčavú mapku, ktorú si môžu ponechať a pomocou nej môžu poznávať oblohu. Počítame pritom, že si budú vzájomne pomáhať a dopĺňať sa.

Na treťom stretnutí by deti mohli skladať puzzle hviezdnej oblohy. Budú mať pri tom k dispozícii plagátik oblohy, ktorý si tiež ponechajú a ktorým si môžu pomôcť. Tu sa ukáže, ako pracovali s otáčavou mapkou a ako poznávali oblohu. Tí najšikovnejší si skúsia v ďalekohľade nájsť nejaký objekt na oblohe.

Na poslednom stretnutí sa deti zahrajú súťaž Astrostop. Samozrejme, že úroveň otázok bude nižšia, aby všetci mali z hry radosť. Výsledky súťaže môžeme považovať za výstupný test, ktorý nám v porovnaní so vstupným kvízom dá informáciu o získaných vedomostiach.

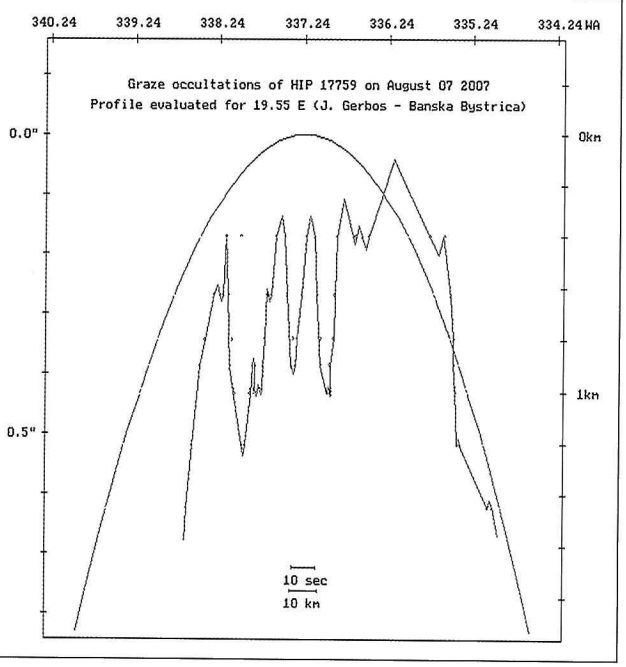
Počas niekoľkých týždňov budú mať v jednotlivých detských domovoch zapožičanú pozorovateľskú techniku Hvezdárne v Banskej Bystrici – triédre, či výukový software... Tí najlepší z každého detského domova sa zúčastnia exkurzie v planetáriu v Žiari nad Hronom. V programe je predovšetkým prehliadka planetária so zaujímavým programom a rovnako aj pozorovanie hlavným astronomickým ďalekohľadom v kupole hvezdárne. Deti sa dostanú ku skutočným odborným zariadeniam a budú môcť porovnať úroveň svojich pozorovaní s pozorovaním pomocou profesionálnej techniky.

J. Gerboš

Dotyčnicový zákryt

Po niekoľkých rokoch sa opäť vydarilo pozorovanie dotyčnicového zákrytu hviezdy Mesiacom na Slovensku. Počas meteorickej expedície v noci 6./7. 8. 2007 sa 9 pozorovateľov rozmiestnilo v oblasti okolo Rimavskej Bane a Rimavských Zalužian. Napriek tomu, že len niekoľko kilometrov od pozorovacích stanovíšť, teda v mieste expedície, bolo takmer zamračené. Na vopred pripravené stanovištia sa pozorovatelia rozviezli skôr ako obyčajne, pretože Mesiac práve prechádzal Plejádami. Takto sme mali možnosť odpozorovať nielen zákryt dotyčnicový, ale aj slušný počet totálnych zákrytov.

Výsledok pozorovania ukazuje obrázok:



International Astronomical Union Symposium 247:

Vlny a oscilácie v slnečnej atmosfére

Ostrov Isla de Margarita (Venezuela) si zvolili organizátori za miesto konania sympózia IAU č. 247. Túto perlu Karibiku, ako ho s hrdosťou nazývajú miestni obyvatelia, spolu s ďalšími dvomi ostrovmi Coche a Cubagua tvorí ostrovný federálny štát Nueava Esparta. Podujatie s plným názvom WAVES & OSCILLATIONS IN THE SOLAR ATMOSPHERE: HEATING AND MAGNETO-SEISMOLOGY (http://www.iaus247.org) sa uskutočnilo v dňoch 17. – 22. septembra 2007 v prekrásnom prostredí hotela Hesperia Isla Margarita. Do tohto hotela sa zišli jednak odborníci, ktorí na základe pozorovaní v rôznych oblastiach spektra (UV a EUV, rádiová oblasť, viditeľné svetlo, röntgenové žiarenie) skúmajú javy v dolnej atmosfére a koróne Slnka i hviezd, ako aj teoretici, ktorí vyvíjajú modely (analytické i numerické) magnetohydrodynamických (MHD) vĺn a oscilácií v rôznych štruktúrovaných prostrediach atmosféry, zahrievanie dolnej atmosféry a koróny a magneto-seizmológie. Hlavným zámerom bolo diskutovať o aktuálnych trendoch v danej oblasti výskumu v kontexte slnečnej i stelárnej fyziky a informovať o možnostiach súčasného a plánovaného prístrojového vybavenia. Vďaka pozorovacím údajom niekoľkých bývalých i súčasných misií ako napr. Yohkoh, SOHO, TRACE, RHESSI prežívame zlatú éru slnečnej fyziky. Netreba však zabúdať na existenciu pozemského prístrojového vybavenia v optickej a rádiovej oblasti (napr. La Palma, Tenerife, USA, BiSON – Birmingham Solar Oscillations Network), ktoré poskytuje vynikajúce údaje s vysokým časovým i priestorovým rozlíšením. S najväčším dôrazom boli prezentované a konfrontované s teoretickými modelmi výsledky nedávno vypustených satelitov Solar B (Hinode, jap. východ Slnka) a STEREO, boli tiež vyslovené očakávania aj od budúceho satelitu SDO.

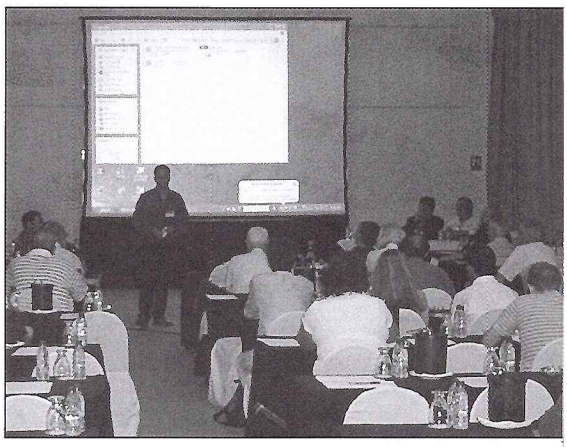
Program sympózia bol zameraný na nasledujúce témy:

- vlny a oscilácie vo vnútorných oblastiach Slnka a hviezd (dynamové vlny),
- väzby globálnych slnečných a hviezdnych pohybov s dolnou atmosférou,
- seizmológia dolnej atmosféry (maloškálové magnetické polia),
- seizmológia otvorených a uzatvorených magnetických štruktúr,
- oscilácie protuberancií,
- dynamické procesy a väzby v magnetickej atmosfére hviezd,
- globálna slnečná a hviezdna atmosférická/koronálna seizmológia,
- fundamentálne fyzikálne procesy v koróne: vlny, turbulencia, rekonexia,
- vlny a nestabilita v atmosférickej plazme,
- interakcie vĺn a častíc v magnetizovanej plazme.

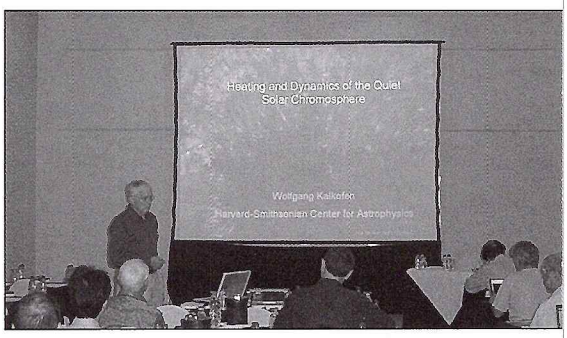
Podujatie poskytlo vynikajúcu možnosť na výmenu poznatkov o možnostiach vysvetlenia vymenovaných javov modelmi a numerickými simuláciami, a zároveň na nadviazanie nových kontaktov, čo je veľmi dôležité najmä pre mladých, začínajúcich vedcov. Renomé podujatia vyzdvihla prítomnosť takých špecialistov ako napr. M. Aschwanden (USA), J. L. Ballester (Mallorca, Španielsko), D. Banerjee (India), M. Carlsson (Nórsko), O. Engvold (Nórsko), M. Goossens (Belgicko), W. Kalkofen (USA), V. Nakariakov (UK), S. Tsuneta (Japonsko – riaditeľ projektu satelitu Solar B). A. Benz (Švajčiarsko) v záverečnom zhodnotení sympózia skonštatoval, že ciele podujatia boli naplnené aj vďaka skvelej spolupráci organizačných výborov (E. Erdélyi, UK – predseda vedeckého organizačného výboru, C. Mendoza-Briceño, Venezuela – predseda lokálneho organizačného výboru).

Malebnosť turistického raja pomohli spoznať sprievodné akcie: koncert folklórnej hudobnej skupiny v La Asunción – hlavné meste štátu Nueva Esparta, exkurzia do národného parku La Restinga – zátoka v strednej časti Margarity, kde rastú mangrovníkové stromy, a slávnostná večera v prístave mesta Porlamar (hlavného mesto ostrova). Počas pobytu na ostrove sa naskytlo niekoľko možností rozšíriť moju fotozbierku západov Slnka, ale tejto téme sa budem venovať v inom článku.

IVAN DOROTOVIČ



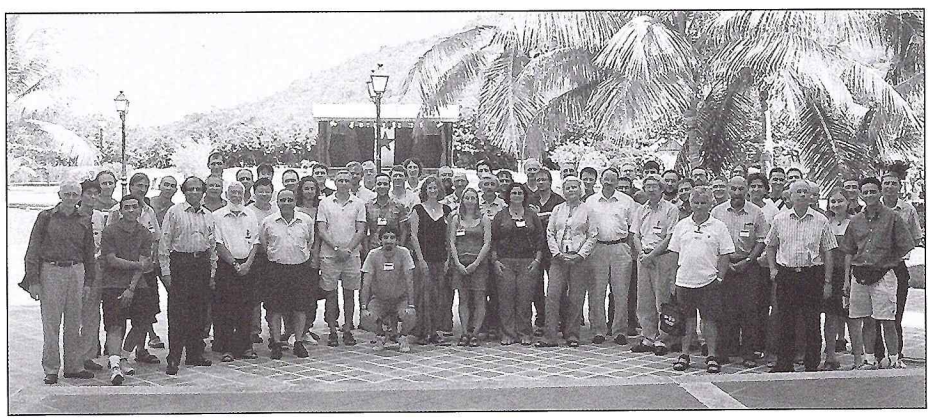
C. Mendoza-Briceño pri otvorení sympózia.



W. Kalkofen a jeho prehľad o zahrievaní a dynamike slnečnej chromosféry.

Plavba alejou (kanálom) mangrovníkov v zátoke národneho parku La Restinga.

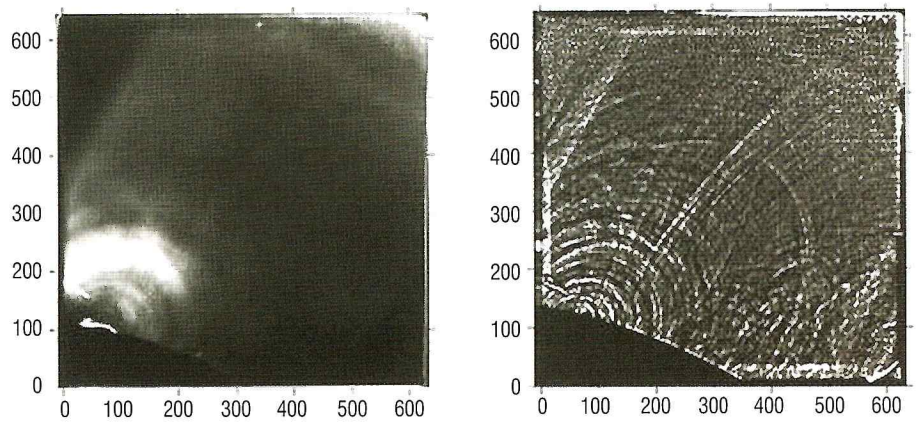
Účastníci sympózia pred odchodom na exkurziu – uprostred a v popredí je R. Erdélyi.



Účastníci sympózia.

Príprava na pozorovanie koróny pri zatmení 1. augusta 2008

V dňoch 25. – 27. septembra sa uskutočnil seminár o pozorovaniach koróny pri úplných zatmeniach Slnka. Seminár usporiadala Slovenská ústredná hvezdáreň pri sponzorskej pomoci firiem DELTAS a MEADE neďaleko Lazov pod Makytou. V programe boli referáty o postupe prác na spracovaní výsledkov pozorovania zatmenia v roku 2006 a prípravy na pozorovanie zatmenia v roku 2008. Na záver sa účastníci dohodli, že SÚH na svojej web stránke bude publikovať návrhy na pozorovania, ktoré by viedli k riešeniu základných problémov fyziky slnečnej koróny.



Obr. 1. **Snímka koróny pri zatmení 1991; pred a po počítačovom spracovaní.**

Obecné úvahy

Napriek sústredenému úsiliu a pozorovaniam takmer celého elektromagnetického spektra slnečnej koróny, od röntgenovej až po rádiovú oblasť, je tento útvar ešte vždy záhadou. V súčasnosti sa koróna pozoruje najmä z kozmických sond (SOHO, TRACE, STEREO, HINODE), ale aj pomocou pozemských koronografov, rádioteleskopov a počas úplných zatmení Slnka.

V tomto článku sa pokúsim odhadnúť, ako by sa **zatmeňové** pozorovania mali uskutočniť tak, aby boli produktívnejšie pre rozvoj koronálnej teórie. Význam týchto pozorovaní zdôrazňuje fakt, že sú jedinou možnosťou na štúdium vnútornej koróny vo vizuálnej oblasti spektra a umožňujú študovať **spojenie medzi javmi vo fotosfére, chromosfére a koróne**. Kozmické koronografy môžu s rozlíšením okolo 10" začať pozorovať korónu až od vzdialenosti dvoch slnečných polomerov od stredu slnečného disku.

Ťažko sa dá posúdiť, ktoré problémy výskumu koróny sú hlavné, lebo sú vzájomne prepojené a súvisia aj s procesami v chromosfére, konvektívnej zóne i v slnečnom vnútri. Tradične sa však uvádzajú ako hlavné tieto problémy:

- problém ohrevu koróny,
- problém štruktúry koróny,
- problém koróny ako zdroja slnečného vetra,
- problém premien koróny počas cyklu slnečnej aktivity.

Štvrtý problém si nevyžaduje pozorovania s veľkým rozlíšením, skôr sú potrebné homogénne časové rady s čo najväčšou dĺžkou. Z pozorovania koróny počas úplných zatmení v priebehu viac ako 150 rokov sa zistilo, že počas cyklu sa mení sa mení tvar koróny, hlavne tzv. sploštenie koróny a jej celková jasnosť (*Rušin V., a Rybanský M.: Bull. Astron, Inst. Czechosl., **36,** 77*)

Zatiaľ čo sploštenie ako empiricky definovaná veličina môže byť iba orientačnou pomôckou vo vzťahu k fáze cyklu aktivity, celková jasnosť je fyzikálne žiadaným údajom, lebo z nej je možné určiť celkovú **hmotnosť koróny aj celej heliosféry**. Boli objavené zaujímavé súvislosti medzi hmotnosťou heliosféry a úrovňou kozmického žiarenia, medzi kozmickým žiarením a globálnou oblačnosťou, od ktorej zase závisí tepelná bilancia atmosféry.

Pre určenie však potrebujeme dobre fotometrované snímky, hoci nemusia mať veľmi veľké rozlíšenie. Pri redukcii treba od zistenej celkovej jasnosti odčítať jasnosť F-koróny.

Tretí problém súvisí s druhým, teda so štruktúrou koróny a je vlastne jeho pokračovaním.

Riešenie prvých dvoch problémov (ohrev a štruktúra) musí vysvetliť **ako a kde** sa zohrieva (ionizuje) hmota koróny a **ako a prečo** sa formuje hmota koróny do **filamentárnych** štruktúr, ktoré ďalej prechádzajú do sústavy **veľkoškálových** oblúkov a **prilbicových** lúčov.

Tak, ako pri riešení každého fyzikálneho problému, potrebujeme aj tu poznať **počiatočné podmienky**, t. j. rozdelenie hustoty a rýchlostí hmoty určitých vlastností (t. j. chemické zloženie a stupeň ionizácie obyčajne určený teplotou) a v nejakom okamihu a **silové polia.**

Našou prvou úlohou je určiť z rozdelenia jasu na snímke rozdelenie hustoty. Vychádzame pritom z predpokladu, že svetlo K koróny vzniká rozptylom svetla koróny na voľných elektrónoch, že prostredie koróny je opticky tenké, t. j. svetlo sa integruje pozdĺž celého zorného lúča. Podstatným parametrom pri interpretácii pozorovania je priestorové rozlíšenie použitého ďalekohľadu. To závisí od priemeru objektívu a ohniskovej vzdialenosti. Závislosť od priemeru objektívu je všeobecne známa.

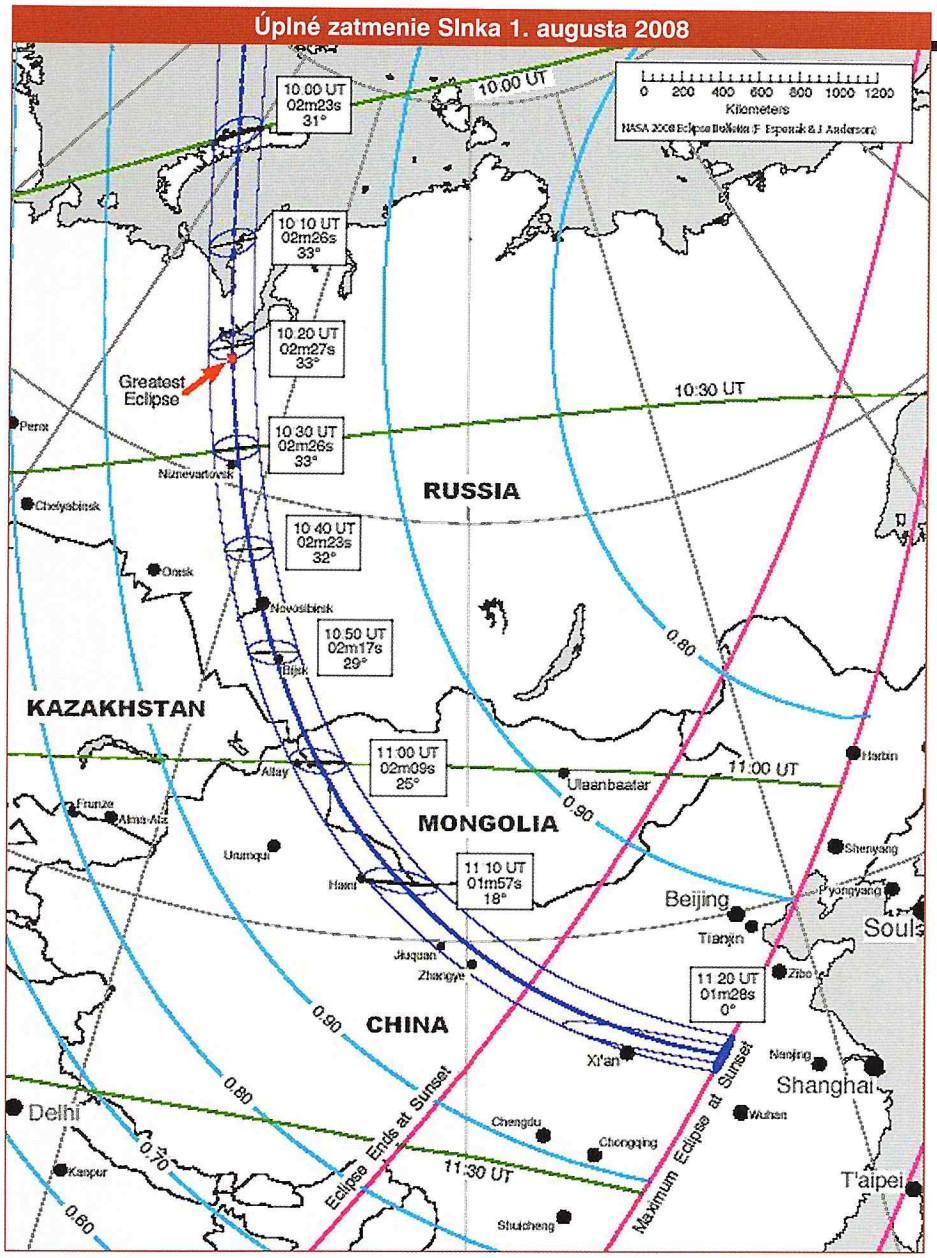
Pri priemere objektívu 120 mm môžeme teoreticky dosiahnuť rozlíšenie okolo 1". Teoretické rozlíšenie môže pokaziť do značnej miery seeing a otrasy nedokonalej montáže. Závislosť od ohniskovej vzdialenosti je spojená s rozptylom svetla vo vytvorenom obraze. Gradient jasu v koróne je veľmi veľký; na vzdialenosť jedného polomeru Slnka od základne koróny poklesne plošný jas 100-krát. Ak sa taká oblasť zobrazí na malý rozmer, bude rozdelenie jasu veľmi skreslené následkom rozptylu. Na potlačenie tohto vplyvu je vhodné používať väčšie (ekvivalentné) ohnisko. Ak pri spracovaní máme k dispozícii sériu obrázkov a nájdeme na nich vhodný „tracer", môžeme určiť aj rýchlosť hmotných uzlíkov.

Pri fotometrii snímok v integrálnom svetle nesmieme zabudnúť, že do obrazu koróny (rozptyl na voľných elektrónoch) zasahuje aj pokračovanie zvieratníkového svetla – F-koróna (rozptyl na prachových časticiach v zornom lúči). Vo vzdialenosti dvoch polomerov od stredu slnečného disku je stredný jas K-koróny približne rovnaký ako jas F-koróny; vo vzdialenosti troch polomerov tvorí jas F-koróny približne 80 % celkového jasu. Samozrejme, okrem dlhých radiálnych koronálnych lúčov.

Najpresnejší spôsob oddelenia žiarenia K + F koróny pochádza od Grotriana z roku 1930 a je opísaný v monografiách. Tento spôsob sa dá uskutočniť, iba ak máme k dispozícii spektrum koróny v skúmanom mieste. Pri použití menej presného spôsobu sa predpokladá, že polarizované je iba svetlo K-koróny. Ešte menej presný spôsob predpokladá, že F-koróna má izofoty v tvare kružníc a ich skutočný, pretiahnutý tvar spôsobuje svetlo K-koróny.

V poslednom období sa dosiahol veľký pokrok v zobrazovaní koronálnych štruktúr. To, čo sa predtým prácne získavalo pomocou radiálneho filtra, získame teraz pomocou výpočtovej techniky. Získať obraz takých štruktúr, ako sa podarilo Novembrovi a Koutchmymu *(obr. 1)* takmer štvormetrovým (3,58 m) ďalekohľadom z Mauna Kea v roku 1991 (*ApJ, 1996, vol. **466**, 512*), podarilo sa v roku 2006 skupine „SZAA Solar Eclipse Team" pomocou kombinácie expozícií výpočtovými programami s malým ďalekohľadom (*KOZMOS, 3/2006, s. 41*). Týka sa to aj snímok, ktoré spracováva prof. Druckmüller. Tieto snímky nám umožňujú vidieť štruktúry, zvýrazňujú kontrast rovnobežne so slnečným limbom a zmäkčujú ho v radiálnom smere. Pre použitie na určenie rozdelenia hustoty by sme potrebovali tieto kroky presne fotometricky kvantifikovať.

Aj bez presnej fotometrie nám však štrukturálne obrázky poskytujú podklad na návrh modelu elementárneho lúča v rovine obrazu; pozdĺž zorného lúča musíme ako obyčajne použiť predpoklad symetrie. Tu je namieste otázka, či elementárny je skutočne elementárny? Tu, ako aj v celej astrofyzike, sa musíme uspokojiť s pojmom „elementárny v danej etape výskumu". V súčasnej etape to znamená na Slnku rozmer okolo 500 km. Sotva môžeme predpokladať, že štruktúry majú skutočne takýto minimálny rozmer. Ak takéto štruktúry použijeme na



Zatmenie bude viditeľné v severovýchodnej časti Severnej Ameriky, v Grónsku, v Arktickom oceáne, v severnej časti Atlantického oceánu, v centrálnej Sibíri, v Mongolsku a v Číne. Pás zatmenia prechádza cez centrálnu Sibír, v oblasti Novosibirska, kde sú aj najvhodnejšie miesta na pozorovanie (pozri obrázok *z publikácie NASA*).

Priebeh zatmenia	LSEČ	Zemepisná šírka	Zemepisná dĺžka
	h m	° '	° '
Začiatok zatmenia	10 04,1	+50 01,5	52 32,7 W
Začiatok úplného zatmenia	11 22,6	+68 16,4	103 03,6 W
Úplné zatmenie cez miestne poludnie	11 47,3	+81 07,3	34 44,3 E
Koniec úplného zatmenia	13 20,0	+33 28,1	113 51,7 E
Koniec zatmenia	14 38,5	+11 03,3	85 50,5 E

Na našom území bude toto zatmenie viditeľné ako čiastočné.

	LSEČ	Poz. uhol	Veľkosť
	h m s	°	
Bratislava, začiatok	10 58 50	350	0,200
Bratislava, koniec	12 34 25	65	
Košice, začiatok	10 56 30	343	0,245
Košice, koniec	12 44 15	70	

vypracovanie teórie, dostaneme akúsi fyziku stredných hodnôt, ktorá môže byť dosť vzdialená od skutočnej podstaty javov. Predstavuje to však nutný krok. Ak spoznáme mechanizmus vytvárania štruktúr, budeme môcť veľkosť „nití" (fibrils) pri modeli definovať a obraz bude predstavovať strednú hodnotu jasu v závislosti od dopredu definovanej veľkosti. V prípade detailného skúmania by sme nepotrebovali oddeliť K- a F-korónu, lebo východiskovým parametrom je v tomto prípade rozdiel jasu vo vlákne a v pozadí.

Doplňujúce informácie o elektromagnetických poliach k interpretácii zatmeňových obrázkov môžeme získať buď z kozmických aparátov, alebo extrapoláciou hodnôt z disku na okraj, samozrejme, zase s použitím predpokladu stacionárnosti, ktorý je s ohľadom na rýchle procesy v koróne veľmi problematický.

Technické otázky

Výber objektu

Z vyššie uvedeného vyplýva, že najužitočnejšie by bolo **pozorovať detailné štruktúry vybranej oblasti v rozsahu 1,0 – 1,5** slnečného polomeru (napríklad v takom rozsahu, ako je na *obr. 1*), podľa možnosti aj so spektrom. Pri výbere oblasti môžu pomôcť pozorovania z kozmu aj zo zemského povrchu, uverejňované na Internete. Ak je na jednom stanovišti väčšia skupina, môžu pozorovať viac oblastí (návod na predĺženie ohniska objektívu uverejníme na www.suh.sk). Jednoduchšou úlohou je fotometria celej koróny do väčších vzdialeností.

Treba zdôrazniť, že použité prístroje a metódy pozorovania musia byť v súlade s cieľom, ktorý chceme dosiahnuť. Experimentátor musí mať presnú predstavu aj o spracovaní pozorovania. Všetky postupy musí mať pred zatmením odskúšané a celý postup natrénovaný, najlepšie snímaním Mesiaca.

Ďalekohľad

Hlavnou požiadavkou je kvalita zobrazenia a teoretické rozlíšenie lepšie ako 1". Z toho vyplýva achromatický refraktor, alebo reflektor s priemerom aspoň 120 mm.

Montáž

Ďalekohľad na montáži pokladáme za samozrejmosť. Denný pohyb oblohy spôsobí rozmazanie 0,5" už pri expozícii 1/30 s. Montáž má byť stabilná, dobre zjustovaná s presne idúcim hodinovým strojom.

Filtre

Farebná chyba refraktorov je korigovaná obyčajne pre vlnové dĺžky 480 a 650 nm. Odchýlky sa prejavujú hlavne pri kratších vlnových dĺžkach. Je preto vhodné použiť farebný filter, ktorý lúče týchto farieb „odreže". Najlepšie by bolo umiestniť filter pred objektívom, avšak potom musí mať dostatočný priemer a opticky presné plochy. Ľahšie sa dá uskutočniť umiestnenie filtra pred kamerou, čo najbližšie k zobrazovaciemu ohnisku. Musí však tiež mať opticky presné plochy a pri pokusoch musíme odstrániť reflexy.

Fotografia, alebo CCD?

Táto otázka je ešte stála aktuálna. Príčinou je, že kamera CCD s čipom v rozmere kinofilmu je pre väčšinu pozorovateľov nedostupná kvôli cene. Jej použitie má však nesporné prednosti. Presnosť a citlivosť sú o rád vyššie, rozlíšenie je porovnateľné. Použitie filmu je finančne menej náročné a pri možnosti presného merania (±1% pri minimálne 12 bitov) na plošných fotometroch alebo film-skeneroch sa po kumulácii pixelov výsledky čo sa týka presnosti môžu porovnávať s digitálnym záznamom. Použitie digitálnych fotoaparátoch je oprávnené iba vtedy, ak umožňujú záznam obrazu s rozlíšením lepším ako 8 bitov. Problémom je dĺžka sťahovania obrázku do pamäte. (20 s?!) Pri kratších zatmeniach je preto stále výhodnejšia fotografia.

Kalibrácia

Kalibrácia je podstatnou časťou zatmeňových pozorovaní. Bez nej sa pozorovanie stáva iba ilustračným obrázkom a stráca vedeckú hodnotu. (Podrobný návod zverejníme na www.suh.sk).

Prirodzeným porovnávacím objektom je jas slnečného disku. Problém je v meraní veľkého rozdielu jasu. Jas koróny, tesne nad limbom, je približne miliónkrát menší, ako jas stredu slnečného disku. Aby sme získali fotometricky porovnateľný zdroj, musíme svetlo disku zoslabiť. To sa obyčajne uskutočňuje zaradením vhodného neutrálneho filtra a redukovaním vstupnej apertúry ďalekohľadu. Najlepšie (aj najdrahšie) sú neutrálne filtre s naparenou platinou. Použitie neutrálnych filtrov z farebného skla je problematické hlavne pri použití prvkov CCD, lebo ich priepustnosť je premenlivá napriek názvu, hlavne na červenej strane spektra. Pri digitálnom snímaní stačí jeden otvor na redukciu vstupnej apertúry, pri fotografickom ich musí byť viac, aby sme dokázali určiť gradačnú krivku.

Dá sa tiež kalibrovať pomocou Mesiaca, je však treba urobiť fotometrickú mapu Mesiaca tým prístrojom, ktorý bude použitý pri zatmení. Celkový jas Mesiaca je podľa rozdielu magnitúd približne 410000 krát slabší ako jas Slnka, avšak jas jednotlivých častí Mesiaca sa od strednej líši až o 30 %.

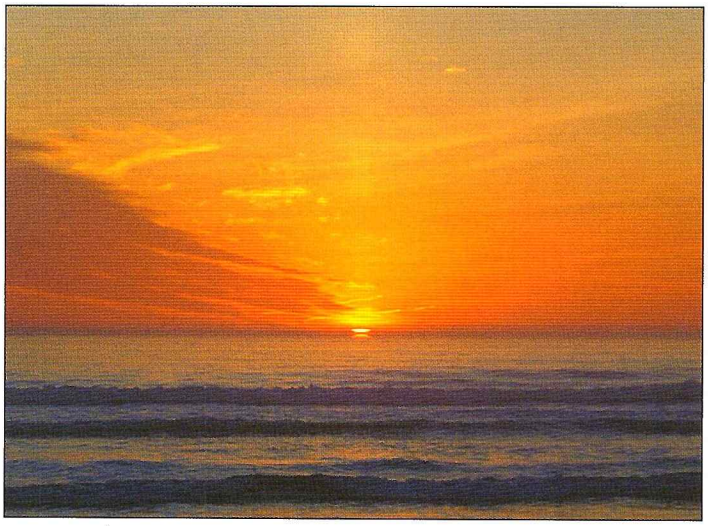
MILAN RYBANSKÝ

Západy Slnka

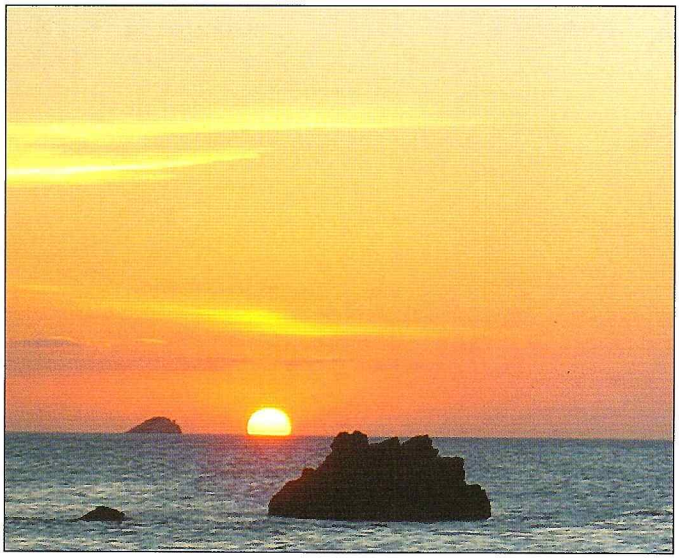
V KOZMOSE č. 2/2006 bol uverejnený článok Portugalské astronomické zápisky. V ňom bol aj odkaz na fotografie so západom Slnka, tieto však boli z technických príčin vynechané. Preto sa k tejto téme vraciam opäť a vybral som niekoľko obrázkov z môjho archívu. Západ Slnka nad morom vyvoláva iné pocity ako „obyčajný" západ Slnka nad pevninou. V obidvoch prípadoch je to fascinujúca hra svetla, farieb a tieňov, ale pri mori je toto divadlo určite ešte rozmanitejšie (už aj kvôli rôznym odrazom od vodnej hladiny). Je to jednoducho úkaz, ktorý na pláži zakaždým nadchol srdce každého romantika, milencov, náhodných okoloidúcich, ale i mňa ako astronóma.

Ivan Dorotovič

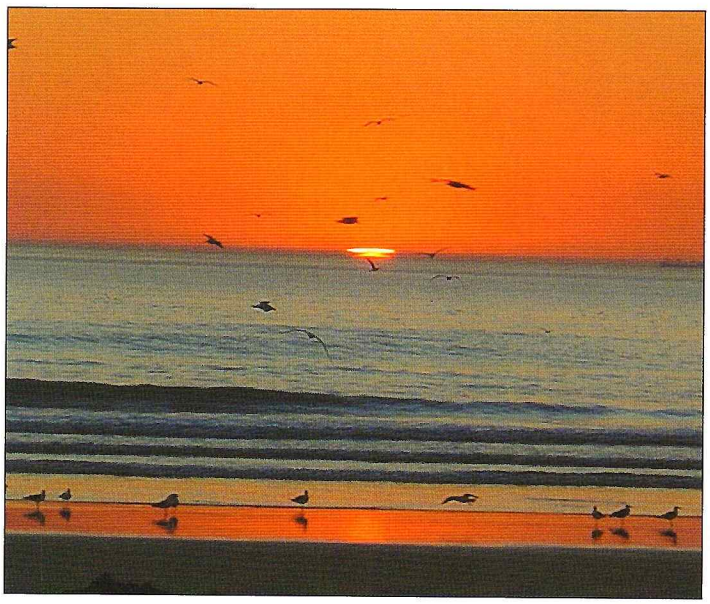
Vychutnanie si pohľadu na zapadajúce Slnko z výšky rozhľadne (bývalá pevnosť) v mestečku Juan Griego (Isla de Margarita, Venezuela).



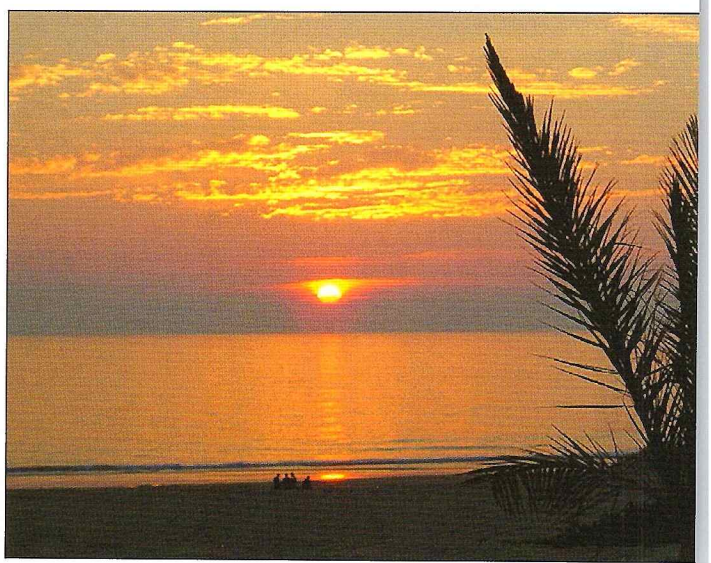
Svetelný stĺp nad zapadajúcim Slnkom (Costa de Caparica, Portugalsko).



Slnko a skaly (Hesperia Isla Margarita, Venezuela).



Slnko, čajky a lode (Costa de Caparica, Portugalsko).



Slnko a palma (Fonte da Telha, Portugalsko).

15. Zjazd Slovenskej astronomickej spoločnosti (SAS) opäť v Tatrách

V dňoch 28. až 29. septembra 2007 sa zišlo 48 delegátov a hostí na svojom 15. zjazde, ktorý sa opäť po 4 rokoch konal na Astronomickom ústave SAV vo Vysokých Tatrách. Rokovanie zjazdu otvoril dňa 28. 9. 2007 o 16:00 hod predseda Spoločnosti RNDr. J. Zverko, DrSc. Privítal prítomných, čestných členov Spoločnosti, delegátov zjazdu ako aj hostí. Účastníkov zjazdu privítal na pôde Astronomického ústavu SAV aj jeho riaditeľ Doc. RNDr. J. Svoreň, DrSc. Vyzdvihol dobrú spoluprácu AsÚ SAV a SAS pri SAV a zaželal príjemné rokovanie a pobyt v Tatrách všetkým účastníkom. Spomedzi zahraničných hostí vystúpila RNDr. Eva Marková, CSc. – predsedníčka ČAS. Pripomenula, že naše spoločnosti sú „sesterské alebo bratrské", majú rovnaké ciele a existuje medzi nimi úzka spolupráca a časté kontakty. Napr. slovenskí žiaci sa zúčastňovali Astronomickej olympiády (AO) v Čechách. Tiež vyzdvihla spoločnú expedíciu SASTUR 06 za úplným zatmením Slnka do Turecka, ktorú organizačne pripravila SAS. Na záver zablahoželala k úspechu, že SAS sa podarilo získať grant APVV na realizáciu AO aj na Slovensku.

Nemienim čitateľov ďalej informovať o podrobnom programe zjazdu, ktorý je vymedzený stanovami a organizačným a rokovacím poriadkom. Je to bilancia činnosti, ale aj nové úlohy do budúcnosti. Snahou Hlavného výboru (HV) SAS bude zabezpečiť pre svojich členov lepší a bezplatný prístup na rôzne astronomické pracoviská, ďalšie zľavy na nákup literatúry ako aj ďalšie členské výhody. Z programu by som chcel však spomenúť aspoň účasť Prof. Zdeňka Stuchlíka, CSc., prorektora Slezskej Univerzity v Opave, ktorý okrem svojej slávnostnej prednášky „**Multirezonanční modely kvaziperiodických oscilací v binárních systémech**" prezentoval aj výstavu svojich fotografií pod už tradičným názvom: „**Hledání souvislostí**". Autor vyvinul novú umeleckú fotografickú techniku, pri ktorej sa striedajú dve fyzikálne veličiny – pohyb a odraz. Tak sme to pochopili!

Účastníci 15. Zjazdu SAS s panorámou Vysokých Tatier. Foto: P. Rapavý

Pre ďalšie 4-ročné funkčné obdobie boli do jednotlivých orgánov SAS na zjazde zvolení nasledovní funkcionári:

Predsedníctvo HV: RNDr. Juraj Zverko, DrSc. – predseda, RNDr. Daniel Očenáš – podpredseda, RNDr. Peter Gömöry, PhD. – vedecký tajomník, Mgr. Emil Kundra – hospodár.

Hlavný výbor: RNDr. Pavol Rapavý, Prof. RNDr. Vladimír Porubčan, DrSc., RNDr. Danica Jančušková, Mgr. Stanislav Kaniansky, RNDr. Ján Mäsiar, RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Luboš Neslušan, CSc.

Revízna komisia: RNDr. Miroslav Znášik – predseda, RNDr. Mária Hajduková, PhD. ml. a Mgr. Mária Gallová.

Okrem uvedených funkcionárov zjazd zvolil aj nasledovných čestných členov SAS spomedzi pracovníkov, ktorí sa veľkou mierou zaslúžili o rozvoj astronómie na Slovensku:

RNDr. Jiří Grygar, CSc. – vedecký pracovník a popularizátor vedy.

Doc. RNDr. Mária Hajduková st., CSc. – vysokoškolská pedagogička

Viliam Hanus – vedúci astronomického krúžku

Mgr. Igor Chromek – historik astronómie

Ivan Molnár, prom fyz. – pozorovateľ zákrytov

Záverom by som chcel popriať všetkým zvoleným funkcionárom veľa chuti do ďalšej práce pre blaho všetkých členov SAS a veľmi poďakovať aj tým účastníkom zjazdu, ktorí počas piatku a soboty zabezpečovali občerstvenie pre unavených delegátov – p. M. Šoltýsová a Dr. M. Bartolomejová a tiež kulinárskemu majstrovi, ktorý v terénnych podmienkach pripravil vynikajúci guláš – p. J. Šoltýs. Poďakovanie patrí aj Kongresovému centru ACADEMIA, ktoré nám vyšlo v ústrety pri zabezpečení celej akcie.

Počas zjazdu zapísal Dr. Ladislav Hric

Účastníci konferencie Bezovec 2007 za tabuľou z chaty Bezovec na Bezovci. Foto: K. Petrík

Bezovec 2007 opäť na Bezovci

Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied spoločne so Slovenskou astronomickou spoločnosťou a s Hvezdárňou a planetáriom v Hlohovci už tradične zorganizovali ďalšiu medzinárodnú konferenciu o úspechoch stelárnej astronómie pod názvom Bezovec 2007. Tradičný májový termín museli organizátori posunúť na 1. až 3. júna, miesto o 100 m nižšie z dôvodu rekonštrukcie chaty Bezovec a ďalším posunom snáď dopredu bol rokovací jazyk anglický. Bola to aj nevyhnutnosť, nakoľko konferencie sa okrem kolegov z Českej republiky zúčastnilo aj 9 zahraničných hostí z Grécka a z Ukrajiny. Pozvanie prijal aj jeden astronóm z Indonézie, no žiaľ neprešiel pasovou kontrolou na Česko-Slovenskej hranici. Chcel by som podotknúť, že konferencie na Bezovci sú už dlhé roky príležitosťou pre študentov a začínajúcich astronómov osvojiť si prezentovanie získaných výsledkov pred astronomickou komunitou a tohto roku to bola prvý krát aj možnosť skúsiť si to aj po anglicky. Našli sa aj kritici tohto zámeru, niektorých to možno aj odradilo, bola to aj náročnejšia úloha pre samotných organizátorov, no teraz si to pochvaľujem dvojnásobne, keď si svoju prezentáciu o rekurentnej nove RS Oph beriem na služobnú cestu pre kolegov v Estónsku, ktorí nemali možnosť zúčastniť sa uvedenej konferencie. **Dr. Laco Hric – za organizátorov**

KOLOS – kolosálne

Už zase som dostal pozvánku na KOLOS. Vtedy si všimnem, že ďalší rok sa neúprosne a zrýchlene blíži do úspešného konca. Ani som nestihol napísať o úspešnom Kolonickom seminári (KOLOS) z konca minulého roka, tak teraz je dobrá príležitosť aspoň upozorniť na ten ďalší. V týchto dňoch už hlavný organizátor Igor Kudzej intenzívne pripravuje seminár, ktorého tradičným obsahom je analýza kontrolných pozorovaní, príprava pozorovacieho programu premenných hviezd na ďalší rok pre 1 m ďalekohľad VNT, správa o projekte na meranie nepravidelností magnetického poľa Zeme a prezentácia výsledkov seizmických pozorovaní. Osvedčeným miestom konania budú Sninské rybníky, kde sa v peknom prostredí v dňoch 6. – 8. decembra 2007 stretnú predstavitelia pracovných tímov spolupracujúcich na projekte aplikácie fotometrie na 1 metrovom ďalekohľade, ale aj na výskume nepravidelností magnetického poľa a seizmiky na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle, odborní pracovníci hvezdární, pozorovatelia premenných hviezd, členovia SZAA a SAS. Rokovacím jazykom bude ruština, ale aj angličtina. Seminár je otvorený pre všetkých záujemcov a ak ste to nestihli tohto roku, možno sa vám to podarí o rok, lebo KOLOS má už svoje pevné miesto pod hviezdami.

Účastníci seminára KOLOS 2006 na Sninských rybníkoch. Foto: I. Kudzej

A aký bol teda ten KOLOS v roku 2006? Poviem, že kolosálny, napríklad aj v tom, že sa ho aj zhodou priaznivých okolností zúčastnili astronómovia zo 6 európskych štátov. Konal sa na prelome novembra a decembra v prírodnom prostredí Sninských rybníkov. Počasie prialo a účastníci navštívili aj observatórium na Kolonickom sedle s 1 m ďalekohľadom. Prof. Pustylnik z Estónska mi cestou domov zo seminára povedal – „kolosalnoe".

Škoda, že tohto roku to nestíham a musím sa organizátorom ospravedlniť a môžem im iba zaželať úspešný priebeh seminára.

Všetkých na seminári pozdravuje L. Hric

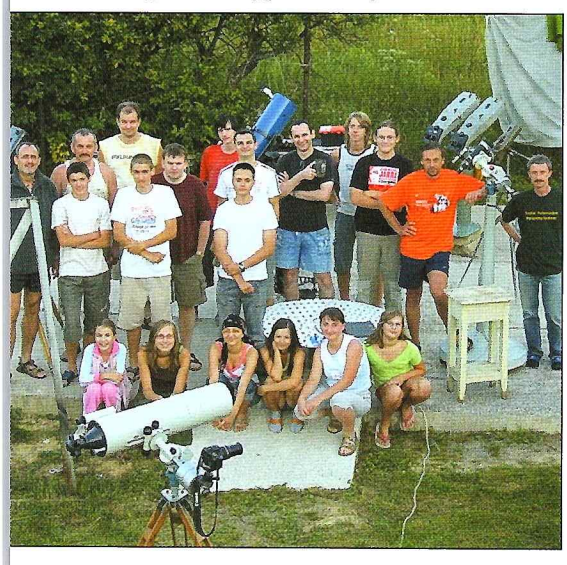
Kolonické leto 2007

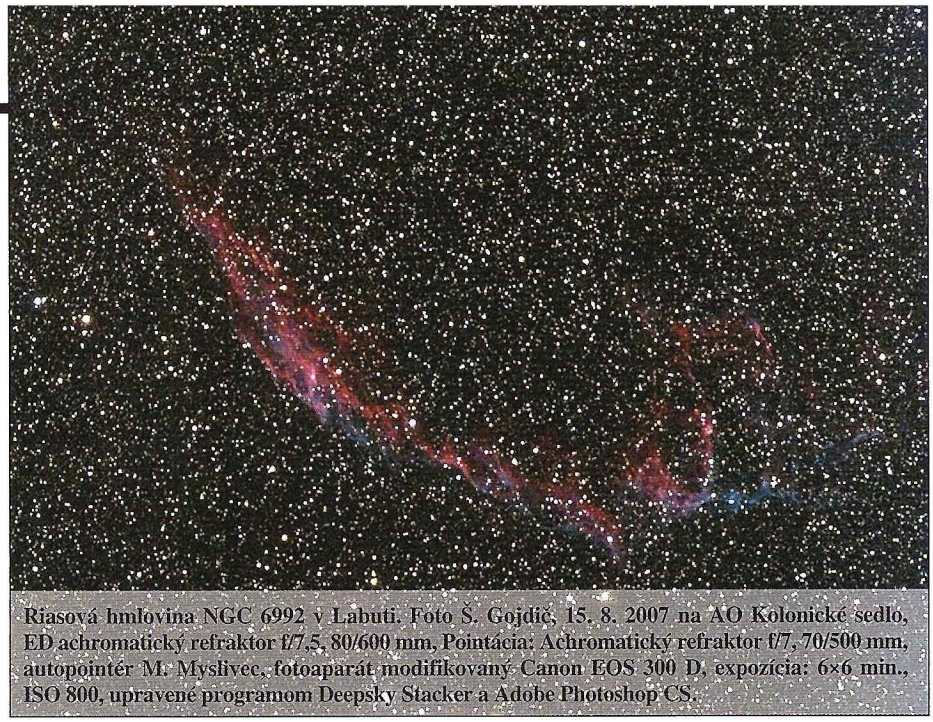
Vyvrcholením vzdelávacích a popularizačných aktivít Vihorlatskej hvezdárne sú letné táborové akcie na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle. Nádherné prírodné prostredie a astronomická technika sústredená okolo najväčšieho slovenského ďalekohľadu vytvára tie najlepšie predpoklady na to, aby mladí ľudia zažili to, na čo sa nezabúda. Tradične najvýznamnejšími sú expedícia Variable pre pozorovateľov premenných hviezd a expedícia Perzeidy pre pozorovateľov meteorických rojov. V oboch prípadoch už nejde len o edukačnú činnosť, ale priamo o výskum, keď účastníci expedícií priamo vykonávajú odborné pozorovania.

Hlavne v prípade premenárskej expedície sa skutočne naplno využívala všetka technika observatória na výkon presne cielených pozorovaní, o ktorých už dnes vieme, kde a ako budú publikované. Okrem týchto dvoch nosných expedícií sa uskutočnili ešte dve viac poznávaco-relaxačné akcie – Astrocyklistika a Astroturistika. Stalo sa zvykom, že atraktívne prostredie observatória využijú na zorganizovanie svojej expedície aj hostia z iných kútov Slovenska. Tento rok to bolo trochu po novom. Poskytli sme areál observatória pre štvordňový tábor detí z detských domovov v Snine a v Stakčíne. Celkovo zo 62 prázdninových dní bol areál observatória plne vyťažený 36 dní, pričom letných aktivít sa zúčastnilo 58 rôznych účastníkov. Prebiehali aj denné exkurzie pre okoloidúcich turistov a prakticky každý jasný večer aj pozorovania pre verejnosť. To všetko za plnej prevádzky. Odborné pozorovania premenných hviezd sa nepretržite vykonávali na metrovom ďalekohľade a na ďalekohľade Púpava s priemerom 28 cm.

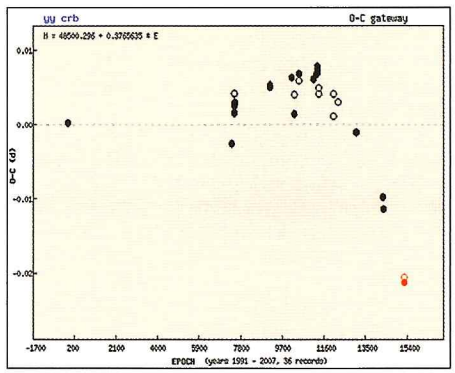
Expedície Variable, Perzeidy a Astrocyklistika boli finančne zabezpečené z projektu Vihorlatskej hvezdárne „Vesmír v priamom prenose", ktorý podporila Agentúra na podporu vedy a výskumu v rámci programu LPP 2006. Táto skutočnosť posunula akcie na kvalitatívne novú úroveň. Lektori aj účastníci sa mohli nerušene venovať pozorovaniam a ich spracovávaniu.

Spoločná snímka účastníkov expedície Variable na pozorovacej plošine malých ďalekohľadov.





Riasová hmlovina NGC 6992 v Labuti. Foto Š. Gojdič, 15. 8. 2007 na AO Kolonické sedlo, ED achromatický refraktor f/7,5, 80/600 mm, Pointácia: Achromatický refraktor f/7, 70/500 mm, autopointér M. Myslivec, fotoaparát modifikovaný Canon EOS 300 D, expozícia: 6×6 min., ISO 800, upravené programom Deepsky Stacker a Adobe Photoshop CS.



O-C diagram hviezdy YY CrB. Dva posledné body sú pozorovania Martina Pauca, potvrdzujúce zmenu periódy. Prázdny krúžok označuje sekundárne minimum, plný primárne.

VARIABLE - 11. až 20. júla 2007. Táto expedícia sa vyznačovala nebývalým sústredením techniky. K dispozícii bol 1 metrový ďalekohľad s dvojkanálovým fotoelektrickým fotometrom, 4 menšie ďalekohľady s CCD kamerami a 4 ďalšie ďalekohľady pre vizuálne pozorovanie. Samotní účastníci rozšírili túto zostavu o širokouhlý teleobjektív s CCD kamerou a digitálny fotoaparát Canon EOS. Pozorovalo sa teda na jedenástich stanovištiach. Pritom do činnosti sa zapojilo spolu 18 pozorovateľov.

Aj zloženie účastníkov bolo pestré. Jadro tvorili pozorovatelia z Gymnázia v Snine, ktorí sa zúčastňovali astropraktík počas roka. Prišli aj tradiční účastníci, ktorí sa expedícií zúčastňujú už mnoho rokov – tzv. staré páky. V rámci medzinárodnej spolupráce sa expedície zúčastnili aj pozorovatelia z Ukrajiny a Poľska. Zástupcovia Mládežníckeho astronomického observatória z Niepolomníc pri Krakove po dobrých minuloročných skúsenostiach dostali exkluzívnu možnosť pracovať priamo s dvojkanálovým fotometrom na metrovom ďalekohľade. Z Poľska však prišli aj noví účastníci z lýcea v meste Sanok, ktoré je tradičným partnerom Vihorlatskej hvezdárne v medzinárodných projektoch. Ukrajinu zastupovala študentka Odesskej národnej univerzity Irina Solovjova, ktorá v Kolonici získava pozorovací materiál pre svoju diplomovú prácu, a špecialista elektronik Andrej Rjabov, ktorý pôsobí na observatóriu zásluhou štipendijného programu Ministerstva školstva SR.

Z odborných výsledkov možno spomenúť nasledovné: Pozorovalo sa 6 nocí z deviatich. Pozorovatelia získali: 7 miním zákrytových premenných metódou CCD, 16 miním u 7 hviezd metódou vizuálnou, 1 minimum AK Her metódou fotoelektrickej fotometrie, 5 kriviek kataklizmatickej premennej EM Cyg metódou CCD, 1 fotoelektrickú krivku V2314 Oph a 81 vizuálnych odhadov fyzických premenných hviezd. Spolu sa do zberu dát zapojilo 18 pozorovateľov. Z hľadiska vedeckého významu sú najdôležitejšie merania, ktoré potvrdzujú výraznú zmenu periódy hviezdy YY CrB.

PERZEIDY – 6. až 13. augusta 2007. V súlade s cieľmi projektu Vesmír v priamom prenose aj tu boli účastníkmi študenti gymnázií v Snine, Humennom a Prešove, ktorí sa počas školského roka zúčastňovali víkendových astropraktík. Počas siedmich nocí, vhodných na pozorovanie, pracovali tri pozorovacie skupiny. Každú z nich tvorilo päť pozorovateľov a jeden zapisovateľ. Celkovo nahlásili všetci pozorovatelia základné fyzikálne charakteristiky o **2235** videných meteoroch. Spestrením bolo pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom. Ráno 7. augusta totiž Mesiac prechádzal známou otvorenou hviezdokopou Plejády.

ASTROCYKLISTIKA – 23. až 28. júla 2007. Amatérski astronómovia z Humenného za už od roku 2003 stretajú v Kolonici aby spojili dve svoje záľuby – astronómiu a cyklistiku. V noci využívajú tmavú kolonickú oblohu a cez deň spoznávajú krásy Polonín a Vihorlatu. Aj na tejto viac oddychovej akcii sa podarilo skupine skúsenejších pozorovateľov urobiť niekoľko CCD pozorovaní premenných hviezd a krásne snímky estetických objektov nočnej oblohy.

ASTROTURISTIKA – 24. až 26. augusta 2007. Miestna organizácia Slovenského zväzu astronómov amatérov v Humennom začala novú tradíciu. Zatiaľ len trojdňové podujatie malo podobný charakter ako astrocyklistika, len bicykle nahradili pešie túry, na ktorých účastníci navštívili viaceré zastávky náučného chodníka Cesta planét.

Detské domovy – 20. až 23. augusta 2007. Oddychový pobyt pre deti z detských domovov v Snine a Stakčíne spestrený prehliadkami nočnej oblohy.

RNDr. IGOR KUDZEJ, CSc.
riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne

4. európsky míting malých a prenosných planetárií

Po rokoch snaženia sa podarilo dostať akciu International Planetarium Society (IPS) na Slovensko. Nakoľko sa aj Slovensko, vďaka levickej hvezdárni, zaradilo medzi krajiny, kde sa nachádza prenosné planetárium, bolo namieste pripraviť stretnutie planetárnikov práve z tejto oblasti aktivít.

Tradícia európskych mítingov malých a prenosných planetárií sa začala v roku 1995 v severotalianskom meste Lumezzane, kde sa uskutočnilo prvé takéto stretnutie. Tam sa dohodlo, že by sa takéto stretnutia mali konať každý nepárny rok. Človek mieni, pánboh mení. Ďalší míting sa podarilo zorganizovať až v roku 1999 v Strassbourgu a tretí v poradí pred dvoma rokmi v Nantes. V roku 2005 už bolo na Slovensku prvé prenosné planetárium, ktoré bolo aktívne. Tu padlo rozhodnutie, že by sa ďalší míting mal konať v strednej Európe. Výber padol na Slovensko.

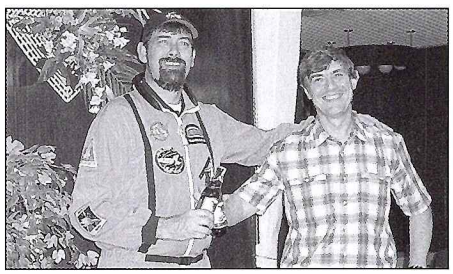
Miles Allen z Austrálie a jeho Cosmodome v plnej paráde.

V dňoch 5. – 9. septembra 2007 sa 4. európsky míting pracovníkov malých a prenosných planetárií uskutočnil na pôde Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave. Organizátorom podujatia bola Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove. Pri organizácii spolupracovali: Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, Tekovská hvezdáreň v Leviciach a International Planetarium Society. Zišlo sa na ňom 61 delegátov zo 14 krajín.

Míting sa začal 5. septembra slávnostnou tradičnou uvítacou recepciou v reštaurácii hotela Družba v Bratislave. Za organizátora účastníkov privítal Mgr. Marián Vidovenec. Úvod podujatia ovplyvnilo nepriaznivé počasie, ktoré ho sprevádzalo po celý čas. Účastníci väčšinou meškali, ale nakoniec sa na úvodnú recepciu väčšina delegátov dostala a jej záver už spĺňal zamýšľaný účel. Navzájom komunikovali starí ostrieľaní účastníci mítingov s novými tvárami zo strednej Európy.

Odborný program prebiehal v dňoch 6. – 8. septembra 2007. Míting oficiálne otvorili uvítacím príhovorom prof. RNDr. Pavel Povinec, DrSc., za UK Bratislava, Ing. Teodor Pintér, generálny riaditeľ SÚH Hurbanovo a pani Susan Reynolds Button, volená prezidentka IPS.

Zľava: Marián Vidovenec, Vladimír Mešter, Susan Reynolds-Button (USA), Miles Allen (Austrália), Marián Lorenc.



Miles Allen (Austrália) a Sergej Kudrjavcev (Rusko). Foto: Susan Reynolds-Button, USA

V rámci odborného programu na stretnutí odznelo v priebehu 3 dní celkom 18 odborných prednášok. Autori príspevkov sa snažili priblížiť účastníkom spôsob prezentácie programov v planetáriu. Prednášajúci informovali o rôznych nových postupoch pri tvorbe softvéru pre digitálne planetáriá a predstavovali nové postupy pri popularizácii astronómie.

Jedným z cieľov mítingu bolo oboznámiť pracovníkov planetárií v strednej Európe s aktivitami IPS. Preto prvá prednáška Susan Button patrila tejto téme. Delegátov informovala o histórii IPS, členstve v organizácii a o jej činnosti.

Slovenskú republiku v príspevkoch zastupovali pracovníci hvezdární na Slovensku: Mgr. Marián Vidovenec (SÚH Hurbanovo), RNDr. Ivan Dorotovič, CSc. (SÚH Hurbanovo), Mgr. Stanislav Kaniansky (HPMH Žiar nad Hronom), Mgr. Karol Petrík (HaP Hlohovec), RNDr. Marián Lorenc, SÚH Hurbanovo a Mgr. Renáta Kolivošková (HaP Prešov).

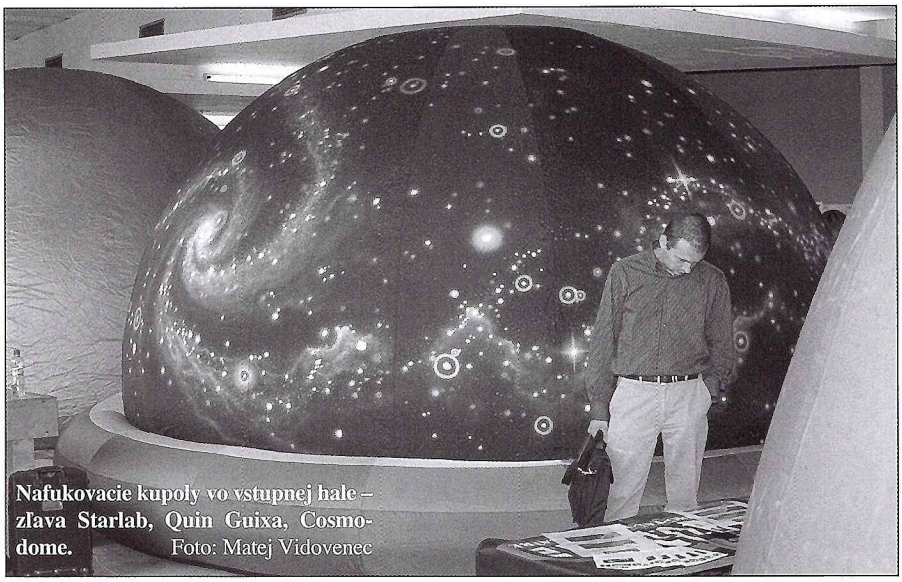
Zo strany prednášateľov zo Slovenska si najväčšiu pozornosť vyslúžil Karol Petrík s prednáškou o multimediálnych vzdelávacích programoch pre mládež. Tento typ programov veľmi dobre vypĺňa medzeru tam, kde sa nenachádzajú planetáriá ani fixné, ani prenosné. Svojím programom dokáže veľmi pútavo vysvetľovať problematiku vedeckosti laickej verejnosti využitím najmodernejších multimediálnych výdobytkov a v spojení s klasickým umením – spievanie piesní so sprievodom gitary.

Hodnotnými prednáškami prispeli aj účastníci zo zahraničia, Tomasz Kisiel z Poľska informoval skúsenostiach s využitím prvého digitálneho „fulldome" planetária v strednej Európe Digistar 3, ktoré je inštalované v univerzitnom planetáriu v Czestochowej.

Torbjorn Urke z Nórska ako užívateľ klasického Starlabu porozprával o posledných skúsenostiach pri popularizácii astronómie z jeho posledného jarného turné 2007 po Nórsku.

Pre účastníkov mali obrovský prínos prednášky z oblasti vývoja softvéru využiteľného v digitálnych „fulldome" produkciách. Johannes Gajdosik z Rakúska hovoril o možnosti využitia programu Stellarium v domácky vyrobenom planetáriu za pomoci projekcie konvexným zrkadlom. Túto metódu využíva aj systém Cosmodome z Aus-

Spoločná fotografia účastníkov mítingu.



Nafukovacie kupoly vo vstupnej hale – zľava Starlab, Quin Guixa, Cosmodome. Foto: Matej Vidovenec

trálie, ktorú predstavil priamo v kupole Miles Allen. Cosmodome pre projekciu hviezdnej oblohy využíva Celestiu a tiež Stellarium. Sergej Kudrjavcev z Ruska informoval o možnostiach RedShift 6 ako domáceho planetária. Prednáška bola zameraná na 3D vizualizácie v tomto softvéri.

Antonio Pedrosa a Silva Marco z Portugalska predstavili nové nástroje určené na prezentácie a simulácie v reálnom čase v planetáriu. Zaujímavou prezentáciou prispel Christophe Bertier z Francúzska. Predstavil digitálny systém planetária vhodný do všetkých typov kupol.

Súčasťou odborného programu boli aj pracovné stretnutia, počas ktorých bola prezentovaná nová projekčná technika v planetáriách. Hlavnými vystavovateľmi boli firmy RSA z Francúzska, Gambato z Talianska, Quim Guixa zo Španielska, Cosmodome z Austrálie, Kvant spol. s r. o. zo Slovenska a planetárium Starlab, ktoré zatiaľ ako jediné prenosné planetárium na Slovensku predstavili pracovníci Hvezdárne v Leviciach. Zaujímavú výstavu meteoritov predviedol pán Michal Ormandy z Bratislavy. Účastníci mali možnosť aktívne vstupovať do praktických ukážok programov v planetáriách a bol vytvorený aj priestor pre osobnú konzultáciu s lektormi.

Počas mítingu bola inštalovaná výstava prác študentov 3. ročníka Fakulty architektúry STU Bratislava pod vedením Ing. Arch. Kataríny Kujanovej, CSc. Témou výstavy boli návrhy budovy hvezdárne a planetária. Táto výstava sa stretla s veľkým záujmom účastníkov.

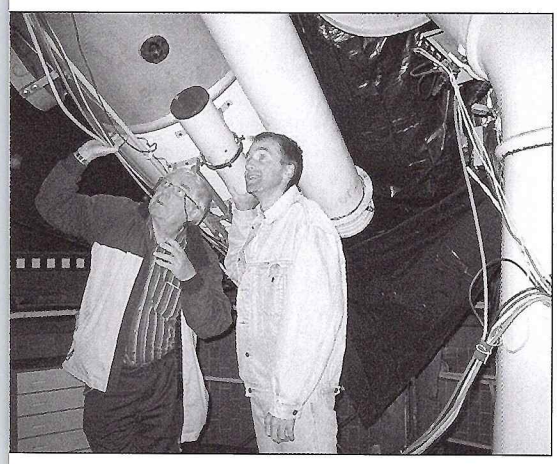
Napriek neprestávajúcemu dažďu sa organizátorom podarilo predstaviť delegátom pamätihodnosti Bratislavy, jej centra, hradu a hradu Devín. Tu mali možnosť vidieť nielen historické zaujímavosti, ale aj rozliaty Dunaj vo svojej plnej sile. Niektorých delegátov Bratislava zaujala do takej miery, že sú rozhodnutí vrátiť sa sem ako individuálni turisti.

Záverečný deň 9. septembra účastníci navštívili Univerzitné observatórium v Modre. Pracovníci observatória ich informovali o odbornej činnosti observatória. Zo strany zahraničných účastníkov sa táto prehliadka stretla s veľkým záujmom.

U delegátov míting vyvolal pomerne dobrý ohlas o čom svedčí aj fakt, že prvýkrát sú dve kandidátske krajiny pre jeho organizovanie v roku 2009. Svoje služby ponúkli Poliaci a tiež Portugalci. Toto dáva dobrý základ tomu, aby tradícia mítingov bola zachovaná aj o dva roky. V ktorej krajine, to sa uvidí o rok, keď sa bude hodnotiť pripravenosť kandidátov.

K spoločenskej úrovni podujatia prispeli sponzorskými darmi firmy RSA Cosmos z Francúzska, Heineken Slovensko, Hurbanovo, Západoslovenské žriedla Slatina, Namex Hurbanovo. Poďakovanie patrí aj Magistrátu mesta Bratislava za poskytnutie propagačných a informačných materiálov.

Mgr. MARIÁN VIDOVENEC



Torbjorn Urke z Nórska a Adrián Galád pri staroďalskej 60-ke v Modre.
Foto: Susan Reynolds-Button, USA

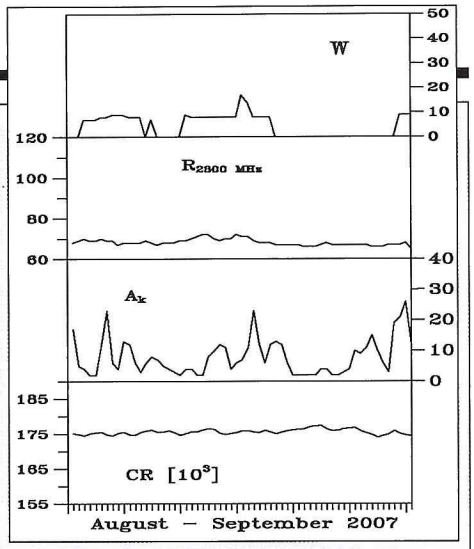
Sponzori

SLATINA http://www.slatina.sk/

★ Heineken® http://www.heinekenslovensko.sk/

NAMEX Namex Hurbanovo

R.S.A. http://www.rsacosmos.com/



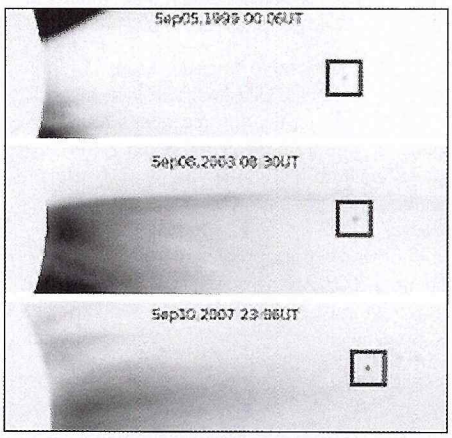
Slnečná aktivita

august – september 2007

Slnečná aktivita, podobne ako v minulých dvoch mesiacoch, je aj v týchto dvoch mesiacoch naďalej na veľmi nízkej úrovni. Svedčí o tom hlavne graf priebehu kozmického žiarenia, kde úroveň je takmer konštantná, bez zreteľných variácií, ako aj veľmi malé variácie geomagnetického indexu.

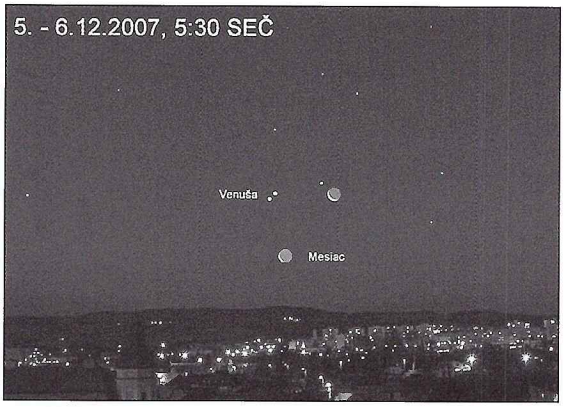
Tentoraz ma zaujala správa, ktorá sa Slnka týka iba nepriamo. Ide o pozorovanie kométy pomocou koronografu na sonde SOHO. Už minulého roku, pri príležitosti 10. výročia vypustenia SOHO sme spomenuli, že sonda SOHO je najúspešnejším „lovcom komét". Tentoraz však ide o periodickú kométu a tento prípad je pre SOHO premiérový. Ide o objekt označený P/2007 R5, ktorý nevyzerá ako regulárna kométa, nemá ani chvost ani kómu. Skôr sa podobá na asteroid.

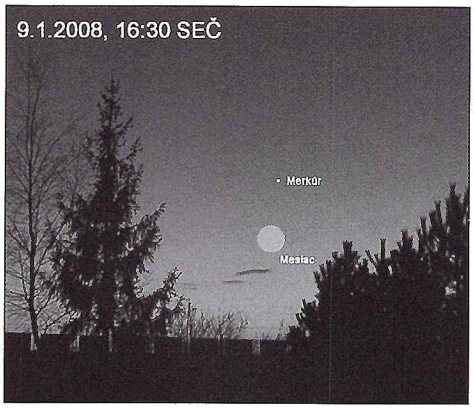
Nemecký doktorand S. Hönig zistil, že objekt, ktorý bol pozorovaný v roku 2003, mal veľmi podobnú dráhu ako objekt pozorovaný v roku 1999. Predpokladal, že ide o ten istý objekt, vypočítal jeho dráhu a predpovedal jeho návrat na 11. septembra 2007, kde sa aj presne podľa predpovede objavil na snímkach koronografu LASCO/C2 *(pozri obrázok)*.

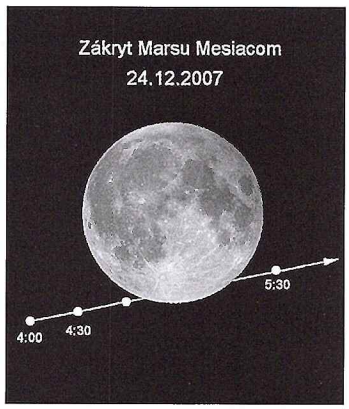


Objekt prechádza perihéliom vo vzdialenosti 7,9 miliónov km a pri tejto vzdialenosti bývajú kométy veľmi jasné, niekedy s magnitúdou až pod –10. Sledovaný objekt má však má pomerne slabú jasnosť. Z toho sa usudzuje, že ide o objekt, ktorý už dávno stratil všetky prchavé látky, vďaka ktorým majú kométy pri prechode perihéliom bohaté chvosty a veľkú jasnosť. Teória predpovedala existenciu takýchto objektov už dávno, avšak ešte nikdy dosiaľ neboli pozorované.

Milan Rybanský
Originálny zdroj: ESA News Release







Obloha v kalendári

december 2007– – január 2008

Pripravil PAVOL RAPAVÝ

Všetky časové údaje sú v SEČ

Máme pred sebou najdlhšie, no aj najchladnejšie noci. Ak však prekonáme chlad, zabudneme na oziabajúce ruky a nohy, môžeme si užiť množstvo zaujímavých úkazov. Meteorárov iste potešia skvelé Geminidy a Kvadrantidy a výnimočnými úkazmi budú aj jasné kométy, ktoré nám už niekoľko mesiacov chýbali. Z planét bude oblohe ráno kraľovať Venuša a počas celej noci môžeme pozorovať aj Mars, ktorý je v opozícii.

Merkúr vychádza ráno začiatkom občianskeho súmraku ako objekt –0,8 mag. Ak ho chceme uvidieť, musíme sa snažiť hneď na začiatku decembra, nakoľko jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje a v polovici decembra už vychádza súčasne so Slnkom. 15. 12. je od Zeme najďalej (1,44962 AU) a o dva dni neskôr v hornej konjunkcii. Na večernej oblohe sa objaví až v polovici prvej januárovej dekády, no podmienky jeho viditeľnosti sa zlepšujú, pretože sa blíži do maximálnej východnej elongácie 22. 1. Jeho uhlová vzdialenosť od Slnka bude takmer 19° a jasnosť –0,6 mag. V tom čase by sme ho na oblohe mali nájsť bez väčších problémov a v ďalekohľade sa nám bude javiť ako Mesiac v prvej štvrti, jeho uhlový priemer bude 7". Po elongácii sa jeho uhlová vzdialenosť bude síce zmenšovať, no geometrické podmienky viditeľnosti sú veľmi dobré a tak sa vo večernom súmraku stratí až v prvých februárových dňoch. 9. 12. je v konjunkcii s Mesiacom (5°), no táto nastáva pod obzorom a deň vopred je ešte ich vzdialenosť veľká. Výborné podmienky na pozorovanie priblíženia Mesiaca a Merkúra však nastanú 9. 1. Ku konjunkcii (0,7°) síce dochádza už pod obzorom, no aj po západe Slnka bude Merkúr od Mesiaca len 1,3° a tak máme skvelú šancu na získanie pekných fotografií tenučkého kosáčika Mesiaca s popolavým svitom a asistenciou Merkúra (–0,9 mag). 23. 1. bude Merkúr v konjunkcii s Neptúnom (0,3°). V minimálnej vzdialenosti budú hlboko pod obzorom, no určite stojí za zaznamenanie zmena ich vzájomnej polohy 22. a 23.1., veď na konci občianskeho súmraku bude ich vzdialenosť len 0,4, resp. 0,7°. Na jedno políčko filmu či čip CCD kamery tak môžeme zachytiť súčasne najbližšiu i najvzdialenejšiu planétu Slnečnej sústavy. 28. 1. bude Merkúr v zastávke a začne sa pohybovať spätne.

Venuša (–4,2 až –4,0 mag) bude skvelým objektom rannej oblohy a vzhľadom na svoju jasnosť aj neprehliadnuteľná. Začiatkom decembra vychádza 4 hodiny pred Slnkom a do konca januára sa jej viditeľnosť skráti na polovicu.

Zač. decembra bude 4° pod ňou Spica z Panny, neskôr sa bude pohybovať cez Váhy, Škorpióna, Hadonosa do Strelca. Konjunkcie s Mesiacom sú len v úctivej vzdialenosti, no vzhľadom na jasnosť oboch objektov ich uvádzame. Priblíženie oboch telies 5. 12. skrášli aj prítomnosť Spiky a 5. 1. zase zaujímavé hviezdne pozadie Škorpióna aj s Antaresom. Už pre koncom januára si všimnime približovanie sa Jupitera a Venuše. Táto skvelá dvojica (–1,9 a –4 mag) bude k sebe najbližšie (0,6°) 1. 2.

V priebehu týchto dvoch mesiacov sa jej fáza zväčší zo 66 na 84 % a uhlový priemer zmenší z 18 na 12".

Mars (–1,3 mag až –0,7 mag,) má výborné podmienky viditeľnosti, nakoľko 24. 12. bude v opozícii a teda viditeľný po celú noc. Upúta nielen svojou jasnosťou, ktorá v opozícii dosiahne –1,6 mag, ale aj typickým načervenalým sfarbením. Tohtoročná opozícia však nepatrí medzi výhodné, najmenšia vzdialenosť Marsu od Zeme bude 19. 12. 0,5893 AU (88,2 mil. km). Pri poslednej opozícii 7. 11. 2005 bola táto vzdialenosť 70,3 a 28. 8. 2003 len 55,5 mil. km.

Jeho uhlový priemer sa bude meniť od 15" (1. 12.) cez 15,8" (24. 12.) po 12,1" (31. 1.). a fáza od 97 cez 100 po 95 %.

Po opozícii sa jeho vzdialenosť od Zeme zväčšuje a tak aj jeho jasnosť zoslabne až na –0,7 mag.

Obdobie opozície je najvhodnejšie na pozorovanie jeho albedových útvarov, a ak máme o takéto pozorovania záujem, nemali by sme zaváhať, nakoľko najbližšie opozície budú z hľadiska vzdialenosti priaznivé ešte menej *(tabuľka)*. Výhodou tejto opozície je skutočnosť, že Mars je u nás vysoko nad obzorom. Uhlový priemer sa pri opozíciách Marsu mení od 14 do 25".

Opozície Marsu

13. 6. 2001	68,1	22. 5. 2016	76,2
28. 8. 2003	55,5	27. 7. 2018	57,5
7. 11. 2005	70,3	14. 10. 2020	62,7
24. 12. 2007	88,6	8. 12. 2022	82,2
29. 1. 2010	99,2	16. 1. 2025	96,3
3. 3. 2012	100,7	19. 2. 2027	101,4
8. 4. 2014	92,8		

24. 12. nastane tesná konjunkcia s Mesiacom, bude pozorovateľný dokonca zákryt južnou časťou nášho súputnika. Chybičkou krásy bude len skutočnosť, že Mesiac bude v splne, čo sťaží záznam tohto úkazu. Vstup bude trvať 55 sekúnd, výstup asi o 5 sekúnd kratšie.

Ďalšia tesná konjunkcia, tentokrát však zákryt pozorovateľný nebude, nastane s Mesiacom pred splnom 20. 1., Mars bude od južného okraja Mesiaca 19'.

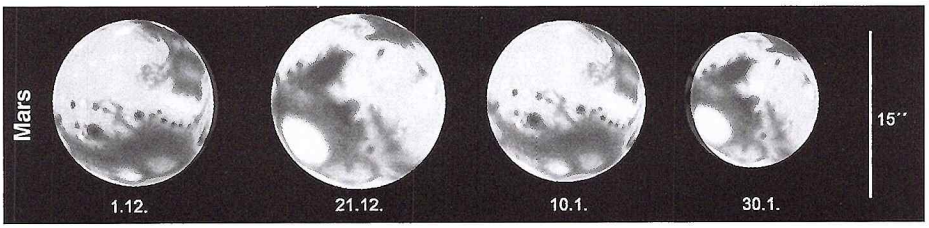
Svoju púť po oblohe začne v blízkosti ε Gem (3,0 mag), v okolí opozície bude 2° severne od otvorenej hviezdokopy M 35 a koncom januára v rovnakej vzdialenosti od beta Tau (1,7 mag).

V predposledný januárový deň bude Mars v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere.

Jupiter (–1,8 mag) sa z Hadonosa už začiatkom decembra presunie do Strelca. Zapadá krátko po skončení občianskeho súmraku a jeho večerná viditeľnosť sa ešte zhoršuje, nakoľko sa blíži do konjunkcie so Slnkom 23. 12. Dva dni pred konjunkciou bude od nás najďalej (6,23 AU). Po konjunkcii sa presunie na rannú oblohu a v druhej dekáde sa ho môžeme pokúsiť nájsť počas občianskeho súmraku. Jeho viditeľnosť sa zlepšuje a koncom januára je už na konci nautického súmraku vo výške 8° v blízkosti žiarivej Venuše.

Konjunkcia s Mesiacom 7. 1. je prakticky nepozorovateľná, nakoľko Mesiac vychádza len krátko pred Slnkom. Skvelá konjunkcia (0,6°) s Venušou však nastane 1. 2. popoludní a tak v posledné januárové a prvé februárové ráno máme výbornú príležitosť na pekné fotografie. Tí, či chcú experimentovať môžu urobiť sériu záberov niekoľko dní pred i po konjunkcii (4. 2. scénu oživí aj Mesiac).

Saturn (0,8 – 0,4 mag) v Levovi zjasňuje, vzdialenosť od Zeme sa zmenší z 9,2 na 8,4 AU a mohutné prstence sa postupne uzatvárajú, pozorujeme ich z južnej strany. Začiatkom decembra vychádza nad obzor hodinu pred polnocou, podmienky sa zlepšujú a koncom januára ho uvidíme už pred 19. Svojou jasnosťou a pokojným žltkastým svitom dotvorí krásne a charakteristické súhvezdie Leva. 20.12. bude v zastávke a začne sa pohybovať spätne. 1.12. bude v konjunkcii (3°) s Mesiacom v poslednej



Zákryty hviezd Mesiacom (december 2007 – január 2008)

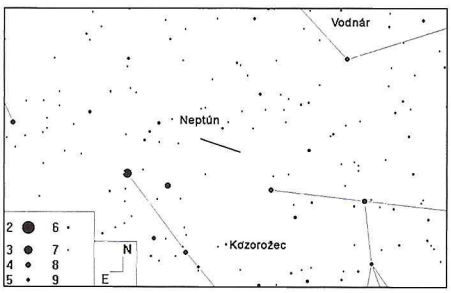
Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/o	b s/o
1. 12.	5 25 19	R	15607	5,6	+63S	264	130	–22
21. 12.	21 57 42	D	4831	4,4	+56S	119	91	–129
21. 12.	22 51 4	R	4831	4,4	–41S	216	81	78
21. 12.	22 6 13	D	4829	5,6	+42N	38	82	90
21. 12.	22 15 39	D	4857	5,8	+68S	107	83	–92
23. 12.	18 57 40	D	7791	4,5	–14N	40	13	172
23. 12.	19 44 16	R	7791	4,5	–77S	311	93	–34
25. 12.	21 45 40	R	12216	5,9	+58N	309	73	–21
27. 12.	22 39 41	D	15022	5,2	–21N	41	94	523
27. 12.	22 56 22	R	15022	5,2	+6N	14	1	S–476
30. 12.	3 13 39	D	17428	4,5	–33S	171	20	–128
30. 12.	4 12 44	R	17428	4,5	+64S	268	133	–12
14. 1.	19 13 13	D	628	5,7	+76N	52	45	–5
24. 1.	23 25 18	R	15607	5,6	+68N	315	67	–51
25. 1.	5 5 19	D	15844	5,2	–68S	137	21	–120
25. 1.	6 4 45	R	15844	5,2	+82S	287	14	–104
26. 1.	1 54 58	D	16965	5,4	–45N	70	180	55
26. 1.	2 34 11	R	16965	5,4	+17N	8	–28	–189
26. 1.	3 59 27	R	16998	6,0	+31N	355	7	–150
29. 1.	4 4 28	R	19471	5,7	+84N	299	93	–44

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

štvrti a najbližšie uvidíme obe telesá pred východom Slnka. Ďalšie, taktiež neveľmi výrazné konjunkcie nastanú 28. 12. (2,9°) a 25. 1. (3,5°).

Urán (5,8 – 5,9 mag) je vo východnej časti Vodnára a začiatkom decembra je pozorovateľný v prvej polovici noci, do konca januára sa jeho viditeľnosť skráti a bude zapadať už pred 20. hodinou. Voľným okom ho zidentifikujeme len obtiažne, no už triédrom ho nájdeme bez väčších problémov medzi hviezdami λ Aqr (3,7 mag) a φ Aqr (4,2 mag). Pohybuje sa smerom na východ a na konci januára bude necelý stupeň vpravo od φ Aqr. Od hviezd ho odlíšime ľahko ako pokojne svietiaci nazelenalý objekt, jeho uhlový priemer je 3,5". 16. 12. bude v konjunkcii s Mesiacom pred prvou štvrťou a ľahko ho nájdeme 1,2° pod jeho južným okrajom. Januárová konjunkcia (13. 1.) je menej výhodná, nakoľko nastáva pod obzorom.

Neptún (7,9 – 8,0 mag) v Kozorožcovi je od Uránu 25° západnejšie a teda zapadá o asi o 2 hodiny skôr, koncom januára už počas nautického súmraku. Nájdeme ho už triédrom, no ako malý modrozelený kotúčik s priemerom 2" ho uvidíme až ďalekohľadom pri dostatočnom zväčšení. 14. 12. a 11. 1. bude v konjunkcii s Mesiacom. Decembrová je výhodnejšia, nastáva nad obzorom. Za pozornosť však určite stojí konjunkcia Neptúna s Merkúrom 23. 1. Tá síce tiež nastáva pod obzorom, no 22. 1. po západe Slnka, na konci občianskeho súmraku budú obe planéty ešte vo výške 9° a od seba na oblohe len 24". Máme teda dobrú príležitosť zachytiť na jednom obrázku najbližšiu i najvzdialenejšiu planétu súčasne



Mesiac ako úzky kosáčik sa môžeme pokúsiť nájsť 11. 12. po západe Slnka. Na konci občianskeho súmraku bude necelé dva dni po nove (osvetlených 3,4 %) vo výške 2°. Takmer totožná situácia sa zopakuje aj 9. 1., Mesiac však bude po nove len 28 hodín.

21. 12. pred polnocou zakryje Mesiac vo veľkej fáze (dva dni pred splnom) svojou južnou časťou severnú časť Plejád. Najjasnejšou zakývanou hviezdou bude Taygeta (4,3 mag).

Centrálnou časťou tejto krásnej hviezdokopy Mesiac prejde 18. 1., no len počas dňa a u nás ešte bude pod obzorom...

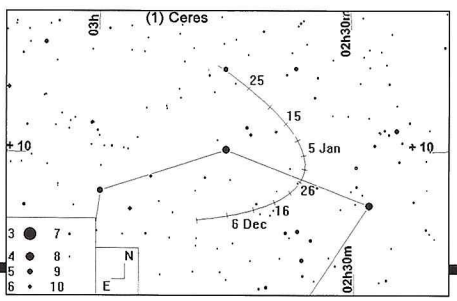
Asteroidy

Začiatkom decembra je najjasnejšia (1) Ceres (7,6 mag), koncom januára (4) Vesta (7,9 mag). (1) Ceres sa bude pohybovať v celkom elegantnom oblúku okolo μ Cet (4,3 mag) vo vzdialenosti asi 2° a koncom januára (29.1. 3') bude v blízkosti 38 Ari (5,2 mag), čo uľahčí jej identifikáciu. (4) Vesta bude viditeľná len vo večerných hodinách, jej elongácia od Slnka sa zmenšuje. (4) Vesta bude 19. 12. necelý stupeň pod guľovou hviezdokopou M 75 (8,5 mag).

Do 11. mag budú v opozícii len 3 asteroidy: (704) Interamnia (21. 12.; 9,9 mag), (15) Eunomia (10. 1.; 8,2 mag), (24) Themis (24. 1.; 10,6 mag).

(15) Eunomia prejde 24.12. necelý polstupeň južne od κ Gem (3,6 mag) a (24) Themis bude začiatkom roku práve v centre otvorenej hviezdokopy M 44 (Jasličky). Ak však chceme mať zaujímavú sériu fotografií, môžeme fotografovať od 28. 12. až do 7. 1., v tomto intervale bude asteroid na pozadí hviezdokopy.

V rámci neurčitosti predpovede je predpovedaných niekoľko zákrytov hviezd do 11. mag asteroidmi, no centrálna línia zákrytu je od nášho územia ďaleko. Z tohto dôvodu predpovede tentokrát neuvádzame. Pozitívne pozorovania týchto zákrytov sú cenné, vážni záujemcovia nech kontaktujú najbližšiu hvezdáreň alebo sledujú upresnenia na stránke http://astrosurf.com/eaon/.

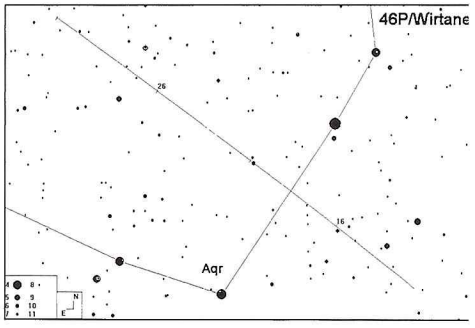


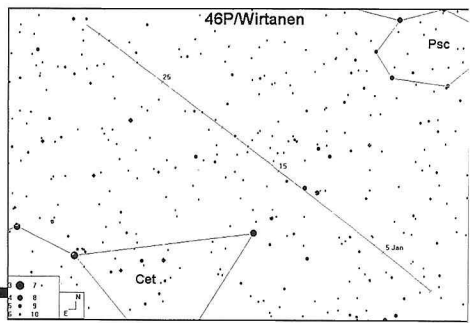
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida asteroidu (1) Ceres			
1. 12.	02h48,4m	+08°04,0'	7,6
6. 12.	02h44,8m	+08°11,2'	7,7
11. 12.	02h41,7m	+08°21,4'	7,8
16. 12.	02h39,3m	+08°34,6'	7,9
21. 12.	02h37,4m	+08°50,9'	8,0
26. 12.	02h36,2m	+09°10,0'	8,1
31. 12.	02h35,7m	+09°31,7'	8,2
5. 1.	02h35,8m	+09°55,9'	8,3
10. 1.	02h36,5m	+10°22,4'	8,3
15. 1.	02h37,8m	+10°51,0'	8,4
20. 1.	02h39,8m	+11°21,4'	8,5
25. 1.	02h42,3m	+11°53,3'	8,5
30. 1.	02h45,3m	+12°26,6'	8,6
Efemerida asteroidu (4) Vesta			
1. 12.	19h28,6m	–24°07,5'	7,9
6. 12.	19h38,1m	–23°50,3'	8,0
11. 12.	19h49,7m	–23°30,2'	8,0
16. 12.	20h00,3m	–23°07,2'	8,0
21. 12.	20h11,8m	–22°41,6'	8,0
26. 12.	20h22,0m	–22°13,3'	8,0
31. 12.	20h32,7m	–21°42,6'	8,0
Efemerida asteroidu (24) Themis			
1. 12.	08h46,7m	+18°55,5'	11,8
6. 12.	08h47,4m	+18°54,5'	11,8
11. 12.	08h47,5m	+18°56,1'	11,7
16. 12.	08h46,9m	+19°00,2'	11,5
21. 12.	08h45,7m	+19°06,8'	11,4
26. 12.	08h43,8m	+19°15,8'	11,3
31. 12.	08h41,3m	+19°26,8'	11,2
5. 1.	08h38,3m	+19°39,6'	11,1
10. 1.	08h34,7m	+19°53,7'	11,0
15. 1.	08h30,8m	+20°08,7'	10,9
20. 1.	08h26,6m	+20°23,9'	10,7
25. 1.	08h22,2m	+20°38,8'	10,6
30. 1.	08h17,8m	+20°53,1'	10,8

Kométy

Predchádzajúce obdobie bolo na jasnejšie kométy chudobné, no teraz nám príroda všetko vynahradila a na oblohe máme až dve kométy viditeľné voľným okom alebo malým triédrom.

Koncom októbra nás svojim zjasnením veľmi milo prekvapila kométa 17P/Holmes a je pravdepodobné, že jasnosť dostatočnú aj pre malé ďalekohľady si udrží ešte aj počas tohto obdobia. Pri jej efemeride jasnosť neuvádzame, no začiatkom decembra by mala mať ešte 5 mag a do konca januára asi nebude slabšia ako 10 mag. Nakoľko je od nás ďaleko, jej pohyb medzi hviezdami je pomalý a tak počas celého obdobia bude v Perzeovi ako cir-





Tabuľky východov a západov (december 2007 – január 2008)

Slnko

			Súmrak					
			Astronomický		Nautický		Občiansky	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 12.	7:10	15:48	6:33	16:23	5:55	17:03	5:17	17:41
6. 12.	7:16	15:46	6:39	16:22	6:00	17:02	5:22	17:40
11. 12.	7:21	15:45	6:44	16:21	6:04	17:02	5:27	17:40
16. 12.	7:25	15:46	6:48	16:22	6:08	17:02	5:31	17:41
21. 12.	7:29	15:48	6:51	16:24	6:11	17:04	5:34	17:43
26. 12.	7:31	15:50	6:54	16:27	6:14	17:07	5:36	17:45
31. 12.	7:32	15:54	6:55	16:31	6:15	17:11	5:37	17:49
5. 1.	7:31	15:59	6:55	16:35	6:15	17:16	5:38	17:53
10. 1.	7:30	16:05	6:54	16:41	6:14	17:21	5:37	17:58
15. 1.	7:27	16:12	6:51	16:47	6:12	17:27	5:35	18:04
20. 1.	7:23	16:19	6:48	16:54	6:09	17:33	5:33	18:10
25. 1.	7:18	16:26	6:44	17:01	6:05	17:40	5:29	18:16
30. 1.	7:12	16:34	6:38	17:09	6:01	17:46	5:24	18:23

Mesiac

	Východ	Západ
1. 10.	14:55	22:48
1. 12.	23:35	12:14
6. 12.	4:05	13:29
11. 12.	9:15	16:48
16. 12.	11:21	22:58
21. 12.	13:04	4:27
26. 12.	18:42	9:36
31. 12.		11:01
5. 1.	5:18	12:55
10. 1.	8:50	18:15
15. 1.	10:16	
20. 1.	13:31	6:01
25. 1.	20:08	8:37
30. 1.	0:47	9:56

Merkúr

	Východ	Západ
1. 12.	6:22	15:20
6. 12.	6:46	15:21
11. 12.	7:10	15:26
16. 12.	7:31	15:34
21. 12.	7:50	15:45
26. 12.	8:05	16:01
31. 12.	8:17	16:21
5. 1.	8:24	16:44
10. 1.	8:28	17:10
15. 1.	8:26	17:36
20. 1.	8:18	17:56
25. 1.	8:02	18:05
30. 1.	7:36	17:53

Venuša

	Východ	Západ
1. 12.	3:08	14:05
6. 12.	3:20	13:58
11. 12.	3:32	13:52
16. 12.	3:44	13:47
21. 12.	3:56	13:42
26. 12.	4:09	13:38
31. 12.	4:21	13:35
5. 1.	4:34	13:34
10. 1.	4:45	13:34
15. 1.	4:56	13:35
20. 1.	5:07	13:38
25. 1.	5:15	13:43
30. 1.	5:23	13:50

Mars

	Východ	Západ
1. 12.	17:32	10:01
6. 12.	17:05	9:39
11. 12.	16:35	9:14
16. 12.	16:06	8:48
21. 12.	15:36	8:22
26. 12.	15:06	7:55
31. 12.	14:37	7:28
5. 1.	14:10	7:00
10. 1.	13:44	6:34
15. 1.	13:19	6:09
20. 1.	12:56	5:45
25. 1.	12:34	5:22
30. 1.	12:14	5:01

Jupiter

	Východ	Západ
1. 12.	8:34	16:51
6. 12.	8:20	16:36
11. 12.	8:05	16:21
16. 12.	7:51	16:07
21. 12.	7:36	15:52
26. 12.	7:22	15:38
31. 12.	7:07	15:23
5. 1.	6:52	15:08
10. 1.	6:37	14:54
15. 1.	6:21	14:39
20. 1.	6:06	14:24
25. 1.	5:51	14:10
30. 1.	5:36	13:55

Saturn

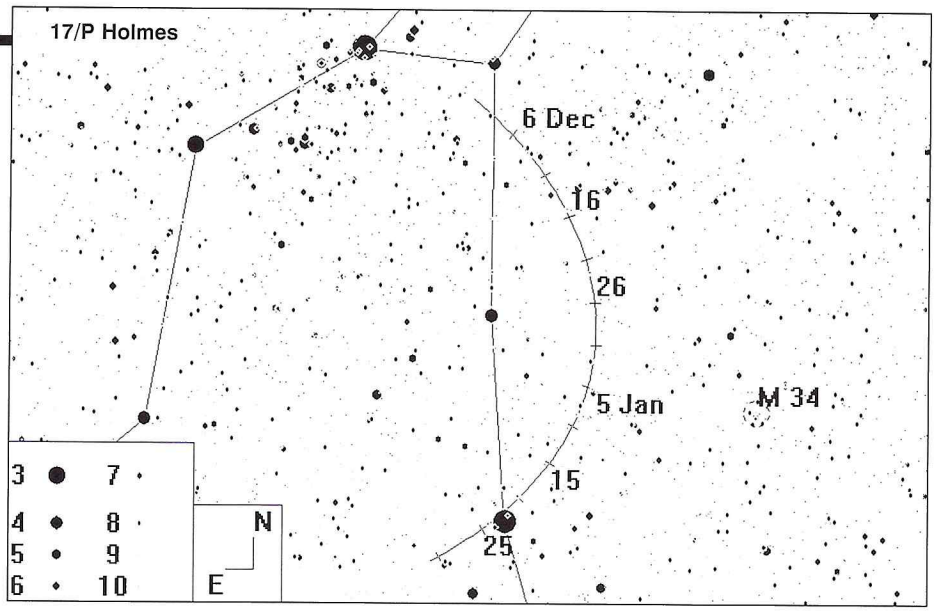
	Východ	Západ
1. 12.	22:52	12:31
6. 12.	22:32	12:12
11. 12.	22:13	11:53
16. 12.	21:54	11:33
21. 12.	21:35	11:14
26. 12.	21:15	10:54
31. 12.	20:54	10:34
5. 1.	20:33	10:14
10. 1.	20:13	9:55
15. 1.	19:52	9:35
20. 1.	19:31	9:15
25. 1.	19:10	8:54
30. 1.	18:48	8:34

Urán

	Východ	Západ
1. 12.	12:32	23:37
6. 12.	12:13	23:17
11. 12.	11:53	22:58
16. 12.	11:34	22:38
21. 12.	11:14	22:19
26. 12.	10:55	22:01
31. 12.	10:35	21:42
5. 1.	10:16	21:23
10. 1.	9:57	21:04
15. 1.	9:38	20:46
20. 1.	9:18	20:27
25. 1.	8:59	20:09
30. 1.	8:39	19:51

Neptún

	Východ	Západ
1. 12.	11:36	21:19
6. 12.	11:17	21:00
11. 12.	10:57	20:41
16. 12.	10:38	20:22
21. 12.	10:18	20:03
26. 12.	9:59	19:44
31. 12.	9:40	19:25
5. 1.	9:21	19:07
10. 1.	9:01	18:48
15. 1.	8:42	18:29
20. 1.	8:23	18:10
25. 1.	8:04	17:52
30. 1.	7:45	17:33



Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el

Efemerida kométy 17P/Holmes

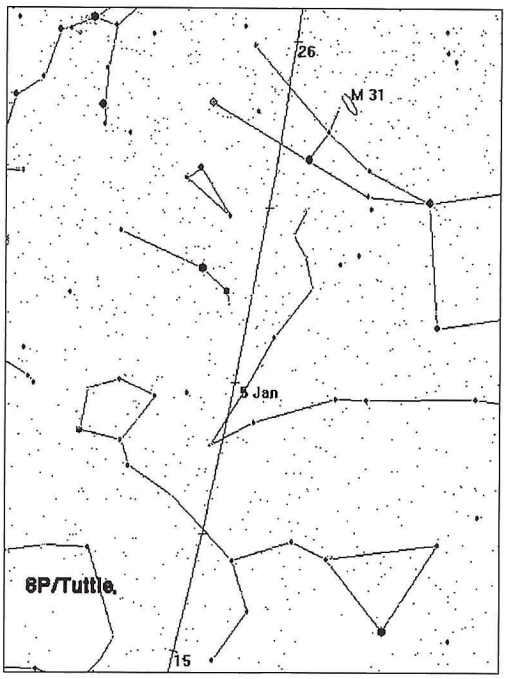
1. 12.	$03^h11{,}5^m$	+48°57,0'		149,0
6. 12.	$03^h07{,}1^m$	+48°15,5'		147,3
11. 12.	$03^h03{,}5^m$	+47°29,9'		144,8
16. 12.	$03^h00{,}9^m$	+46°41,6'		141,8
21. 12.	$02^h59{,}2^m$	+45°52,2'		138,4
26. 12.	$02^h58{,}4^m$	+45°02,9'		134,6
31. 12.	$02^h58{,}5^m$	+44°14,5'		130,7
5. 1.	$02^h59{,}4^m$	+43°27,9'		126,7
10. 1.	$03^h01{,}1^m$	+42°43,8'		122,7
15. 1.	$03^h03{,}6^m$	+42°02,5'		118,6
20. 1.	$03^h06{,}7^m$	+41°24,2'		114,6
25. 1.	$03^h10{,}4^m$	+40°49,2'		110,6
30. 1.	$03^h14{,}7^m$	+40°17,2'		106,6

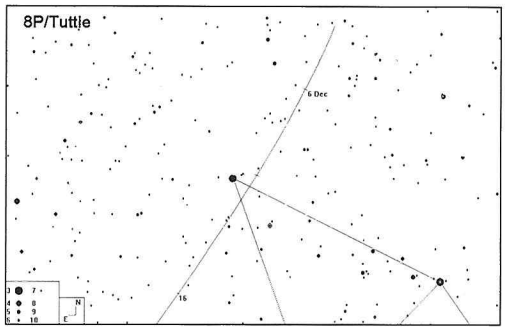
Efemerida kométy 8P/Tuttle

1. 12.	$20^h48{,}6^m$	+83°44,6'	9,5	109,0
6. 12.	$22^h11{,}9^m$	+81°36,5'	8,9	110,9
11. 12.	$23^h17{,}9^m$	+77°49,3'	8,3	112,8
16. 12.	$00^h06{,}8^m$	+71°45,3'	7,6	114,8
21. 12.	$00^h43{,}0^m$	+62°26,9'	7,0	116,3
26. 12.	$01^h10{,}6^m$	+48°42,8'	6,4	116,2
31. 12.	$01^h32{,}4^m$	+30°18,7'	5,9	112,6
5. 1.	$01^h50{,}2^m$	+10°06,7'	5,7	105,3
10. 1.	$02^h05{,}0^m$	−07°19,7'	5,8	97,0
15. 1.	$02^h17{,}7^m$	−20°10,7'	6,1	90,2
20. 1.	$02^h28{,}7^m$	−29°11,9'	6,3	85,1

Efemerida kométy 46P/Wirtanen

11. 12.	$22^h43{,}7^m$	−20°54,9'	10,7	76,3
16. 12.	$22^h54{,}3^m$	−19°01,4'	10,5	74,3
21. 12.	$23^h05{,}6^m$	−16°59,4'	10,3	72,5
26. 12.	$23^h17{,}6^m$	−14°48,7'	10,1	71,0
31. 12.	$23^h30{,}3^m$	−12°28,8'	10,0	69,7
5. 1.	$23^h43{,}7^m$	−09°59,6'	9,8	68,6
10. 1.	$23^h57{,}7^m$	−07°21,1'	9,6	67,7
15. 1.	$00^h12{,}5^m$	−04°33,3'	9,5	67,1
20. 1.	$00^h28{,}0^m$	−01°36,8'	9,4	66,7
25. 1.	$00^h44{,}3^m$	+01°27,4'	9,3	66,5
30. 1.	$01^h01{,}4^m$	+04°38,4'	9,2	66,6





kumpolárny objekt. 22. januára bude len 9' od Algola.

Druhou jasnou kométou na oblohe bude 8P/Tuttle, ktorá sa bude k Zemi približovať a teda aj zrýchľovať svoj pohyb po oblohe. Perihéliom prejde 27. 1., najbližšie k nám bude 2.1. (0,253 AU), v tom čase sa bude premietať do Rýb a jej pohyb po oblohe bude 4°/deň. V prvej polovici decembra je v Cefeovi, do konca roka sa presunie cez Kasiopeju a Andromédu do Trojuholníka. Najjasnejšia bude začiatkom januára v Rybách, 7.1. sa dostane pod rovník vo Veľrybe a svoj pohyb južne od nás zakončí v súhvezdí Chemická pec.

11. 12. bude celý stupeň od γ Cep (3,2 mag), 21. 12. stupeň od γ Cas (2,2 mag) a 30. 12. dokonca okrajovými časťami galaxie M 33 v Trojuholníku!

V januári bude jasnejšia ako 10 mag aj kométa 46P/Wirtanen, ktorá prejde perihéliom 2. 2.

Meteory

Jednoznačne najlepším decembrovým rojom sú Geminidy, ktorých maximum nastane 14. 12. vo večerných hodinách (17,7 ±2,3 SEČ). Radiant je síce ešte nízko, no Mesiac bude rušiť len málo, nakoľko je na opačnej strane oblohy. Geminidy majú stabilne vysoké frekvencie (ZHR 120) a veľa jasných meteorov a aj preto sú jedným z najobľúbenej-

Meteorické roje (december 2007 – január 2008)

Roj	Aktivita	Max.	Radiant		Pohyb rad. °/deň		V. km/s	ZHR	Zdroj
			RA	D	RA	D			
MON	27. 11. – 17. 12.	9. 12.	06:40	+08	0,8	+0,2	42	2	IMO
HYD	3. 12. – 15. 12.	12. 12.	08:28	+02	0,7	–0,2	58	3	IMO
GEM	7. 12. – 17. 12.	14. 12.	07:29	+33	1,0	–0,1	35	120	IMO
COM	12. 12. – 23. 1.	20. 12.	11:40	+25	0,8	–0,3	65	5	IMO
URS	17. 12. – 26. 12.	23. 12.	14:28	+76	0,0	–0,4	33	10	IMO
QUA	1. 1. – 5. 1.	4. 1.	15:20	+49	0,8	–0,2	41	120	IMO

MON – Monocerotidy, HYD – σ Hydridy, GEM – Geminidy, COM – Koma Berenicidy, URS – Ursidy, QUA – Kvadrantidy

ších hlavných rojov. O 20. hodine už bude radiant vo výške 30°, Mesiac zapadne a tak si môžeme „užiť" toto pozorovanie až do úsvitu. Odmenou za chladnú decembrovú noc nám bude veľa nádherných pomalých meteorov.

Druhým skvelým rojom tohto obdobia sú Kvadrantidy, ktorých maximum nastane 4. 1. až ráno (7,7 hod) a tak ešte pred svitaním bude pozorovateľná ich dostatočne vysoká frekvencia, ktorá v maxime dosahuje v priemere 120 meteorov za hodinu. Bežne sa prepočítaná frekvencia mená v rozmedzí 60 až 200.

Vianočné Ursidy budú rušené svitom Mesiaca v splne. čo je zvlášť pri pomerne nízkej frekvencii meteorov veľmi nepríjemné.

PAVOL RAPAVÝ

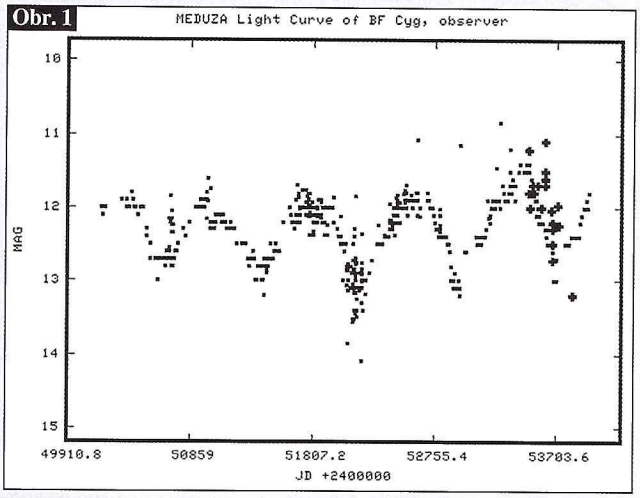
Kalendár úkazov a výročí (december 2007 – január 2008)

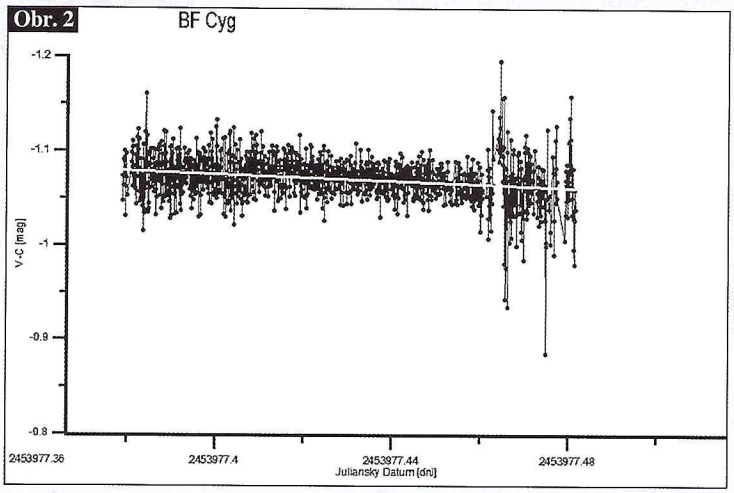
1. 12. 13,0 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 3° severne)
1. 12. 13,7 Mesiac v poslednej štvrti
3. 12. 140. výročie (1867) narodenia F. Nušla
5. 12. 19,9 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 7° severne)
6. 12. 18,4 Mesiac v odzemí (406 218 km)
7. 12. 35. výročie (1972) štartu Apolla 17
9. 12. 7,3 Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 5° severne)
9. 12. maximum slabého meteorického roja Monocerotidy (ZHR 2)
9 .12. 18,7 Mesiac v nove
12. 12. 40. výročie (1967) štartu sondy Pioneer 8
12. 12. maximum slabého meteorického roja σ Hydridy (ZHR 3)
13. 12. 35. výročie (1972) posledných krokov človeka na Mesiaci
13. 12. 140. výročie (1867) narodenia K. O. B. Birkelanda
14. 12. 17,7 maximum meteorického roja Geminidy (ZHR 120)
14. 12. 19,2 Merkúr v odslní (0,4667 AU)
14. 12. 200. výročie (1807) pádu meteoritu Weston
14. 12. 20,9 Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 1° severne)
15. 12. 21,9 Merkúr v odzemí (1,44962 AU)
16. 12. 90. výročie (1917) narodenia A. C. Clarka
16. 12. 150. výročie (1857) narodenia E. Barnarda
16. 12. 18,3 Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1,5° južne)
17. 12. 11,3 Mesiac v prvej štvrti
17. 12. 16,6 Merkúr v hornej konjunkcii
19. 12. 0,9 Mars v prízemí (0,58936 AU)
19. 12. 110. výročie (1897) narodenia V. Ronchiho
20.12. 13,3 Saturn v zastávke, začína sa pohybovať spätne
20. 12. maximum meteorického roja Koma Berenicidy (ZHR 5)
21. 12. 8,9 Jupiter v odzemí (6,2348 AU)
21. 12. asteroid (704) Interamnia v opozícii (9,9 mag)
22. 12. 7,1 zimný slnovrat, začiatok astronomickej zimy
22. 12. 11,1 Mesiac v prízemí (360 807 km)
23. 12. 6,9 Jupiter v konjunkcii so Slnkom (11')
23. 12. Mars v maxime jasnosti –1,6 mag
23. 12. maximum meteorického roja Ursidy (ZHR 10)
24. 12. 2,3 Mesiac v splne
24. 12. 5,0 Mars v konjunkcii s Mesiacom – zákryt (Mars 0,2° južne)
24. 12. 20,7 Mars v opozícii
28. 12. 125. výročie (1882) narodenia sira A. S. Eddingtona
28. 12. 20,0 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 2,9° severne)
29. 12. 30. výročie (1977) objavu marsovského meteoritu ALHA 77005
31. 12. 8,8 Mesiac v poslednej štvrti
2. 1. 70. výročie (1938) narodenia Š. Knošku
3. 1. 1,2 Slnko v prízemí (Zem v prísln, najbližšie k Slnku) (0,983278 AU)
3. 1. 9,4 Mesiac v odzemí (405 303 km)
4. 1. 190. výročie (1818) narodenia G. Reussa
4. 1. 7,7 maximum meteorického roja Kvadrantidy (ZHR 120)
4. 1. 335. výročie (1643) narodenia sira I. Newtona
5. 1. 2,8 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 7,5° severne)
6. 1. 10. výročie (1998) štartu Lunar Prospectoru
6. 1. 40. výročie (1968) štartu Surveyoru 7
7. 1. 11,8 Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 5,2° severne)
8. 1. 90. výročie (1917) narodenia F. J. Kerra
8. 1. 12,6 Mesiac v nove
8. 1. 35. výročie (1973) štartu Luny 21
8. 1. 140. výročie (1868) narodenia sira F. Dysona
9. 1. 18,3 Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 0,7° severne)
10. 1. asteroid (15) Eunomia v opozícii (8,2 mag)
11. 1. 2,6 Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 0,9° severne)
11. 1. 100. výročie (1908) narodenia I. S. Astapovica
13. 1. 1,2 Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 1,9° južne)
15. 1. 225. výročie (1783) narodenia D. Kmeta
15. 1. 20,8 Mesiac v prvej štvrti
19. 1. 9,0 Mesiac v prízemí (366 409 km)
20. 1. 1,6 Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 0,6° južne)
21. 1. 100. výročie (1908) narodenia B. Strömgrena
22. 1. 6,0 Merkúr v najväčšej východnej elongácii (18,6°)
22. 1. 14,6 Mesiac v splne
22. 1. 40. výročie (1968) štartu Apolla 5
23. 1. 2,4 Merkúr v konjunkcii s Neptúnom (Merkúr 0,3° severne)
24. 1. asteroid (24) Themis v opozícii (10,6 mag)
25. 1. 5,7 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 3,5° severne)
26. 1. 30. výročie (1978) štartu družice IUE
27. 1. 100. výročie (1908) objavu Jupiterovho mesiaca Pasiphae (P .Melotte)
27. 1. 90. výročie (1918) narodenia A. Mrkosa
27. 1. 18,9 Merkúr v prísln (0,30749 AU)
28. 1. 8,3 Merkúr v zastávke, začína sa pohybovať spätne
30. 1. 6,1 Mesiac v poslednej štvrti
30. 1. 22,2 Mars v zastávke, začína sa pohybovať v priamom smere
31. 1. 5,6 Mesiac v odzemí (404 512 km)
31. 1. 50. výročie (1958) štartu prvej americkej družice Explorer 1
1. 2. 12,6 Venuša v konjunkcii s Jupiterom (Venuša 0,6° severne)
3. 2. 1,8 Merkúr v konjunkcii s Neptúnom (Merkúr 3,3° severne)
4. 2. 6,7 Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 4,8° severne)
4. 2. 14,9 Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 4,8° severne)
6. 2. 19,3 Merkúr v dolnej konjunkcii
7. 2. 2,9 Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 5,3° severne)
7. 2. 4,7 Mesiac v nove

BF Cygni a Chile

Ako súvisí BF Cygni a Chile? No tak, že bez tejto hviezdy, by sa Ľubo Urbančok do Chile asi nemal možnosť dostať. Kto je Ľubo? Dnes je to takmer 18-ročný gymnazista z Filakova, už to nie je ten 12-ročný chlapec, ktorého sme pred 6 rokmi spoznali na doporučenie priateľa, ako niekoho, kto sa naliehavo a veľmi vážne, priam neodbytne, zaujíma o astronómiu. A napriek tomu, že býval až v Šíde, začal chodiť k nám na Hvezdáreň v Rimavskej Sobote, cez víkendy, prázdniny, vždy, keď mohol. A keď nemohol, mailoval o všetkom, čo ho zaujalo. Každý mail začínal slovami „Dobrý deň" a tak mu prischla rovnaká prezývka. Už na jeho prvom letnom astronomickom tábore u nás sa výrazne líšil od všetkých, bol zaostrený na astronómiu veľmi cieľavedome. Vybral si Paľa Rapavého, ten trpezlivo odpovedal na všetko, čo súviselo s pozorovaniami premenných hviezd, komét, Slnka a pravdaže s technikou. Podporoval ho a možno ani on netušil, čo mu to tu rastie. A Ľubo vedel zúročiť všetky poznatky a cieľavedome si budoval technické možnosti, pomohlo aj SZAA a naozaj rástol. Na hvezdárni v Hlohovci sa dostal k 60-ke, Mgr. Petríkovi a k problému BF Cygni. Predovšetkým však pozoroval, spracovával, konzultoval, neustále vylepšoval svoju domácu pozorovateľňu. Občas sme kontakt stratili, aby sme sa vzápätí dozvedeli, že napísal nejakú prácu a chcel poznať názor, alebo o nejakom úspechu na SOČ. Napokon ten, ktorý predchádzal tomu najväčšiemu, keď sa do súťaže EÚ pre mladých vedcov EUCYS, ktorú, mimochodom, našiel na internete, prihlásil a úspešne ju zvládol. Z národného kola postúpil do európskeho vo Valencii. So SOČ medzitým reprezentoval aj v ČR a tiež bol ocenený. V septembri v Španielsku sa dostavil ďalší úspech, medzinárodná porota ocenila jeho prácu o BF Cygni pobytom na európskych južných observatóriách v Chile. To, že jeho ocenenie si vážia aj tu na Slovensku svedčí i plagát ďalšieho ročníka súťaže EÚ pre mladých vedcov... (www.eucontest.sk), kde použili aj jeho meno; visí nám vo hvezdárni... Čo ak ho niekto bude nasledovať? No a pravdaže, podáva si granty, zháňa peniaze na techniku... a darí sa mu. Popri škole stíha aj fotografovanie, napr. do Katolíckych novín, lebo fotenie má naozaj rád. Jeho fotografie sú tiež súčasťou našej novej výstavy Z klenotov neba a zeme. Takže aj v Chile toho isto veľa nafotí, ale to všetko na neho ešte len čaká.... ***DR***

Po návrate z Valencie v rozhovore s Dr. Rušinom Foto: D. Rapavá





Moja hviezda BF Cygni

Ľubomír Urbančok

Z histórie

BF Cygni je symbiotická premenná hviezda typu S (stellar). Hviezda bola objavená ako premenná v roku 1915 astronómom d'Esterre a ako nepravidelnú premennú hviezdu so zmenami jasnosti od 9,4 do 11,2 mag. ju klasifikovali Meriil & Burwell (1933). Jacchia's (1941) analyzoval 50-ročné fotografické snímky BF Cyg a objavil 754-dňovú periódu zmien jasnosti. Neskôr boli publikované spresnené periódy 757,3 d (Pucinkas 1970) a 756,8 d (Mikolajewska 1987). V roku 1989 publikovala Mikolajewska a kol. efemeridu pre systém BF Cyg: MinV = JD 2415058 + 756,8 x E.

Súčasné poznatky a moje pozorovania

Zo súčasne pozorovateľných zmien je zrejmé, že hviezda je charakteristická vzplanutiami a preto už v minulosti bola priradená k podtypu Z And. Bežne sa mení od 9,3 do 13,4 mag. V práci E. Leibowitza a L. Formigginiho (Astronomy & Astrophysics) bola popri perióde 753,7 publikovaná aj perióda 798,8 dní. Prvá perióda bola známa ako binárna a druhú, nimi objavenú, vysvetľujú ako dobu rotácie obrej hviezdy symbiotického systému.

S vizuálnymi pozorovaniami tejto zaujímavej symbiotickej hviezdy som začal v roku 2005. Na základe svojich pozorovaní a použitím vizuálnych dát z databázy skupiny Medúza som vypočítal orbitálnu periódu hviezdy na 863,5 dňa, čo je dosť veľký rozdiel v porovnaní s periódou 756,8, publikovanou Mikolajewskou a Skopalom. Avšak po preskúmaní zistíme, že táto hodnota je pre súčasnosť veľmi reálna. Hodnota Skopala a Mikolajewskej je získaná zo všetkých dostupných historických dát, ktoré sa datujú už od konca 19. storočia. Naša hodnota je vypočítaná z údajov za posledných asi 13 rokov. Samozrejme, správnu hodnotu je najlepšie potvrdiť pomocou predpovede. Z tej našej som predpovedal minimum jasnosti na JD 2453821 a skutočne ho aj napozoroval *(obr. 1)*. Dr. Skopal sa vo svojej práci pri BF Cygni venoval aj diagramom O-C, kde bol rozdiel periódy v historických dátach okolo 120 dní. Preto môžeme smelo konštatovať, že hodnota periódy 863,5 d je pre predpovedanie súčasného správania sa hviezdy vhodná za predpokladu, že chceme presne predpovedať maximá a minimá jasnosti hviezdy.

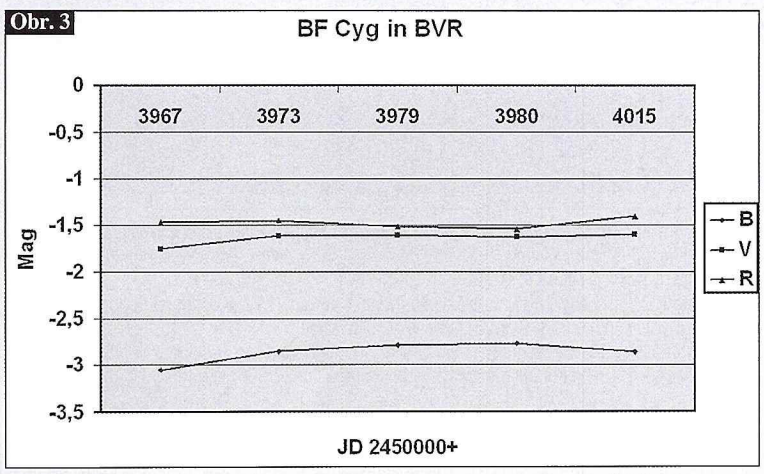
Pri jednom zo svojich pozorovateľských pobytov na hvezdárni v Hlohovci som 18. 8. 2006 dostal správu z e-mailovej konferencie, že hviezda sa nachádza vo vzplanutí. Neváhal som ani chvíľu a hneď večer som ju pozoroval na 60 cm ďalekohľade pomocou CCD kamery vo filtroch BVR. Hviezdu sa mi v roku 2006 podarilo 60 cm ďalekohľadom pozorovať ešte počas 5 nocí. Po vzplanutí som sa v noci 29. 8., počas 3-hodinového pozorovacieho intervalu vo filtri R, pokúsil napozorovať aj flickering (krátkodobé zmeny jasnosti hviezdy s amplitúdou 0,3 – 0,9 mag), avšak tento pozorovateľný nebol.

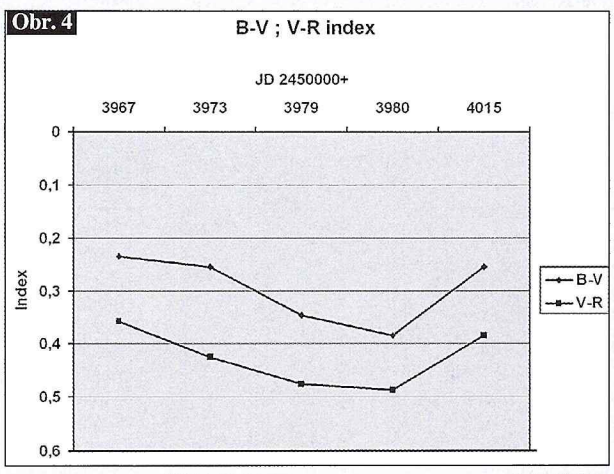
Výsledky z CCD pozorovaní

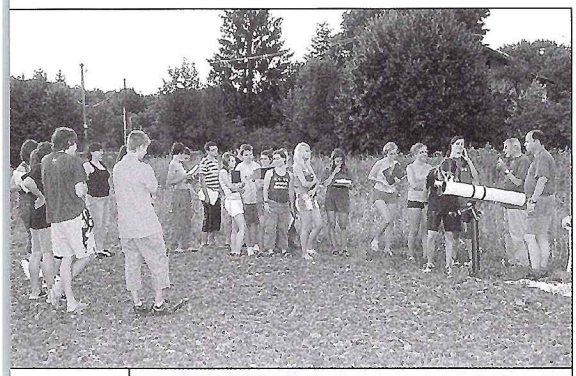
BF Cygni vzplanula v auguste 2006 o 3,1 magnitúdy a to z 12 mag na jasnosť dosiahnutú v maxime JD 2453968 9,9 mag vo vizuálnej oblasti. Aj keď sa nám flickering nepodarilo pozorovať, už zo svetelnej krivky *(obr. 2)* môžeme vidieť, že jasnosť hviezdy počas noci klesala. Po spracovaní údajov lineárnou regresiou sme dostali hodnotu, ktorá hovorí o koľko stúpala resp. klesala jasnosť hviezdy za jeden deň. Konkrétne nám vyšla hodnota 0,179259 mag/deň. Je zaujímavé sledovať dlhodobý B-V a V-R index, kde je B-V a V-R rozdiel takmer rovnaký. Z CCD pozorovaní je zrejmé chovanie sa farebného indexu hviezdy. Od začiatku vzplanutia až do JD 2453980 hviezda červenela a potom sa začal jej farebný index meniť do modrej oblasti. Na BVR krivke vidíme, že najjasnejšia bola hviezda v červenej oblasti spektra (okolo λ 650 nm) a najmenšiu svietivosť vykazovala v modrej oblasti spektra (λ 440 nm) *(obr. 3 a 4)*. Keďže v červenej oblasti spektra žiari najmä červený obor, na základe Planckovho zákona pre absolútne čierne teleso a Wienovho zákona posunu môžeme určiť jeho teplotu na približne 4000 K.

Poďakovanie

Dr. Augustin Skopal, Hvezdáreň Hlohovec, Hvezdáreň Rimavská Sobota, Mgr. Krištofovič, Dr. P. Rapavý, Mgr. K. Petrík







Pozorovanie Venuše. Foto: Blanka Lehotská

Biológovia za astronomickým ďalekohľadom

Pod názvom *Letná škola v prírode* zorganizovala Prírodovedecká fakulta Univerzity komenského Bratislava podujatie určené stredoškolákom – absolventom krajských a celoštátnych kôl Biologickej olympiády z Trnavského, Trenčianskeho, Nitrianskeho, Banskobystrického a Žilinského kraja. Uskutočnilo sa 15. – 20. júla 2007 v peknom prírodnom prostredí rekreačnej oblasti Modra-Piesok na hrebeni Malých Karpát. Jeho cieľom bolo priblížiť účastníkom v teréne viaceré odbory živej a neživej prírody. Okrem zoológie, botaniky, environmentalistiky a geológie to bola aj astronómia. Pre účastníkov sme vytvorili pracovné listy, ktoré obsahovali stručné texty, schémy, obrázky a vyčlenený priestor na dokresľovanie pozorovaných objektov.

Úvodná časť z astronómie bola zameraná na oboznámenie sa s jednotlivými druhmi ďalekohľadov a montáží. Cez deň sme pozorovali slnečné škvrny projekčnou metódou a metódou priameho pozorovania cez astrofóliu. Podvečer to bolo pozorovanie aktuálnej fáze Venuše a po zotmení sledovanie zmien polohy galileovských mesiacov Jupitera, ktoré účastníci zakresľovali v určitých časových intervaloch a dňoch do pracovných listov a pomocou poskytnutého diagramu určovali aj ich názvy. Rozsiahlejšia časť bola venovaná za pomoci silného lúča baterky poznávaniu súhvezdí a pomenovávaniu najznámejších hviezd. Študenti museli označiť 3 najjasnejšie hviezdy Severnej koruny, podľa iných hviezd odhadnúť magnitúdu hviezdy Arkturus, určiť farbu Deneba, Ras Algethi či dvojviezdy Albireo a iné. Z ďalších vesmírnych objektov si pozreli hviezdokopu, hmlovinu a galaxiu. Na záver to bolo vyhľadanie asterizmov Letný trojuholník a Ramienko, ktoré museli aj zakresliť. Predposledný deň tábora sme si so študentami prešli a zopakovali väčšinu pozorovaní na počítačovom planetáriu. Na pozorovania sme používali triédre a 130 mm hurbanovský Newton na paralaktickej montáži.

Pre väčšinu účastníkov Letnej školy v prírode to bolo prvé stretnutie s astronómiou a veríme, že nie posledné. Dúfame, že aj v budúcnosti pri potulkách prírodou radi siahnu po triédri a zamieria ho opäť na nočnú oblohu. Letná škola v prírode bola finančne podporená Európskym sociálnym fondom v rámci projektu *Inovatívne prístupy v motivácii mladých ľudí pre štúdium prírodovedných disciplín.*

Roman Lehotský

ESOP 2007

História „slovenského" European Symposium on Ocultation Projects (ESOP) sa začala pred dvoma rokmi počas rokovania ESOP 2006 v Paríži, kde sa už tradične s predstihom hlasovalo o budúcom mieste konania tejto konferencie. Rozhodnutie padlo na Slovensko, v pôvodnom návrhu na okolie Bratislavy. Po dlhotrvajúcich úvahách však zvíťazila myšlienka usporiadať XXVI. ESOP v centre slovenskej profesionálnej astronómie, vo Vysokých Tatrách. Predprípravá konferencie si vyžadovala aj prezentáciu miesta konania na jubilejnom XXV. ESOP-e v holandskom Leidene, kde účastníkov zaujala nielen prezentácia, ale aj poster s dôležitými údajmi o Slovensku, Vysokých Tatrách, kultúrnych pamiatkach a slovenskej astronómii.

Po náročných prípravách, nevyhnutných organizačných krokoch a po vykonaní veľkého množstva práce sa sympózium mohlo začať v peknom prostredí Astronomického ústavu SAV a blízkeho hotela Academia. Tu sa v posledný augustový víkend zišlo viac ako štyridsať účastníkov z celej Európy, ktorých spája problematika zákrytov telies. Počas dvoch dní vystúpila v kongresovej sále Astronomického ústavu dvadsiatka prednášajúcich s odbornými prezentáciami. Témy boli rôznorodé, všetky však mimoriadne zaujímavé. Neúprosne plynúci čas nedovolil zájsť do úplných podrobností, v kuloároch sa však mnohé z tém rozoberali ešte podrobnejšie. Každú voľnú chvíľu využili účastníci na výmenu skúseností, ukážky výsledkov pozorovaní alebo teoretické úvahy a vo vestibule hotela Academia sa skupinky astronómov skláňali nad notebookmi do neskorej noci.

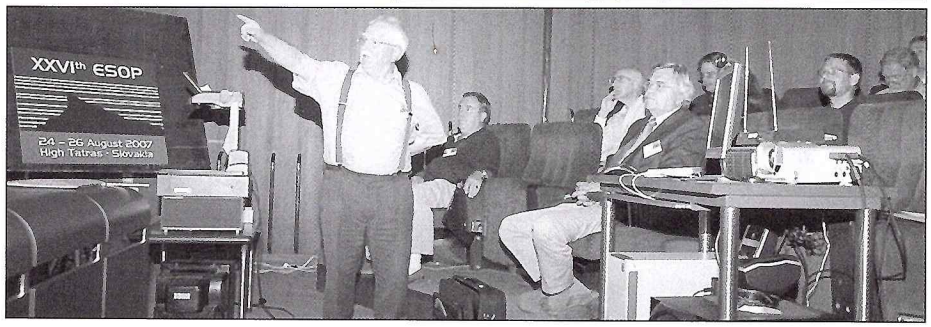
Keďže nielen astronómiou je človek živý, v sprievodnom programe sa síce konali exkurzie na pracoviská Astronomického ústavu, ale aj na observatóriá na Skalnatom Plese a Lomnickom štíte. Tu sa tiež hovorilo o astronómii, ale v prostredí úzko spätom s našimi veľhorami. Škoda, že Lomnický štít bol v oblakoch a neposkytol svoj neopakovateľný výhľad, ale o to viac naše Tatry nalákali účastníkov na budúcu návštevu. Čerešničkou na torte bol splav Dunajca na pltiach zakončený tradičnou večerou pri goralskej hudbe, opekanom baranovi a rôznych atrakciách. Sprievodný program sympózia zavŕšil celodenný výlet po historických klenotoch Spiša. S históriou sa účastníci zoznámili na hrade v Kežmarku, pozreli si unikátny gotický oltár majstra Pavla v Levoči, naobedovali sa na Spišskom salaši, navštívili katedrálu v Spišskej Kapitule a Spišský hrad.

XXVI. ESOP je už minulosťou. Zostalo po ňom veľké množstvo fotografií, prezentácie a informácie na diskoch počítačov, krásne spomienky. Vznikli nové priateľstvá a upevnili sa staré. Čo je však dôležitejšie, účastníci si okrem podnetov a odborných vedomostí odniesli nielen aj nevšedný zážitok zo spoznávania našej krajiny. Organizátorov veľmi teší fakt, že podľa ohlasov na „ich" ESOP budú účastníci spomínať len v dobrom.

Budúci rok bude ESOP v nemeckom Drebachu a o dva roky sa stretneme v susednom Poľsku.

Fotografie a viac informácii o ESOP 2007 nájdete na oficiálnej stránke sympózia http://esop2007.szaa.sk/, kde sa nazhromaždené údaje budú aktualizovať.

IVAN MAJCHROVIČ

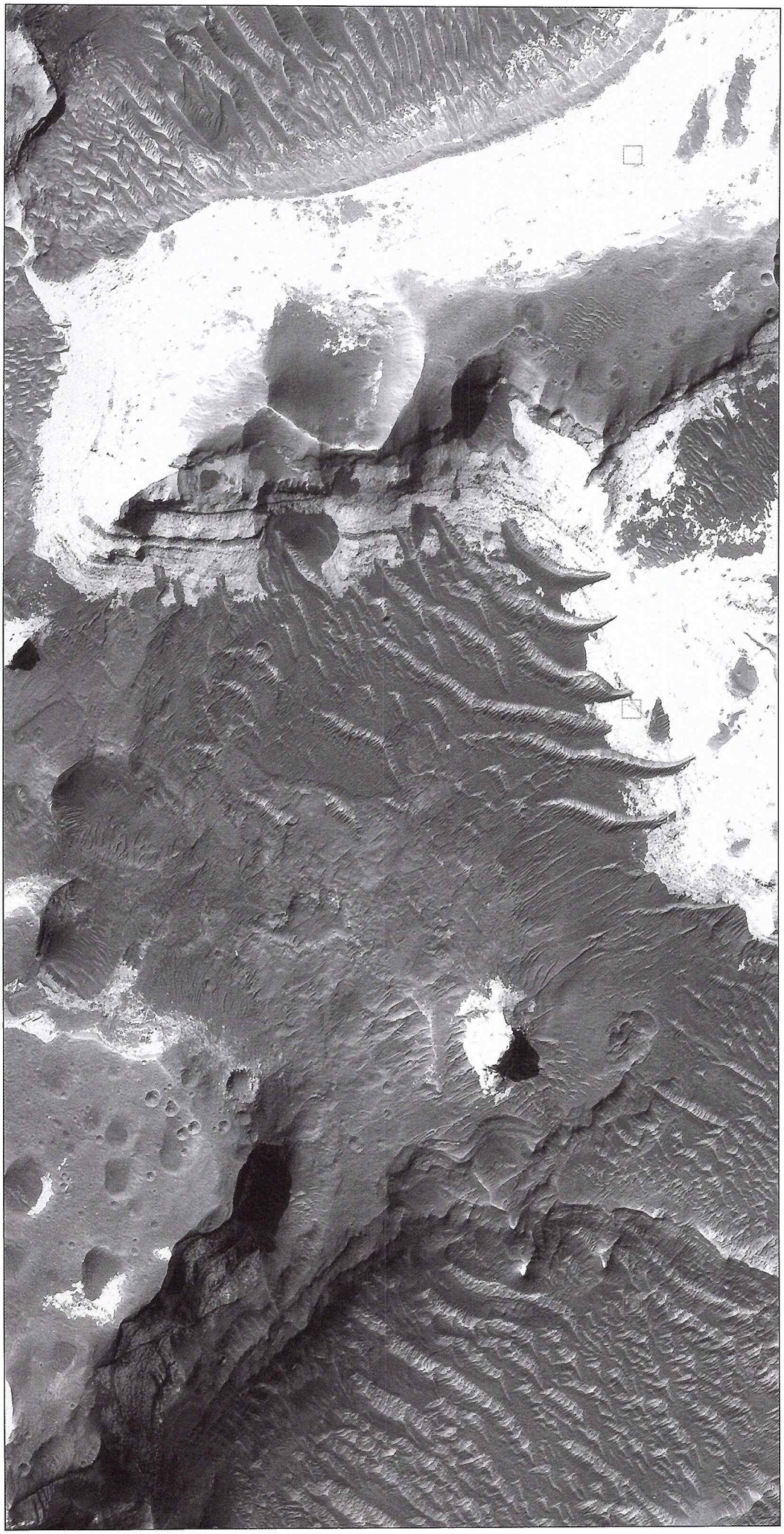


Predám Newton 114/900 mm na paralaktickej montáži so statívom a okulármi. Ďalej predám okuláre Plossl 25 a 9 mm, zrkadlovku Zenit TTL s objektívom Helios 2/58 mm a TAIR 2,8/135 mm. Roman Vaňúr, 0908467753, rick02@pobox.sk, Čajkovského 1, 94911, Nitra

Predám zrkadlový ďalekohľad NEWTON 150/1330, paralaktická montáž, pohon. K 12, K20. Cena dohodou. Kontakt: mobil: 0904348302. Adresa: Novojelčanská 853, 925 23 Jelka, Branislav Gálik.

Predám Celestron NexStar 4, Maksutov-Cassegrain 102/1325 na montáži NexStar. S databázou 4000 objektov, možnosť fotografovania. Zakúpený 4/2007, veľmi málo používaný. Pôvodná cena 21 990,– Sk teraz 14 900,– Sk. Kontakt: 0903/987113

Predám: Kvalitnú novú paralaktickú montáž s jemnými posuvmi za 2500 Sk (bez trojnožky, foto zašlem na e-mail). Ďalej predám astronomické softver SkyMap Pro 10,11, (1500 Sk). Predám aj refraktor Bresser 70/700 mm s hrebeňovým výťahom, 2 okulare (2000) Sk a hľadáčik Celestron 10×50 s držiakom na tubus (800 Sk). Tel.: 0905 748 427.



Mars: Holdenov kráter

Pätnásť lokalít na povrchu Marsu preveruje sonda Mars Reconaissance Orbiter (MRO) pre skupinu vedcov, ktorá rozhodne, kde pristane rover MSL, ktorý majú vypustiť v roku 2009.

Jednou z vytipovaných lokalít je Holdenov kráter. Ide o terén, ktorý je pre geoloógov a hydrológov čo rekonštruujú históriu vody na Červenej planéte jedným z najzaujímavejších na celom Marse.

Kamera HiRiSe (High Resolution Imaging Experiment) zviditeľnila na svahoch krátera veľa silných výverov i rozvetvené žľaby pod nimi; dná vyschnutých jazier pokryté aluviálnymi naplaveninami, zvlnenými usadeninami, ktoré mohla vytvoriť iba tečúca voda i početné hrebene pieskových dún, presúvaných vetrom. Vek naplavenín: 3,7 miliardy rokov. Klíma na Marse sa odvtedy cyklicky menila, ale trend je nezvratný: planéta je čoraz suchšia a chladnejšia.

Terén zobrazený HiRiSe je obdĺžnik s diagonálou 600 metrov. Vývery vody rozlíšite najmä na strmých svahoch vyvýšenín s obnaženými geologickými vrstvami, žľaby v kuželoch sute pod nimi. Geológov zaujali svetlé naplaveniny na dne krátera i výrazné „vrstevnice" na svahoch paniev, považovaných za jazerá, ktorých hladina sa postupne znižovala.

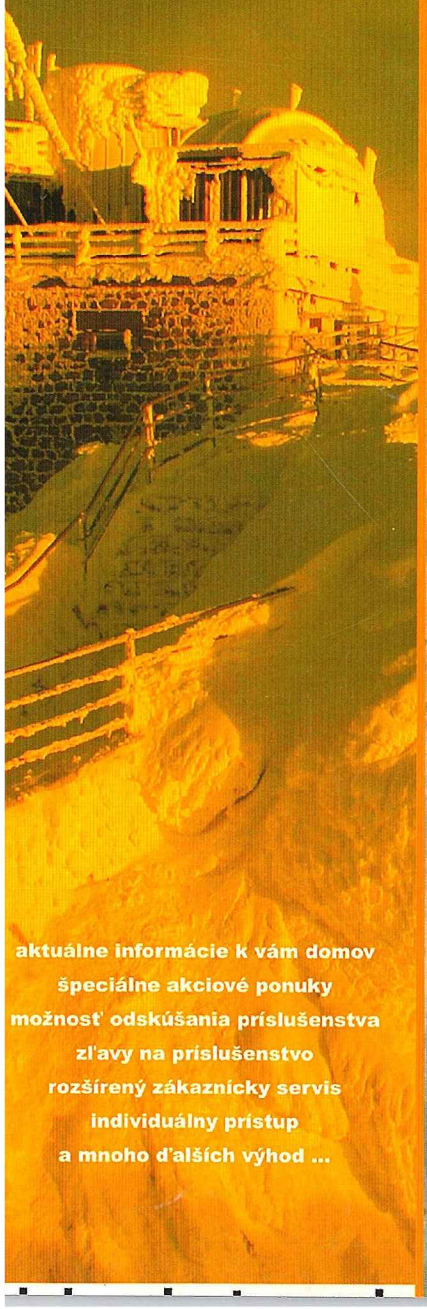
Fotografia znázorňuje iba malú časť krátera Holden, oblasť pod juhozápadným okrajom. „Svetlé usadeniny" vytvárajú dno dávnych, vyparených, alebo zamrznutých jazier. Ich hrúbka sa odhaduje na 1 meter.

Milióny rokov potom, ako jazerá vyschli a usadeniny sa obnažili, prehnala sa aj cez Holdenov kráter gigantická povodeň, ktorá na svetlý podklad naniesla balvany a štrk. (Dôkaz o cyklických zvratoch klímy na mladom Marse.) Keď dno krátera opäť vyschlo, (tentokrát už definitívne), jeho dno pretvárala iba veterná erózia. Svedčia o tom rebrá pohyblivých pieskových dún. Okrúhle útvary sú mladé impaktné krátery.

Holdenov kráter leží 26° pod rovníkom. Sever je hore, Slnko osvetľujúce scenériu zo západu stálo v momente expozície 22° nad obzorom.

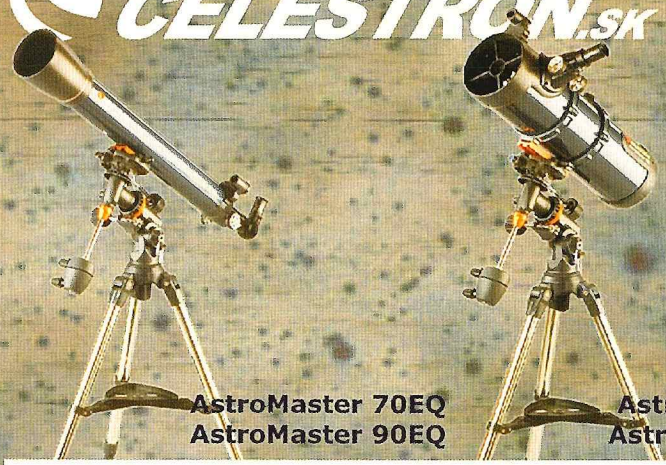
CELESTRON KLUB

PREŽITE NOC NA LOMNICKOM ŠTÍTE



aktuálne informácie k vám domov
špeciálne akciové ponuky
možnosť odskúšania príslušenstva
zľavy na príslušenstvo
rozšírený zákaznícky servis
individuálny prístup
a mnoho ďalších výhod ...

CELESTRON.sk



AstroMaster 70EQ
AstroMaster 90EQ

AstroMaster 114EQ
AstroMaster 1300EQ

AstroMaster 70 AZ
AstroMaster 90 AZ

TROMF

výhradný distribútor značky

CELESTRON

Ďalšie info o sortimente získate na tel. čísle 048/4142332 alebo mailom info@celestron.sk

web: www.celestron.sk

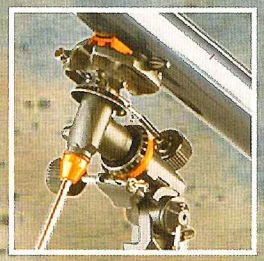
Prípadne nás navštívte osobne:
Astroshop - Partizánska cesta 80, alebo
TACTICAL SHOP - EUROPA SHOPPING CENTER v Banskej Bystrici

Celestron AstroMaster™ Series

NAVRHNUTÉ NA:

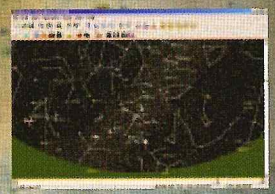
JEDNODUCHÉ OVLÁDANIE A OBROVSKÉ POTEŠENIE PRE ÚPLNÝCH ZAČIATOČNÍKOV

Nemecká paralaktická montáž je vhodná na pozorovanie objektov na oblohe, hviezd, hmlovín a galaxií. Vstavané delené kruhy zjednodušujú navigáciu a ovládanie.



Azimutálna montáž s pevnou hlavicou je vhodnejšia na pozemné pozorovanie a pozorovanie Slnka a Mesiaca.

Vyhľadávanie a lokalizovanie objektov na oblohe zjednodušuje program The Sky Level 1. Pomocou tohto programu si môžete pozrieť ako vyzerá obloha v ľubovoľný deň roku.



Model	Označenie	Priemer objektívu	Ohnisko / svetelnosť	Okuláre (zväčšenie)	Montáž	Povrchové vrstvy optiky	Hmotnosť
AstroMaster 70AZ	21061	70 mm	900 mm, f/13	20 mm (45x), 10 mm (90x)	Altazimutálna	Plnevrstvené antireflex.	8 kg
AstroMaster 70EQ	21062	70 mm	900 mm, f/13	20 mm (45x), 10 mm (90x)	CG-2, nemecká paralaktická	Plnevrstvené antireflex.	8 kg
AstroMaster 76AZ	31035	76 mm	700 mm, f/9	20 mm (35x), 10 mm (70x)	CG-2, nemecká paralaktická	Hliník	7 kg
AstroMaster 90AZ	21063	90 mm	1000 mm, f/11	20 mm (50x), 10 mm (100x)	Altazimutálna	Plnevrstvené viacnásobné antireflex.	9 kg
AstroMaster 90EQ	21064	90 mm	1000 mm, f/11	20 mm (50x), 10 mm (100x)	CG-3, nemecká paralaktická	Plnevrstvené viacnásobné antireflex.	10 kg
AstroMaster 114EQ	31042	114 mm	1000 mm, f/9	20 mm (50x), 10 mm (100x)	CG-2, nemecká paralaktická	Hliník	8 kg
AstroMaster 114AZ	31043	114 mm	1000 mm, f/9	20 mm (50x), 10 mm (100x)	Altazimutálna	Hliník	8 kg
AstroMaster 130EQ	31045	130 mm	650 mm, f/5	20 mm (33x), 10 mm (65x)	CG-3, nemecká paralaktická	Hliník	11 kg

Vhodné príslušenstvo na doplnenie:

Motorický pohon
Vhodný doplnok pre modely s paralaktickou montážou. Zabezpečuje pohon ďalekohľadu v smere

Barlowova šošovka
Znásobuje zväčšenie ďalekohľadu.

Sada okulárov
Znásobuje zväčšenie ďalekohľadu. Pre použitie s ľubovoľným ďalekohľadom. Set obsahuje okuláre,

Powertank
Na napájanie ďalekohľadu pri použití motor. pohonu.