Číslo 1 * Február – marec 2012 * Ročník 43 * Cena 1,49 €

KOZMOS

9 770323 049000 01

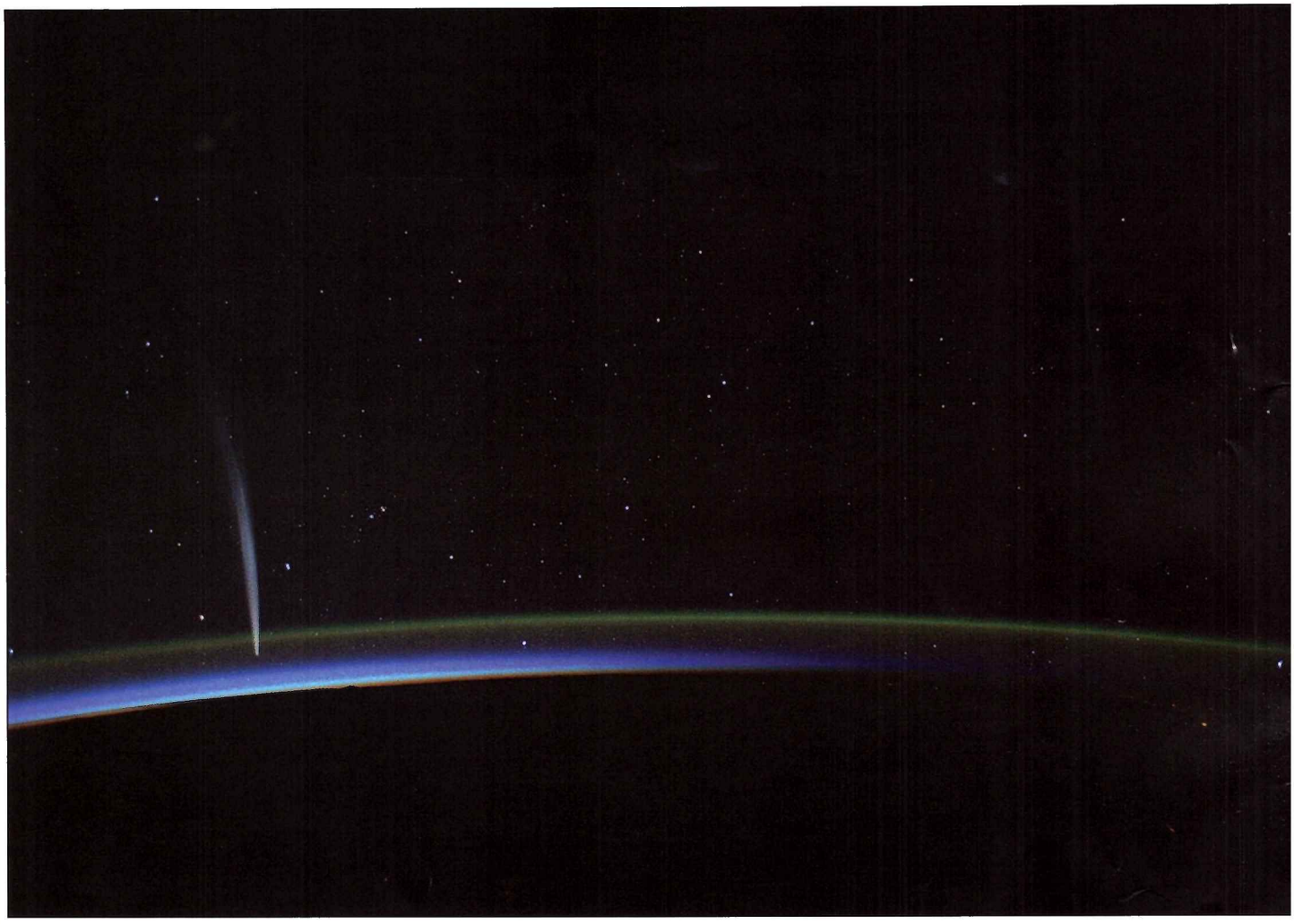
Fotosúťaž o svetelnom znečistení

Kozmické záhady zo satelitu Fermi

Ako je to s vodou na Marse

Stručná história času Vartovky

Znovuzrodenie



Astronaut Dan Burbank fotografoval kométu Lovejoy z ISS 21. 12. 2011 po blízkom prelete za Slnkom. Foto: NASA

Kométu C/2011 W3 objavil 27. 11. 2011 ama tér Terry Lovejoy. Astronóm, ktorý medzi prvými podrobne skúmal snímky zo slnečnej sondy SOHO a objavoval na nich zanikajúce malé kométy. Jeho prvým úlovkom bola kométa C/1999 O1. Neskôr sa stal Lovejoy lovcom komét na vlastnú päsť. Kométa, ktorú po ňom pomenovali, je treťou z tých, čo objavil vlastným prístrojom. Vo chvíli, keď snímku exponoval, bola od Slnka vzdialená 110 miliónov kilometrov. V tom čase ešte nikto nedokázal predpovedať, ako sa bude v blízkosti perihélia správať. Okrem iného aj preto, že odhady bodu najväčšieho priblíženia k Slnku sa značne odlišovali. Od 50 000 kilometrov až po 120 000 kilometrov.

Niektorí vedci predpovedali, že kométa dopadne na Slnko. Skoro všetci však predpokladali, že sa počas blízkeho obletu celkom vyparí, pretože pri takom priblížení sa pri teplote niekoľko tisíc stupňov Celzia roztápa aj železo. Krehké jadro priemernej kométy, pozliepané zo zmesi vodného ľadu a zamrznutých plynov, premiešaných s prachom, by sa malo nadobro rozpadnúť a vyparit. Iba neobyčajne veľké jadro, pravdaže po značnej strate hmotnosti, mohlo blízky oblet prežiť.

Jasnosť približujúcej sa kométy postupne narastala. Krátko predtým, ako zmizla za slnečným kotúčom, mala jasnosť –3 magnitúdy. Po niekoľkých hodinách sa zrazu na opačnej strane Slnka objavilo čudné, jasné teleso. Lovejoyova kométa blízky oblet prežila! Pri Slnku nechala svoj chvost! Na ďalších snímkach sa však za vzďaľujúcou kométou objavil nový chvost, ktorý sa postupne predlžoval.

Stratu chvosta vysvetľujú vedci tak, že jemný prach, ktorý chvost tvorí, pribrzdil podľa všetkého slnečný vietor. Nie je vylúčené, že Lovejoy je kométou, ktorú pozorovali zo Zeme pred niekoľkými stovkami rokov. Zdá sa, že mala oveľa väčšie jadro ako sa očakávalo. Jadro však bolo početnými blízkymi obletmi také vysušené, že počas približovania neprejavilo veľkú aktivitu. Až keď narastajúca teplota kôru jadra narušila

Takto vyzerala Lovejoyova kométa počas priblíženia k Slnku (*vľavo dole*) a počas odletu (*vpravo od slnečného kotúča*). Chyba zobrazenia spôsobila, že odlietajúcu kométu vnímame iba ako vodorovnú bielu čiarku. Na perfektnej snímke by sme videli chvost vyklonený smerom od Slnka.

kométy do krásy

Jedna z prvých snímok kométy C/2011 W3 (Lovejoy) na snímke z 2. decembra 2011. (Kométa je machuľka svetla v priesečníku dvoch priamok vpravo hore.

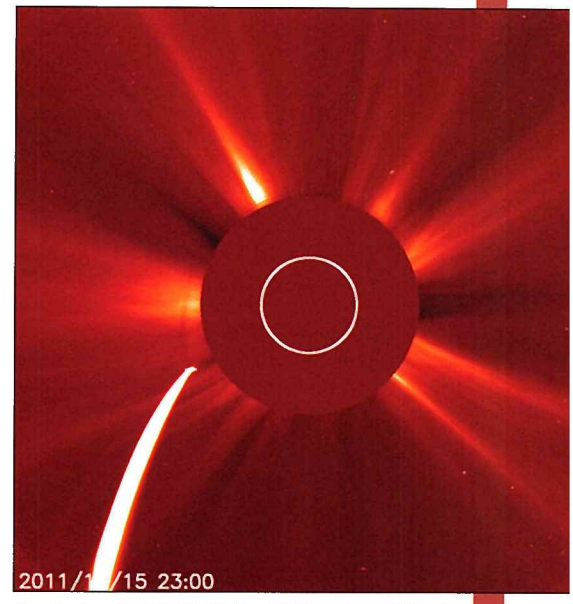
a ložiská aktivity, zamrznuté plyny vo väčších hĺbkach sa začali vyparovať, vytvorila sa jasná koma a chvost.

Na dennej oblohe sa kométu nepodarilo pozorovať, pretože jej jasnosť –3 až –4 magnitúdy bola o niečo slabšia, ako by bolo treba. Napriek tomu je kométa Lovejoy jednou z najjasnejších komét, aké kedy kozmické sondy zaznamenali.

Lovejoyova kométa patrí do rodiny Kreutzovych komét. Tie pravdepodobne vznikli po rozpade väčšieho telesa, ktoré sa v minulosti pod vplyvom slnečnej gravitácie rozpadlo. Podľa Zdeňka Sekaninu sa tak stalo v roku 326 nášho letopočtu. Objekt sa rozpadol na niekoľko tisíc kusov, ktoré sa vracajú k Slnku. Posledná väčšia kométa z tejto rodiny sa k Zemi priblížila v roku 1970. Bola to kométa C/1970 K1 (White-Ortiz-Bolelli), ktorá prešla perihéliom 14. 5. 1970 a predtým jedinečná C/1965 (Ikea-Seki), ktorá v októbri 1965 dosiahla jasnosť –10 mag. Kométu Lovejoy však vedci mohli študovať oveľa výkonnejšími prístrojmi, najmä tými na palube sondy SOHO.

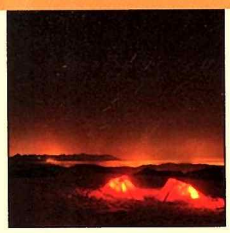
Web Společnosti pro meziplanetární hmotu

Prvú snímku kométy Lovejoy po oblete Slnka zo Zeme exponovali českí astronómovia pomocou robotického ďalekohľadu FRAM v Argentíne.



Kométa Lovejoy 15. 12. 2011 o 23:00 počas priblíženia k Slnku na snímke zo SOHO.

Kométa Lovejoy, ktorá bola na južnej oblohe najjasnejšou kométou od roku 2007, keď tam predviedla svoje divadlo kométa C/2006 P1 McNaught. Na hornom obrázku je snímka Lastera Barnesa z 23. decembra, ktorú zhotovil z Port Lincolne v južnej Austrálii. Dolnú fotografiu zhotovil Colin Legg 22. decembra 2011 v západoaustrálskom Mandurahu.



Fotosúťaž Svieťme si na cestu... nie na hviezdy

Obálka

Problémy svetelného znečistenia nepoznajú hranice, preto zanietenci na oboch stranách rieky Moravy, ktorým záleží na zachovaní nočného prírodného prostredia, riešia podobné problémy. V Českej republike existuje zákon, ktorý nesprávne osvetľovanie aspoň čiastočne reguluje, na Slovensku takáto legislatíva citeľne chýba. Aby sa situácia ďalej dramaticky nezhoršovala je zatiaľ jednou z možností aj popularizácia a propagácia správneho osvetľovania. Fotosúťaž *Svieťme si na cestu... nie na hviezdy* je jednou z nich.

Na obálke uverejňujeme víťaznú fotografiu v kategórii *Variácie na tému svetlo a tma* **Noc pod hviezdami** od *Pavla Hradiského z Torysy.*

Viac na 30. a 31. strane

Slnečná sústava

Znovuzrodenie do krásy

Kométa Lovejoy prežila oblet Slnka *s. 2 – 3*
DNA z meteoritov? *s. 12*
Mladá Zem mala (asi) dva mesiace *s. 12*
Eris je dvojčaťom Pluta *s. 13*
Ľad na povrchu 2007 OR_{10} *s. 13*

Mokrý Mars

Tomáš Přibyl *s. 14 – 17*
Objevili jsme „nejmenší terestrickou planetu“? Tomáš Přibyl *s. 47*

Stelárna astronómia

Oblaky prvotného plynu v mladom vesmíre *s. 5*
ALMA otvorila oči *s. 6*
Objaví GLAST WIMPy? *s. 7*
Diamant, krúžiaci okolo pulzaru *s. 7*
Y trpaslíci – nová trieda hviezd *s. 7*

Kozmické záhady zo satelitu Fermi

s. 8 – 11

Extrasolárne sústavy

Kepler: dve najmenšie exoplanéty *s. 18*
HARPS objavil 50 nových exoplanét *s. 18*
Predĺži NASA misiu Kepler? *s. 19*
TrES-2b: najtmavšia exoplanéta *s. 19*

Kozmonautika

Konec zlaté éry meziplanetárních cest

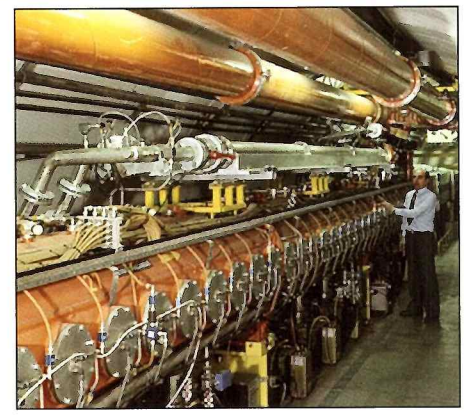
Tomáš Přibyl *s. 34 – 36*
Koľko sovietskych psov letelo do kozmu? *s. 44*

Fyzika * Kozmológia

Je nadsvětelná rychlost neutrin realitou?

Vladimír Wagner *s. 22 – 25*

Neutrina patří k těm nejexotičtějším a nejpodivuhodnějším částicím, které známe. Již několikrát jejich studium velmi dramaticky posunulo hranici našeho poznání. Vždyť už předpověď jejich existence učinil Wolfgang Pauli, aby zachránil platnost tří nejfundamentálnějších zákonů zachování – zákona zachování energie, hybnosti a momentu hybnosti. Dalším obrovským krokem bylo potvrzení existence oscilací mezi třemi různými typy neutrin. Koncem minulého roku se neutrina postarala o další senzaci. Vyšla analýza měření rychlosti neutrin experimentem CNGS (CERN to Gran Sasso), která naznačuje jejich nadsvětelnou rychlost.



Nekrológ

Zomrel Juraj Bardy
Marián Mičúch *s. 39*

Výročia a jubileá

Stručná história času Vartovky

Daniel Očenáš *s. 26 – 29*

140. výročie založenia hvezdárne v Hurbanove (2)

Dve hurbanovské jubileá

s. 32 – 33

Podujatia a Album pozorovateľa

Fotosúťaž o svetelnom znečistení

Pavol Rapavý *s. 30 – 31*
Škola astronómie pre seniorov
Mária Csatáryová *s. 37*
Hvezdári v Michaloviach oslavovali
Gabriela Kramáreková *s. 37*
Naše svetlo verzus svetlo hviezd
René Novysedlák *s. 38*
Digitálna astronómia
Vladimír Mešter *s. 46*
Kurz praktického pozorovania
Milan Lachký *s. 46*

Servis Kozmosu

ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 7
Nepriame metódy určovania vzdialenosti a prieskum Galaxie
Milan Rybanský *s. 20 – 21*
Slnečná aktivita (október – november 2011)
Milan Rybanský *s. 21*
POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (február – marec 2011)
Pripravil Pavol Rapavý *s. 40 – 43*
Kalendár úkazov a výročí
Pavol Rapavý *s. 43*
Tabuľky východov a západov (február – marec 2011)
Pavol Rapavý *s. 43*
Hvězdář a diplomat (Kniha o životě Luboše Perka)
Pavol Rapavý *s. 45*
GLOBE at Night už aj na Slovensku
Jaroslav Merc *s. 45*
2 % pre oblohu
Daniela Rapavá *s. 45*

KOZMOS populárno-vedecký astronomický časopis

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Leonard Kornoš, PhD a RNDr. Pavol Rapavý

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. Leonard Kornoš, PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribullová, PhD, 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 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta. 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 Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava, tel. 44 4 537 11. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. * Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 18. 1. 2012 * **ISSN 0323 – 049X**

Časopis Kozmos si môžete objednať aj na e-mailovej adrese redakcie kozmos@nextra.sk (uveďte meno, adresu, prípadne telefonický kntakt).

Príhovor
generálneho riaditeľa SÚH Hurbanovo

Vážení priatelia,
od založenia nášho i vášho časopisu Kozmos uplynulo už 42 rokov. Som rád, že sa nám ho podarilo udržať, hoci podmienky na vydávanie náročnejších periodík neboli v uplynulých rokoch najpriaznivejšie. Napríklad Čechom sa ich Říše hvězd, kvalitný astronomický časopis s oveľa dlhšou tradíciou, udržať nepodarilo. Kozmos v ostrej konkurencii astronomických portálov na internete i periodík, ktoré astronomické aktuality bulvarizujú, vychádza najmä vďaka vernosti vás, jeho čitateľov, ktorí oceňujú aktuálne spravodajstvo z pôvodných zdrojov, články, ktoré nové objavy objasňujú v širšom kontexte a v neposlednom rade aj informácie o činnosti slovenských astronómov, profesionálnych i amatérskych.

Som rád, že sa Kozmos, napriek skromným podmienkam v ktorých ho vyrábame, považuje za jedno z najkvalitnejších periodík zameraných na popularizáciu astronómie v európskom kontexte.

Iste ste zaznamenali, že v uplynulom roku sme prešli na celofarebné vydávanie Kozmosu. Prispelo to nielen ku kvalitnejšej prezentácii astronomických aktualít a objavov z najvýznamnejších svetových pracovísk, ale aj kvalitných fotografií našich astronómov/amatérov, ktoré sú z roka na rok lepšie. Technicky i čo do invenčného výberu a spracovania úkazov na našej oblohe.

V minulom roku sme si pripomenuli 140. výročie vzniku hurbanovskej hvezdárne, najstaršieho kontinuálne pôsobiaceho vedeckého pracoviska na území Slovenska. V nasledujúcom roku oslávime 170. výročie narodenia Mikuláša Thege Konkolyho, ktorý našu hvezdáreň založil a výsledkami svojej práce si vyslúžil uznanie významných astronómov pôsobiacich na oveľa väčších európskych observatóriách.

Verím, že v nasledujúcom roku sa nám obec čitateľov podarí rozšíriť najmä o mladých ľudí, študentov základných, odborných i vysokých škôl a ich pedagógov a Kozmos prenikne aj do všetkých slovenských knižníc.

Záverom by som sa chcel poďakovať členom redakčného kruhu Kozmosu, ktorí so záujmom, kolegiálne a nezištne, konzultáciami i vlastnými príspevkami, významne prispievajú k úrovni nášho časopisu.

Na prahu roku 2012 vám želám krásne astronomické zážitky pod slovenskou oblohou a veľa príjemných chvíľ pri čítaní nášho časopisu.

Teodor Pintér
Generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove

Oblaky prvotného plynu
v mladom vesmíre

Oblaky prvotného, primordiálneho plynu objavili v spleti vlákien, ktoré sa vyskytujú okolo niektorých galaxií. Vedci predpokladajú, že plyn, z ktorého sa sformovali, vznikol už niekoľko minút po big bangu!!! Zloženie plynu zodpovedá teoretickým predpokladom a poskytuje priame svedectvo podporujúce moderné kozmologické vysvetlenie pôvodu častíc vo vesmíre. Moderné kozmologické teórie o pôvode prvkov vo vesmíre objav mimoriadne posilnil.

V big bangu sa zrodili iba najľahšie prvky, najmä vodík a hélium. Niekoľko stoviek miliónov rokov trvalo, kým sa zhluky prvotného plynu skondenzovali do oblakov, kde sa začali formovať prvé hviezdy. Hviezdy však vytvárali aj ťažšie prvky ako vodík a hélium. Tieto prvky sa postupne s hmotou prvotných oblakov premiešali.

„V oblakoch, ktoré sme teraz objavili, niet po ťažších prvkoch ani stopy," vraví Xavier Prochaska, astronóm z Kalifornskej univerzity v Santa Cruz. „To je dôkaz, že ide naozaj o prvotné, primordiálne oblaky, zložené iba z vodíka a hélia. Presne také, ako predpovedala teória big bangu."

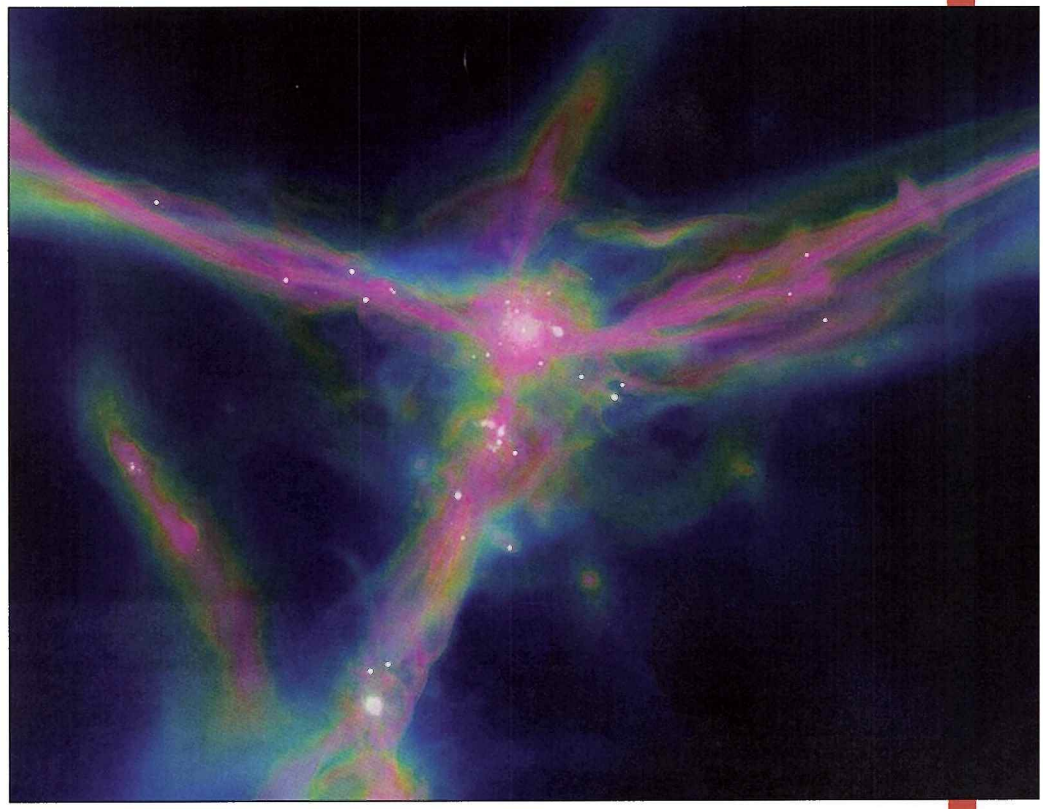
Ako prvotný plyn objavili? Vedci pomocou spektrometra HIRES na obrom ďalekohľade Keck I na Havajských ostrovoch analyzovali spektrum vzdialených kvazarov. Žiarenie kvazarov sa rozložilo do spektra s rozličnými vlnovými dĺžkami. Tak rozlíšili, ktoré vlnové dĺžky boli absorbované hmotou medzi kvazarom a ďalekohľadom a následne určili aj zloženie plynu.

Každý prvok má nezameniteľný spektrálny odtlačok – tmavé čiary v spektre. V spektre prvotných oblakov plynu však našli iba čiary vodíka a jeho ťažkého izotopu – deutéria. HIRES zatiaľ nedokáže rozlíšiť hélium, ale vedci predpokladajú, že je iba otázkou času, keď získajú aj toto spektrum. Uhlík, kyslík a kremík prístroj rozlíši, ale ich spektrá sa v záznamoch neobjavili. To znamená, že v oblakoch nie sú.

Donedávna sa predpokladalo, že prvotný plyn by mal mať približne 1/10 000 metalicity Slnka. Hviezdy a oblaky s najvyššou metalicitou majú až 10-násobne vyššiu metalicitu ako naša hviezda. Metalicita najrozličnejších zoskupení hmoty v pozorovateľnom vesmíre kolíše medzi týmito dvoma hodnotami. Vedci jej meraním získavajú údaje o tom, ako sa chemické prvky vo vesmíre distribuujú.

Najvýkonnejšie ďalekohľady objavujú veľké zhluky hmoty nad samým „dnom" vesmíru, v prvom štádiu jeho vývoja. Podľa údajov spektrálnej analýzy existovali dva objavené oblaky plynu už 1,7 miliardy rokov po big bangu. Podľa platnej teórie sa galaxie v tomto období formovali nabaľovaním gigantických prúdov chladného plynu. Tieto „chladné prúdy" však doteraz nikto nepozoroval. Je pravdepodobné, že objavené zhluky prvotného plynu sú takýmito prúdmi. Ďalšie pozorovania ukážu, do akej miery sú tieto prúdy prepojené s galaxiami.

University of California, Science



V sieti vlákien obklopujúcich niektoré galaxie objavili vedci oblaky prvotného plynu, ktoré okrem vodíka a hélia iné prvky neobsahujú. Vodík a hélium sú produktom big bangu.

ALMA otvorila oči

Začiatkom októbra začal pracovať najvýkonnejší ďalekohľad využívajúci milimetrové a submilimetrové vlnové dĺžky: ALMA, Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array. Prvá snímka ktorú vydali, otvára pohľad na vesmír, aký by sme na optických a infračervených ďalekohľadoch nevideli. Niekoľko tisíc astronómov zo všetkých končín sveta, zameraných na najtmavšie, najchladnejšie, najvzdialenejšie a najskrytejšie záhady vesmíru bojujú o pridelenie pozorovacieho času na ALMA.

ALMA pracuje, hoci ešte nie je dokončená. Na planine Chajnantor v Čile v nadmorskej výške 5 000 metrov funguje zatiaľ iba tretina zo 66 antén, rozostavených vo vzdialenostiach 125 metrov až 16 kilometrov.

Výkon ALMA však už dnes prekonáva všetky submilimetrové antény. Milimetrové a submilimetrové vlny sú 1 000-krát dlhšie ako vlny optického svetla. Práve táto vlastnosť umožňuje študovať extrémne chladné objekty v kozme: husté zhluky kozmického prachu a plynu, z ktorých sa formujú planéty, ale aj veľmi vzdialené objekty v mladom vesmíre.

Na prvej skúšobnej snímke z ALMA vidíme galaxie Antennae. Vytvorili ju z údajov iba 12 antén. Snímka je pôsobivá, ale serióznejšie vedecké analýzy neumožňuje. Zapojením ďalších antén sa dramaticky zvýši ostrosť i kvalita snímok.

Útvar Antennae Galaxies tvoria dve kolidujúce galaxie s mimoriadne narušenými tvarmi. Na optických snímkach dokážeme v nich rozlíšiť iba hviezdy. Na snímkach z ALMA sú aj husté, chladné mračná, v ktorých sa hviezdy rodia. Tieto mračná nie sú iba v jadrách oboch galaxií, ale aj v chaotických oblastiach okolo nich. Mračná majú o niekoľko miliárd vyššiu hmotnosť ako Slnko, takže búrlivá hviezdotvorba bude v nich prebiehať ešte dlho.

Počas prvých deviatich mesiacov možno pomocou ALMA uskutočniť iba 100 pozorovacích programov. V poradovníku je však viac ako 900 tímov z celého sveta. Ide o svojrázny rekord v celých dejinách astronómie.

Z projektov, ktoré vybrali: Tím Davida Wilnera z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics sa zameriava na štúdium zhustkov hmoty, v ktorých sa formujú planetárne sústavy. Na muške má hviezdu AU Microscopii, vzdialenú 33 svetelných rokov, ktorá má sotva 1 % veku nášho Slnka. Vedci chcú preskúmať zárodočný prstenec planetezimál krúžiacich okolo hviezdy. Iba ALMA umožní rozlíšiť zhustky, v ktorých sa môžu formovať planéty.

Úspešní boli aj lovci exoplanét v zelených pásoch, kde budú hľadať vodu. Nielen na planétach: aj v protoplanetárnych diskoch. Vedci predpokladajú, že by v nich mali byť okrem prachu a plynu aj balvany vodného ľadu a možno aj organické molekuly. Čílsky tím bude skúmať disk okolo mladej hviezdy HD 142572, vzdialenej 400 svetelných rokov. Uprostred disku je medzera, v ktorej už vznikajú obrie planéty. Vonkajší disk zasa obsahuje toľko hmoty, že sa v ňom môže sformovať prinajmenšom tucet obrích planét. Náznaky vznikania veľkej planéty pozorovali aj vo vnútornom disku. Vďaka ALMA budú študovať planetárny systém v stave zrodu.

Holanďania sa zamerajú na jadro našej Galaxie, kde hniezdi Sagitarius A*, supermasívna čierna diera s hmotnosťou 4 miliónov SĺnkDo mračien okolo nej žiaden optický prístroj okrem ALMA neprenikne. Silná gravitácia na tieto mračná pôsobí, mení ich tvary, nasáva, takže vedci budú môcť zo snímok vyčítať detaily gigantického požierania hmoty. Nabaľovanie hmoty sprevádzajú výtrysky s bezmála svetelnou rýchlosťou, indikátory procesov, ktoré v jadre Galaxie prebiehajú.

Japonci budú študovať záhadné galaxie na samom okraji viditeľného vesmíru, v ktorých prebieha búrlivá hviezdotvorba. Prejavujú sa ako jasné ostrovy v chladnom, temnom vesmíre. ALMA umožní vedcom študovať stopy chladného prachu a plynu medzi týmito galaxiami na samom „dne vesmíru", v stave iba niekoľko stoviek miliónov rokov po big bangu. Vedci z Tokijskej univerzity sa zamerajú najmä na veľmi vzdialenú galaxiu Himiko, ktorá každý rok vyprodukuje najmenej 100 Slnku podobných hviezd. Galaxiu zahaľuje obrovská, jasná hmlovina. Nijaký ďalekohľad nedokáže odhaliť, prečo je Himiko taká jasná, ako vznikla taká veľká a horúca hmlovina v takom chladnom a tmavom vesmíre.

ESO Press Release

Vľavo je snímka galaxií Antennae (NGC 4038 a 4039), ktorú získali počas testovania milimetrového/submilimetrového ďalekohľadu ALMA. Počas testovania pracovalo iba 12 zo 66 antén, ale aj tak ide o doteraz najostrejšiu snímku v tejto oblasti vlnových dĺžok. Po zapojení zvyšných antén bude rozlíšenie objektu desaťkrát lepšie ako na snímkach HST. Vpravo vidíte tie isté galaxie na optickej snímke z Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu.

Objaví GLAST WIMPy?

Podstata tmavej hmoty, tejto záhadnej látky, ktorá tvorí 22 % objemu hmoty/energie vesmíru, je neznáma. Napriek tomu, že ju vedci desaťročia po jej objave na rozličný spôsob skúmajú. Najprijateľnejšou hypotézou je, že tmavú hmotu tvoria slabo interagujúce masívne častice – WIMPy, ktoré nevysielajú, ani neabsorbujú nijaké žiarenie.

WIMPy predpovedala teória supersymetrie, ktorá rozšírila úspešný štandardný model fyziky častíc. Vedci sa nazdávajú, že WIMPy by sa mali prejaviť žiarením gama. Toto žiarenie generujú zdroje s vysokou energiou, napríklad čierne diery či vybuchujúce hviezdy.

Podľa supersymetrie sa WIMPy prejavujú rovnako ako ich náprotivky v antihmote. Ak dva WIMPy interagujú, navzájom sa anihilujú, pričom sa uvoľňuje spŕška sekundárnych častíc a žiarenie gama. Vedci dúfajú, že pomocou ďalekohľadu Large Area Telescope (LAT), ktorý vyvíjajú v rámci programu GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope), tieto signály tmavej hmoty s vysokou energiou nájdu aj v našej galaxii. Ak sa im to podarí, astronómia vyrieši jeden zo svojich najväčších problémov.

„Pomocou LAT sa budú dať pozorovať jednotlivé miesta anihilácie tmavej hmoty," vysvetľuje Michael Peskin, fyzik z Centra lineárneho urýchľovača v Stanforde (SLAC). Ted Baltz z Inštitútu pre časticovú astrofyziku a kozmológiu v Kavli (KIPAC), ktorý spolupracuje na programe GLAST, tvrdí, že vďaka špeciálnemu ďalekohľadu sa onedlho dozvieme, z akej hmoty sa galaxie vyvinuli.

Tmavá hmota interaguje oveľa slabšie ako normálna hmota, navyše nie je rozptýlená v priestore rovnomerne. Tvorí klbká vo vnútri i okolo galaxií. Ak tmavú hmotu tvoria naozaj WIMPy, potom tieto formácie uľahčujú vzájomné kolízie a anihilácie častíc, ktoré produkujú neustále prúdy žiarenia gama. Tie by mal ďalekohľad LAT detegovať.

Problémom bude rozlíšiť žiarenie gama, produkt anihilácie tmavej hmoty, od žiarenia gama, šíriaceho sa z početných a rôznorodých zdrojov vo vesmíre. Vedci ich budú rozlišovať podľa týchto zásad:

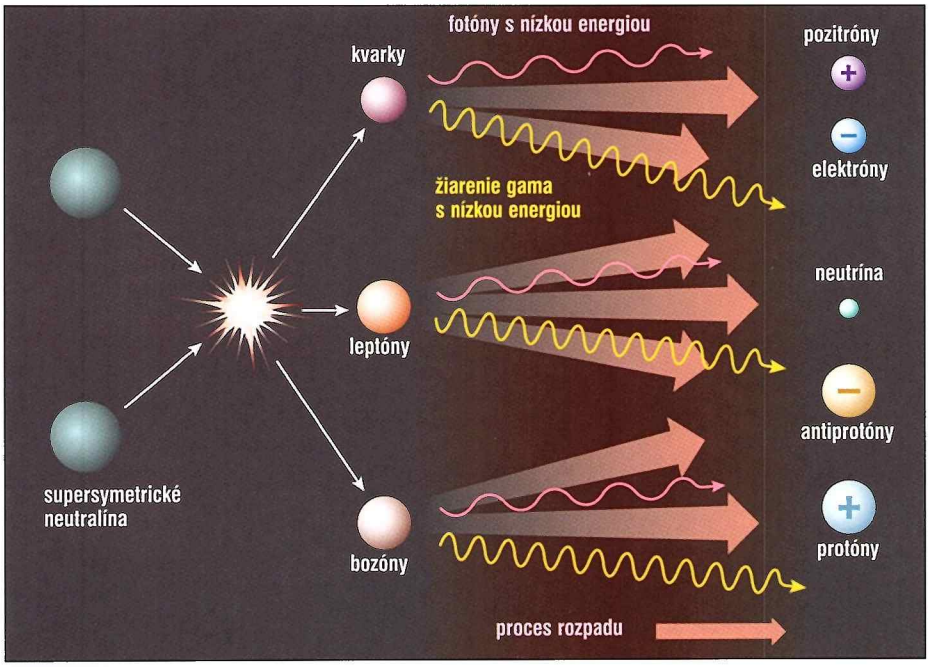
1. **Supersymetria predpokladá, že anihilácia WIMPov produkuje žiarenie gama na určitých vlnových dĺžkach, líšiacich sa od tých, ktoré generujú napríklad čierne diery či supernovy.**
2. **Anihilácia tmavej hmoty by sa mala prejaviť ako exkluzívne žiarenie, rozlíšiteľné od interakcií, generujúcich iné typy žiarenia.**
3. **Tieto signály by sa nemali na obrazovke GLAST objaviť ako bodové zdroje, ale ako veľké škvrny, bezmála dvakrát väčšie ako Mesiac.**
4. **Tieto prúdy žiarenia gama by sa mali šíriť priebežne, na rozdiel od občasných vzplanutí žiarenia gama, ktoré trvajú od niekoľkých milisekúnd až po niekoľko minút.**

Ak sa vedcom podarí nájsť signál s takýmito vlastnosťami, šanca, že naďabili na zdroj anihilácie WIMPov, by bola veľká.

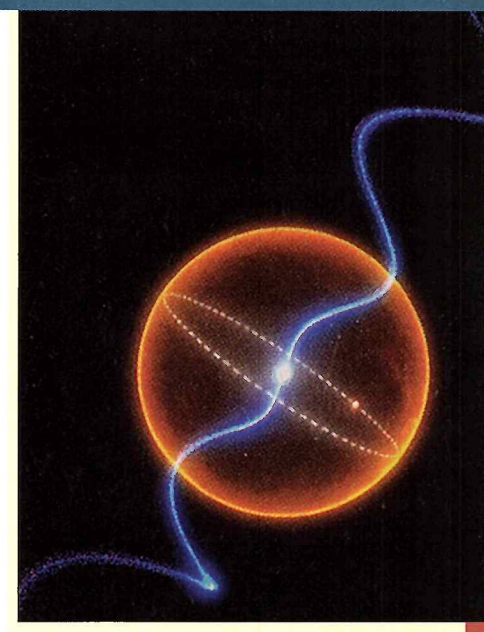
GLAST bude pracovať paralelne s inými pokusmi hľadania tmavej hmoty. Napríklad pátraním po kolíziách WIMPov v podzemných detektoroch; pokusmi vyrobiť WIMPy vo Veľkom hadrónovom urýchľovači (LHC) v CERNe, ktoré trvajú už od roku 2008. V každom prípade sa očakáva, že existencia týchto častíc tmavej hmoty bude potvrdená či vyvrátená v priebehu najbližších rokov.

Ak WIMPy objavia, nastane nová éra fyziky častíc i astrofyziky. Vesmír začneme poznávať paralelne v najväčších i v najmenších škálach.

NASA Press Release



Podľa teórie supersymetrie častice tmavej hmoty, známe ako neutralína (nazývané aj WIMPy), sa navzájom anihilujú, pričom vytvárajú rôzne typy častíc a žiarenia, vrátane stredne silného žiarenia gama. Ak neutralína existujú, ďalekohľad LAT rozlíši žiarenie gama vygenerované ich anihiláciou.



Vedci objavili objekt, ktorý je podľa všetkého ozrutným diamantom. Krúži okolo pulzaru, vzdialeného 4 000 svetelných rokov. Obežná dráha okolo pulzaru by sa zmestila do kruhu s priemerom nášho Slnka.

Diamant, krúžiaci okolo pulzaru?

Tím astronómov objavujúci pulzary získal 25. 8. 2011 vzácny úlovok: diamantové teleso, ktoré bolo kedysi masívnou hviezdou. Zistili, že je malým spolupútnikom pulzaru PSR J1719-1438, vzdialeného 4000 svetelných rokov. Objekt je 10-krát hmotnejší ako Jupiter, ale má o 60 % menší priemer. Okolo pulzaru obehne za 2 hodiny a 10 minút.

Pulzar rotuje rýchlosťou 10 000 otočiek za minútu. Patrí do skupiny milisekundových pulzarov. Až 70 % milisekundových pulzarov je súčasťou dvojhviezdy. Astrofyzici sa nazdávajú, že starý, pomaly rotujúci pulzar sa dokázal zmeniť na milisekundový práve vďaka spolupútnikovi, druhej zložky dvojhviezdy, z ktorej pulzar postupne odsával hmotu.

Pulzar PSR J1719-1438 a jeho spolupútnik tvoria tesnú dvojhviezdu. Spolupútnik je podľa všetkého stará, skolabovaná hviezda – biely trpaslík, s 0,01 % pôvodnej hmotnosti. Skladá sa najmä z uhlíka a kyslíka. Chemické zloženie, tlak a nepatrná veľkosť hviezdičky svedčia o tom, že sa v agónii premenila/skryštalizovala na gigantický diamant.

Science Express

Y trpaslíci - nová trieda hviezd

Astronómovia objavili doteraz najchladnejšie hviezdy. Nazvali ich Y trpaslíkmi. Y trpaslíci sú jedným z typov hnedých trpaslíkov, ktorých teplota je nižšia ako 500 K. Šesť z týchto degenerovaných hviezd objavili v okruhu 40 svetelných rokov od Zeme. Najbližšia je vzdialená iba 9 svetelných rokov. Y trpaslík WISE 1828+2650 je doteraz najchladnejším objaveným trpaslíkom. Teplota jeho atmosféry neprekračuje 25 °C.

Astrophysical Journal

Kozmické záhady

Každé tri hodiny vytvorí vesmírny ďalekohľad na satelite Fermi, mapujúci žiarenie gama, snímku celej oblohy. Tak vzniká mapa vesmíru vysokých energií. Po uplynutí každého roku vedci čerstvé údaje analyzujú a objavujú nové zdroje. Relatívne stabilné zdroje i občasné vzplanutia žiarenia gama z hlbokého vesmíru i zo Slnka.

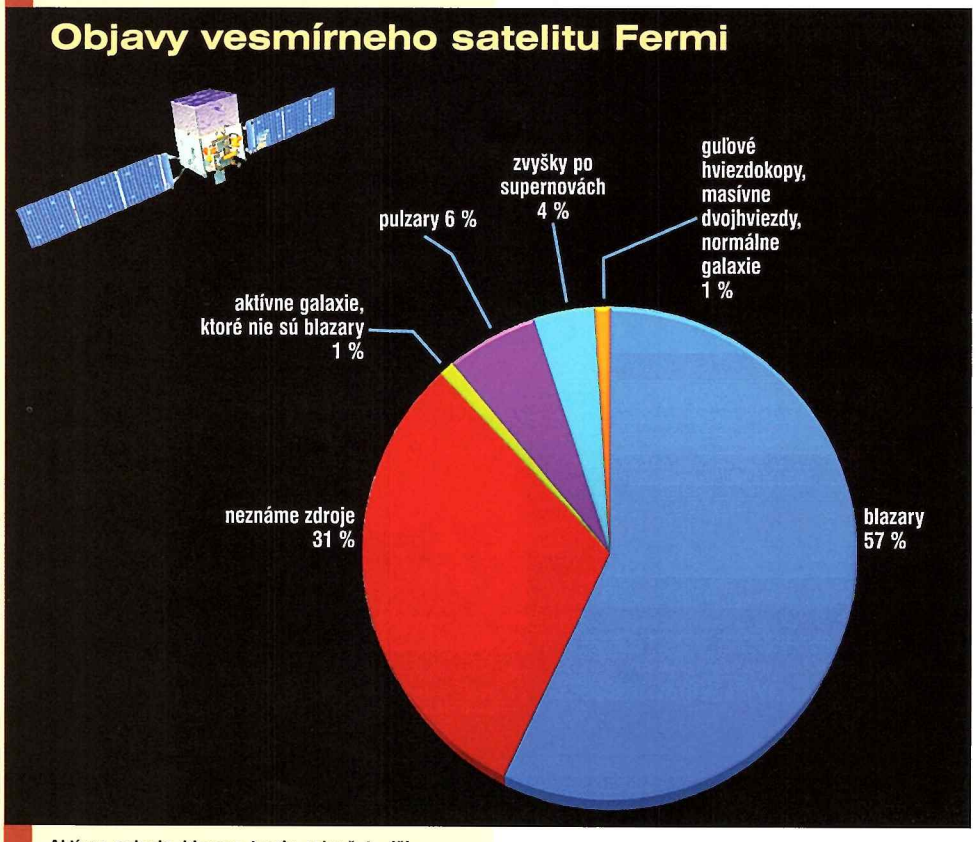
Zjari tohto roku zverejnil tím okolo Fermi druhý katalóg zdrojov, ktoré na palube satelitu detegoval LAT (Large Array Telescope). Obsahuje 1873 zdrojov s najvyššou energiou. Viac ako polovicu týchto zdrojov tvoria aktívne galaxie. Hniezdia v nich čierne masívne diery generujúce emisie gama. Najväčším prínosom katalógu je však veľký počet zdrojov, ktoré nie sú totožné z objektmi prejavujúcimi sa na iných vlnových dĺžkach. Až 31 % tvoria neznáme zdroje. *(Pozri ilustráciu.)*

Päť najsilnejších zdrojov v našej Galaxii

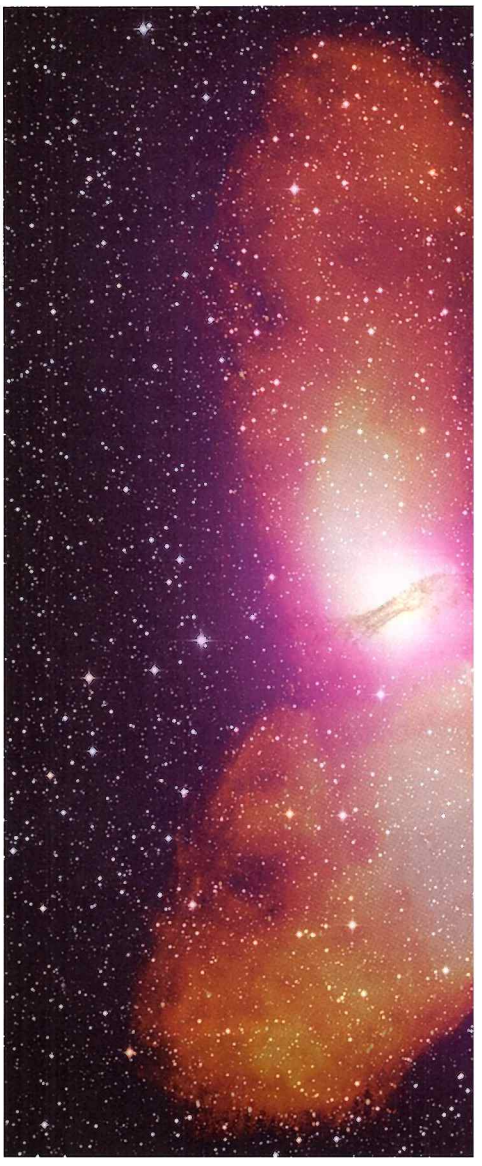
Krabia hmlovina v súhvezdí Býka je pozostatkom zaniknutej hviezdy, ktorej svetlo dorazilo na Zem v roku 1054. Leží vo vzdialenosti 6500 svetelných rokov a je jedným z najštudovanejších objektov na oblohe. V srdci rozpínajúcej sa hmloviny je pulzar, rotujúci rýchlosťou 30 otočiek za sekundu. Donedávna sme všetky emisie s vysokou energiou z tohto objektu považovali za produkt fyzikálnych procesov, odohrávajúcich sa blízko pulzaru.

Celé desiatky rokov považovali vedci Krabiu hmlovinu za najstabilnejší maják röntgenového žiarenia. Niekoľko prístrojov, aj na palube satelitu Fermi, objavilo nedávno neočakávané zmeny žiarenia s vysokou energiou: počas ostatných rokov zoslablo o 7 %.

Fermi a ďalšie vesmírne satelity zaznamenali v minulosti niekoľko krátkych vzplanutí gama s niekoľko stokrát vyššími energiami ako bežné variácie röntgenového žiarenia v Krabovi. Tie, čo zaznamenali v apríli minulého roku, však prekonali všetky rekordy. Vedci vypočítali, že ich museli vygenerovať elektróny, urýchlené na energie tisíc biliónkrát (10^{15}) väčšie ako majú fotóny viditeľného svetla.



Aktívne galaxie, blazary, tvoria najpočetnejšiu skupinu v druhom LAT katalógu zo satelitu Fermi. Plnú tretinu však tvoria neznáme zdroje.



Snímku veľkej eliptickej galaxie NGC 5128, vzdialenej 12 miliónov svetelných rokov v súhvezdí Centaurus, spracovali z fotografií získaných optickým, rádiovým a gama ďalekohľadom. Tak sa zviditeľnili laloky emitujúce rádiové žiarenie v plnom rozsahu – 1,4 miliónov svetelných rokov. Rádiové údaje znázornili oranžovou, údaje z LAT červenou farbou.

W44, pozostatok po výbuchu supernovy, je ďalším významným úlovkom satelitu Fermi. Má zhruba 20 000 rokov čo je pre takýto objekt stredný vek. W44, vzdialený 9800 svetelných rokov, nájdeme v súhvezdí Orla. Fermi tu objavil miesto, ktoré generuje žiarenie gama s energiou rádovo až 300 GeV. Nachádza sa na čele rozpínajúcej sa nárazovej vlny tam, kde táto naráža na oblaky chladného, hustého plynu.

Podobné pozorovania môžu objasniť jednu z najväčších záhad astrofyziky: pôvod kozmického žiarenia tvoreného časticami, zväčša protónmi, ktoré sa pohybujú bezmála rýchlosťou svetla. Magnetické polia ich púť galaxiou menia, takže ich zdroje sa iba ťažko zisťujú.

zo satelitu Fermi

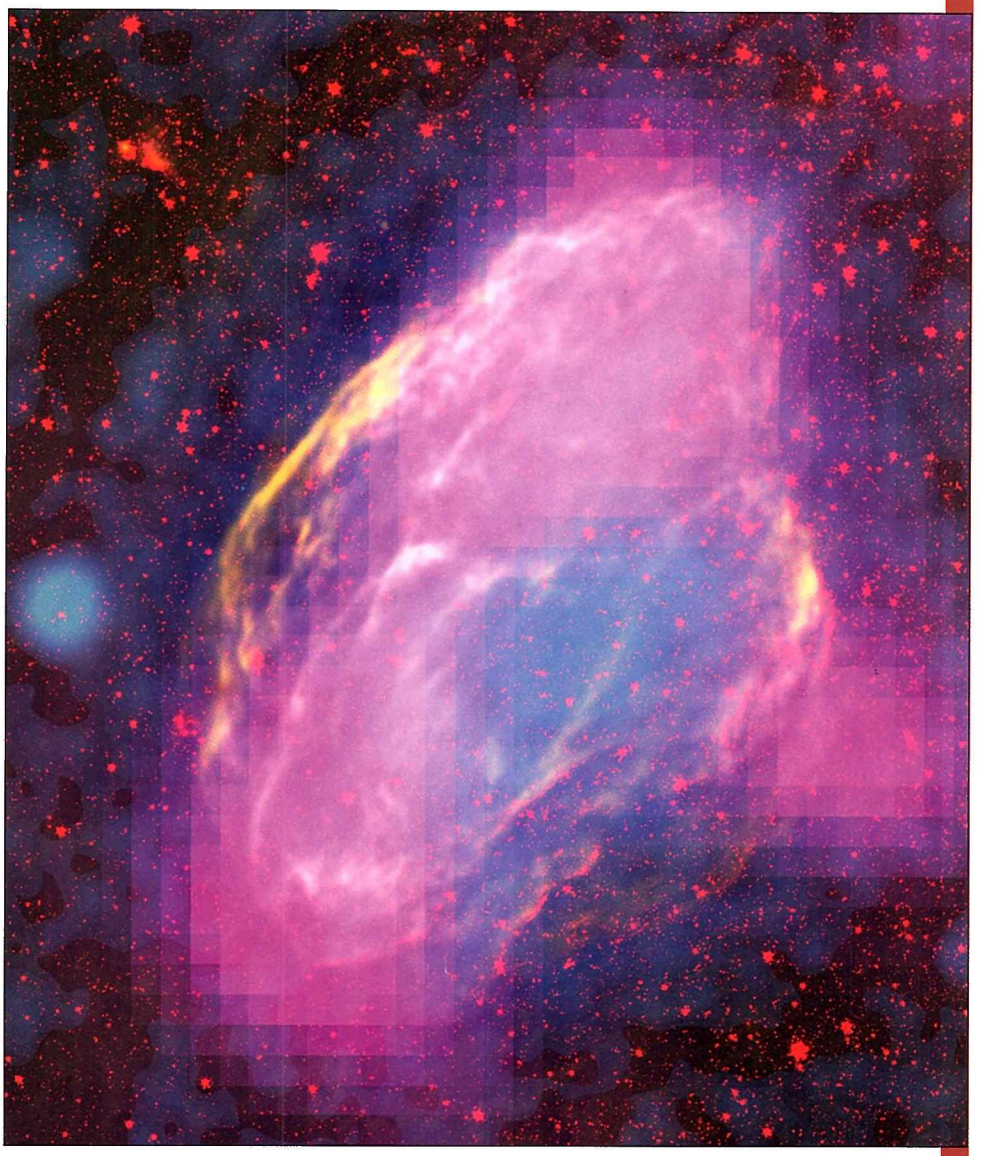
Vedci si zatiaľ nie sú načistom, odkiaľ sa kozmické žiarenie s najvyššími energiami berie. Tušia však, že najpravdepodobnejším zdrojom sú pozostatky po výbuchoch supernov.

V roku 1949 taliansky fyzik Enrico Fermi predpovedal, že najenergetickejšie kozmické žiarenie urýchľujú magnetické polia v oblakoch plynu. Trvalo celé desaťročia, kým vedci zistili, že Fermi mal pravdu. Pozorovania W44 a ďalších zdrojov podopreli teóriu, podľa ktorej emisie žiarenia gama sú produktom zrážok superrýchlych protónov s atómami plynu.

V407 Cygni, symbiotickú dvojhviezdu, tvorí biely trpaslík a červený obor – hviezda, ktorá v záverečnej agónii zväčšila svoj objem na 500-násobok Slnka. Dvojhviezda, vzdialená 9000 svetelných rokov v súhvezdí Labute, občas vzplanie. To vtedy, keď biely trpaslík nabalí na seba väčšie množstvo plynu z obra, ktorý po určitom čase exploduje. Takýto úkaz nazývajú hvezdári „novou" (novou hviezdou).

Sústava naposledy vybuchla v marci 2010. Fermi zistil, že nova je výdatným zdrojom žiarenia gama s vysokou energiou. A podistým aj ďalšie, hoci zrejme nie všetky novy.

Pulzar PSR J0101-6422. Pulzary, rýchle rotujúce neutrónové hviezdy, tvoria 6 % katalógu. Tieto pulzy LAT, kamera na satelite Fermi, zachytí priamo iba občas. Väčšinu pulzarov objavujú rádioastronómovia, v posledných rokoch však najmä na základe vytipovaných slabých objektov z poľovačky LAT. Ide zväčša o silné, ale neidentifikované zdroje žiarenia gama, ktoré môžu byť aj pulzarmi. Ak ide o žiarenie s parametrami pulzaru ako zdroja, do hľadania sa zapoja rádioteleskopy.



Prístroj LAT na satelite Fermi zmapoval emisie žiarenia gama zo zvyšku po supernove W44. Snímka vznikla spracovaním röntgenových snímok zo satelitu ROSAT (modrá), infračervených snímok zo satelitu Spitzer (červená), rádiových snímok z rádioteleskopu NRAO/VLA (oranžová).

Rádioteleskop v Parkes (Austrália) vylovil v polohe neznámeho „zdroja Fermi" signály z pulzaru, ktorý rotuje rýchlosťou 400 otočiek za sekundu. Oznámili to kolegom z tímu okolo satelitu Fermi a tí vzápätí zachytili z pulzaru PSR J0101-6422 záblesky žiarenia gama s rovnakou frekvenciou. Objekt nájdeme v súhvezdí Tucana.

2FGL J0359,5 + 5410. Vedci z tímu Fermi nevedia, čo si majú o tomto zdroji v súhvezdí Žirafy myslieť. Nachádza sa v rovine našej Galaxie, blízko hviezdami prehustenej strednej časti. Už táto poloha zaručuje, že ide o zdroj, nachádzajúci sa naozaj v našom hviezdnom ostrove. Pulzar to nie je.

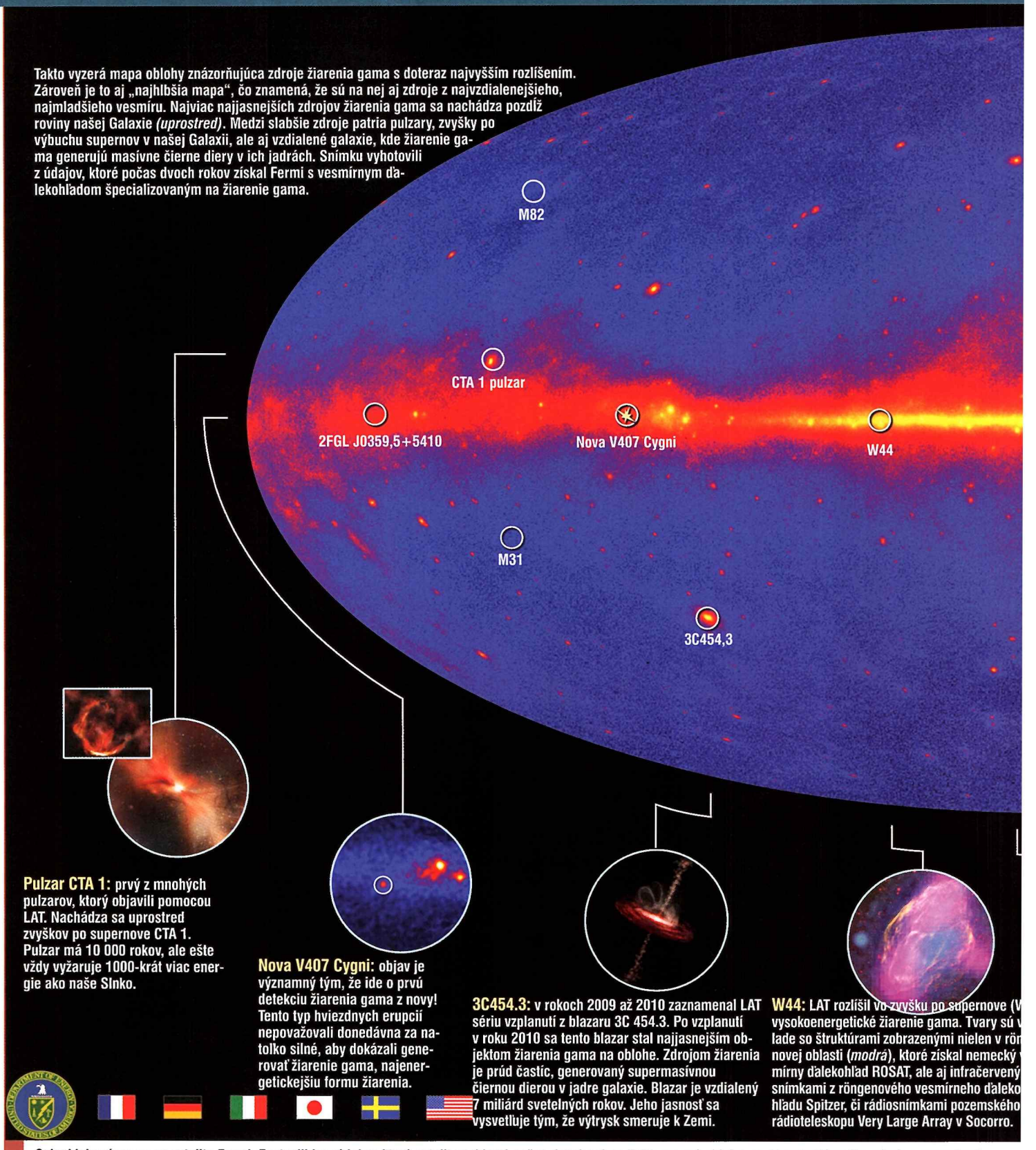
Najvýznamnejšie zdroje mimo našej Galaxie

Centaurus A. Obrovská eliptická galaxia NGC 5128, vzdialená 12 miliónov svetelných rokov v súhvezdí Centaurus, je jednou z najbližších aktívnych galaxií. Nachádza sa v nej silný rádiový zdroj Cen A. Väčšina rádiových emisií uniká z gigantických lalokov plynu, rozprestierajúcich sa milión svetelných rokov, vyvrhnutých masívnou čiernou dierou v centre galaxie.

Rádiové emisie vytvárajú rýchle sa pohybujúce častice. Ak sa fotón s nízkou energiou zrazí s týmito časticami, nadobudne rýchlosť a energiu na úrovni žiarenia gama. Proces pripomína biliard.

Galaxia Andromeda (M31). Je to najbližšia špirálová galaxia, veľkosťou a štruk-

⇨⇨



Takto vyzerá mapa oblohy znázorňujúca zdroje žiarenia gama s doteraz najvyšším rozlíšením. Zároveň je to aj „najhlbšia mapa", čo znamená, že sú na nej aj zdroje z najvzdialenejšieho, najmladšieho vesmíru. Najviac najjasnejších zdrojov žiarenia gama sa nachádza pozdĺž roviny našej Galaxie *(uprostred)*. Medzi slabšie zdroje patria pulzary, zvyšky po výbuchu supernov v našej Galaxii, ale aj vzdialené galaxie, kde žiarenie gama generujú masívne čierne diery v ich jadrách. Snímku vyhotovili z údajov, ktoré počas dvoch rokov získal Fermi s vesmírnym ďalekohľadom špecializovaným na žiarenie gama.

Pulzar CTA 1: prvý z mnohých pulzarov, ktorý objavili pomocou LAT. Nachádza sa uprostred zvyškov po supernove CTA 1. Pulzar má 10 000 rokov, ale ešte vždy vyžaruje 1000-krát viac energie ako naše Slnko.

Nova V407 Cygni: objav je významný tým, že ide o prvú detekciu žiarenia gama z novy! Tento typ hviezdnych erupcií nepovažovali donedávna za natolko silné, aby dokázali generovať žiarenie gama, najenergetickejšiu formu žiarenia.

3C454.3: v rokoch 2009 až 2010 zaznamenal LAT sériu vzplanutí z blazaru 3C 454.3. Po vzplanutí v roku 2010 sa tento blazar stal najjasnejším objektom žiarenia gama na oblohe. Zdrojom žiarenia je prúd častíc, generovaný supermasívnou čiernou dierou v jadre galaxie. Blazar je vzdialený 7 miliárd svetelných rokov. Jeho jasnosť sa vysvetľuje tým, že výtrysk smeruje k Zemi.

W44: LAT rozlíšil vo zvyšku po supernove (V vysokoenergetické žiarenie gama. Tvary sú v lade so štruktúrami zobrazenými nielen v rön novej oblasti (*modrá*), ktoré získal nemecký mírny ďalekohľad ROSAT, ale aj infračervený snímkami z röngenového vesmírneho ďaleko hľadu Spitzer, či rádiosnímkami pozemského rádioteleskopu Very Large Array v Socorro.

Celooblohová mapa zo satelitu Fermi. Zostavili ju z údajov, ktoré satelit nazbieral počas dvoch rokov. Takto vyzerá obloha, na ktorej vidíme iba zdroje s energiami nad miliardu elektrónvoltov (1GeV). Jasnejšie farby označujú intenzívnejšie zdroje žiarenia gama. Difúzna žiara vypĺňa celú oblahu, ale najjasnejšia je v rovine našej Galaxie. Diskrétne zdroje žiarenia gama sú pulzary a zvyšky po supernovách v našej Galaxii, ale i z iných galaxií, ktorých svetlo generujú supermasívne čierne diery.

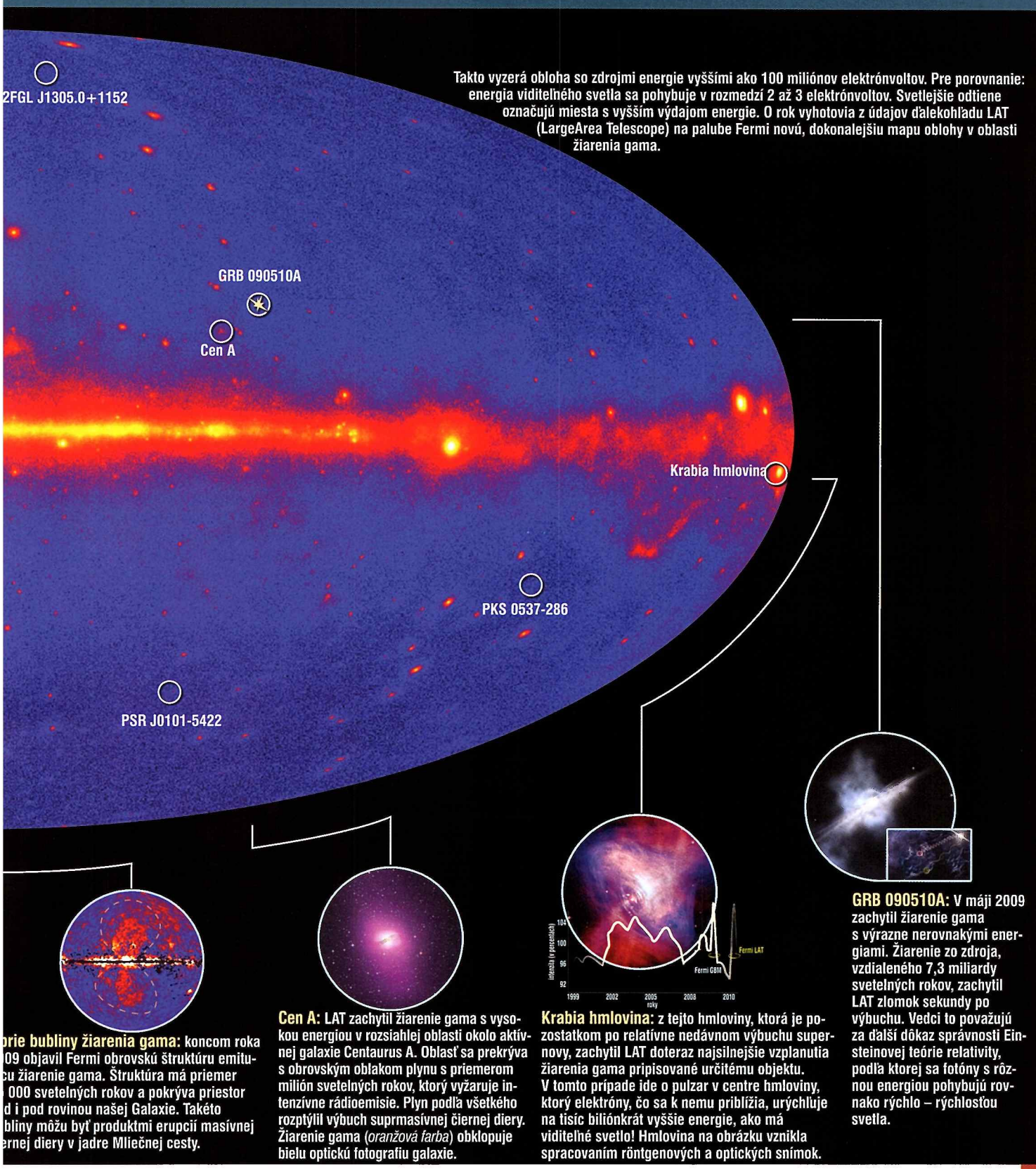
túrou podobná tej našej. Vzdialená 2,5 milióna svetelných rokov je objektom, ktorý rozlíšime aj bez ďalekohľadu.

Tím okolo LAT Fermi sa zameral na M31 preto, že je silným zdrojom žiarenia gama. Žiarenie gama generujú zrážky vysokoenergetických kozmických častíc s medzihviezdnym plynom. Vedci zistili, že v galaxii Andromedy sa kozmické žiarenie prejavuje slabšie ako v našom hviezdnom ostrove. Možný dôvod: v M31 sa rodia hviezdy, vrátane tých, čo končia ako supernovy produkujúce kozmické žiarenie pomalšie ako v našej Galaxii.

Galaxia Cigara (M82). To, čo pozorujeme v galaxii Andromeda, prejavuje sa oveľa výraznejšie v galaxii M82. Ide o galaxiu v súhvezdí Veľkého voza, vzdialenú 12 miliónov svetelných rokov, kde prebieha čulá hviezdotvorba.

V strednej oblasti tejto galaxie vzniká 10-krát viac hviezd ako v Mliečnej ceste. Preto v nej vybuchuje oveľa viac supernov. Časom sa búrlivá hviezdotvorba spomalí, pretože plyn, potrebný na formovanie hviezd sa minie. Dnes je jasným zdrojom žiarenia gama.

Blazar PKS 0537-286. V jadre aktívnej galaxie hniezdi masívna čierna diera, ktorá



Takto vyzerá obloha so zdrojmi energie vyššími ako 100 miliónov elektrónvoltov. Pre porovnanie: energia viditeľného svetla sa pohybuje v rozmedzí 2 až 3 elektrónvoltov. Svetlejšie odtiene označujú miesta s vyšším výdajom energie. O rok vyhotovia z údajov ďalekohľadu LAT (LargeArea Telescope) na palube Fermi novú, dokonalejšiu mapu oblohy v oblasti žiarenia gama.

rie bubliny žiarenia gama: koncom roka 09 objavil Fermi obrovskú štruktúru emitu- cu žiarenie gama. Štruktúra má priemer 000 svetelných rokov a pokrýva priestor d i pod rovinou našej Galaxie. Takéto bliny môžu byť produktmi erupcií masívnej rnej diery v jadre Mliečnej cesty.

Cen A: LAT zachytil žiarenie gama s vysokou energiou v rozsiahlej oblasti okolo aktívnej galaxie Centaurus A. Oblasť sa prekrýva s obrovským oblakom plynu s priemerom milión svetelných rokov, ktorý vyžaruje intenzívne rádioemisie. Plyn podľa všetkého rozptýlil výbuch suprmasívnej čiernej diery. Žiarenie gama (*oranžová farba*) obklopuje bielu optickú fotografiu galaxie.

Krabia hmlovina: z tejto hmloviny, ktorá je pozostatkom po relatívne nedávnom výbuchu supernovy, zachytil LAT doteraz najsilnejšie vzplanutia žiarenia gama pripisované určitému objektu. V tomto prípade ide o pulzar v centre hmloviny, ktorý elektróny, čo sa k nemu približia, urýchľuje na tisíc biliónkrát vyššie energie, ako má viditeľné svetlo! Hmlovina na obrázku vznikla spracovaním röntgenových a optických snímok.

GRB 090510A: V máji 2009 zachytil žiarenie gama s výrazne nerovnakými energiami. Žiarenie zo zdroja, vzdialeného 7,3 miliardy svetelných rokov, zachytil LAT zlomok sekundy po výbuchu. Vedci to považujú za ďalší dôkaz správnosti Einsteinovej teórie relativity, podľa ktorej sa fotóny s rôznou energiou pohybujú rovnako rýchlo – rýchlosťou svetla.

produkuje výtrysky častíc pohybujúcich sa bezmála rýchlosťou svetla. Ak jeden z protiľahlých výtryskov smeruje k Zemi, takúto galaxiu označujú vedci ako blazar.

PKS 0537-286, variabilný blazar v súhvezdí Leva, je druhým najvzdialenejším objektom z katalógu LAT Fermi. Z jeho červeného posunu $z = 3{,}1$, vypočítali vzdialenosť 11,7 miliardy svetelných rokov. To znamená, že fotóny žiarenia gama leteli k nám plných 11,7 miliardy rokov.

Premenlivosť výtryskov z tejto vzdialenej galaxie umožňuje vedcom študovať zmeny, spôsobované supermasívnou čiernou dierou, ktorá nepravidelne nabaľovala z okolia hmotu v čase, keď mal vesmír sotva 2 miliardy rokov.

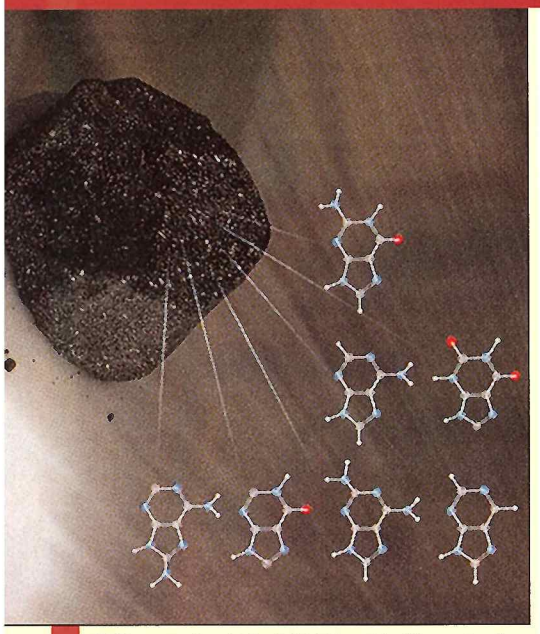
2FGL J1305,0+1152. Posledný zo záhadných objektov nájdeme v súhvezdí Panny, vysoko nad rovinou galaxie. Ide o slabý objekt, ktorý sa počas dvoch rokov nezmenil.

Jednou z možností ako klasifikovať tieto objekty je využiť ich spektrálny priebeh v gama oblasti. Inými slovami, určiť intenzitu žiarenia gama pri rôznych energiách. Pri určitých energiách sa v spektrách objektov objaví „spektrálna medzera", pokles intenzity pod očakávanú úroveň.

Ak by to bol pulzar, vykazoval by náhly pokles intenzity pri vysokých energiách. Blazary vykazujú pomalší pokles. Lenže 2 FGL J1305,0+1152 nevykazuje nijakú spektrálnu medzeru, čo je momentálne naozajstná záhada.

NASA/Fermi LAT Press Release

●



DNA z vesmíru: biologické látky objavili v meteoritoch už pred polstoročím. Podľa najnovších analýz sa mohli sformovať vo vesmíre.

DNA z meteoritov?

Dôkaz o existencii živých organizmov mimo Zeme zatiaľ nemáme. O to prekvapujúcejšia je správa Americkej akadémie vied o tom, že DNA, základná zložka života, sa môže formovať nielen na telesách vhodných pre život, ale aj v kozmickom priestore. Americkí vedci objavili DNA v meteoritoch, ktoré sa určite sformovali mimo Zeme.

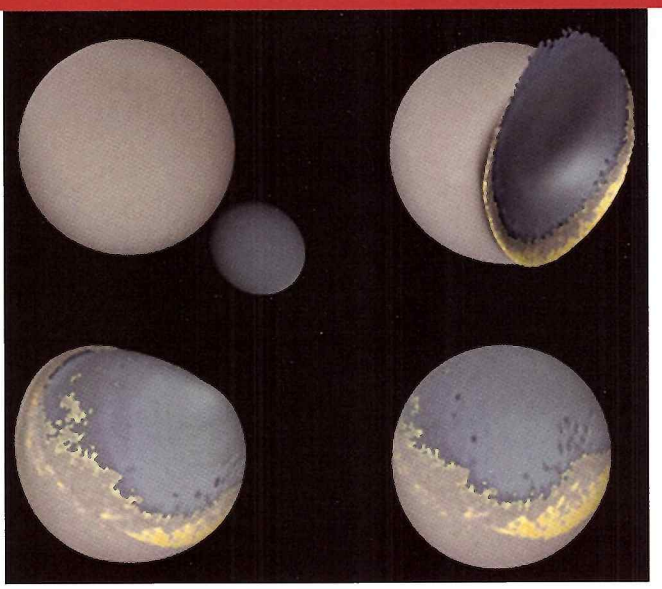
Komponenty DNA sa našli už v meteoritoch analyzovaných v 60. rokoch. Vedci v tom čase usúdili, že tieto telesá boli kontaminované organickými bunkami až po dopade na Zem. Tím z Goddardovho centra pre vesmírne lety v Greenbelte (Maryland), analyzovali nedávno zbierku meteoritov z Antarktídy, bohatých na uhlík. Objavili v nich adenín a guanín, takzvané nukleobázy, dve dôležité zložky DNA. Našli aj iné, nebiologické chemické zlúčeniny, podobné biologickým. Vedci ich nazývajú „analógy nukleobáz".

Tieto analógy sa považujú za kľúč k tvorbe biologických chemikálií v kozme, pretože na Zemi sa zatiaľ nenašli. Hojne sa však vyskytujú v „chemických fabrikách", napríklad v niektorých typoch asteroidov, na ktorých objavili už celý rad organických látok.

Druhým kľúčom k vyriešeniu záhady sú údaje z analýzy antarktického ľadu neďaleko miesta, kde sa meteority so stopami organických zlúčenín našli. V ľade našli rádovo menej nukleobáz a žiadne analógy.

V laboratóriu sa podarilo vytvoriť generáciu všetkých chemikálií, ktoré vznikajú nebiologickými procesmi. Na svete je dôkaz, že tieto látky môžu vznikať aj v materských telesách, v asteroidoch. S vysokou pravdepodobnosťou možno povedať, že DNA z antarktických meteoritov je mimozemského pôvodu.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA



Privrátená strana Mesiaca je v podstate plochá, nad odvrátenou stranou sa vypínajú pomerne vysoké pohoria. Štyri obrázky z počítačovej simulácie objasňujú najnovšiu teóriu, podľa ktorej sa Mesiac zrazil s mesiačikom. Náraz bol mäkký, takže väčšina materiálu sa nevyparila, ale uložila v malom kráteri a okolo neho. Mesiac a hypotetický mesiačik sa sformovali z vyvrhnutého materiálu potom, ako sa Zem zrazila s telesom veľkým ako Mars. Okolo Mesiaca krúžili na tej istej dráhe.

Mladá Zem mala (asi) dva mesiace

Nápadná odlišnosť privrátenej a odvrátenej strany Mesiaca je jednou zo záhad lunárnej astronómie. Na privrátenej strane prevládajú ploché planiny, lávové moria, pričom rozdiely medzi najnižšími a najvyššími útvarmi sú relatívne malé. Odvrátená strana má podstatne silnejšiu, až 50 km hrubú kôru. Nad vysočinami sa vypínajú pomerne vysoké reťaze hôr. Kalifornskí vedci uverejnili nedávno v časopise Nature najnovší, alternatívny model dôsledkov „veľkého impaktu", podľa ktorého sa planéta s parametrami Marsu krátko po sformovaní Slnečnej sústavy zrazila so Zemou.

Podľa pôvodného modelu sa z vyvrhnutého materiálu sformoval iba Mesiac. Podľa modelu vedcov z Kalifornskej univerzity v Santa Cruz (UCS) sa po zrážke sformovalo najmenej jedno ďalšie teleso, ale možno aj viac menších telies. To najväčšie (s priemerom 1 000 km a hmotnosťou 1/30 Mesiaca) neskôr mäkko kolidovalo s Mesiacom. Nebol to ohnivý impakt, pri ktorom sa väčšina materiálu vyparí a priemer kráteru je niekoľkonásobne väčší ako priemer impaktujúceho telesa. V našom prípade mal kráter päťkrát menší priemer ako impaktor. Mesiačik sa po zrážke rozpadol. Časť materiálu vyplnila kráter, časť sa na odvrátenej strane uložila do zvláštnej, niekoľko desiatok kilometrov hrubej vrstvy.

Alternatívna hypotéza: Peter Schultz z Brown University v štáte Rhode Island (USA) prezentoval iný scenár zrážky. Podľa neho sekundárny mesiačik „štrajchol" oblasti okolo južného mesačného pólu. Kolízia premiestnila značnú časť tuhnúcej kôry smerom na sever. Tak vznikla dnešná podoba hornatej odvrátenej strany Mesiaca.

Podľa Erica Asphauga, planetológa na UCSC, je model v dobrej zhode s predstavami o dynamickej stabilite takého systému, s odhadmi času chladnutia Mesiaca i s vekom lunárnych hornín. Už predchádzajúce simulácie „veľkej zrážky" naznačovali, že jej produktmi mohlo byť viac telies. Preto sa vedci z UCSC rozhodli dôkladnejšie preskúmať dynamiku kolízie a zrekonštruovať nielen dráhu, ale aj evolúciu zrážkou uvoľneného materiálu.

Zo simulácie vyplynulo, že po zrážke Zeme s neznámym telesom sa sformovali dve telesá: Mesiac a mesiačik s hmotnosťou 1/30 hmotnosti Mesiaca. Nakoľko sa obe telesá pohybovali rovnakým smerom a po rovnakých dráhach, ich zrážka nebola prudká. Väčšina materiálu z menšieho telesa sa usadila na odvrátenej strane a vytvorila hrubú kôru. Podoba namodelovanej odvrátenej strany Mesiaca na obrazovke pripomína reálny povrch!

Vedci sa nazdávajú, že druhý mesiac krátko po sformovaní uviazol v gravitačnej pasci, v jednom z Lagrangeových bodov na obežnej dráhe Mesiaca. Z pasce unikol neskôr, keď sa obežná dráha Mesiaca do istej miery od Zeme vzdialila (Mesiac sa od Zeme neustále vzďaľuje), čím sa narušila aj stabilita Lagrangeových bodov.

Model vysvetľuje aj rôznorodosť zloženia mesačnej kôry. Na privrátenej strane prevláda draslík, vzácne horniny a fosfor. Vedci sa nazdávajú, že tieto prvky, ale aj urán a tórium, boli súčasťou oceánu magmy, ktorý pod hrubnúcou kôrou Mesiaca postupne tuhol. Zrážka premiestnila vrstvy tejto kôry z odvrátenej strany na privrátenú. Tak vznikla geológia, akú tam dnes pozorujeme!

Vedci z UCSC v Santa Cruz vysvetlili aj proces formovania vysočín. Z ich simulácií vyplýva, že nerovnako hrubú kôru Mesiaca sformovali aj slapové sily. Ktorá z týchto hypotéz je pravdivá, ukážu až ďalšie merania. Najbližšie údaje zabezpečí už misia GRAIL (Gravity Recovery and Interior Laboratory), ktorá získa mimoriadne presné údaje o gravitácii mesačného vnútra. Mapa masconov pomôže objasniť, čo sa pred miliardami rokov naozaj stalo. Definitívne to potvrdia až vzorky mesačnej pôdy z vytipovaných miest, ktoré privezú návratné sondy.

Nature

Eris
je dvojčaťom Pluta

V novembri 2010 prekryla trpasličia planéta Eris slabú hviezdu. Takéto úkazy sú veľmi zriedkavé, a keď je teleso malé a veľmi vzdialené, ťažko sa pozorujú. Často sa však iba takto dajú získať presnejšie údaje o veľkosti a tvare vzdialeného telesa.

Zákryt pozorovali z 26 miest na Zemi, ale iba dva tímy v Čile mali pozorovanie pozitívne: prvý na observatóriu ESO v La Silla pomocou ďalekohľadu TRAPPIST (TRAnsiting Planets and PlanetesImals Small Telescope) a v mestečku San Pedro de Atacama, kde postavili ďalšie dva ďalekohľady.

Všetky tri prístroje zaznamenali počas zákrytu nepatrný pokles jasnosti vzdialenej hviezdy.

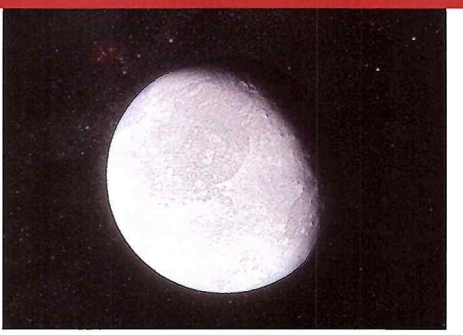
Údaje zaznamenané ďalekohľadmi na dvoch rozličných miestach naznačili, že Eris je bezmála ideálne guľaté teleso. Celkom presné údaje môžu vedci získať iba z telesa, na ktorom nie sú veľké pohoria. Na veľkej, zaľadnenej Eris je výskyt takýchto pohorí nepravdepodobný.

Eris objavili v roku 2005 v Kuiperovom páse. Pomenovali ju podľa gréckej bohyne chaosu a sváru. Objav podnietil diskusie planetológov, ktorí navrhli vytvoriť novú triedu telies – trpasličie planéty. V roku 2006 zaradili do tejto triedy aj Pluto.

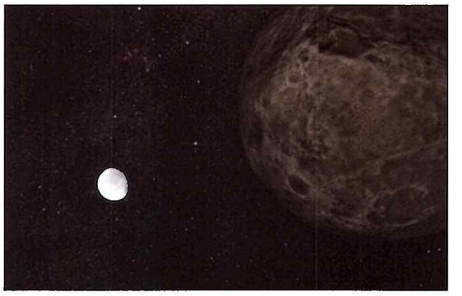
Podľa pôvodných meraní mala Eris priemer 3 000 kilometrov, teda o štvrtinu väčší ako Pluto. Podľa najnovších údajov má priemer iba 2 326 kilometrov, s presnosťou ±12 km. Nakoľko priemer Pluta sa odhaduje na 2 300 až 2 400 km, stala sa Eris jeho dvojčaťom. Údaje o veľkosti Pluta sa získavajú ťažšie, pretože jeho hustejšia pulzujúca atmosféra znemožňuje presnejšie merania počas zákrytov.

Hmotnosť Eris vypočítali vedci vďaka mesiačiku Dysnomia. (Dysnomia, v gréckej mytológii dcéra Eris, bola bohyňou bezprávia.) Zistili, že Eris je o 27 % hmotnejšia ako Pluto, s hustotou 2,52 gramov na cm^3. Pre porovnanie: Mesiac má hustotu 3,3 g/cm^3. Hustota naznačuje, že ide o veľké skalnaté teleso s hmotnosťou 22 % nášho Mesiaca, obalené 100 km hrubou ľadovou kôrou. Podiel ľadu 85 %, podiel pevných hornín 15 %.

Povrch Eris odráža 96 % svetla dopadajúceho



Trpasličia planéta Eris (ilustrácia) je podľa najnovších údajov zhruba rovnako veľká ako Pluto. Povrch pokrytý srieňom má mimoriadne vysoké albedo.



Ilustrácia Eris (v pozadí) a jej mesiačika Dysmonia. Mesiačik je oveľa tmavšie teleso.

na jej povrch. Spolu so Saturnovým mesiacom Enceladus patria k telesám s najvyšším albedom v Slnečnej sústave. Kôru vodného ľadu pokrýva ľad bohatý na dusík, premiešaný so zamrznutým metánom. Práve tento ľad, tenký sotva milimeter, má také vysoké albedo.

Je možné, že na povrchu Eris sa kondenzuje v podobe srieňa dusíková a metánová atmosféra v cykloch, pripomínajúcich Pluto. Je známe, že keď sa Pluto na svojej výstrednej dráhe približuje k Slnku, časť ľadovej kôry sa vyparuje a atmosféra sa zväčšuje a hustne. A naopak, keď sa od Slnka vzďaľuje, atmosféra mrzne a v podobe nekonečných chumelíc sa opäť ukladá na povrchu.

Aj Eris obieha okolo Slnka po výstrednej dráhe, ale v oveľa väčšej vzdialenosti, takže procesy nie sú také intenzívne. Už aj preto, že k vyparovaniu povrchu dochádza iba v čase, keď sa trpasličia planéta ocitne v blízkosti perihélia, vo vzdialenosti 5,7 miliárd kilometrov od Slnka.

Pomocou najnovších údajov vedci odhadli aj teploty na povrchu Eris: na strane privrátenej k Slnku mínus 239 °C, na odvrátenej strane ešte o niekoľko stupňov menej.

ESO Press Release, Nature

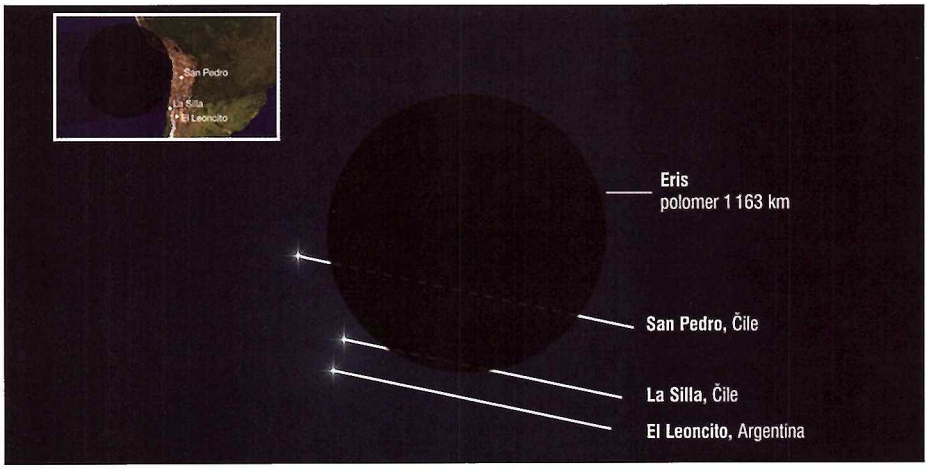
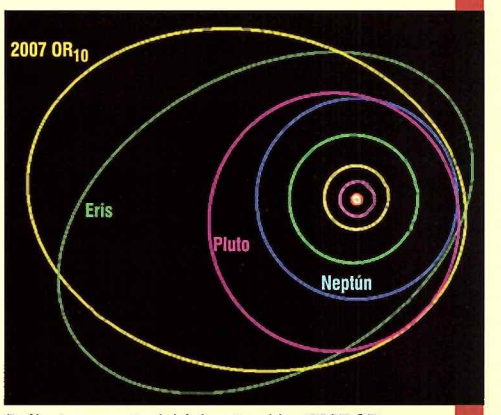


Diagram znázorňuje dráhu hviezdy počas zákrytu trpasličou planétou Eris v novembri minulého roku. Pozorovatelia z dvoch rozdielnych stanovísk v Čile videli, ako hviezda na istý čas zmizla, pretože Eris jej svetlo zatienila. Údaje umožnili vypočítať veľkosť telesa.

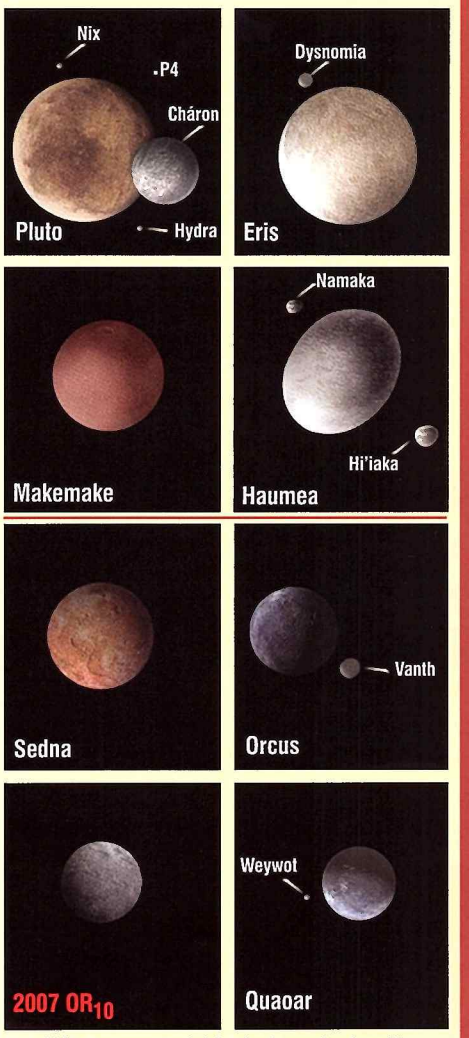


Dráhy transneptunických asteroidov 2007 OR_{10} a Eris.

Ľad na povrchu 2007 OR_{10}

2007 OR_{10}, teleso krúžiace okolo Slnka v Kuiperovom páse, je obalené vodným ľadom. To by ešte nebola nijaká senzácia. Planetológovia sa však nazdávajú, že vodu v dávnych časoch vychrlili sopky! Vedci na povrchu objavili aj metán, čo naznačuje, že siedme najväčšie transneptunické teleso mohlo mať kedysi atmosféru, ktorú postupne stratilo.

Caltech; Astrophysical Journal Letters

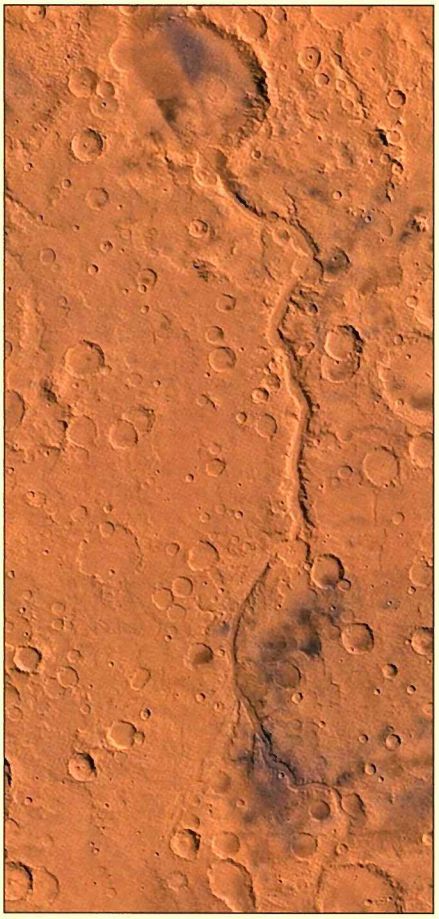


Najväčšie transneptunické telesá zoradené podľa veľkosti. Prvé 4 sú trpasličie planéty.

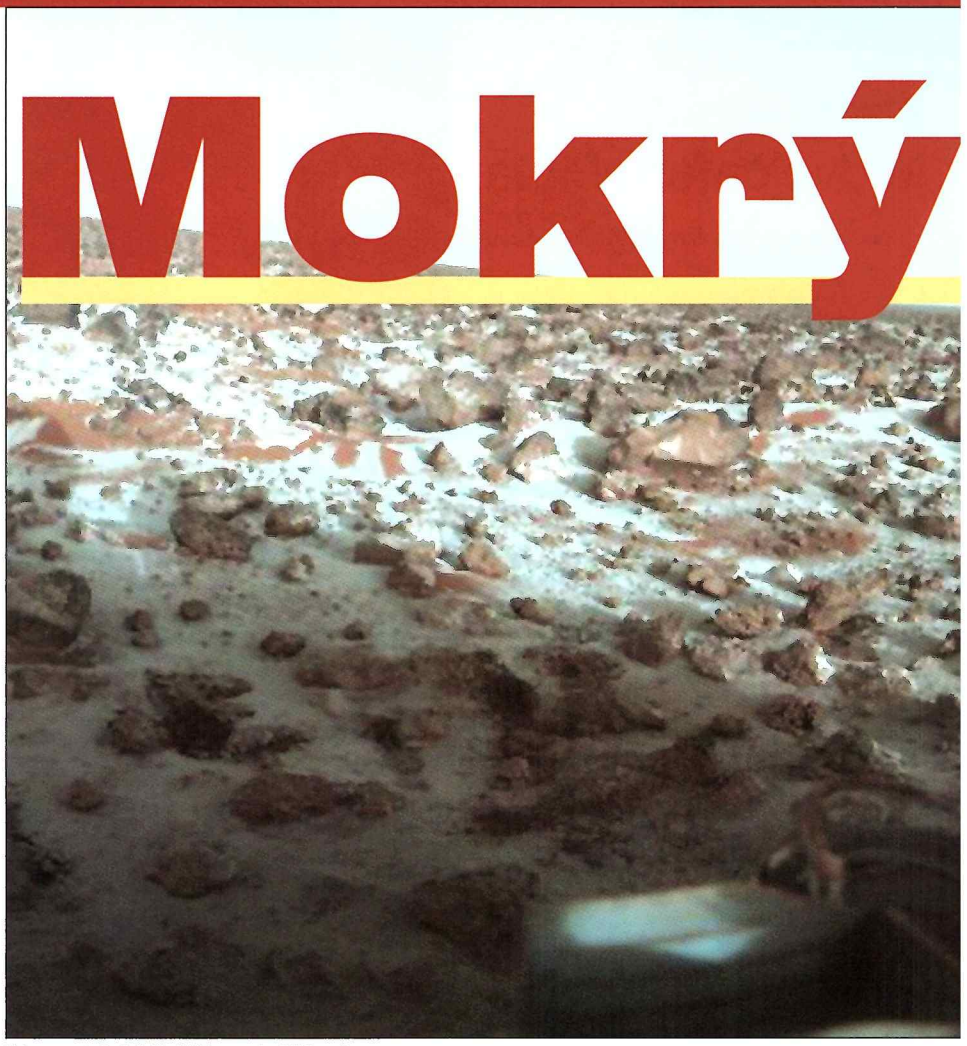
Voda na Rudé planetě v proudu času: jak se měnily naše znalosti a představy

Mokrý

U plynulých patnáct let bylo z hlediska našich znalostí o vodě na planetě Mars, jejím rozložení, historii či proměnách v čase velmi dramatických. Flotila výsadkových i orbitálních sond několikrát přepsala naše představy o minulosti i současnosti vody na Rudé planetě.



Údolí Ma'adim Vallis vyhloubené vodou tekoucí z kráteru Gusev o průměru 170 km (místo přistání sondy Spirit, fotografováno sondou Viking).



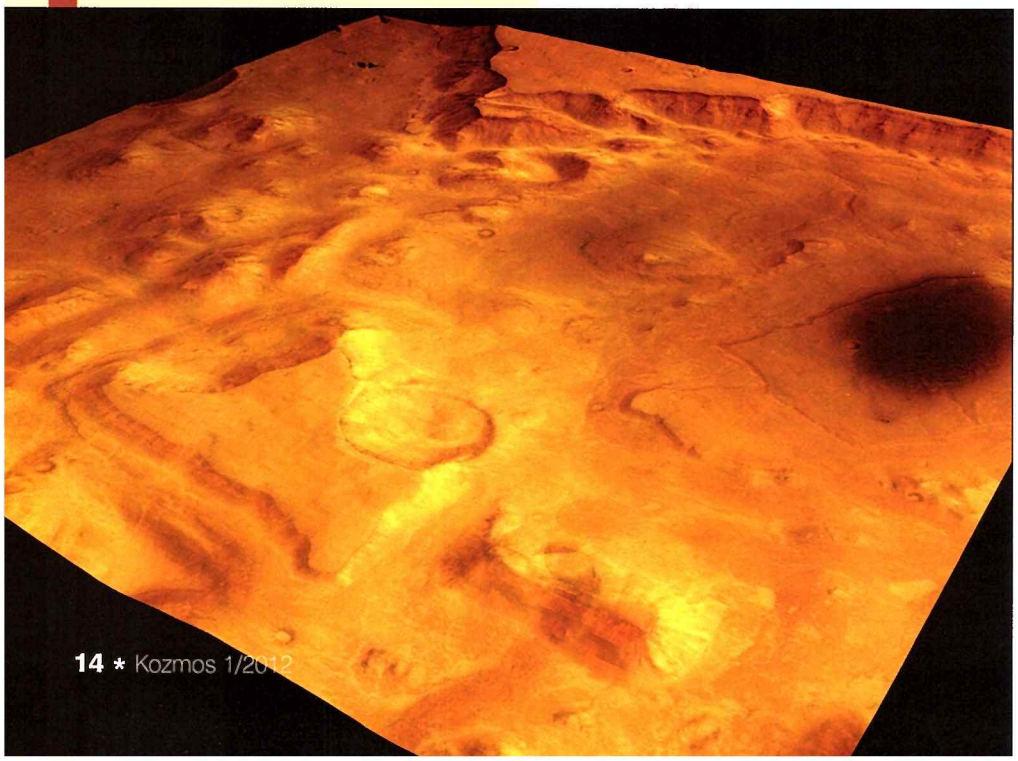
Námraza tak, jak ji viděla sonda Viking 2.

Pokud pomineme nechvalně známé Schiaparelliho kanály na Marsu (které byly od roku 1877 vydávané za důmyslný zavlažovací systém, nicméně jejichž existence byla později vyvrácena), tak jsme toho o vodě na Marsu před začátkem průzkumu automatickými sondami mnoho nevěděli.

V roce 1947 sice americký astronom Gerald Kuipers odhalil s pomocí spektrometru přítomnost oxidu uhličitého v atmosféře Marsu a o tři roky později objevil polární ledové čepičky, které se podle něj měly skládat z vodních krystalků. V roce 1963 Audouin Dollfus z Pařížské hvězdárny zase prokázal, že atmosféra Marsu obsahuje i vodní páru.

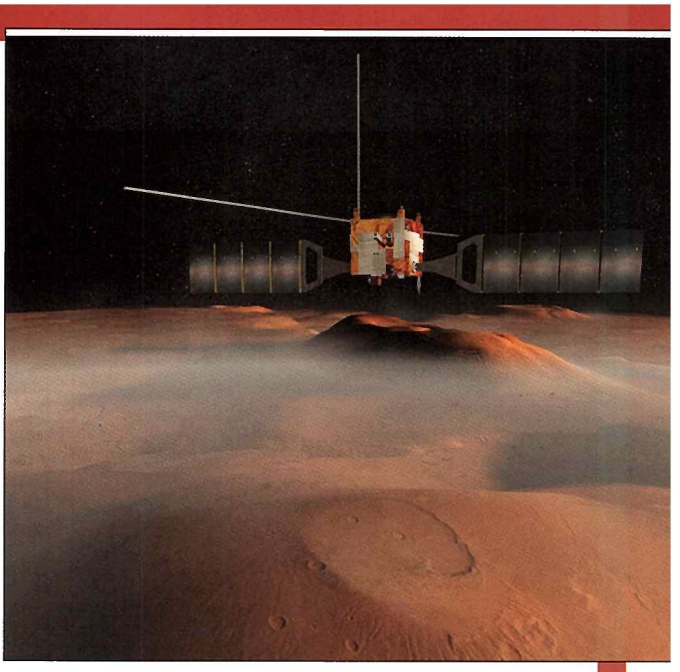
Revoluci v našich znalostech znamenala až sonda Mariner 9 (USA, start květen 1971). Předchozí průlety sond této série kolem Marsu byly spíše technického charakteru a k jejich největším „objevům" patřilo vyvrácení existence Schiaparelliho kanálů. Sonda Mariner 9 nám předala první přímé důkazy o vodě na Marsu. Nalezla říční koryta, vodní erozí vzniklé kaňony (více než 4 000 km dlouhý byl přitom pojmenovaný právě po této sondě, Valles Marineris), meteorologické fronty, mlhy a další jevy. Tím nám ovšem bylo ukázáno pouze směrování, protože po průletu sondy Mariner 9 zůstalo více otázek než odpovědí. Jak se měnilo vodní prostředí na Marsu v historii? Kde je voda dnes, resp. kam se poděla? Najdeme ji i na povrchu v kapalném stavu? Dokáže zde vytvořit příhodné podmínky pro vznik a vývoj života dlouhodobě? Tyto a mnohé další otázky vedly ke vzniku programu Viking, který se uskutečnil v sedmdesátých letech.

V jeho rámci pak dva páry sond (výsadkové a orbitální) objevily na povrchu planety velké útvary, jejichž vznik jsme si nedokázali vysvětlit jinak, než právě působením vody. Šlo o stopy po rozsáhlých záplavách, (vodou) protržené stěny kráterů, horniny přemístěné tisíce kilometrů



Údolím Valles Marineris (pojmenované po sondě Mariner 9; na snímku z Mars Expressu) kdysi tekly proudy vody.

Mars



Sonda Mars Express přepisuje naše představy o vodě pod povrchem i v atmosféře Marsu.

daleko od místa svého vzniku... A podrobné snímky ukázaly, že mnoho kráterů vypadá, jako by dopadové těleso naráželo do bahna. Vyvržený materiál z nich totiž okolní útvary v některých případech „obtekl" nebo vytvořil „rozmázlou" stopu: tedy podobu, jaká by při dopadu tělesa na pevnou plochu (jak známe například na Měsíci) nevznikla.

Mise Viking našla koryta řek, které byly v minulosti až desettisíckrát vydatnější, než je třeba Missisippi (tou za sekundu u ústí průměrně proteče 17 tisíc kubíků). Stejně tak upoutala pozornost jižní polární čepička o teplotě mínus 73 stupňů Celsia. Ta je totiž příliš teplá na to, aby ji tvořil zmrzlý oxid uhličitý, takže jejím základním stavebním kamenem je nejspíše právě voda.

Chybělo devět centimetrů

To jsou výsledky z orbitálních modulů Viking; povrchové aparatury při pátrání po vodě tak úspěšné nebyly. Jen podotýkáme, že hledání vody neměly v popisu práce (a i kdyby je čistě teoreticky našly, nebyly schopni se svým přístrojovým vybavením určit koncentraci). Povrchové sondy nalezly jen nepřímé důkazy. Především soli síry a chlóru, které zůstávají po odpaření mořské vody. Jenže to jako nezvratný důkaz nestačí, protože musíme připustit možnosti jejich vzniku i jinou („suchou") cestou. Modul Viking 2 byl více na severu (48. stupeň severní šířky oproti 23. v případě sesterské stanice) a v zimních měsících dokonce nafotografoval námrazu na okolních kamenech. Opět ale neměl odpovídající přístrojové vybavení pro její rozbor, takže i v tomto případě šlo o nepřímý důkaz přítomnosti vody.

Přitom dnes víme, že právě sondu Viking 2 dělily od objevu podpovrchové vody pouhé centimetry. Ano, centimetry! Její robotické rameno odebíralo vzorky z hloubky 15 cm: kdyby šlo ještě o 9 cm hlouběji, našlo by podpovrchovou vodu. V roce 2008 (sonda Viking 2 byla vypnuta v dubnu 1980) vznikl v její blízkosti nový dopadový kráter. Tím se nám naskytl pohled do nitra planety a jeho detailní průzkum z oběžné dráhy (pomocí sondy Mars Reconnaissance Orbiter – MRO) ukázal, že led je v této oblasti přítomen od hloubky zhruba 23 centimetrů.

Historie žádné „kdyby" nezná, takže dnes můžeme jen spekulovat, jak by pohled o devět centimetrů níže změnil náš pohled na Mars a následující mise k němu. Bezpečně můžeme tvrdit jen jedno jediné: změnil by je zásadně.

Jdi za vodou

Jinak úspěšná výprava Viking každopádně ukázala, že zvolený přístup přímého hledání života bez další znalosti terénu a souvislostí připomíná střelbu na slepo. A že je tedy nutné planetu Mars důkladněji poznat. Vznikl tak koncept Follow the Water, Následovat vodu. Podle něj se řídil následující výběr meziplanetárních sond a především jejich přístrojového vybavení.

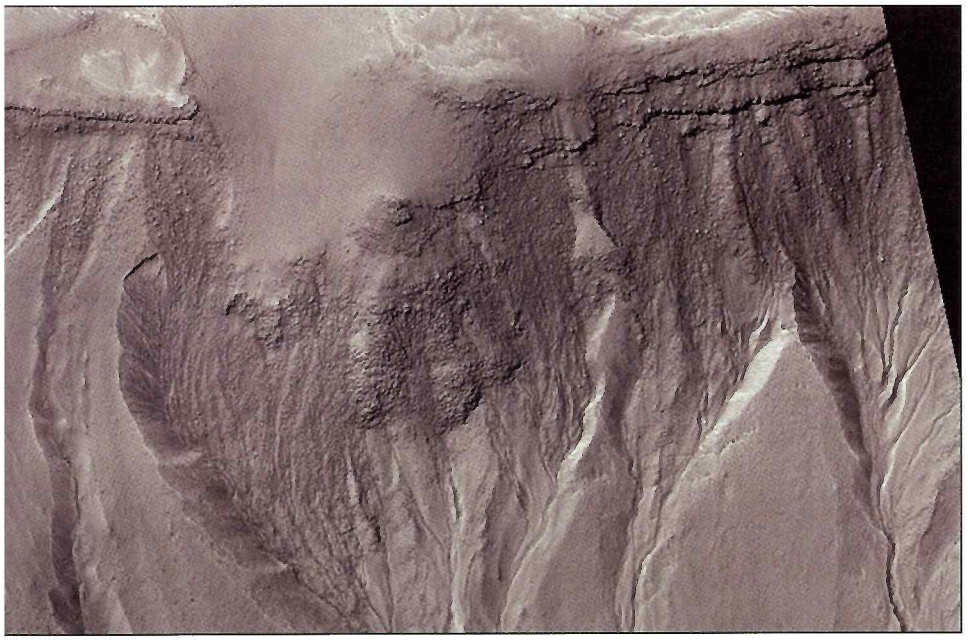
Mars Global Surveyor – MGS (start listopad 1996, práce do listopadu 2006) nesl přístroj TES (Thermal Emission Spectrometer), který dokázal detekovat plochy desítek tisíc kilometrů čtverečních pokrytých olivínem. Jen pro úplnost dodáváme, že ve stejném startovacím okně vypuštěná sonda Mars Pathfinder společně s vozítkem Sojourner po vodě vůbec nepátrala, neboť šlo o čistě technickou výpravu (např. spektrometr APEX dokázal detekovat všechny prvky kromě vodíku – právě jeho odhalení je přitom klíčové při pátrání po molekulách vody). Sonda vyfotografovala ve svém okolí oblázky, které mohly být dle názoru vědců vytvarované v minulosti tekoucí vodou. Opět ale jako důkaz čehokoliv to pochopitelně bylo slabé.

Zpět ke spektrometru TES. V oblasti Nili Fossae našel souvislou plochu třiceti tisíc kilometrů pokrytou stopami olivínu. Jeho vznik přitom máme spojený se sopečnou činností. Mars přitom považujeme za vulkanicky mrtvou planetu, takže olivín zde musí být velmi dlouho. Jenže to je v příkrém kontrastu s faktem, že olivín ve spojení s vlhkostí rychle zvětrává na jiné minerály (namátkou pyrosiderit, chlorit, montmorillonitové skupiny, maghemit či hematit). Pokud tedy olivín zůstal na takto rozlehlých plochách, máme co do činění s dlouhodobě suchými oblastmi.

V prosinci 2006 zveřejnila NASA fotografie kráterů Terra Sirenum a Centauri Montes pořízené sondou Mars Global Surveyor, které ukazují na přítomnost vody v tekutém stavu na povrchu planety v letech 1999 až 2001. Jsou na nich totiž vidět stovky vpustí, kterými se voda dostala na povrch planety – a pak urazila určitou vzdálenost (desítek až stovek metrů), než se odpařila. Vzniklé strouhy jsou pozorovatelné i z oběžné dráhy a představují jakýsi „podpis", že tu voda v kapalném stavu byla.

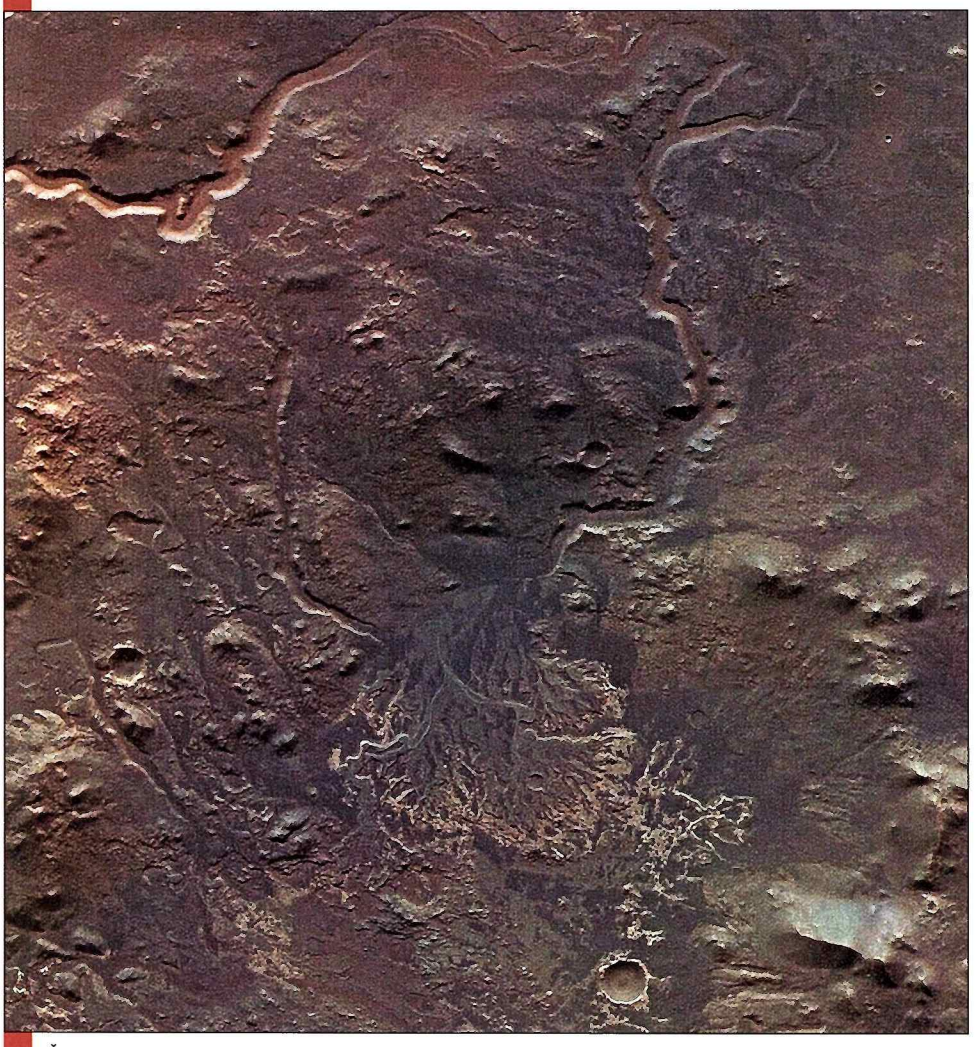
Při každém pozorovaném výtrysku (resp. jen jeho následku) bylo uvolněno množství vody, které by dokázalo naplnit pět až deset bazénů. Vědec Michael Malin ze společnosti Malin Space Science Systems v San Diegu (Kalifornie), který je dlouhodobým dodavatelem kamer pro snímkování Marsu pro sondy NASA, nicméně varuje před bezbřehým optimismem: „Naše míra jistoty, zdali jde skutečně o strouhy vytvořené působením tekoucí vody, je vysoká, ale ne extrémně vysoká."

Tyto struhy mající podobu tmavých pruhů na povrchu Marsu (ono „tmavé" je relativní pojem,



Strouhy vzniklé pravděpodobně výtrysky vody v kráteru Asimov (fotografováno sondou MRO).

⇨⇨



Říční delta u kráteru Eberwalde (fotografovala sonda Mars Express). Z kráteru o původním průměru 65 km je silně nezřetelný jen pravý okraj v pravém dolním rohu snímku.

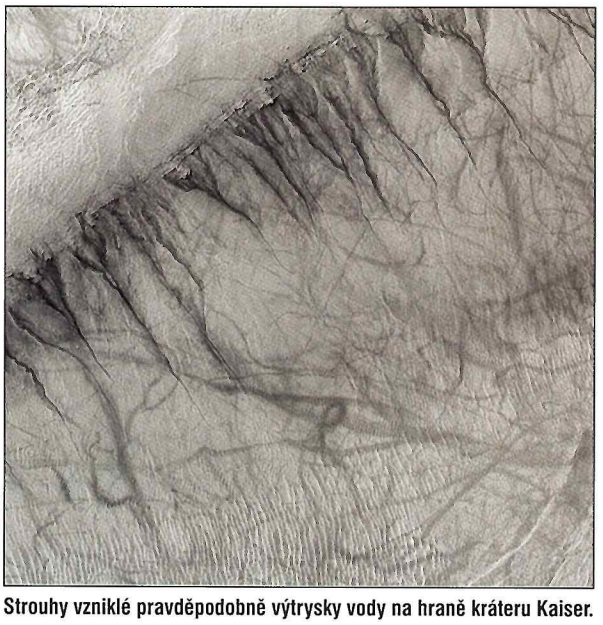
neb jsou jen asi o deset procent tmavší, než okolí) jsou přitom studovány už od dob sond Viking. Nikdy se je ale nepodařilo zasadit na časové ose: mohly vzniknout včera stejně jako před milióny let. Až srovnání snímků z MGS ukázalo, že strouhy vznikají spontánně i dnes.

Z hlediska vzniku či vývoje života na povrchu ale mnoho neznamenají: se svou životností v řádu minut jsou vším možným, jen ne příznivým prostředím. Pod povrchem ale vše může být jinak – a stejně tak může jít o jevy, které nám na povrch přinesou informace z hloubek.

Odyssea i Express nahlíží pod povrch

Rok 1999 přinesl americké kosmonautice blamáž v podobě zkázy dvou výprav Mars Climate Orbiter a Mars Polar Lander. Ten přiměl z technického hlediska přehodnotit budoucí výpravy, snížit jejich četnost a volit opatrnější přístupy. V roce 2001 tak místo dvou zamýšlených sond startovala jediná, která dostala jméno Space Odyssey (NASA se tehdy „dovolila" u autora slavného románu Arthura Clarka, který nadšeně souhlasil).

Mars Odyssey pracuje na oběžné dráze Rudé planety dodnes, přičemž největší objev si automat připsal hned v roce 2002. Detekoval totiž v některých oblastech podpovrchovou směs horniny a vody s tím, že její podíl se typicky pohyboval v rozpětí 20 až 50 procent (v teplejších oblastech rovníku pak klesal na 2 až 10 procent). Sonda ovšem nebyla schopná jít „do hloubky", pořizovala toliko dvojrozměrné snímky. Prostě zjistila, že pod povrchem nějaká voda je. Nedokázala ale určit, jak je hluboko, jak je rozložena nebo kolik jí tak asi může být.



Strouhy vzniklé pravděpodobně výtrysky vody na hraně kráteru Kaiser.

Na její práci navázala evropská sonda Mars Express (start prosinec 2003), která je vybavená radarem MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding), TEGA (Thermal and Evolved Gas Analyzer a MECA (Microscopy, Electrochemistry, and Conductivity Analyzer). Ten v letech 2005 a 2006 (vzhledem k dlouhodobému zpracovávání dat byl objev zveřejněný ještě o rok později) objevil vodu nacházející se v hloubce několika metrů až téměř čtyř kilometrů pod povrchem planety, ale pouze v okruhu tří set kilometrů kolem jižního pólu Marsu. Vědce navíc překvapila i čistota ledu, protože obsahuje méně než deset procent příměsí. Nejde o souvislou vrstvu, ale o několik izolovaných lokalit s extrémně vysokou koncentrací, takže vědci nyní pracují i s myšlenkou, že vlastně nejde o vodu „místní", nýbrž například o dopadnuvší jádra komet.

Kdyby byl povrch Marsu dokonale rovný a kdyby se nově nalezené zdroje vody mávnutím kouzelného proutku rozpustily, pak by se celá planeta ocitla na dně jedenáct metrů hlubokého oceánu.

Přitom podobná pozorování představují velkou výzvu: nejde jen o to umístit na sondu radar a pak se následně přehrabovat v záplavě dat a informací. Především je nutné obrovské množství dat přenést od Marsu k Zemi. A to opakovaně. Pro představu: pro zmapování do hloubky pěti kilometrů je nutné uskutečnit 300 radarových snímků jednoho místa! Jen tak je možné získat kvalitní „3D" obraz.

Proto se průzkum zaměřil nejprve na nejpravděpodobnější místa výskytu podpovrchové vody či ledu na severní a jižní polární oblasti. Vědci doufají, že pokud na Marsu je podpovrchová voda v tekutém stavu, dokážou ji odhalit. Radar MARSIS jim k tomu dává prostředky, ale je otázka, zdali budou mít dostatek času, aby dokázali získat všechna potřebná data. Pro představu: sonda Mars Express měla pracovat nejméně dva roky, nyní je její mise prodloužena do roku 2014. Na podzim 2011 ale byla její pozorování na několik týdnů přerušena, protože palubní elektronika již začala vykazovat známky stárnutí a bylo třeba ji překonfigurovat.

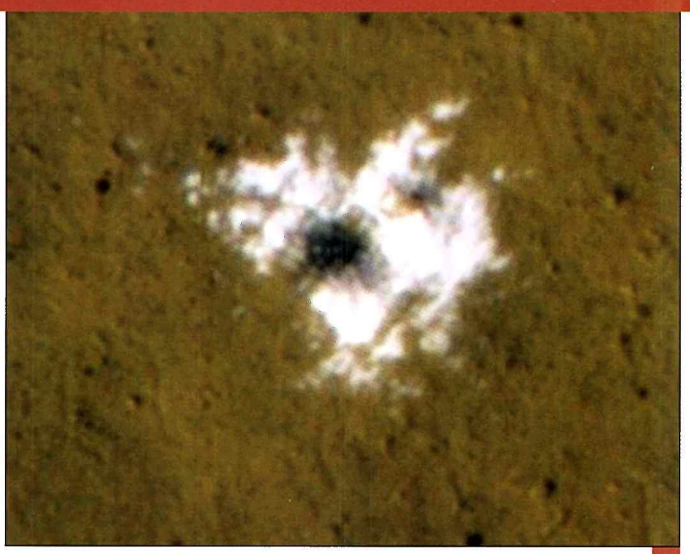
Nejnovější zveřejněná data ze sondy Mars Express každopádně ukazují, že podpovrchový led nemusí být doménou pouze polárních oblastí. Další „ložiska" ledu se podařilo nalézt v pohoří Phlegra Montes (a to již v relativně nízkých dvaceti metrech pod povrchem), které se nachází zhruba mezi 30. a 50. stupněm severní šířky.

Další důkazy relativně nedávné tvorby ledovců Mars Express našel uvnitř dopadových kráterů v této oblasti. Ty byly kdysi dávno zaplněny sněhem, který se postupem doby na dně kráterů proměnil ve vrstvu ledu následně zavátou prachem.

Nezmaři na povrchu

Skutečnou bonanzou informací o vodě na planetě Mars se stala dvojice identických robotů Spirit a Opportunity. Na planetě přistály

Stopy zmrzlé vody (bílé oblasti) našla bezprostředně pod povrchem Marsu sonda Phoenix.



Tento snímek pořízený 1. listopadu 2008 sondou MRO ukázal, že sonda Viking-2 byla jen několik centimetrů od objevu vody pod povrchem Marsu.

v lednu 2004: Spirit ukončil svoji misi v březnu 2010 a Opportunity pracuje dodnes. Plánována životnost přitom v případě obou automatů byla tři měsíce aktivní činnosti.

O vodě na povrchu Marsu toho obě zařízení sesbírala nepřeberně, takže zmíníme jen několik nejdůležitějších zjištění.

Již prvního března 2004 NASA zveřejnila zásadní informaci, že v místě přistání Opportunity se kdysi nacházela voda v kapalné podobě! Později upřesnila, že oblast Meridiani planum (v níž robot přistál a pohyboval se) kdysi opakovaně zaplavovala voda. Čas od času tu zřejmě vznikala mělká jezera, která pak zvolna vysychala.

Počátkem prosince 2011 pak Opportunity nalezl oblast bývalých teplých vodních pramenů. Prozradila je přítomnost sádrovce (již dříve detekovaný z oběžné dráhy, nyní potvrzený přímo na místě), který se usazuje za méně kyselých podmínek, než jiné minerály z míst dosud zkoumaných. Čistě teoreticky by tak místo podmínky mohly být příznivější pro vznik a vývoj života, než jinde. Optimismus brzdí jen to, že tento sádrovec podle všeho původně vznikl v několikakilometrové hloubce a na povrch se dostal až dodatečně.

Neméně úspěšný byl i Spirit, který našel stopy solí svědčících o dávné dlouhodobé přítomnosti vody na povrchu – a stejně tak odhalil (podobně jako Opportunity) i usazeniny. V roce 2007 NASA oznámila, že rover Spirit nalezl na Marsu minerál na bázi oxidu křemičitého, který vzniká po styku vulkanické horniny s horkými prameny nebo párou. Zajímavé je, že k objevu došlo nedopatřením poté, co se přestalo otáčet jedno ze šesti kol vozítka – a to je muselo vláčet „za sebou". Tím vyrylo brázdu s bílou horninou, které si všimli vědci a nechali ji prozkoumat. Objev byl na světě.

Podstatné každopádně je, že byly nalezeny stopy vody stojaté (jezero) i tekoucí (dočasné řeky v období prudkých dešťů). A že minulou vodu na Marsu potvrdilo několik objevů, a to v oblastech přistání obou robotů. Na jejich základě by se dal Mars označit za „vlhkou planetu". Nadšení trochu brzdí další zjištění, že podnebí bylo zřejmě velmi proměnlivé a nestabilní – pokud bereme pátrání po vodě jako předstupeň pátrání po životě, pak četné prudké výkyvy podmínek nejsou dobrou zprávu. Vznik a vývoj života v jakékoliv podobě totiž potřebuje dlouhodobě stabilní prostředí. A to Mars evidentně nikdy nenabízel.

Phoenix našel mokrý Mars

V srpnu 2007 se vydala do severní polární oblasti Marsu (přesněji do místa se souřadnicemi 68 stupňů severní šířky a 233 stupňů východní délky) sonda Phoenix. Zamířila do silně nehostinné krajiny, která je ovšem z vědeckého hlediska o to lákavější. A to právě pro svoji relativní blízkost severnímu pólu a vysokou pravděpodobnost nalezení podpovrchové vody.

Už devatenáctého června 2008 (tedy necelý měsíc po přistání) NASA oznámila, že během čtyř dnů zmizely stopy bílého materiálu ve výkopech provedených robotickou rukou sondy Phoenix. Což znamenalo, že šlo o stopy vodního ledu, který po odkrytí vysublimoval. Pro úplnost dodáváme, že výkop měl v té době hloubku cca osm centimetrů.

Poslední červencový den pak byla tato pozorování potvrzena, když byla voda detekována i ve vzorku analyzovaném spektrometrem TEGA. Další analýzy horniny pak ukázaly, že v okolí sondy je půda zásaditá (s pH mezi 8 a 9) a obsahuje soli magnézia, sodíku, draslíku plus ionty chloridu. Analýza hornin v přístrojích MECA a TEGA pak ukázala, že obsahují uhličitan vápenatý. Ten je převládající složkou křídy a někdy jej můžeme najít v jílu. Uhličitany a jíly se přitom na Zemi tvoří prakticky výhradně ve vodě.

Bez zajímavosti jistě není ani fakt, že meteorologická stanice na palubě sondy zaznamenala padající sníh. Ale jen ve výšce několika kilometrů nad povrchem, protože padající krystalky nedopadly na povrch a ve třech kilometrech vysublimovaly.

Překvapení v atmosféře

Vodu jsme zatím hledali na povrchu Marsu nebo pod ním. Ovšem dlouho jsme přehlíželi vodu nad povrchem – tedy vodní páry v plynném skupenství. Složení atmosféry Marsu jsme brali jako hotovou věc s tím, že nás ničím nemůže překvapit. Na podzim 2011 nám však sonda Mars Express ukázala, že může.

Přesněji nám to ukázal spektrometr SPICAM, který studoval složení atmosféry sledováním východů Slunce během místního jara a léta nad severní polokoulí. Tím bylo možné zjistit nejen množství jednotlivých složek v atmosféře, ale i jejich vertikální rozložení.

Právě voda se přitom postarala o velké překvapení: tým vedený Lucou Maltagliatim zjistil, že v některých vrstvách atmosféry je až stonásobně více vody, než se dosud odhadovalo! Stávající modely se tak zhroutily jako domeček z karet. Nové zjištění navíc může zásadním způsobem změnit naše představy a znalosti o fungování celé hydrosféry Marsu.

Zásadním byl také objev přesyceného stavu vodní páry v atmosféře. Za normálních podmínek kondenzuje vodní pára kolem prachové nebo aerosolové částice – pokud teplota a tlak klesne pod určitý „rosný bod". V tu chvíli je atmosféra nasycená, protože za daných podmínek nemůže obsahovat více vlhkosti: veškerá voda navíc kondenzuje ve formě kapiček nebo krystalů.

V atmosféře Marsu se ale podařilo objevit přesycený stav, a to zvláště ve vrstvách atmosféry od 20 do 50 kilometrů. Z důvodu nedostatku prachových a aerosolových částic se zde voda měla dle našich dosavadních představ po dosažení nasyceného stavu okamžitě měnit v led. Jenže pozorování spektrometrem SPICAM ukazuje, že je jí zde deset- až stokrát více, než odpovídá nasycenému stavu, že se nemění v led a ani se neváže na žádné částice. Jaké bude mít tento objev důsledky, dnes netušíme.

Každopádně vodní párou přesycené vyšší vrstvy atmosféry přinášejí možnou odpověď na to, kam z Marsu většina vody zmizela. Sluneční záření zde molekuly vody štěpí na kyslík a vodík, které pak nenávratně unikají do vesmíru. Což má pochopitelně zásadní podobu na klima na planetě.

Stále více odpovědí, stále více otázek

Jak nám ukazuje nejnovější objev přesycených vrstev v atmosféře Marsu, o vodě na čtvrté planetě sluneční soustavy toho zatím mnoho nevíme. Ostatně, stačí se podívat na to, jak rychle a často radikálně se naše představy o hydrosféře Rudé planety v posledních několika málo letech změnily. Je prakticky jisté, že se i nadále budou měnit a že i staré znalosti budeme zasazovat do úplně nových souvislostí.

Historie zkoumání vody na Marsu zdaleka neřekla poslední slovo.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA a ESA

●

Vľavo Kepler-20e, uprostred Zem, vpravo Kepler-20f.

Kepler: **dve najmenšie exoplanéty**

Bolo iba otázkou času, kedy vedci spresnia parametre niekoľkých stoviek kandidátov na exoplanéty a oznámia objav prvých planét podobných Zemi. Krátko pred Vianocami ohlásili hneď dve: Kepler-20e a Kepler-20f. Jedna má 1,03 priemeru Zem, druhá, s priemerom 0,87 je doteraz najmenšou objavenou exoplanétou. Obe sa sformovali z kremičitanov a železa, podobne ako Zem. Ich hmotnosť odhadli zatiaľ iba približne. Obe sú hmotnejšie ako naša planéta, pričom ich hmotnosť v prípade Kepler-20e bude nižšia ako trojnásobok hmotnosti Zeme, v prípade Kepler-20f nižšia ako 1,7-násobok Zeme.

Objavené terestrické exoplanéty sú súčasťou sústavy planét obiehajúcich okolo materskej hviezdy Kepler-20, vzdialenej 950 svetelných rokov. Hviezda, tak ako naše Slnko, je hviezdou typu G, jej povrch je však o niečo chladnejší. Najmenšia planéta Kepler-20e obehne okolo nej po kruhovej dráhe vo vzdialenosti 7,6 milióna kilometrov za 6,1 dňa; planéta Kepler-20f vo vzdialenosti 16,6 milióna kilometrov za 19,6 dňa. Obe planéty krúžia okolo svojej hviezdy po bližších dráhach ako Merkúr okolo Slnka.

Teplota na povrchu planét zodpovedá ich vzdialenosti od materskej hviezdy: 760 °C a 430 °C. Sú teda natoľko horúce, žeovoda v kvapalnom skupenstve sa na ich povrchu (aj keby mali hustú atmosféru) neudrží. Dokonca ani v prechodných zónach medzi dennou, k hviezde trvalo privrátenou a nočnou, odvrátenou stranou. Nie je však vylúčené, že v minulosti sa obe planéty pohybovali vo väčšej vzdialenosti od hviezdy. Tam, kde sa v bezpečnej vzdialenosti mohli z primordiálneho materiálu rýchle sformovať, a až neskôr, postupne, strácajúc hybnosť pohybom v disku, sa po špirálach k hviezde priblížili.

Hviezda Kepler-20 má (pokiaľ sa neobjavia ďalšie) 5 planét. Okrem terestrických krúžia okolo nej aj plynní obri s parametrami Neptúna. Architektúra sústavy je však bizarná: nie všetky terestrické planéty krúžia vo vnútri systému a nie všetci obri v jeho vonkajších oblastiach. Vedci zatiaľ takto poskladanú planetárnu sústavu nepozorovali. Planetológovia netušia, ako sa takýto systém sformoval a ako sa vyvíjal.

Okrem dvoch terestrických planét krúžia v systéme aj planéty Kepler-20b, 20c a 20d. S priemermi 24 000 km; 40 000 km; a 35 000 km. S dobami obehu: 3,7; 10,9; a 77,6 dňa. Najväčšia z týchto planét, Kepler-20b je bezmála 20-krát, Kepler-c 16,1-krát; Kepler--20d 8,7-krát hmotnejšia ako Zem.

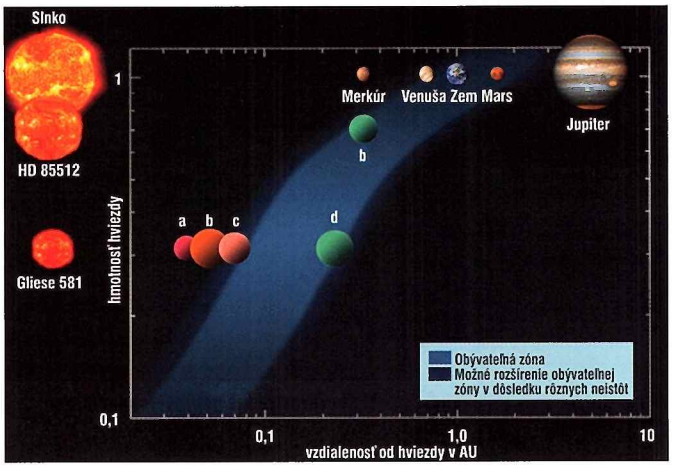
Objav dvoch doteraz najmenších terestrických planét s parametrami Zeme považujú planetológovia za míľnik v dejinách krátkej, ale dynamicky sa vyvíjajúcej disciplíne astronómie. Prvá exoplanéta bola objavená v roku 1996. Prvú, pomocou metódy zákrytu, objavili iba pred 11 rokmi. Tieto planéty mali parametre Jupitera. Planetológovia dnes študujú vyše 700 definitívne potvrdených exoplanét. Vesmírny ďalekohľad Kepler objavil však od štartu v roku 2009 bezmála 2500 kandidátov na exoplanéty. V 28 prípadoch sa medzičasom ich totožnosť potvrdila a očakáva sa, že najmenej dve tretiny kandidátov budú tiež exoplanéty. Zelenú zónu okolo hviezdy Kepler-20 vymedzuje pás, v ktorom by planéta obehla okolo hviezdy za zhruba100 dní.

Kepler objavil aj planétu Kepler-22b, ktorá okolo materskej hviezdy obieha v zelenej zóne. Na jej povrchu môže byť voda, a teda aj podmienky pre vznik a vývoj života! Je 2,4-krát väčšia ako Zem.

Nature

HARPS objavil 50 nových exoplanét

Spektrograf HARPS (High Accuracy Radial velocity Planetary Search) na 3,6-metrovom ďalekohľade na ESO observatóriu v La Silla (Čile) objavil vyše 50 nových exoplanét. Šestnásť z nich má parametre superZeme. (Telesá s hmotnosťami 2- až 10-násobkom Zeme patria do triedy superZemí.) Jedna zo 16 novoobjavených superZemí krúži okolo materskej hviezdy na okraji zelenej zóny. Analytici preskúmali vlastnosti všetkých planét, ktoré HARPS doteraz objavil, a zistili, že štyri z desiatich hviezd podobných Slnku majú prinajmenšom jednu planétu s nižšou hmotnosťou ako Saturn. (Saturn je 17-krát hmotnejší ako Zem.)

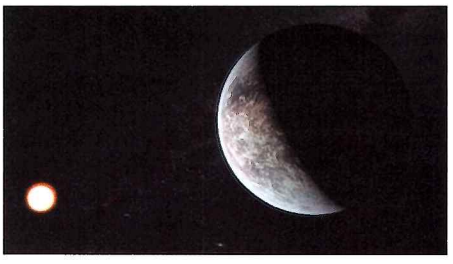


Z diagramu vyčítate, že nová superZem HD 85512b krúži na okraji zelenej zóny materskej hviezdy. Na jej povrchu sa môže vyskytovať voda v tekutom skupenstve. Diagram zviditeľňuje aj vzdialenosti planét v našej Slnečnej sústave (hore), v systéme HD 85512 (osamelá planéta) i v sústave Gliese 581 (v strede) od ich materských hviezd. Zelenú zónu označuje modrá farba.

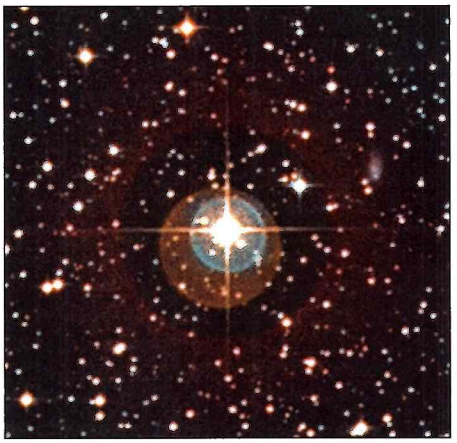
Tím HARPS vedie známy lovec exoplanét Michel Mayor zo Ženevskej univerzity. Nijaký iný tím doposiaľ neohlásil objav toľkých exoplanét naraz. Stalo sa tak na stretnutí 350 expertov na exoplanéty vo Wyomingu. Počas ostatných 8 rokov objavili 150 nových planét. Dve tretiny z nich majú nižšiu hmotnosť ako Neptún. Dve z celkového počtu „Mayorových" exoplanét boli superZeme, ktoré sa sformovali v zelenom páse. Prvou je Gliese 581d, objavená v roku 2007. Existencia druhej, Gliese 581g, sa nepotvrdila, takže druhou planétou s takýmito parametrami sa stala HD 85512b. Táto korisť je výsledkom pozorovania počas1 000 nocí, keď preskúmali 376 hviezd podobných Slnku.

HARPS využíva technológiu mimoriadne presných meraní radiálnych rýchlostí. Zameriava sa najmä na objavy terestrických planét. Päť z doteraz objavených má iba 5-krát väčšiu hmotnosť ako Slnko. Práve na ne sa onedlho zamerajú vesmírne ďalekohľady, ktoré na nich zmapujú výskyt organických zlúčenín, najmä kyslíka v ich atmosférach.

Najmenšou z objavených exoplanét je HD 85512b s hmotnosťou 3,6 Zemí, ktorá krúži okolo svojej hviezdy v zelenej zóne, kde sa voda na jej povrchu môže udržať v tekutom skupenstve. Menšiu planétu sa v zelenej zóne pomocou merania radiálnych rýchlostí doteraz nepodarilo objaviť.



Ilustrácia znázorňuje jednu zo 16 superZemí, ktoré objavili pomocou prístroja HARPS na 3,6-metrovom ďalekohľade na La Silla. Má 3,6-krát vyššiu hmotnosť ako Zem a okolo svojej hviezdy krúži na okraji zelenej zóny.

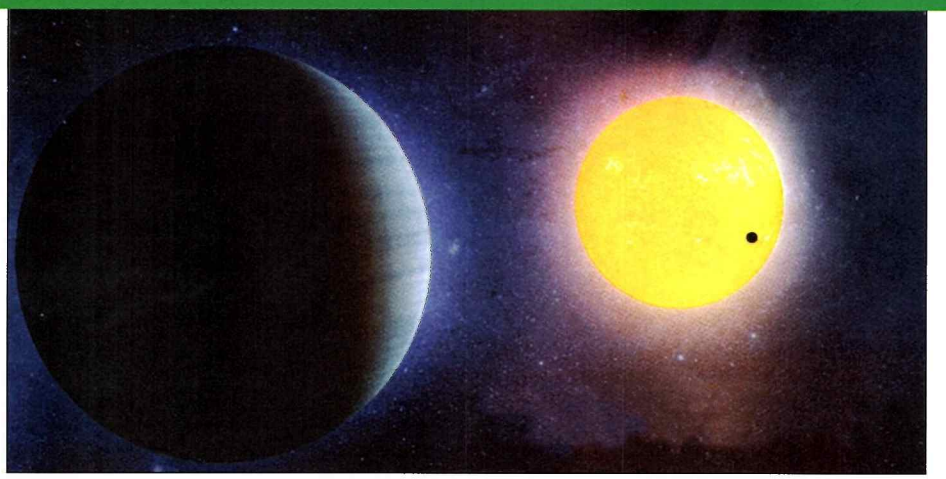


Snímku hviezdy HD 85512 vytvorili z fotografií exponovaných cez zelený a červený filter. Kruhy okolo hviezdy a križujúce sa lúče svetla spôsobila optika. Terestrická planéta HD 85512b je príliš malá a obieha tak blízko okolo svojej hviezdy, že na tejto optickej snímke ju nemožno rozlíšiť.

Presnosť meraní pomocou HARPS umožní v rámci najnovšej prehliadky oblohy aj detekciu planét s hmotnosťami okolo 2 Zemí. HARPS dokáže dnes zaznamenať zmeny rýchlosti pod hranicou 4 kilometre za hodinu, čo je zhruba rýchlosť chodca. Prístroje novej generácie umožnia však aj detekciu terestrických planét okolo Slnku podobných hviezd, ktoré budú mať parametre Zeme, ba dokážu získať aj spektrá ich atmosfér. Takým prístrojom bude ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spektroscopic Observations), ktorý vypustia v roku 2016. Presnosť merania radiálnych rýchlostí dosiahne hodnotu najmenej 0,35 kilometrov za hodinu. To postačí na to, aby vedci objavili aj planéty s parametrami Zeme.

Technikou merania radiálnych rýchlostí objavili zatiaľ 650 exoplanét. Vesmírny ďalekohľad Kepler, využívajúci alternatívnu metódu (meria pokles jasnosti hviezd počas pravidelných zákrytov planétami), objavil viac ako 2 300 kandidátov na exoplanéty, z ktorých po overení už väčšinu zaradili do katalógu.

ESO Press Release



Exoplanéty Kepler 10b a Kepler 10c obiehajú hviezdu Kepler 10 po relatívne blízkych obežných dráhach. Hviezda je vzdialená od Zeme 560 svetelných rokov.

Predĺži NASA **misiu Kepler?**

Vesmírny ďalekohľad Kepler krúži okolo Zeme bezmála tri roky. Vedci misiu považujú za mimoriadne úspešnú: prístroj objavil 2 300 kandidátov na exoplanéty a údajmi, ktoré získal o monitorovaných hviezdach, otvoril „zlatý vek stelárnej astronómie".

Kľúčovou úlohou ďalekohľadu však je objavovanie Zemi podobných planét, krúžiacich okolo materských hviezd v zelených pásoch. Už dnes je jasné, že tento hlavný cieľ sa do novembra 2012, keď má misia skončiť, nepodarí splniť.

Kepler monitoruje segment oblohy široký 10° v súhvezdiach Labuť a Lýra. Priebežne s vysokou presnosťou zaznamenáva jasnosť vyše 145 000 hviezd. 95-centimetrový ďalekohľad vybavený supercitlivým detektorom dokáže zaznamenať nepatrné zníženie jasnosti hviezd spôsobené tranzitom planéty. Takto Kepler objavil všetky svoje exoplanéty.

Zo všetkých objavených exoplanét má však parametre Zeme iba 68. To vedcov sklamalo. Nazdávali sa, že Kepler objaví oveľa viac Zemi podobných planét. To však neznamená, že terestrických planét je menej, ako sa očakávalo. Nezlyhali ani prístroje na ďalekohľade. Ukázalo sa, že detekciu malých planét sťažuje najmä prostredie okolo skúmaných hviezd.

Prístroje na ďalekohľade Kepler dokážu zaznamenať 1/10 000 poklesu jasnosti hviezdy. Okolo vytipovaných, Slnku podobných hviezd, by sme teda mali detegovať aj terestrické planéty bez problémov. Ukázalo sa však, že okolo Slnku podobných hviezd hlavnej postupnosti je oveľa viac prachu ako v našej sústave. Jasnosť nášho Slnka sa totiž v priebehu niekoľkých hodín mení asi o stotisícinu. Väčšina hviezd monitorovaných Keplerom má však oveľa väčšie výkyvy jasnosti. To detekciu planét neobyčajne sťažuje.

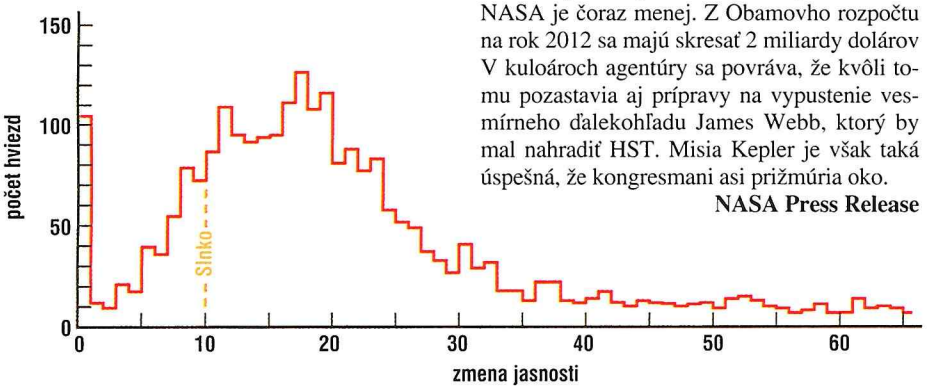
Planéta podobná Zemi zníži počas tranzitu jasnosť svojej hviezdy v pomere 85:1 000 000. Všetky terestrické exoplanéty, ktoré Kepler detegoval, obiehajú svoje hviezdy po veľmi blízkych obežných dráhach. V priebehu 30 mesiacov Kepler pri všetkých veľakrát zaznamenal periodické tranzity. Tieto planéty sú však príliš horúce na to, aby sa na nich uchytil život. Hlavnou úlohou Keplera je objavovanie terestrických planét v zelených zónach – tam, kde sa na planéte s atmosférou dlhodobo udrží voda v tekutom skupenstve.

Tranzity vzdialených exoplanét sú oveľa zriedkavejšie. Tieto, často eliptické dráhy, sú dlhšie a navyše vzdialenejšie. Iba v jednom prípade z 200 sú z pohľadu zo Zeme sklonené tak, že zákryt môže nastať a možno ho monitorovať.

To sú dôvody, pre ktoré skúma Kepler priebežne tak veľa hviezd a prečo mala misia trvať najmenej tri roky. Potvrdiť existenciu exoplanéty možno iba vtedy, keď sa zaznamenajú najmenej 3 tranzity. Aj to iba v prípade, keď v sústave nie je príliš veľa plynu. Ak plyn ovplyvňuje hodnotu jasnosti, 3 tranzity na potvrdenie terestrickej exoplanéty nestačia. Preto tím okolo ďalekohľadu Kepler požiadal o predĺženie misie z 3,5 roka na 7 až 8 rokov. Misia Kepler stála 600 miliónov dolárov. Každý rok predĺženia by stál daňových poplatníkov 17 miliónov. To vzhľadom na očakávané výsledky nie je veľa.

Ibaže peňazí pre astrofyziku pod strechou NASA je čoraz menej. Z Obamovho rozpočtu na rok 2012 sa majú skresať 2 miliardy dolárov V kuloároch agentúry sa povráva, že kvôli tomu pozastavia aj prípravy na vypustenie vesmírneho ďalekohľadu James Webb, ktorý by mal nahradiť HST. Misia Kepler je však taká úspešná, že kongresmani asi prižmúria oko.

NASA Press Release



Vedci predpokladali, že jasnosť Slnku podobných hviezd sa mení prinajhoršom v pomere 10:1 000 000. Graf vyjadruje početnosť hviezd 12. absolútnej magnitúdy so zmenou jasnosti x:1 000 000.

TrES-2b: najtmavšia exoplanéta

Odráža menej ako 1 % svetla materskej hviezdy. Dokonca uhlie je svetlejšie. Najtmavšia exoplanéta krúži okolo svojej hviezdy GSC 03549-02811 vzdialenej 750 svetelných rokov.

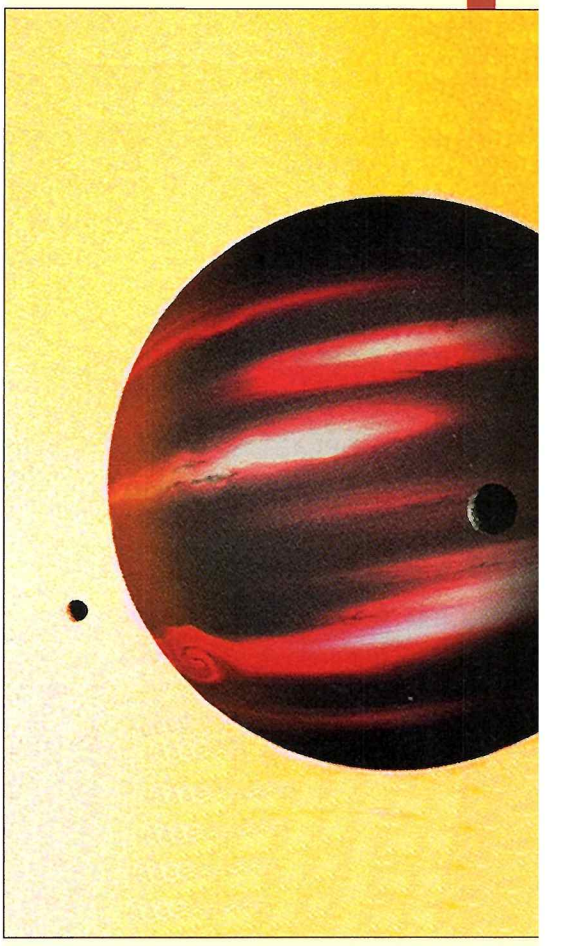
TrES-2b je objekt z rodu horúcich jupiterov: čo do veľkosti sa vyrovná tomu nášmu, ale okolo materskej hviezdy krúži po bližšej obežnej dráhe ako Merkúr okolo Slnka. Exoplanétu objavili už v roku 2006 v rámci prehliadky Trans-Atlantic Exoplanet Survey (TrES), ale jej neobvyklú tmavosť vysvetlili astronómovia až po analýze údajov z vesmírneho ďalekohľadu Kepler.

Materská hviezda zohrieva povrch exoplanéty na 980 °C. V takej teplote sa čpavok a vodík, vďaka ktorým je povrch atmosféry našich planetárnych obrov taký svetlý, dávno vyparili. Zdá sa, že atmosféra TrES-2b obsahuje látky absorbujúce svetlo, napríklad pary sodíka či oxid titánu, hoci ani to jej tmavosť celkom neobjasňuje.

Vedci sa spoliehajú, že ďalšie údaje z ďalekohľadu Kepler záhadu najtmavšej exoplanéty objasnia. Špeciálny tím z Princeton University sa medzitým zameria na objavovanie ďalších tmavých exotov.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

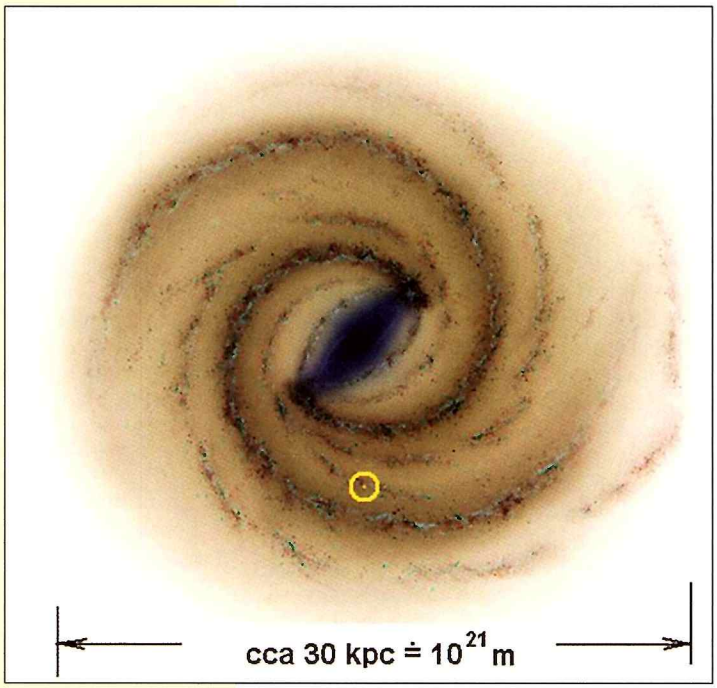
Exoplanéta TrES-2b je tmavšia ako antracit.



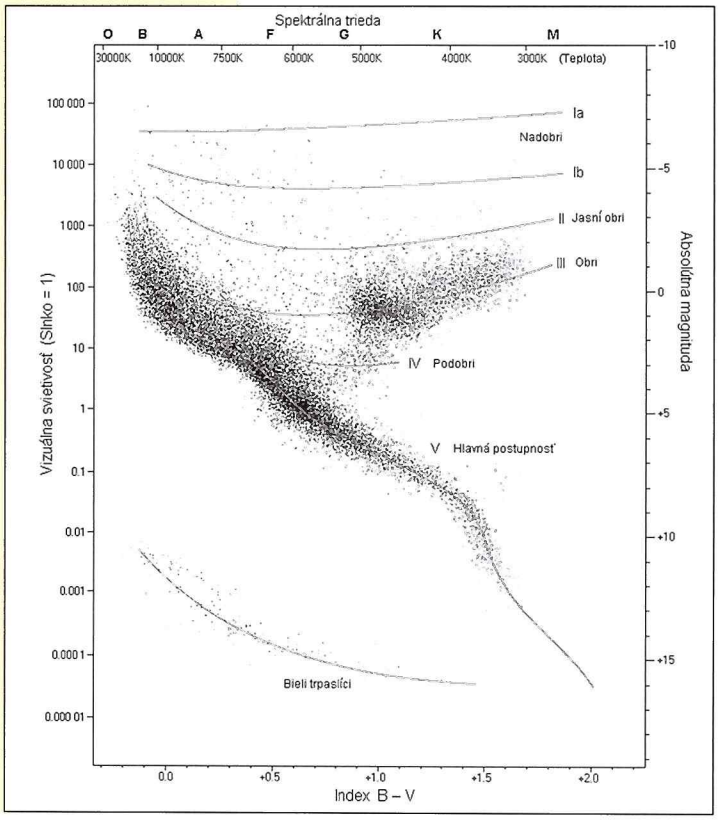
Nepriame metódy a prieskum Galaxie

V tretej časti sprievodcu sme hovorili o jedinej priamej metóde určovania vzdialeností hviezd – o metóde paralax. Touto môžeme preniknúť „iba“ do vzdialenosti 1 000 pc = 1 kpc. Ďalej sa môžeme dostať pomocou štúdia rôznych súvislostí.

Predstavu o tom, o akú malú časť Galaxie ide môže nám poskytnúť *obr. 1*, kde je krúžkom znázornený takto preskúmaný priestor v súčasnom modeli Galaxie. Všetky ostatné podklady, potrebné pre vytvorenie modelu boli získané nepriamymi metódami.



Obr. 1 **Súčasný model Galaxie. Krúžkom je označený priestor okolo Slnka, kde bolo možné uplatniť metódu paralax pri určovaní vzdialeností – v súčasnosti maximálne do 1000 pc.**



Obr. 3 **Hetzsprung-Russellov diagram vyjadruje súvislosť medzi typom spektra hviezdy (teplotou alebo indexom B – V, čo je rozdiel magnitúd určených v modrej a zelenej oblasti spektra) a absolútnou magnitúdou M. Diagram bol zostavený podľa katalógu *Hipparcos*, ktorý vznikol na základe meraní družice Hipparcos v rokoch 1989 – 1993. (Časť katalógu, 45 202 hviezd do 8,1^m je na CD nosiči, priloženom ku knihe *Príklady z astronómie*, ktorú vydala *Slovenská ústredná hvezdáreň* v roku 2009).**

Ak by sme mali iba trigonometrickú metódu určovania hviezdnych vzdialeností, tak by sme sa sotva niečo dozvedeli o štruktúre našej Galaxie. Nepriame metódy poskytuje **astrofyzika a postulát extrapolácie.**

Ak uvážime, že v priestore do 10 pc poznáme 344 hviezd ako sme uviedli v 2. časti nášho seriálu, potom v označenom priestore ich bude okolo 350 miliónov. Už v sedemdesiatych rokoch 19. storočia začali na mnohých observatóriách komplexný astrofyzikálny prieskum hviezd. V podstate išlo o získanie spektier spolu s astrometrickými a fotometrickými údajmi. Medzi rokmi 1918 a 1949 bol vydaný *The Henry Draper Catalogue (HD)* s doplnkami, v ktorom sú zhromaždené údaje o spektrách cca 360 000 hviezd, ktorých väčšina sa nachádza v označenom priestore, t. j. do 1 kpc od Slnka.

Z pozorovania (merania) týchto hviezd poznáme: magnitúdu m, vzdialenosť r, alebo paralaxu π, *pričom* $r = 1/\pi$, (π je v oblúkových sekundách a r v parsekoch; pc = 3,26 sv. roku), typ spektra alebo aspoň ekvivalentnú informáciu o farbe, napr. *CI*.

Pod magnitúdou rozumieme tzv. zdanlivú vizuálnu magnitúdu, kde maximálna farebná citlivosť snímača je pri vlnovej dĺžke 540 nm oblasť maximálnej citlivosti ľudského oka. Je zviazaná so svietivosťou J Pogsonovou rovnicou:

$$m_2 - m_1 = 2{,}5 \log \frac{J_1}{J_2} .$$

Podľa zdanlivej magnitúdy nemôžeme usudzovať o svietivosti hviezdy, pretože intenzita svetla, ktoré dopadá na Zem, klesá s druhou mocninou vzdialenosti hviezdy. Aby bolo možné svietivosť hviezd porovnávať, prepočítava sa zdanlivá magnitúda na jednotnú vzdialenosť 10 pc. Takto prepočítanú ju nazývame absolútnou magnitúdou M. Platí:

$$M - m = 5\,(1 - \log r),$$

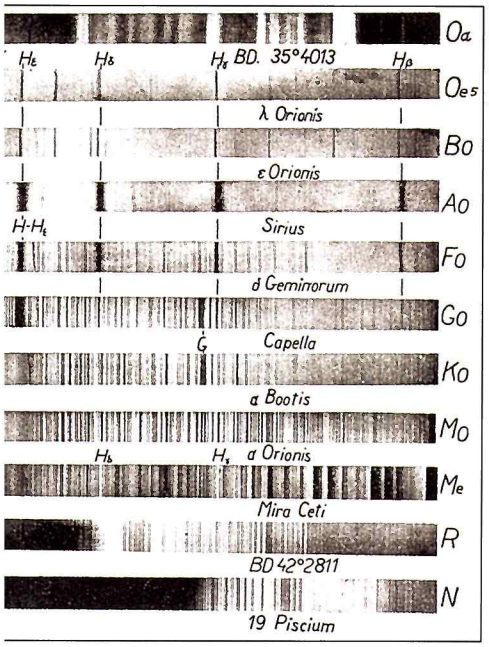
kde r je vzdialenosť hviezdy v parsekoch. U prevažnej väčšiny hviezd sa absolútne magnitúdy pohybujú v medziach od –6 do +12. V extrémnych prípadoch od –9 do +19. Slnko má absolútnu magnitúdu 4,74^M. Existujú teda hviezdy, ktoré majú 300 000-krát väčšiu svietivosť ako Slnko (supernovy), ale aj hviezdy, ktoré majú svietivosť 400 000-krát menšiu (hnedí trpaslíci).

Spektrá hviezd sú rozdelené do tried podľa tzv. harvardského triedenia, ktoré je založené na vzhľade spektra. Vzhľad síce závisí aj od chemického zloženia hviezdnej atmosféry, ale hlavným parametrom je teplota. Tá určuje výskyt emisných a absorpčných čiar v spektre a podľa nich sa hviezda zaradí do určitej triedy.

Prehľad vlastností spektier je uvedený v nasledujúcej tabuľke:

Trieda	Vlastnosti spektra
W	Spojité spektrum so širokými emisnými čiarami H, HeI, HeII, C ai.;
O	Jasné spojité spektrum, absorpčné čiary HeII;
B	Absorpčné čiary HeI, čiary Balmerovej série vodíka;
A	Najintenzívnejšie čiary Balmerovej série vodíka, objavujú sa čiary kovov a CaII;

určovania vzdialenosti



Obr. 2 **Príklady hviezdnych spektier.**

F	Zoslabujú sa čiary vodíka, silnejú čiary vápnika a kovov;
G	Silné čiary CaII, ďalej sa zoslabujú vodíkové čiary a zvýrazňujú čiary kovov;
K	Silné čiary kovov, objavujú sa pásy molekúl (CN a CH);
M	Veľa výrazných pásov molekúl, najmä TiO.

Doplnkovými triedami sú:

R	Tzv. uhlíkové hviezdy, slabšie pásy C_2, široké pásy CN;
N	Pásy C_2, užšie pásy CN;
S	Absopčné pásy ZrO.

Toto triedenie je príliš hrubé, preto je každá trieda rozdelená na 10 podtried (označenie: 0 až 9) a k tomu sa pridávajú predpony a prípony o zvláštnostiach hviezdy a jej spektra.

Najuživanejšie predpony: g – obor, d – trpaslík, c – nadobor, sg – podobor, wd – biely trpaslík.

Najužívanejšie prípony: e – emisné čiary, s – ostré čiary, n – neostré čiary, v – premenné čiary, p – zvláštne spektrum, k – čiary medzihviezdnej hmoty.

Každý pokus „zaškatuľkovať" prírodné objekty končí rovnako, nezávisle na odbore výskumu. Pri určitom stupni delenia sa vzdávame ďalších podtried a povieme, že stačí. Neskôr, pri pokuse zatriediť nejaký objekt, nevyhnutne nastane prípad, keď sa ukáže, že nestačí.

Spomínam si ako dr. Kleczek prednášal o triedení protuberancií. Skončil prehlásením, že: „každá protuberance je indivíduum!". Určite je to rovnako aj pri hviezdach, ak chceme ísť do detailov.

Niektoré príklady hviezdnych spektier uvádzame na *obr. 2*.

Okolo roku 1910 bola objavená závislosť medzi absolútnou magnitúdou *M* a teplotou *T*, teda typom spektra. Túto závislosť vyjadruje **Hertzsprung-Russellov diagram** *(obr. 3)*. Prevažná väčšina hviezd sa nachádza na tzv. **hlavnej postupnosti** a v triede **obrov**.

Pomocou tohto diagramu môžeme určiť vzdialenosť ľubobovoľnej hviezdy, ak poznáme jej vizuálnu magnitúdu a podarí sa získať jej spektrum. Z týchto dvoch parametrov určíme z diagramu jej absolútnu magnitúdu a pre vzdialenosť (r v pc) máme rovnicu :

$$\log r = 1 + \frac{m-M}{5}.$$

Napríklad, ak sme pozorovali hviezdu s magnitúdou 18^m a určili sme triedu spektra *G0*, potom z diagramu určíme $M = 6$ a výpočtom určíme $r = 2{,}51$ *kpc*.

Nejednoznačnosť zatriedenia sa rieši pomocou ďalších znakov. Napr. spektrálne čiary pri triede obrov sú obecne užšie, ako pri hviezdach na hlavnej postupnosti. Získané paralaxy sa nazývajú *spektroskopické*.

Hlavne pomocou tejto metódy bol zostrojený model Galaxie, znázornený na *obr. 1*.

Poznáme aj iné metódy určovania hviezdnych vzdialeností. Využívame pri nich pozorovania zvláštnych hviezd ako sú hviezdy s premennou svietivosťou, hlavne tzv. *cefeidy*, alebo typu *RR Lyrae*, kde je známa súvislosť medzi periódou premennosti a absolútnou magnitúdou. Môžeme na tento účel využiť aj vlastnosti dvojhviezd, ktoré sa otáčajú okolo spoločného ťažiska. V tomto prípade hovoríme o tzv. *dynamických paralaxách*. O týchto hviezdach a metódach určenia iných typov paralax budeme hovoriť v ďalšej časti nášho seriálu.

Je tu však ešte jeden háčik, o ktorom sa v učebniciach astronómie diskrétne mlčí. A to je to, čo som vyššie nazval *postulátom extrapolácie*. Pri našich úvahách akosi samozrejme predpokladáme, že v rozmeroch Galaxie ($10^{16} – 10^{21}$ m) platia rovnaké zákony ako v našom svete (rádove 1 m). Pred storočím, na základe rovnakej úvahy, vznikla kríza fyziky pri prenikaní do mikrosveta. Ukázalo sa, že v rozmeroch pod 10^{-6} m platia úplne iné fyzikálne zákony.

V knihe M. Chowna *Kvantová teórie nikoho nezabije* (Kniha Zlín, 2010) sa medzi iným píše: *„...Ukazuje se, že mikrosvět atomů a fotonů se vůbec nepodobá světu stromů, mraků a lidí, jak ho známe. A protože jde o svět milionkrát menší, proč by se mu podobat měl?"*

V našom prípade ide o svet milión miliónov miliónkrát väčší. Takže, ak má nielen štruktúra, ale aj fyzika vesmíru hierarchickú stavbu, potom pri rovnakom argumente by sme museli prejsť cez „tri fyziky". To však zatiaľ nevieme, ale nemali by sme zabúdať, že všetky naše poznatky sú poplatné dobe a nie sú definitívne.

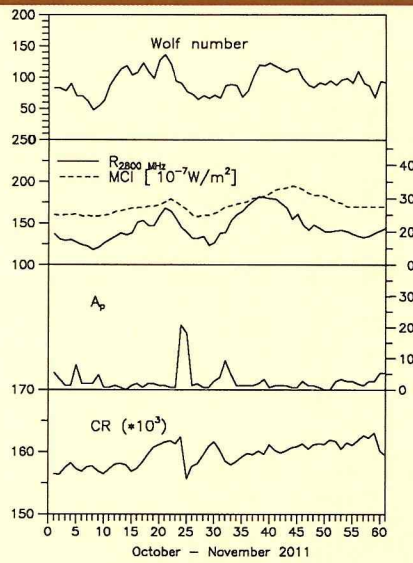
Dr. Jan Horský v knihe *Úvod do teorie relativity* (SNTL, Praha, 1975) píše: *„...dnes se již všeobecne uznává, že mnohá naše tvrzení, která považujeme za zřejmá, platí pouze v mezích našich praktických zkušeností, a nesmějí se proto bez dalších důvodu extrapolovat..."*

Ak by sme sa však podľa toho zachovali, nemali by sme žiadnu *stelárnu astrofyziku*. Jej vybudovanie umožnilo práve použitie extrapolácie. Inej cesty nebolo. Nesmieme však na to zabúdať.

V našom „sprievodcovi" sa zameriavame na opis (históriu) cesty, ktorou ľudstvo získalo súčasnú predstavu o okolitom svete, ktorá sa vyučuje v predmete astronómia.

Nevynechávame však pritom ani pochybnosti o ich trvalej platnosti.

MILAN RYBANSKÝ



Slnečná aktivita

Aktivita Slnka je s ohľadom na fázu cyklu slnečnej aktivity na normálnej úrovni. Wolfovo číslo aj rádiový index permanentne presahujú hodnotu 100. V uvažovanom období sa nevyskytli na Slnku žiadne zvláštne úkazy.

SOHO aj SDO chrlia na Zem terabyty dát – meraní aj obrázkov. Očakávame, že interpretácie, ktoré vyplynú z ich spracovania, prinesú riešenia mnohých, dávno nastolených, ale neriešených úloh slnečnej fyziky.

Prístroje na spomínaných kozmických observatóriách zaznamenali zaujímavý prechod kométy C/2011 W3 (Lovejoy) okolo Slnka. Ide o jednu z komét tzv. Kreutzovej skupiny. Sú to kométy, ktoré majú perihélium svojej dráhy v tesnej blízkosti slnečného povrchu. Niekedy, pri svojich tesných priblíženiach k Slnku, sa vyparia alebo dopadnú na Slnko, a predpokladá sa, že môžu vyvolať výron koronálnej hmoty. Predpokladá sa, že kométy Kreutzovej skupiny vznikli rozpadom jediného veľkého materského telesa, pravdepodobne pod vplyvom slapových síl Slnka. Odhaduje sa, že toto teleso malo priemer asi 120 km a jeho rozpad nastal asi pred 10 – 20 tisíc rokmi. Kométy Kreutzovej skupiny obiehajú po veľmi excentrických dráhach s obežnou dobou 500 až 1 000 rokov. Ich perihélium je od Slnka vzdialené menej ako 0,07 AU, čo je len desatina vzdialenosti Venuše od Slnka.

Viac podrobností možno nájsť na: *http://sk.wikipedia.org/wiki/Kométy_Kreutzovej_skupiny.*

Kométa bola objavená 27. 11. 2011 a prístroje na STEREO-A ju zaznamenali 3. 12. a po 14. 12. ju sledovali už všetky kozmické observatóriá zamerané na pozorovanie Slnka.

Na zemskom povrchu sa dá pozorovať z južnej pologule. Veľmi peknú snímku urobil aj veliteľ ISS Dan Burbank 22. 12. Zelený pásik pod kométou, rovnobežný s povrchom Zeme, je žiarenie atomárneho kyslíka na hranici hornej atmosféry.

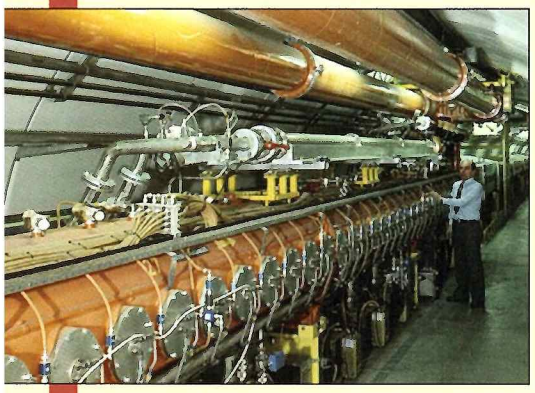
(Viac na 2. a 3. strane.)

MILAN RYBANSKÝ

Pre Kozmos píše Vladimír Wagner

Je nadsvětelná

Neutrina patří k těm nejexotičtějším a nejpodivuhodnějším částicím, které známe. Již několikrát jejich studium velmi dramaticky posunulo hranici našeho poznání. Vždyť už předpověď jejich existence učinil Wolfgang Pauli, aby zachránil platnost tří nejfundamentálnějších zákonů zachování – zákona zachování energie, hybnosti a momentu hybnosti. Dalším obrovským krokem bylo potvrzení existence oscilací mezi třemi různými typy neutrin. Podrobnosti o neutrinech a jejich významu pro astrofyziku lze nalézt v podrobném článku, který vyšel v časopise Kozmos ve dvou částech na přelomu roku 2010 a 2011. Koncem minulého roku se neutrina postarala o další senzaci. Vyšla analýza měření rychlosti neutrin experimentem CNGS (CERN to Gran Sasso), která naznačuje jejich nadsvětelnou rychlost. Podívejme se podrobněji, jak vypadá tento experiment, který využívá detektorový systém OPERA v podzemní laboratoři Gran Sasso.



Urychlovací trubice urychlovače SPS. (Zdroj CERN)

Přeprava magnetického rohu, který vybírá kladně nabité mezony a formuje je do svazku. (Zdroj CERN)

Neutrina je nejdříve potřeba vytvořit. V případě experimentu CNGS se s využitím detektoru OPERA studují oscilace mionových neutrin na tauonová. Proto je potřeba produkovat neutrina mionová s velmi vysokou kinetickou energií, která jsou vyslána směrem k detektoru OPERA. Mionová neutrina vznikají v rozpadech elementárních částic. Velmi vhodnou možností jsou v tomto případě nabité mezony pí. Záporně nabitý mezon pí se téměř ve sto procentech případů rozpadá na záporný mion a mionové antineutrino, kladně nabitý mezon pí pak na kladný mion a mionové neutrino. Nabité mezony pí patří svou klidovou hmotností 139,6 MeV/c^2 k těm nejlehčím. Jejich hmotnost je zhruba sedmkrát menší než klidová hmotnost protonu. Velmi intenzivně se produkují při srážkách protonů urychlených na rychlosti blízké rychlosti světla s vysokou kinetickou energií s atomovými jádry terče.

V případě experimentu CNGS je zdrojem potřebných protonů urychlovač SPS v laboratoři CERN. Ten je urychluje na kinetickou energii dosahující 400 GeV (připomeňme, že klidová energie protonu je jen o něco méně než 1 GeV) a pak je pošle směrem k dvoumetrovému terči z grafitu. V něm se intenzivně produkují nabité mezony. Hlavně mezony pí, ale také nabité mezony K. Mezony K se rozpadají také na mion a mionové neutrino nebo na různé kombinace mezonů pí. Zařízení označované jako magnetický roh soustředí a vybere pomocí intenzivního magnetického pole z produkovaných částic pouze kladně nabité mezony, při jejichž rozpadu vznikají mionová neutrina. Pak mezony letí ve vakuu 1 000 m dlouhým tunelem a za letu se rozpadají. Mezony pí mají dobu života v klidu 26 ns. Během ní by uletěly i rychlostí světla pouze 7,8 m. Mají však kinetickou energii v desítkách GeV (klidových energií protonů) a rychlost velmi blízkou rychlosti světla. Jejich doba života je tak zhruba stokrát větší a mezony pí tak uletí před rozpadem stovky metrů. Tomu je přizpůsobena i délka tunelu.

Na konci tunelu je zařízení, které odkloní nabité částice. Hlavní důvod je, aby stejným směrem jako mionová neutrina neletěly i miony, které vznikly v rozpadu mezonů. Kladné miony se totiž rozpadají na pozitron, mionové antineutrino a elektronové neutrino. Svazek mionových neutrin by tak byl zašpiněn i jinými neutriny a antineutriny. Tímto opatřením se dociluje toho, že příměs mionových antineutrin je pouze 2,1 % a elektronových neutrin a antineutrin je menší než jedno procento. Čistý svazek mionových neutrin s průměrnou kinetickou energií 17 GeV se vydává na cestu k laboratoři v Gran Sasso. V místě této laboratoře má průměr zhruba 2,8 km.

Jak je zachytit?

Nestačí neutrina pouze vyprodukovat, ale je třeba je i zachytit. A to opravdu není jednoduché. Neutrina jsou elektricky neutrální a neinteragují elektromagnetickou interakcí. Zároveň neinteragují silnou interakcí a zůstává tak pro jejich zachycení pouze interakce slabá. A pravděpodobnost reakcí neutrin je tak extrémně malá, až o dvacet řádů menší než jiných částic. Mohou tak proletět bez reakce i celou zeměkoulí. Detektory pro jejich zachycení musí být velmi velké s hmotností mnoho tun a objemem mnoha metrů krychlových. Hlavním cílem detektoru OPERA, který byl využit pro měření rychlosti neutrin vyslaných z laboratoře CERN, je odlišení tauonového neutrina od mionového. Tomu je podřízena i jeho konstrukce. Skládá se ze tří částí.

První jsou stěny složené ze 150 000 cihel o celkové hmotnosti 1 250 t, které jsou vyplněny střídavě vrstvami olova a fotoemulze. V olovu, které je velmi husté a složené z těžkých jader, neutrina interagují a fotoemulze zachycuje s velkou prostorovou přesností dráhy nabitých částic vzniklých v reakcích neutrin s jádry olova. Jejich hlavním úkolem je identifikovat vznik tauonu produkovaného v reakci tauonového neutrina. Tauon totiž žije jen velice krátce, v klidu je jeho doba života pouze 0,3 ps. I když se pohybuje rychlostí blízkou rychlosti světla, uletí pouze dráhu okolo milimetru. Pak se rozpadá buď na mion a neutrina nebo elektron a neutrina (vždy zhruba 17 % rozpadů) a různé kombinace mezonů a neutrin. Pokud tak budeme pozorovat pouze produkty rozpadu tauonu a nezviditelníme jeho vznik, let a rozpad, nemusíme reakci tauonového neutrina odlišit od reakcí neutrin mionových a elektronových. Fotoemulze však umožňuje zaznamenání polohy s přesností řádu desítky mikrometrů. Takže vznik a rozpad tauonu lze dobře identifikovat.

Detektorový systém OPERA. (Zdroj OPERA)

Problémem je, že fotoemulze je třeba vyvolat a skenovat. Musíme však vědět, ve které cihle došlo k reakci. K tomu slouží scintilační detektory, které jsou za každou stěnou z cihel a velice přesně určují čas průletu nabitých částic, které se zrodily při reakci neutrina nebo rozpadech částic vznikajících při této reakci. Pokud scintilační detektory za danou cihlou zaznamenají částice z reakce neutrina, příslušná cihla se vyjme a určí se, jaké neutrino interagovalo. A právě tyto scintilační detektory umožňují určit přesný čas příletu neutrina a jeho rychlost.

Třetí částí detektorového systému jsou magnetické spektrometry, které umožňují spolu s již zmíněnými scintilačními detektory identifikovat vzniklé sekundární částice a hlavně určit jejich hybnost a energii. To pak umožňuje určit přibližně i energii původního neutrina.

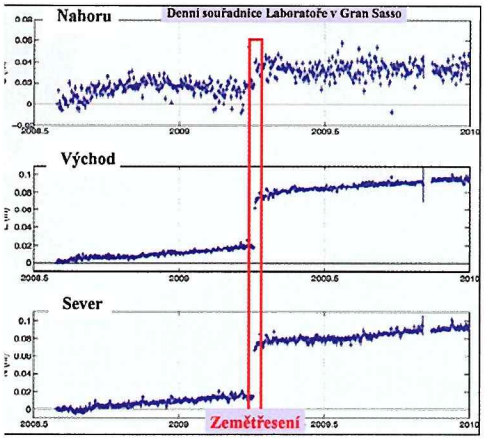
Poprvé se neutrina z laboratoře CERN začala posílat v roce 2006, ale detektor OPERA byl dokončen až v roce 2008. Poslední květnový den roku 2010 pak bylo zachyceno první a zatím i poslední tauonové neutrino. Nízká četnost zachycení tauonových neutrin odpovídá předpo-

rychlost neutrin realitou?

kladům plynoucím z pravděpodobností oscilací. Během celé několikaleté doby provozu experimentu OPERA se předpokládá zachycení pouze několika jednotlivých tauonových neutrin. Fyzikové na experimentu tak vyměňují a skenují cihly a čekají měsíce a roky na tauonové neutrino. A s nadsázkou řečeno se snaží zpestřit toto čekání měřením rychlosti neutrina.

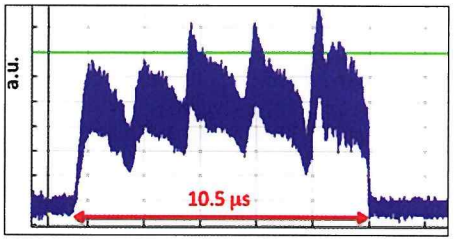
Jak se měří jejich rychlost?

Měření rychlosti neutrina je velmi náročné a neobešlo by se bez systému GPS a velmi přesného určení času a vzdálenosti. I když je totiž vzdálenost mezi laboratoří CERN a podzemní laboratoří v Gran Sasso 732 km, tak ji neutrino proletí za 2,43 ms. A přesnost v určení doby letu musí být v řádu jednotek nanosekundy. V tomto případě musí být přesnost určení vzdálenosti zhruba v řádu desítky centimetrů. Vždyť jeden metr uletí světlo zhruba za 3 ns. Synchronizace časů je prováděna právě pomocí systému GPS. Atomové hodiny jsou jak na družicích tohoto systému, tak i na zemi v obou laboratořích. A synchronizace musí mít přesnost nejméně v řádu nanosekundy. Systém GPS umožňuje určit velice přesně vzdálenost mezi laboratořemi CERN a Gran Sasso. O přesnosti určování polohy jednotlivých míst, která byla v řádu jednotek centimetru, vypovídá obrázek měření polohy Laboratoře v Gran Sasso. Je na něm vidět pohyb kontinentálních ker i vliv zemětřesení v oblasti L'Aquila.



Měření polohy laboratoře v Gran Sasso. Měřítko je v metrech (jeden dílek 0,02 m). Je vidět pomalá změna vlivem pohybu kontinentálních desek. Zároveň také prudká změna vlivem zemětřesení v oblasti L'Aquila. (Zdroj arXiv:1109.4897)

Problémem je, že neutrina jsou produkována v pulzech, které jsou velmi intenzivní ale i dost dlouhé. Trvají zhruba 10,5 mikrosekundy a mají složitou strukturu, která vzniká při extrakci protonů z urychlovače. Při jednom urychlování probíhají dvě extrakce protonů z SPS vzdálené od sebe 50 ms v čase. Jedno urychlení pro experiment CNGS je každých 6 s. Délka pulzu je dána požadavkem, aby se docílilo maximální intenzity, která je nutná pro vytvoření dostatečného počtu mionových neutrin a během existence experimentu zachycení alespoň několika kousků tauonových neutrin vzniklých oscilacemi. I když celkově bylo během dvou let z urychlovače extrahováno 10^{20}

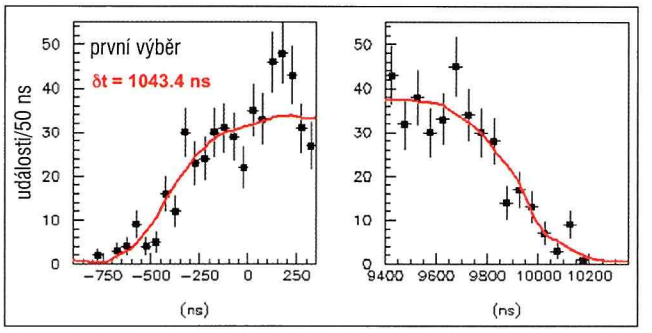


Pulz protonů vzniklý extrakcí z urychlovače SPS, je vidět struktury s periodou 2 mikrosekundy. (Zdroj arXiv:1109.4897)

protonů a řádově ne zase o tolik méně mionových neutrin, tak neutrin zachycených detektorovým systémem OPERA bylo pouhých 16 111. I z toho je vidět, že na jeden konkrétní pulz připadalo ne více než jedno neutrino a není možné určit, jestli vzniklo na začátku, uprostřed či na konci pulzu. Pro jednotlivá neutrina tak dobu letu a rychlost určit nelze. Bylo potřeba počkat, až se nachytá dostatek neutrin pro určení tvaru pulzu. Doba letu neutrin se získala porovnáním časového posunu získaného tvaru pulzu neutrin a pulzu protonů vysílaných z urychlovače.

Pro přesnou časovou kalibraci musí být velice přesně známa i poloha jednotlivých částí systému, který produkuje neutrina, a také každého detektoru v systému OPERA. Další nutností je přesná znalost všech elektronických systémů, zpoždění signálů v nich a jejich velmi přesná časová synchronizace. Je třeba si uvědomit, že signál v kabelech se pohybuje ještě pomaleji než světlo. Důležité je i započtení všech potřebných korekcí a oprav při využití systému GPS pro synchronizaci času a určení vzdálenosti.

I proto bylo potřeba dělat velké množství korekcí. Prvotní posun byl určen bez započtení úplně všech potřebných korekcí. Jeho hodnota určená z obou extrakcí byla byla 1043,4 ns. Po započtení všech zbývajících korekcí bylo potřeba odečíst od



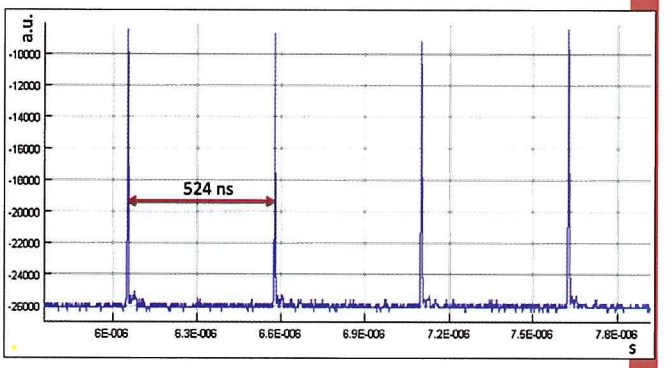
Srovnání hran pulzu protonu (červená čára) a pulzu neutrin (body s vyznačenou statistickou chybou) posunutými tak, aby se co nejvíce překrývaly. Zobrazena je první extrakce protonů ze dvou, které probíhají při jednom urychlování. (Zdroj: arXiv:1109.4897)

něj 987,8 ns. Po započtení všech korekcí tak byla určena hodnota 60,7 ns, o kterou přiletěla neutrina dříve než by přiletělo světlo. Neurčitost této hodnoty byla stanovená na 6,9 ns pro statistickou část a 7,4 ns pro systematickou část.

Výsledky analýzy a jejich první ověřování

Pokud je dané měření v pořádku, vznikne při době letu světla 2,43 ms předstih v příletu neutrina 60,7 ns. Rychlost neutrina je tak o 2,48 sto tisícin větší než u světla, to znamená o 2,48 tisícin procenta. Pokud jsou statistické a systematické chyby odhadnuty správně, je výsledek dostatečně průkazný. Na druhé straně, jsou všechny možné korekce a opravy o řád i dva větší než konečná hodnota a analýza dat je velice komplikovaná. Tým, který na experimentu pracuje, má se zpracováním částicových experimentů takového druhu velké zkušenosti. Přesto se nedá vyloučit, že se někde v průběhu analýzy vyskytla chyba.

U části detekovaných neutrin (5489 případů) se podařilo určit i jejich energii. Tento soubor se rozdělil na dvě části. Jedna s neutriny s energií menší než 20 GeV a druhá s energií větší než 20 GeV. Pro první byla střední energie 13,9 GeV



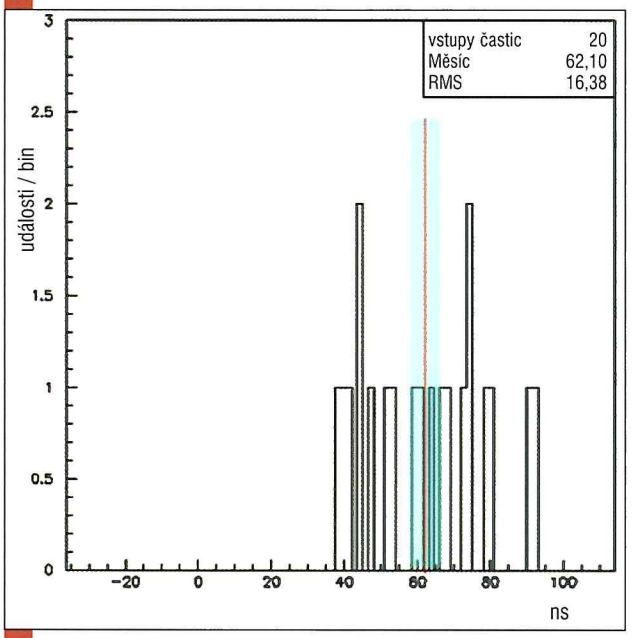
Režim práce urychlovače s krátkým pulzem. (Zdroj arXiv:1109.4897)

a pro druhou 42,9 GeV. V mezích nepřesností se neukázala žádná závislost posunu rychlosti neutrina oproti rychlosti světla na energii.

V případě reálnosti nadsvětelné rychlosti neutrin se jedná o absolutně průlomový výsledek, který porušuje speciální teorii relativity. I proto je k němu potřeba přistupovat velice opatrně a pečlivě jej zkontrolovat a prověřit. První takovou kontrolu provedl samotný experiment CNGS. Jedním z možných zdrojů nepřesností je délka pulzu produkce neutrin a nemožnost určit dobu letu jednotlivého neutrina. Urychlovač SPS tak zmenšil dobu extrakce protonů a tím délku pulzu na zhruba 3 ns a mezi dva pulzy se vložila mezera 524 ns. V takovém režimu sice v pulzu na terč dopadá daleko méně protonů (zhruba 10^{12}), takže celkově za dvoutýdenní experiment okolo 10^{16}. Celková statistika je tak šedesátkrát menší, než by byla při provozu s dlouhým pulzem. Ale to postačuje, protože se měří doba letu a rychlost u každého jednotlivého neutrina. Asi dva

týdny práce v tomto režimu umožnilo detekovat a změřit rychlost dvaceti neutrin.

I když je v jejich dobách letu jistý rozptyl, přesto ukazují shodu s výsledky získanými dříve. Rozdíl mezi dobou letu jednotlivých neutrin je zhruba 40 ns. To může sice ukazovat na problémy v časování, ale jejich střední hodnota zhruba odpovídá tomu, co se zjistilo při analýze předchozích měření. V tomto směru nový experiment plně potvrdil předchozí zjištění o nadsvětelné rychlosti neutrin. Je však třeba zdůraznit, že se používala stejná synchronizace času, kalibrace, určení vzdálenosti a korekce jako v předchozím měření. Nové měření pouze ukázalo, že problém nebyl v dlouhém pulzu.



Posun času příletu oproti příletu světelného signálu u dvaceti zachycených neutrin. Modrou značkou je definován výsledek původního měření. (Zdroj arXiv 1109.4897)

Rozbor a konfrontace s jinými pozorováními

Je tedy možné oslavovat prolomení rychlosti světla ve vakuu a těšit se na Star Trek? Asi zatím spíše ne. Je totiž řada indicií, že problém je patrně někde jinde a i neutrina se pohybují podsvětelnými rychlostmi. Jednou z nejpádnějších je pozorování neutrin ze supernovy SN1987A. O produkci neutrin při výbuchu supernovy se podrobně psalo ve zmíněném článku před rokem. Zatímco neutrina opustí supernovu okamžitě a jsou zaznamenána ihned po svém příletu k Zemi, fotony světla se náročně prodírají hustými vrstvami kolabující hvězdy. Opouštějí tak supernovu o hodinu až dvě později. Zároveň je zjasňování ve viditelné oblasti zaznamenáno až poté, když se dalekohled zamíří správným směrem. Při výbuchu supernovy se sice 99 % energie vyzáří ve formě neutrin, ale díky vzdálenosti supernovy a hlavně velmi malé pravděpodobnosti detekce je jejich zachycení velmi náročné. Zatím jediná úspěšná detekce se podařila dne 23. února 1987, kdy byl zachycen výbuch supernovy ve Velkém Magelanově oblaku. Záblesk neutrin trvá několik sekund a byl zachycen třemi neutrinovými detektory zhruba tři hodiny před zaznamenáním začátku zvyšování jasnosti supernovy ve viditelné oblasti.

Co nám může detekce neutrin ze supernovy říci o jejich rychlosti? Vzdálenost k supernově byla v případě supernovy SN1987A zhruba 168 000 světelných let. Světelné zjasňování začalo nejpozději tři hodiny po příchodu neutrin. Všechna neutrina přišla během zhruba 12 sekund. Jednalo se o elektronová neutrina, vlastně elektronová antineutrina, která se v detektorech zachycovala s větší pravděpodobností. Jejich energie se pohybovala mezi 8 MeV až 40 MeV. Vzdálenost 168 000 světelných let znamená, že světlo od supernovy letělo k Zemi zhruba 1,47 miliard hodin. Jak mohou mít neutrina nejvíce rozdílnou rychlost od rychlosti světla, je možné získat podělením tříhodinového rozdílu mezi detekcí neutrin a zaznamenáním světelného záblesku zmíněnou dobou letu světla od supernovy k Zemi. Z tohoto pozorování lze tak vyvodit, že rychlost neutrin se od rychlosti světla neliší o více než dvě miliardtiny, tedy pouze o dvě deseti miliontiny procenta.

Rozbor detekce neutrin ze supernovy omezil rozdíl mezi rychlostí neutrina a světla na hodnoty menší než dvě deseti miliontiny procenta, to znamená na deseti tisícinu hodnoty, která vychází analýzou experimentu CNGS. V případě, že by neutrina ze supernovy byla stejná jako neutrina detekovaná detektorem OPERA, nebylo by co řešit. Bylo by jasné, že se fyzikové z experimentu CNGS dopouštějí někde chyby. Podstatné není ani to, že v případě supernovy jde o elektronová neutrina a v případě experimentu CNGS o neutrina mionová. Oscilace mezi různými typy neutrin jsou potvrzené a to znamená, že se jejich rychlosti nemohou lišit. Rozdílné chování neutrin ze supernovy a experimentu CNGS tak může být způsobeno jedině jejich rozdílnou energií. Ta je u neutrin u supernovy zhruba tisíckrát menší. Ovšem, když si uvědomíme, že neutrina mají hmotnost, která je nejméně o dalších osm řádů menší, tak je hodně nepravděpodobné, že by se při takové změně kinetické energie tak dramaticky změnila rychlost neutrin.

Nová analýza starých dat z experimentu MINOS by mohla přinést nezávislé potvrzení či vyvrácení výsledků dat z detektoru OPERA. (Zdroj MINOS, Fermilab.)

Jak ověřit?

Je jasné, že se budou podrobně zkoumat všechny kroky analýzy experimentu CNGS, hlavně průběh synchronizace a různé kalibrace spojené nejen s využíváním GPS. Zde se může i poměrně brzy přijít na případnou chybu. S potvrzováním to bude daleko náročnější. Jednou možností je opětná detailnější analýza dat získaných experimentem MINOS, který zachycoval mionová neutrina z americké laboratoře Fermilab. Tato neutrina měla střední energii zhruba o řád nižší, okolo 3GeV. Detektor MINOS zkoumal jejich oscilace, ale zjišťoval i jejich rychlost. Rychlost neutrin mu vyšla o 5,1 tisícin procenta větší než rychlost světla. Ovšem s chybou 2,9 tisícin procenta. Protože jde o tzv. jednu standardní odchylku, je výsledek v podstatě shodný i s tvrzením, že se rychlost neutrina v rámci nejistoty měření neliší od rychlosti světla. Fyzikové z experimentu MINOS doufají, že se jim pečlivější analýzou podaří nejistotu měření zmenšit. Pak bude záležet na tom, jestli hodnota rozdílu rychlosti neutrina a rychlosti světla zůstane stejná nebo se přiblíží nule. Předpokládá se, že nová analýza by mohla být hotova zhruba do půl roku.

Experiment MINOS už nefunguje. Nová data by však mohly nabrat další experimenty v USA a hlavně v Japonsku. Tam je experiment T2K (Tokai to Kamioka), který využívá svazek neutrin produkovaný urychlovačem J-Parc v laboratoři v japonském městě Tokai. To však bylo postiženo zemětřesením v březnu minulého roku a je otázkou, kdy rekonstrukce pokročí natolik, aby se ověřovací experiment mohl rozběhnout. V tomto případě je vzdálenost, kterou neutrina proletí, 295 km. Je jasné, že výsledky experimentu OPERA budou velice silným impulsem pro zrychlení podobných projektů. V každém případě to však je běh na delší trať.

Supravodivé magnety urychlovače v komplexu J-Parc v japonském Tokai. (Zdroj J-Parc)

Jaké dopady by nadsvětelná rychlost neutrin měla?

Speciální teorie relativity je postavena na dvou postulátech. První říká, že všechny souřadné soustavy pohybující se vůči sobě rovnoměrně přímočaře (inerciální soustavy) jsou rovnocenné a fyzikální zákonitosti v nich budou popisovány stejnými teoriemi a vztahy. Druhý postulát je, že ve všech těchto inerciálních soustavách se světlo ve vakuu pohybuje stejnou konstantní rychlostí. To vede k tomu, že fyzikální veličiny se transformují při přechodu z jedné inerciální soustavy do druhé pomocí Lorentzovy transformace. Tou význačnou rychlostí, která v ní vystupuje, je právě rychlost světla ve vakuu.

Speciální teorii relativity a dva postuláty, na kterých je založena, nelze splnit v případě, když se nějaká částice pohybuje rychleji než světlo ve vakuu. V souřadné soustavě spojené s částicí s nadsvětelnou rychlostí budeme pozorovat jiné zákonitosti než v té naší, ve které nadsvětelnou částici pozorujeme. Tyto dvě invariantní soustavy

ihned po vzplanutí GRB a pokračovala po celých 24 h. Světelná křivka jevila fázi plató v čase 5 min po vzplanutí a pak klesala s 0,9. mocninou času. Autoři dokázali změřit červený posuv ve spektru mateřské galaxie ($z = 0{,}92$), odkud vyplývá vzdálenost GRB 2,25 Gpc, což je nový rekord pro vzdálenost *SGRB* a současně důkaz, že *SGRB* mohou vybuchovat i v mladém vesmíru. E. Ramirez-Ruiz a W. Lee soudí, že šlo o *vznik magnetaru*.

A. Corsiová a P. Mészáros připomněli, že díky promptním údajům družice *Swift* se podařilo zjistit, že rentgenový dosvit některých zábleskových zdrojů záření gama vykazuje *fázi plató* v čase od několika minut do několika málo hodin po vzplanutí GRB. Autoři soudí, že tato fáze souvisí se vznikem milisekundového magnetaru, jenž dodává energii do ohnivé koule vlastního GRB. Rodící se rychle rotující neutronová hvězda by se přitom měla brzdit výronem velkého množství *gravitačního záření*, takže po dobu trvání fáze plató by bylo možné pomocí citlivých detektorů toto záření dokonce zaznamenat III. generací gravitačních detektorů typu *LIGO* a *VIRGO*. Příkladem takového úkazu měl být **GRB 060218**, doprovázený výbuchem **supernovy 2006aj**.

Koncem r. 2009 ohlásili L. Antonelli aj., že **GRB 090426** překonal rekord pro vzdálenost SGRB, neboť při trvání <2 s měl červený posuv $z = 2{,}6$ (vzdálenost 3,4 Gpc). Na snímku *LBT* se dokonce podařilo odhalit mateřskou galaxii, v níž ke vzplanutí gama došlo. Háček však spočívá v tom, že *energetické spektrum úkazu i jeho světelná křivka v pásmu gama daleko lépe odpovídá LGRB*.

S. Dado aj. se pokusili objasnit *mechanismus záření krátkých (<2 s) GRB* (**SGRB**), který je stále nejasný. Všeobecně se má za to, že jde o případy splynutí dvou kompaktních hvězd, které vybudí úzce směrované protilehlé výtrysky měkkého záření gama. Další možnosti jsou fázové přechody v některé kompaktní složce těsné dvojhvězdy, anebo akrece většího množství plynu na jednu ze složek. SGRB by tedy měly přednostně vznikat v hustých jádrech kulových hvězdokup, anebo i v mladých velmi hustých otevřených hvězdokupách, popřípadě v mladých pozůstatcích po supernovách, jež při výbuchu neztratily druhou složku těsné dvojhvězdy.

G. Ghirlanda aj. porovnali spektra a svítivosti 79 SGRB a LGRB pozorovaných aparaturou *BATSE* na družici *Compton* a zjistili, že v prvních 1 – 2 s po začátku vzplanutí mají oba typy prakticky shodná energetická spektra, což nasvědčuje tomu, že mechanismus vlastního výbuchu je týž; liší se pouze trváním úkazu. Tomu odpovídá i skutečnost, že špičkový výkon SGRB je vyšší než pro LGRB, ale celková vyzářená energie vzplanutí je u SGRB naopak nižší než u LGRB.

Naproti tomu D. Huja aj. tvrdí na základě srovnání průběhů 388 vzplanutí GRB z aparatur *BATSE* družice *Compton* a *BAT* družice *Swift* za období od listopadu 2004 do února 2009, že existují dokonce tři oddělené skupiny vzplanutí, tj. **krátké** (20 % úkazů), **střední** (10 %) a **dlouhé** (70 %). H. N. He aj. uvedli, že některé dlouhé GRB mají nápadně nízké svítivosti (např. **GRB 980425, 031203** a **060218**), což definuje další *podskupinu třídy LGRB*. Následně B. Zhang aj. se postarali o to, aby byl zmatek v klasifikaci SGRB a LGRB dovršen, neboť ukázali, že rekordně vzdálené **GRB 080913** a **090423** vypadají sice po započtení vlivu dilatace času jak SGRB, ale jinak vykazují rysy LGRB!

Když už jsem natrefil na zmatky, tak se musím přiznat, že se jich podobně jako většina popularizátorů dopouštím také, když uvádím **kosmologické vzdálenosti** GRB, které jsou fakticky fiktivní, protože odpovídají času, který potřeboval signál k tomu, aby k nám od zdroje dorazil. Lze to ilustrovat na příkladu mimořádně jasného **GRB 080319B** s červeným posuvem $z = 0{,}94$, pro nějž uvádím vzdálenost 2,3 Gpc, ačkoliv objekt byl v době vyslání záblesku od nás vzdálen jen 1,6 Gpc, kdežto v přítomnosti je už vzdálen 3,25 Gpc. Nicméně tyto *fiktivní vzdálenosti* mají tu výhodu, že dávají vzájemně srovnatelnou představu o prostorovém rozložení objektů, i když přesně vzato jde jen o dobu, po kterou signál běžel k nám přepočtenou na „světelné parseky". Proto se této konvence budu přidržovat i nadále.

4. Mezihvězdná látka

G. Sloan upozornil na skutečnost, že **uhlíkové hvězdy** v naší *Galaxii* mající metalicitu (příměs prvků od uhlíku výše) v průměru 25krát nižší než *Slunce* přispívají velmi vydatně k tvorbě **uhlíkového prachu** v mezihvězdném prostoru. Zrnka prachu mají rozměry srovnatelné s vlnovou délkou optického záření, takže vydatně rozptylují a pohlcují viditelné světlo – proto jsou mezihvězdná mračna v *Mléčné dráze* tak dobře „viditelná" i pouhým okem a optická extinkce v nich tam často dosahuje neuvěřitelných hodnot zeslabení přes 30 mag, tj. více než biliónkrát!

H. Gupta aj. využili *100m radioteleskopu GBT* v *Green Banku* k objevu **anionu C_6H^-** ve směru ke 24 obřím molekulovým mračnům v naší *Galaxii*. Zatímco **kationty** v mračnech jsou pozorovány už dlouho (zejména CH^+, HCO^+ a N_2H^+), po aniontech se delší dobu marně pátralo, ačkoliv teorie naznačovala, že by se v mračnech vyskytovat měly. První anion teď tedy konečně nalezli hned ve všech sledovaných mračnech; jeho výskyt dosahuje 4 % zastoupení neutrální molekuly C_6H.

A. Belloche aj. nalezli pomocí *30m radioteleskopu IRAM* v pásmu milimetrových vln komplexní molekuly **ethylformátu** (C_2H_5OCHO) a **n-propyl kyanidu** (C_3H_7CN) v mezihvězdných mračnech s teplotami až 150 K. Týmž přístrojem objevili M. Beltrán aj. v horkém (>300 K) jádře molekulového mračna **H 31.41+0.31** (vzdálenost 8 kpc) nejjednodušší monosacharid – **glykolaldehyd** (CH_2OHCHO). Tyto molekuly vznikají na povrchu uhlíkových zrníček ve vzdálenostech do 10 kAU od prahvězd v mračnech. Objevy svědčí o překvapivě *komplexní organické chemii* teplejších částí galaktických mezihvězdných mračen.

Podle M. Lattelaise aj. jsou v mezihvězdném prostoru zastoupeny především ty **izomery komplexních molekul**, které mají nejnižší energii, takže jsou nejstabilnější. Platí to jak pro molekulová mračna a zejména jejich teplá jádra, tak i pro „kouřící" hvězdy asymptotické větve obrů, jež jsou obklopeny prachem uhlíkových a křemíkových zrnek. Dále C. Lee aj. zkoušeli v laboratorních podmínkách ozařovat **napodobeninu mezihvězdného ledu** (zmrzlá voda, methylamin a CO_2) silným ultrafialovým zářením a ukázali, že tak vzniká nejmenší známá aminokyselina *glycin*, který považujeme za jednoho z tzv. *prekursorů života*. To prakticky znamená, že *organická chemie začala ve vesmíru dávno předtím, než vznikla Země*. Pokrok milimetrové a submilimetrové astronomie zvýšil **počet identifikovaných molekul** v mezihvězdném prostoru nad 150.

A. Bamba aj. zjistili díky družici *Suzaku*, že zdroj vysoce energetického záření gama **HESS J1745-303** vyzařuje rentgenovou čáru železa, jež vzniká rozptylem záření gama v molekulovém mračnu přímo v centru *Galaxie*. Objev mračna tak pomáhá vysvětlit záhadu, kde se v centru Galaxie nachází stavební materiál pro tvorbu pozorovaných velmi mladých hvězd v těsné blízkosti černé veledíry. Podle F. Aharoniana aj. *energetické spektrum zdroje dosahuje vrcholu pro energii fotonů 16 TeV* a zdroj sám je dlouhodobě stabilní.

M. Reid aj. rozvinuli program soustavného **trigonometrického měření vzdáleností obřích molekulových mračen** pomocí radiointerferometrie *VLBA*. Využívají k tomu maserového záření *methanolu*. Podařilo se jim tak lokalizovat polohu mračen **S 252** a **G 232.6+1.0** vůči spirálním ramenům *Galaxie*. *S 252* je od nás vzdáleno 2,1 kpc, takže patří do spirálního ramene v *Perseovi*, zatímco *G 232* je vzdáleno 1,7 kpc, takže se nalézá mezi ramenem v *Perseovi* a ramenem v souhvězdích *Lodního kýlu* a *Střelce*. Dosud měřené kinematické vzdálenosti jsou soustavně přeceňovány vůči přesnějším trigonometrickým (paralaktické úhly přitom dosahují jen zlomků úhlové milivteřiny!). Nyní je už totiž zřejmé, že tato *mračna nedosahují kruhové oběžné rychlosti* kolem centra *Galaxie*; jejich oběžná rychlost je v průměru o 13 km/s nižší než kruhová, takže se po spirále pomalu blíží k centru *Galaxie*. Podle týchž autorů je známé **obří molekulové mračno Sgr B2** (zlatý důl pro objevy mezihvězdných molekul) od nás vzdáleno 7,9 kpc, tj. nachází se o 130 pc před černou veledírou v centru *Galaxie*.

Další studie v témže programu uveřejnili Y. Xu aj., B. Zhang aj., A. Brunthaler aj., A. Sanna aj a J. Baba aj. Týkají se přibližně *tuctu dalších obřích molekulových mračen* ve vzdálenostech 2,3 – 5,9 kpc od nás a kromě čar methanolu využívali také maserových čar *ethanolu*. Všechna jimi změřená mračna obíhají kolem centra *Galaxie* dokonce v protisměru (*retrográdně*) a mají rovněž soustavně nižší než kruhové oběžné rychlosti, a to až o 30 km/s. Příčina těchto odchylek není příliš jasná; skupina A. Brunthalera se domnívá, že jde o *gravitační poruchy od středové příčky naší Galaxie*.

K tomu přibyla také studie G. Moellenbrocka aj. o vzdálenosti mračna **IRAS 0042+55**, založená na vodním maseru, jehož kinematická vzdálenost 4,6 kpc je zřejmě zcela chybná, protože trigonometrie dává vzdálenost (2,17 ±0,05) kpc. Odtud ovšem vyplývá, že citované rameno v *Perseu* nemá ani poloviční vzdálenost, než se dosud myslelo, čili spirální struktura *Galaxie* je mnohem více „utažená". *Linova teorie vzniku spirálních ramen galaxií* pomocí hustotních vln tak utrpěla další šrámy a většina odborníků se začíná přiklánět k modelům, založeným na *hydrodynamických simulacích* vzniku spirálních ramen jako přechodných, ale klidně též rekurentních rysů spirálních galaxií.

Autoři posledně citované práce uvádějí, že *pomocí vodních maserů lze nyní měřit vzdálenosti molekulových mračen až do 10 kpc*! I v této vzdálenosti dosahuje přesnost trigonometrických paralax ještě velmi přijatelných ±10 %. Zatímco až donedávna byly vzdálenosti rozplizlých mračen naprosto neurčité, objev **mezihvězdných maserů** a existence interferometrů *VLBA* způsobily, že v tuto chvíli trigonometrické určování vzdáleností mračen podstatně překonává svým dosahem současné možnosti optické trigonometrie hvězd: známá družice *HIPPARCOS* měla pro osamělé hvězdy dosah necelý 1 kpc a pozemní trigonometrie jen 50 pc.

5. Galaxie a kvasary

5.1. Hvězdné asociace a hvězdokupy

T. Currie aj. pozorovali známou otevřenou hvězdokupu **h Persei** (stáří 14 mil. let) pomocí rentgenové družice *Chandra*. Objevili v ním přes 140 jasných rentgenových zdrojů se zářivým výkonem až 2.10^{30} W. Toto záření vysílají mladé hvězdy o hmotnostech 0,4 – 2,0 $M_{\odot}$ v prvních desítkách milionů let své existence. V téže době ve hvězdokupě mohou vznikat i *terestrické planety*, protože z měření infračervené družice *SST* vyplývá, že v ekosférách těchto hvězd je dostatek prachu. Prakticky to znamená, že podobně se nejspíš chovalo i mladé *Slunce*, čili i *Země byla zpočátku dokonale sterilizována rentgenovým zářením*, neboť žádná ochranná vrstva atmosféry tehdy ještě neexistovala.

S. Meibon aj. určili vzdálenost staré otevřené hvězdokupy **NGC 188** *(Cen)* pomocí elementů v ní se nacházející zákrytové dvojhvězdy *V 12* s oběžnou periodou 6,5 d. Dvojhvězda s kruhovou dráhou je současně dvoučárovou spektroskopickou dvojhvězdou o shodných hmotnostech složek 1,1 $M_{\odot}$, poloměrů 1,4 $R_{\odot}$ i teplot 5,9 kK. Obdrželi tak nejenom správnou vzdálenost hvězdokupy 1,8 kpc, ale i rozumnou hodnotu jejího stáří 6,2 mld. let (starší odhady totiž dávaly alarmující stáří 15 mld. let!). Podobně postupovali K. Yakut aj. v případě další staré otevřené hvězdokupy **M67** (=*NGC 2682; Cnc*), když v ní pozorovali světelné křivky pěti zákrytových dvojhvězd i dalších proměnných hvězd pomocí teleskopů o průměru 1,2 m a 1,5 m. Obdrželi tak spolehlivou hodnotu vzdálenosti hvězdokupy 860 pc a odtud i její stáří 4 mld. let.

W. Park aj. se zabývali sestrojením **barevných diagramů** pro 242 hvězdokup ve známé spirální galaxii typu Scd **M33** (*Tri*; vzdálenost 900 kpc) Použili k tomu údajů z kamery *WFPC2 HST* a zhruba pro 100 hvězdokup tak dokázali odvodit jejich stáří. *Nejstarší hvězdokupy* se utvořily před 1 mld. let, nejvíce jich však vznikalo před 60 mil. let a nejmladší před necelými 10 mil. let.

F. van Leeuwen uveřejnil výsledky měření **paralax a vlastních pohybů** 20 otevřených hvězdokup, založených na důkladné revizi údajů z katalogu družice *HIPPARCOS*. Přesnost v určení paralax a tedy i vzdáleností stoupla proti údajům z původního katalogu 2,5krát a přesnost vlastních pohybů dokonce 4krát. Vůbec nejbližší otevřená hvězdokupa **C 1222+263** *(Com)* se nalézá ve vzdálenosti 87 pc; nejvzdálenější spolehlivě trigonometricky určené vzdálenosti otevřených hvězdokup dosahují hodnot 500 pc. Stáří zkoumaných hvězdokup se pohybuje v rozmezí 100 – 1 000 mil. let. Stále však přetrvává problém s nekompatibilní vzdáleností známých **Plejád**. Zatímco z revize dat družice *HIPPARCOS* nyní vychází jejich vzdálenost 120 pc, přesná pozemní astrometrické měření dávají soustavně vzdálenosti >130 pc.

Jedničkou mezi kulovými hvězdokupami naší *Galaxie* je bezpochyby obří kulová hvězdokupa **omega Centauri** (= *NGC 5139*; vzdálenost 4,8 kpc), která je na jižní obloze snadno viditelná pouhým okem. Někdy se dokonce považuje za trpasličí galaxii, protože obsahuje více populací hvězd různého stáří a její hmotnost se odhaduje na 6 $MM_{\odot}$. Nyní se však ukazuje, že i další kulové hvězdokupy jsou tvořeny různě starými populacemi, jak zjistili J. Lee aj. a P. Ferraro aj. pro celkem 8 hvězdokup, mezi nimiž figuruje známé hvězdokupy **Terzan 5** a **M22**. Populace se od sebe liší zastoupením těžších prvků, např. Ca nebo Fe. Podle J. Leeho aj. stojí za touto chemickou diferenciací *supernovy*, které při výbuchu obohacují stavební materiál další populace hvězd o „kovy".

A. Abdo aj. objevili pomocí družice *Fermi* silné záření gama s energiemi >200 MeV ve směru od galaktické – dvojky" – obří kulové hvězdokupy **47 Tucanae** (5 mag; vzdálenost 5,1 kpc), které považují za souhrnné záření očekávaných ≈60 milisekundových pulsarů v této hvězdokupě. Naproti tomu se H. Anderhubovi aj. nepodařilo najít pomocí aparatury *MAGIC* takové záření pro známou kulovou hvězdokupu **M13** (*Her*; 7,7 kpc), což přičítají nedostatečnému výskytu pulsarů v této hvězdokupě. Svou roli však může hrát i větší vzdálenost této hvězdokupy v porovnání s předešlou.

M. Niederste-Ostholt aj. se zabývali kulovou hvězdokupou **Segue-1**, objevenou teprve nedávno díky přehlídce *SDSS*. Jde přitom o jednu z největších kulových hvězdokup naší *Galaxie* s průměrem 60 pc, jež však vykazuje mimořádně nízkou svítivost (absolutní hvězdná velikost činí jen –3 mag). Autoři zjistili, že je od nás vzdálena plných 23 kpc v galaktické šířce 50°, takže vznikla v satelitní galaxii *Sgr*, která se právě v současné době rozplývá v Mléčné dráze.

C. Knigge aj. přinesli důkazy, že nezvykle hmotné modré hvězdy v kulových hvězdokupách, které by se v tak starých hvězdných soustavách už dávno neměly vyskytovat a jímž se říká **„modří loudalové"** (angl. *blue stragglers*), nevznikají ani v hustých centrech hvězdokup přímými srážkami (zachycením), ale že jde o výsledek mocného přenosu hmoty v soustavách těsných dvojhvězd. Je ovšem pravda, že k urychlení přenosu přispívají *poruchy od okolních blízkých hvězd*, zejména právě v jádrech hvězdokup. Nicméně F. Ferraro aj. zjistili na základě barevného diagramu ze snímků *HST* pro kulovou hvězdokupu **M30** (=*NGC 7099*; 8,8 kpc), že v této soustavě se vyskytují modří loudalové z obou scénářů, tj. o něco více modřejší loudalové ze zachycení a následné srážky před >2 mld. let, ale také poněkud červenější modří loudalové z původních těsných dvojhvězd přenosem hmoty mezi složkami. R. Mathieu a A. Geller ukázali, že v již zmíněné staré otevřené hvězdokupě **NGC 188** patří 16 z objevených 21 modrých loudalů do soustav dvojhvězd s oběžnou dobou řádově 1 tis. dnů. Ve všech případech rotují loudalové ve dvojhvězdách rychleji, než odpovídající generické hvězdy hlavní posloupnosti.

5.2. Naše Galaxie

R. Badyopadhay aj. se zabývali záhadou, odkud se v **jádře Galaxie** bere *anihilační čára 511 keV*, která svědčí o tom, že tam vzniká velké množství **pozitronů**. Nyní se podařilo ukázat, že v jádře *Galaxie* se nacházejí tisíce zdrojů tvrdého rentgenového záření, což je zřejmě produkt interakce těsných dvojhvězd, kde dochází k akreci materiálu na kompaktní (degenerovanou) složku. To vede nutně k výtryskům energetického záření ve směru osy silného magnetického pole a tam jsou podmínky pro vzniku *párů pozitron-elektron*, které vzápětí anihilují.

S. Gillessen aj. pozorovali po dobu 16 let v blízkém infračerveném oboru spektra pomocí kamery *SHARP* na *La Silla* a kamery *NACO* s adaptivní optikou na *VLT ESO* pohyby hvězd v bezprostřední blízkosti **černé veledíry** uprostřed *Galaxie*. Pro 28 hvězd do úhlové vzdálenosti 1" od veledíry tak získali polohy s přesností 3.10^{-4} obl. vteřiny a v případě hvězdy S2 už pozorování pokryla celou Keplerovu elipsu. Odtud vyplývá, že excentricita její dráhy dosahuje „kometární" hodnoty $e = 0{,}88$. (Infračervená pozorování mají tu výhodu, že v daném směru dosahuje extinkce jen 3 mag, kdežto v optickém oboru by hvězdy S nebyly vůbec viditelné, jelikož extinkce zde stoupá až na 30 mag.) Z těchto měření vyplynula jednak *hmotnost černé veledíry* (4,3 ±0,4) $MM_{\odot}$ a jednak *vzdálenost veledíry* od nás (8,3 ±0,5) kpc.

D. Merritt aj. zjistili, že **dráhy hvězd S** jsou v prostoru rozloženy náhodně, stejně jako orientace jejich rotačních os. Autoři to přičítají existenci *intermediální černé díry* ve vzdálenosti řádu 10 miliparseků od černé veledíry. Podle S. Doelemana se *hvězdy S* mohou přiblížit na svých protáhlých eliptických drahách až na pouhých 45 AU k černé veledíře (to odpovídá vzdálenosti vnitřního okraje *Edgeworthova-Kuiperova pásu* od *Slunce*). E. Griv se domnívá, že *hvězdy S* vznikly v centrálním disku *Galaxie* gravitačním rozpadem jeho plynné složky na zárodečné chuchvalce a následným zhroucením na prahvězdy. Od místa zrodu však hvězdy migrovaly směrem k černé veledíře, takže odtud lze odvodit horní hranici jejich dnešního stáří <10 mil. roků.

R. Schödel aj. změřili pomocí kamery *NACO/CONICA VLT ESO* vlastní pohyby více než 6 tis. hvězd do vzdálenosti 1 pc od centrálního rádiového zdroje *Galaxie* **Sgr A***. Odtud dostali hmotnost černé veledíry jen 3,6 $MM_{\odot}$, ale současně zjistili, že v toru o vnitřním poloměru 0,4 pc a vnějším poloměru 1,0 pc, jenž veledíru obklopuje, se nachází rozptýlená hmota (hvězdy a mezihvězdná látka) o úhrnné hmotnosti 1 $MM_{\odot}$. Konečně F. Yusef-Zadeh aj. využili infračervených kamer a fotometru v pásmech 4,5 a 24 μm na *SST* k prozkoumání oblasti o poloměru 200 pc od centra *Galaxie*. Zjistili, že na sever od centra tam převažuje molekulový plyn, kdežto na jih od centra **mladé hvězdy typu YSO** (angl. *Young Stellar Objects*). Tempo tvorby hvězd je v celé oblasti stejně vysoké jako v bezprostřední blízkosti veledíry. S. Ramirezová aj. ukázala, že v kouli o poloměru 100 pc od centra *Galaxie* se nachází plných 10 % plynné složky celé *Galaxie*. V jádře *Galaxie* našla hvězdy staré jen 1 mil. let.

H. Falcke využili *radiointerferometru VLBI* v pásmu centimetrových a milimetrových vln ke sledování **výtoku látky** z bezprostřední blízkosti obzoru událostí černé veledíry. Okolí veledíry je pozoruhodně klidné, protože tempo ztráty hmoty nedosahuje ani 10^{-7} $M_{\odot}$/r. B. Balick a R. Brown zjistili pomocí radioteleskopu *ATCA* poblíž *Narrabri* v *Austrálii,* že v polovině srpna 2006 kolísala intenzita rádiového zdroje *Sgr A** na vlně 3 mm až o pětinu během pouhých dvou hodin. To odpovídá minimálnímu tempu ztráty látky z okolí černé veledíry 10^{-9} $M_{\odot}$/r.

S. Doeleman aj. využili milimetrové radiointerferometrie *VLBI* ke studiu fyzikálních poměrů v úhlové vzdálenosti jen 10 obl. mikrovteřin, tj. pouhé *4 Schwarzschildovy poloměry* (cca 50 mil. km) od veledíry. To dává zatím nejlepší podporu tvrzení, že *kompaktní objekt v centru Galaxie je opravdu černá veledíra* ve shodě s obecnou teorií relativity (a Hawking by už konečně mohl dostat Nobelovu cenu). A. Broderick aj. odhadli maximální hodnotu **poloměru obzoru událostí** galaktické veledíry na <30 obl. mikrovteřin a její spin $a \approx 0{,}9$.

C. Francis a E. Anderson určili na základě přesných údajů o polohách a prostorových vlastních pohybech více než 20,5 tis. blízkých hvězd z katalogu družice *HIPPARCOS* polohu a pohyb **místního těžiště** v okolí *Slunce* vůči centru *Galaxie*. Dostali tak tři složky vektoru rychlostí po řadě 7,5; 13,5 a 6,8 km/s a gradient kruhové rychlosti v okolí *Slunce* v radiálním směru od centra *Galaxie* –9,3 km/s/kpc. Přestože jde o zatím nejlépe určené hodnoty, jejich přesnost není podle autorů nijak oslňující a tak se čeká až na družici *Gaia*, která by mohla potřebné hodnoty výrazně zlepšit. Údaje o místním těžišti jsou totiž klíčové pro všechny modely rozložení hmoty a kinematiky rychlostí v *Galaxii* a tedy pro určení celkové struktury naší hvězdné soustavy.

D. Majaess aj. využili k určení **vzdálenosti Slunce od centra Galaxie** poloh *cefeid* a obdrželi v závislosti na typu cefeid hodnoty v rozmezí 7,6 – 7,8 kpc. Pro poloměr galaktické výdutě (angl. *bulge*) obdrželi hodnotu 1,3 kpc a pro vzdálenost *Slunce* kolmo od hlavní roviny *Galaxie* 26 pc. Naproti tomu N. Matsunaga aj. odvodili pomocí infračervených měření rozložení proměnných typu *Mira* vzdálenost *Slunce* od středu *Galaxie* (8,2 ±0,5) kpc.

H. Morrisonová aj. zjistili, že v **halu Galaxie** se nacházejí skupiny hvězd s výstřednými drahami a odlišným směrem pohybu. To znamená že se v halu, které považujeme za nejstarší část *Galaxie*, vyskytují také hvězdy, které se tam dostaly mnohem později, nejspíš při kanibalizaci některých okolních satelitních galaxií. Vzápětí M. Revnitsev aj. dokázali pomocí studia rozložení horkého difuzního rentgenového záření v **galaktickém hřebenu**, jenž má v jaderné čáře Fe s energií 6,7 keV průměrnou teplotu 100 MK, že i v disku *Galaxie* se nachází alespoň 470 diskrétních zdrojů – *bílých trpaslíků a hvězd s aktivními korónami*. Autoři zjistili, že tyto objekty se nalézají ve dvojhvězdách, takže od svých průvodců přibírají hmotu a dosahují přitom rentgenového zářivého výkonu řádu až 10^{25} W. Souhrnný výkon těchto diskrétních zdrojů, které se při nižším rozlišení předešlé generace družice jevilo jako difuzní, dosahuje dokonce 10^{36} W, čili *je srovnatelné s optickým zářivým výkonem Galaxie*.

H. Peters ukázal, že hvězdy v galaktickém halu, které se vyznačují *vysokými (únikovými) prostorovými rychlostmi*, pocházejí buď z galaktického disku nebo dokonce přímo z centra *Galaxie*. To však je na první pohled nemožné, protože stáří těchto hvězd na tak dlouhou cestu z centra do hala prostě nestačí. Peters se však domnívá, že zmíněné objekty „omládly", jelikož původně patřily k tzv. *modrým loudalům*, tj. hvězdám, které se v hustém prostředí centra a disku setkávaly a splývaly s jinými hvězdami a tím jakoby omládly. Autor ve své práci zveřejnil *seznam minimálně 15 velmi rychlých hvězd*, jejichž hmotnosti se pohybují v intervalu 5,5 – 22 $M_{\odot}$, tj. v intervalu stáří 8 – 79 mil. roků, kdežto jejich dnešní poloha v halu dává jejich minimální stáří 23 – 272 mil. let. Autor však našel tři možné vývojové scénáře pro zmíněné hmotné hvězdy, z nichž každý prodlužuje jejich životnost až na čtyřnásobek, čímž lze zmíněný dlouhodobě neřešený rozpor elegantně vysvětlit.

W. Huang aj. upozornili na nezvyklou polohu rychlé modré (sp. B) hvězdy **HD 69686**, která může být nanejvýš 73 mil. let stará, a přesto se nalézá ve vzdálenosti 12 kpc od centra *Galaxie* a současně 1,8 kpc od hlavní roviny *Galaxie*, tj. v gal. šířce +23°. Jelikož její pekuliární rychlost dosahuje 190 km/s a v témže směru se v různých vzdálenostech od nás nalézá ještě 12 dalších hvězd s podobnou kinematikou drah, lze podle autorů považovat celou tuto soupravu hvězd za *pozůstatek kanibalizované cizí galaxie*, anebo za hvězdy, které se zrodily v tzv. vysokorychlostních mračnech *(HVC)*, padajících zvenčí do roviny *Galaxie*.

S prvním vysvětlením souhlasí M. Abadi aj., kteří ukázali, že velké množství hvězd s vysokými prostorovými rychlostmi se nachází ve směru k souhvězdí *Lva* a jejich stáří se pohybuje v mezích 100 – 200 mil. let. Ve vzdálenosti 50 kpc od centra *Galaxie* je úniková rychlost 600 km/s, takže tak vysoké rychlosti zmíněné hvězdy ani zdaleka nedosahují. Proto se autoři domnívají, že rychlé hvězdy vznikají při průchodu trpasličí galaxie v těsné blízkosti jádra *Galaxie,* kde vinou silných slapů se některé hvězdy cizí galaxie působením slapových sil od své mateřské galaxie utrhnou a vytvoří **chvost prchajících hvězd**, jenž se dostane až do galaktického hala.

M. Reid aj. pokračovali v soustavném trigonometrickém proměřování paralax **spirálních ramen Galaxie** pomocí radiové interferometrie *VLBA*. Dostali tak pomocí přesných měření poloh a vzdáleností 18 obřích molekulových mračen kruhovou oběžnou rychlost pro okolí *Slunce* (254 ±16) km/s, která je o 15 % vyšší, než dosud přijímaná hodnota 220 km/s. Kruhová rychlost se s rostoucí vzdáleností od centra *Galaxie* jen velmi mírně zvyšuje. V tomto modelu je pak *Slunce* vzdáleno od centra (8,4 ±0,6) kpc. Rotační křivka v závislosti na vzdálenosti od centra *Galaxie* se tak výrazně sblížila s průběhem obdobné křivky pro galaxii *M31* v *Andromedě* a hmotnost naší *Galaxie* stoupla proti dosavadním odhadům na dvojnásobek. Je tedy prakticky shodná s hmotností galaxie *M31*. To také znamená, že ke stabilitě obou soustav přispívá výrazně **skrytá látka** (angl. *dark matter*). Podle G. Shattowové a A. Loeba má vyšší rotační rychlost místního těžiště zajímavý důsledek pro vztah *Velkého Magellanova mračna* k naší *Galaxii*. Dosud se zdálo, že tato nejbližší sousední galaxie není k naší *Galaxii* gravitačně vázána, ale nyní je zřejmé, že platí opak.

5.3. Místní soustava galaxií

Přehlídka *OGLE* určená primárně pro hledání gravitačních mikročoček ve *Velkém Magellanově mračnu (VMM)* se nyní začala neméně úspěšně využívat pro statistické studie vlastností jednotlivých tříd proměnných hvězd. I. Soszynski aj. uveřejnili **katalog proměnných hvězd typu RR Lyrae**, objevených jednak v poli *OGLE II* (40 čtv. stupňů ve *VMM*; sledováno 32 mil. hvězd v intervalu od července 2001 do března 2008) a dále v poli *OGLE III* (pole 0,4 čtv. stupně; světelná křivka každé hvězdy obsahuje 400 fotometrických měření ve filtru *I* s integrační dobou 3 min.). Katalog obsahuje bezmála 25 tis. hvězd tohoto typu, což je trojnásobek dosud známého počtu. Autoři ukázali, že proměnné *RR Lyr* nejsou ve *VMM* rozprostřeny rovnoměrně; kupí se podél příčky v jádře *VMM* a jde vesměs o staré hvězdy s periodami v rozmezí 0,3 – 0,6 d. Cílem autorů je tak postupně zmapovat i rozložení ostatních tříd proměnných hvězd v nejbližší sousední galaxii.

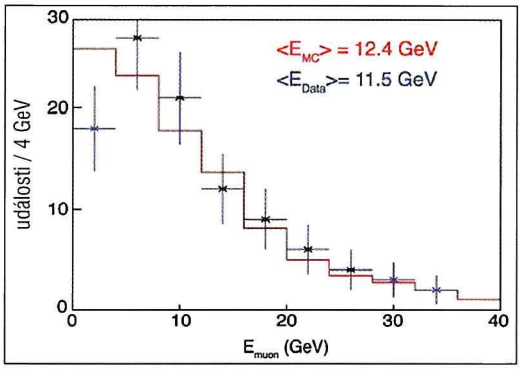
E. Costa aj. využili *2,5m duPontova teleskopu* v *Las Campanas* k proměřování vlastních pohybů obou *Magellanových mračen* v intervalu 6 let. Pohyby byly vztaženy k polohám vzdálených kvasarů. Odtud vyplývá, že *VMM* se od naší *Galaxie* vzdaluje radiální rychlostí 86 km/s a jeho tangenciální rychlost dosahuje 315 km/s. *VMM* se vůči *MMM* pohybuje rychlostí 84 km/s, což spíše naznačuje, že obě mračna jsou vůči sobě gravitačně vázána. Chyby měření však jsou až dosud příliš vysoké, než abychom mohli tuto vazbu jednoznačně potvrdit. Podle G. Shattowové a A. Loeba je **kruhová rotační rychlost** v naší *Galaxii* ve vzdálenosti *Slunce* od centra až o 15 % vyšší než dosud přijímaná hodnota 220 km/s. V tom případě by bylo *VMM* gravitačně slabě vázáno i vůči naší *Galaxii*.

J. Koerwer odvodil **vzdálenost VMM** z infračervených pozorování vlastností polních červených hvězd. Dostal tak hodnotu 51,1 kpc. G. Pietrzynski aj. změřili vzdálenost dvojčárové spektroskopické a současně zákrytové dvojhvězdy v poloze *0510-6858* skládající se ze dvou trpaslíků hlavní posloupnosti třídy G4, která se nachází ve *VMM* a byla objevena během kampaně *OGLE* (hledání gravitačních mikročoček). Výsledná hodnota 50,1 kpc má chybu jen ±3 % a autoři sami tvrdí, že pokud se podaří nalézt více takových dvojhvězd ve VMM, klesne relativní i absolutní chyba v určení vzdálenosti Mračna na ±1 %, což zásadně zvýší přesnost celého kosmologického žebříku vzdáleností ve vesmíru. V rámci téhož projektu *§ARAUCARIA§* změřili O. Szewczyk aj. vzdálenost *MMM* 62,2 kpc. Využili přitom 34 krátkoperiodických proměnných typu *RR Lyrae* objevených rovněž v kampani *OGLE* a podrobně sledovaných aparaturou *SOFI* na *NTT ESO (La Silla)*. Tatáž metoda pro *VMM* dává ovšem hodnotu 52,0 kpc.

E. Sabbi aj. využili kamery *ACS HST* k průzkumu šesti nesouvisejících oblastí *MMM* s cílem porovnat **změny tempa tvorby hvězd** během existence Mračna. Zjistili, že první hvězdy v *MMM* se tvořily již před 12 mld. let. K obohacování mezihvězdného pra-

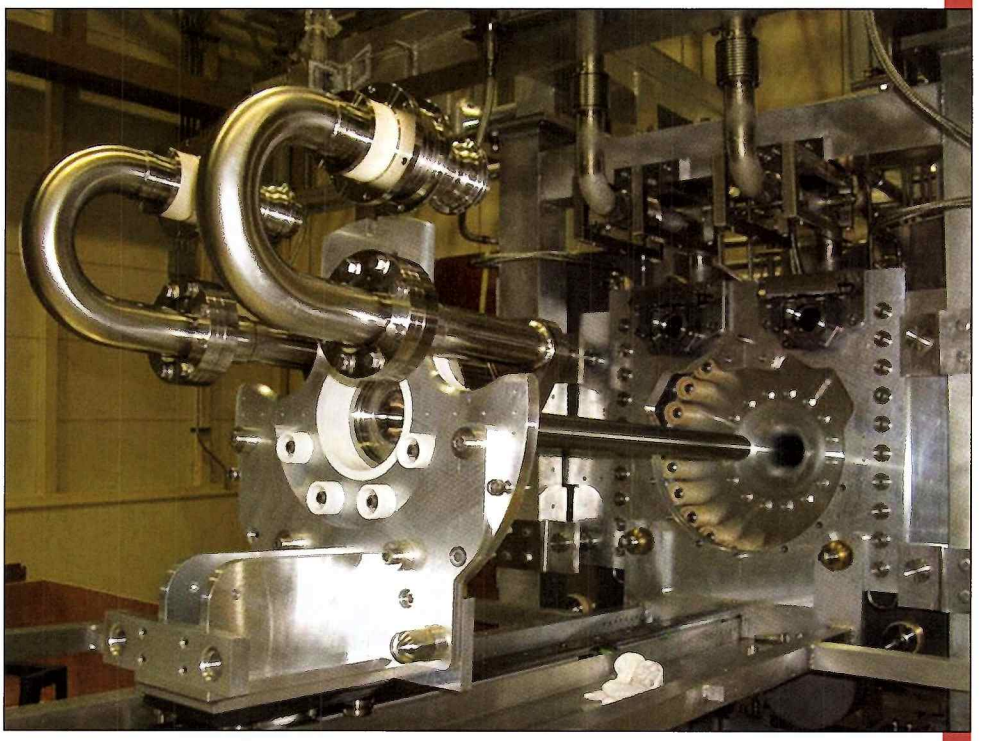
nesplňují rovnocennost popisu fyzikálních zákonitostí. V takovém případě nastává řada velmi těžko řešitelných problémů, jako je třeba narušení kauzality či nutnost nekonečné hodnoty energie pro dosažení světelné a nadsvětelné rychlosti u částic s nenulovou klidovou hmotností. Problém představují i záporné hodnoty pod odmocninou v Lorentzově transformaci. Pokud jsou podmínky ležící v základech speciální teorie relativity splněny, mluvíme o existenci Lorentzovy symetrie. Pokud splněny nejsou, dochází k jejímu narušení.

Až dosud všechny pozorované jevy splňovaly Lorentzovu symetrii a ta je pilířem všech teorií, které jsou součástí standardního modelu hmoty a interakcí. Speciální teorie relativity popisuje velmi přesně pohyb částic na urychlovačích i jinde. A to pro částice s nenulovou klidovou hmotností ve velmi širokém rozmezí rychlostí i velmi blízkých rychlosti světla, tedy velmi velkému poměru mezi celkovou a klidovou energií. Pokud by se ukázala být měření experimentu OPERA správná, muselo by se vysvětlit, proč pro částice s nenulovou klidovou hmotností při rychlostech extrémně blízkých rychlosti světla, dosažitelných zatím pouze u velmi lehkých neutrin, najednou speciální teorie relativity přestává platit a je jim dokonce umožněno překonat rychlost světla ve vakuu. A také by bylo potřeba vysvětlit, proč částice s nulovou klidovou hmotností, jako jsou fotony, se nadsvětelnými rychlostmi pohybovat nemohou.



Srovnání energetického spektra neutrin pozorované experimentem ICARUS (černé body s modrými chybami) a vypočtené pro podsvětelná neutrina (červený histogram). (Zdroj ICARUS)

Nad teoriemi s nadsvětelnými částicemi porušujícími Lorentzovu transformaci se pracuje již dlouho. Žádná z nich však není prosta problémů a je těžké říci, zda některá z nich by mohla vysvětlit pozorování experimentu CNGS. Řadu z nich však je možno vyloučit už nyní. Mezi ně patří i „meta-relativita" Olexe-Myrona Bilaniuka a E. C. George Sudarshana ze šedesátých let. Ta využívá stejnou Lorentzovu transformaci jako klasická speciální teorie relativity. Jen zavádí tachyony s nadsvětelnou rychlostí, které mají specifické „imaginární" hmotnosti. Tato teorie má řadu problémů s fyzikální interpretací imaginární hmotností, s kauzalitou i předpovědí, že tachyony s extrémně malou kinetickou energií by mohly mít nekonečnou rychlost. Ale hlavně nedokáže popsat výsledky experimentu CNGS. Hmotnost by sice byla v případě nadsvětelných neutrin imaginární, ale pořád extrémně malá. Rychlost neutrin s kinetickou energií 17 GeV a rozdíl jejich rychlosti od rychlosti světla by tak byl o mnoho řádů menší než pozoruje zmíněný experiment. O možnosti, že neutrino by bylo takovým tachyonem psal Kozmos začátkem roku 1998 v souvislosti s tehdejšími problémy s měřením hmotnosti neutrina z rozpadu tritia.



Terč produkující mezony z jejichž rozpadu vznikají mionová neutrina v japonském komplexu J-Parc. (Zdroj J-Parc)

Jinou hypotézou, která se již dá vyloučit, je teorie rozebíraná Andrewem G. Cohenem a Sheldonem L. Glashowem. Ti ukazují, že pro nadsvětelné částice porušující Lorentzovu symetrii jsou z kinematického hlediska možné ve vakuu některé procesy, které pro částice podřizující se speciální teorii relativity možné nejsou. A to třeba u nadsvětelných neutrin vyzařování párů elektron a pozitron. Tyto procesy by vedly ke ztrátám energie, které by v případě neutrin letících z laboratoře CERN do Gran Sasso měly být v desítkách procent a dobře pozorovatelné. Takové ztráty nebyly pozorovány u neutrin zachycených detektorem OPERA. Ten zaznamenal rozložení jejich energie zhruba odpovídající tomu, jaké mělo být rozložení energie neutrin vyslaných z laboratoře CERN. Ještě přesněji to prověřil detektor ICARUS, který je ve stejné podzemní laboratoři a zachytává také neutrina vyslaná z CERNu. Nemůže sice měřit přesně čas příletu neutrina, ale velmi přesně určuje jeho energii. A spektrum energií neutrin změřené pomocí detektoru ICARUS odpovídá spektru neutrin, která vznikají v laboratoři CERN. Tento výsledek říká, že buď neutrina nadsvětelná nejsou nebo je prostě správná jiná teorie popisující nadsvětelná neutrina než zvolená A. G. Cohenem a S.L. Glashowem.

Závěr

Potvrzení rychlosti větší než rychlost světla u částice s nenulovou klidovou hmotností a narušení Lorentzovy symetrie by bylo kolosální revolucí a krokem za hranici standardní fyziky, kterou známe. Proto ta značná dávka skepticismu k výsledkům experimentu CNGS, kterou mám nejen já, ale i většina fyziků, včetně těch pracujících s detektorem OPERA. Tak velký zvrat potřebuje opravdu velmi silné a nezávislé důkazy. Na druhé straně je třeba připomenout, že ani v případě potvrzení pozorování nezmizí obrovské množství experimentálních faktů, které známe. Urychlovače jako třeba LHC budou stále fungovat, většina částic bude přilétat do detektorů stejným způsobem a budou mít stále vlastnosti, které již známe. Dále budou platit Maxwellovy rovnice. Pouze pro rychlosti extrémně blízké rychlosti světla nebude speciální teorie relativity a Lorentzova symetrie platit a dojde i k překročení rychlosti světla ve vakuu. Tuto skutečnost bude muset bezrozporně vysvětlit nová teorie, kterou zatím nemáme. Ta se bude muset vypořádat s řadou paradoxů, které narušení Lorentzovy symetrie přináší. Jaké by to mělo dopady na kosmologii a naše poznání světa, nelze zatím říci. Experimentální fakta, která zatím experiment CNGS předkládá, nám o té nové teorii zatím dokáží říci jen velmi málo. Nelze z nich poznat, zda je možné překročit rychlost světla o chlup nebo i mnohonásobně. Zda je tato možnost omezená pouze na neutrina či může nastat i pro jiné hmotné objekty. Zda je třeba možné alespoň teoreticky postavit i kosmické koráby s rychlostmi mnohonásobně překračujícími rychlost světla. A vlastně, jak už bylo zmíněno několikrát, dosud není jisté ani to, zda je analýza dat z experimentu CNGS v pořádku a neutrina mají opravdu nadsvětelné rychlosti. V každém případě je třeba v následujících měsících a letech udělat pečlivou analýzu již existujících dat a hlavně další nezávislé přesnější experimenty s neutriny různých typů a energií, aby se situace vyjasnila a hlavně zjistila přesná informace o závislosti rychlosti neutrin na jejich kinetické energii. To by poskytlo potřebné znalosti pro hledání správné teorie, která svět částic s takovými rychlostmi popisuje. Je tak jasné, že se u neutrin můžeme nadít dalších zajímavých zvratů a čeká nás v nastávající době řada překvapení, která se určitě objeví i na stránkách Kozmosu.

VLADIMÍR WAGNER

Stručná história

Rok 1909.

Rok 1945.

Rok 1956.

Hvezdáreň v Banskej Bystrici na Vartovke.

1578 V Banskej Bystrici v tlačiarni Krištofa Škultétyho bol začiatkom roka vydaný astronomický spis nazvaný *Traktát o kométe (Tractatus de Cometae).* Opisoval kométu, ktorá bola viditeľná v novembri predchádzajúceho roku 1577. Spis mal celkom 28 tlačených strán, obsahoval krátky a stručný výklad o kométach, samozrejme, z hľadiska vtedajších predstáv. Spis bol dlho stratený, ale úsilím členov krúžku pri Dome osvety, mestského archivára a pracovníkov SAV sa ho podarilo v roku 1956 nájsť v archíve mesta Lipsko v Nemecku. Bystričania následne získali jeho kópie, a tak sa spis po 3 a trištvrtine storočia vrátil domov.

1584 – 1586 Podľa historických prameňov bola v týchto rokoch vybudovaná na neďalekom kopci nad mestom strážna veža. Bola situovaná juhovýchodne od mesta na kopci s veľmi dobrým výhľadom na okolie, ale najmä na juh. Kopec asi aj z tohto dôvodu nesie meno Vartovka. Vežu postavil taliansky architekt G. Ferrari, ktorý pracoval aj na časti mestského opevnenia. Dôvodom takýchto rozsiahlych obranných opatrení sa stala hrozba tureckých vojenských výbojov voči banským mestám. Varovný systém sa vybudoval postupne cez Sitno až po Krupinu. Na Vartovke sa čiastočne tiež zachoval, ale iba krupinský je v pôvodnej podobe. Skoro presne o 100 rokov sa stali strážne veže nepotrebné, lebo po porážke Turkov pod Viedňou banské mestá prestali byť ohrozované. Objekt preto postupne chátral a stal sa čiastočnou ruinou.

1855 V tej dobe s astronómiou súvisela aj ďalšia prírodná veda – meteorológia. V tomto roku sa datuje aj založenie prvej meteorologickej stanice v B. Bystrici. Zaslúžil sa o to známy fyzik Karol Zenger. Hoci meteorologické údaje o javoch počasia i niektorých astronomických javoch už existujú od čias Mateja Bela, až v tomto období boli systematizované a vydávané tlačou.

1909 Na začiatku 20. storočia obyvatelia Bystrice a turisti prejavili záujem o ruinu Vartovky. Výhodná poloha a vcelku dobrý prístup vytvorili podmienky na jej ďalšie obnovenie. Veža na Vartovke bola za pomoci viacerých finančných príspevkov (dobrovoľných) prestavaná na turistickú vyhliadkovú vežu.

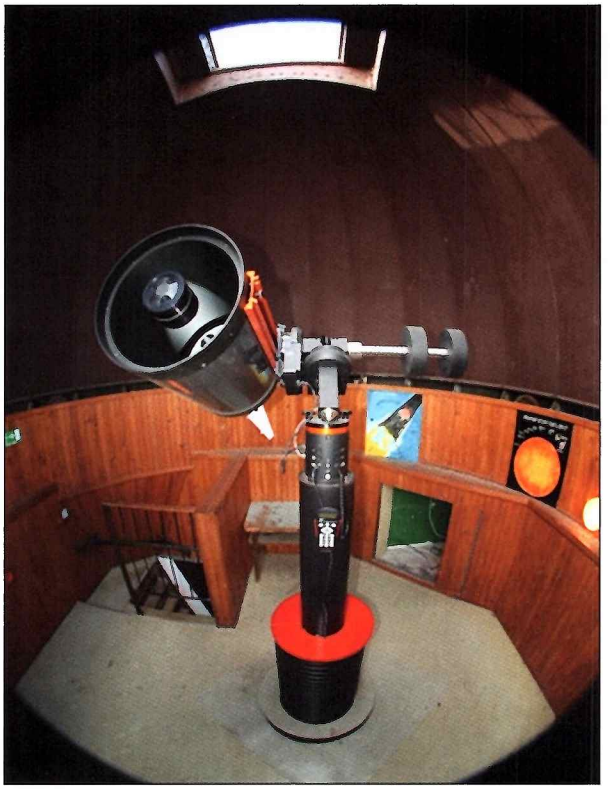
Veľmi pekný záznam o tejto udalosti sa zachoval v osobnom denníku banskobystrického hudobného skladateľa Viliama Figuša Bystrého: *„8/6 1909: Dnes, v deň výročia korunovácie kráľa, sme vyšli so žiakmi na Vartovku, kde stará, už schátraná strážna veža bola obnovená, práve sa robia dokončovacie práce, a mohli sme vystúpiť na verandu, z ktorej je krásny rozhľad dookola. Naše mesto takto získalo skvelé vychádzkové miesto. Večer sme u Purchmana muzicírovali.“*

Vartovka sa takto zachovala až do začiatku roku 1945, keď dobre mierené mínometné granáty rumunskej armády obrátili vežu opäť na čiastočné ruiny. Potom nastalo 15-ročné obdobie, v ktorom Vartovka neslúžila žiadnemu účelu, hoci turisti vojnové škody zhruba odstránili.

1946 V Banskej Bystrici pri štátnom Gymnáziu Andreja Sládkoviča začal pracovať astronomický krúžok. Krúžok viedol štátny profesor Lukáš Drozd. Jednou z aktivít krúžku sa stalo pozorovanie meteorov. Krúžok získaval pozorovacie rady až do roku 1949. Výsledky boli publikované v populárno-vedeckom časopise Říše hvězd. Záznamy o viac ako 1 444 meteoroch boli zaslané aj na observatórium v Ondřejove. Okrem meteorov sa členovia krúžku venovali pozorovaniu komét a zatmení. Tu sa pravdepodobne vytvorili základy pre ďalšiu činnosť bystrických astronómov v odbore pozorovania medziplanetárnej hmoty.

1950 V marci tohto roku, bystrickí nadšenci vytvorili prípravný výbor na založenie Ľudovej astronomickej spoločnosti v Banskej Bystrici. Na origináli žiadosti, ktorá bola zaslaná na Povereníctvo školstva, vied a umení figurovalo 23 podpisov, medzi nimi známe osobnosti ako Fran-

času Vartovky



Schmidt-Cassegrain CGE 140XLT, 356/3910 mm.

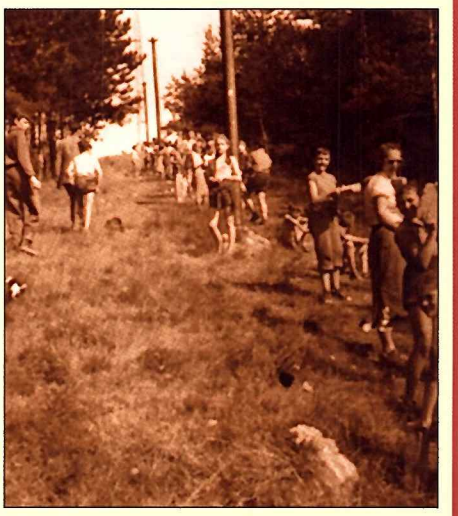
tišek Longauer alebo doktor a inžinier Nábělkovci. Tento čas však neprial zakladaniu spolkov a spoločností, zámer sa teda neuskutočnil. Viacerí z radov bystrickej inteligencie však na astronómiu nezabudli.

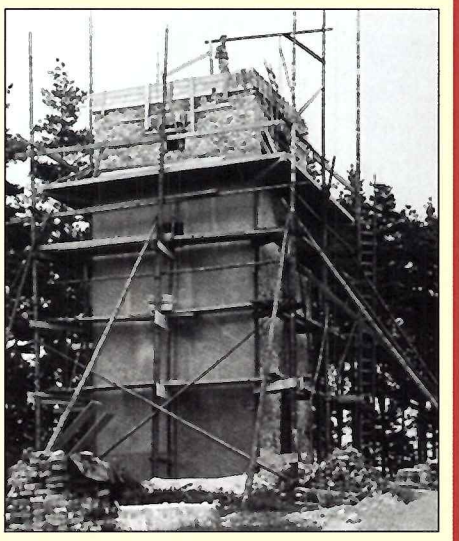
1952 Rozhodujúcu úlohu v spoločnosti už definitívne prebrala „robotnícka trieda", a tak vznikol druhý astronomický krúžok pri najväčšom podniku v meste – Smrečine. Dokonca to bol v tej dobe prvý krúžok v okrese Banská Bystrica. Zakladateľmi krúžku boli Emil Javorka a Dominik Kálman. Spolu s p. Sedlickým zhotovili v mechanickej dielni podniku vlastný astronomický ďalekohľad, ktorý im veľmi dobre slúžil niekoľko rokov. Po smrti Kálmana a odchode Javorku do dôchodku viedol ďalej krúžok mladý pracovník Jozef Petrik. Krúžok v podstate s určitými prestávkami pracoval až do roku 1972, keď definitívne zanikol.

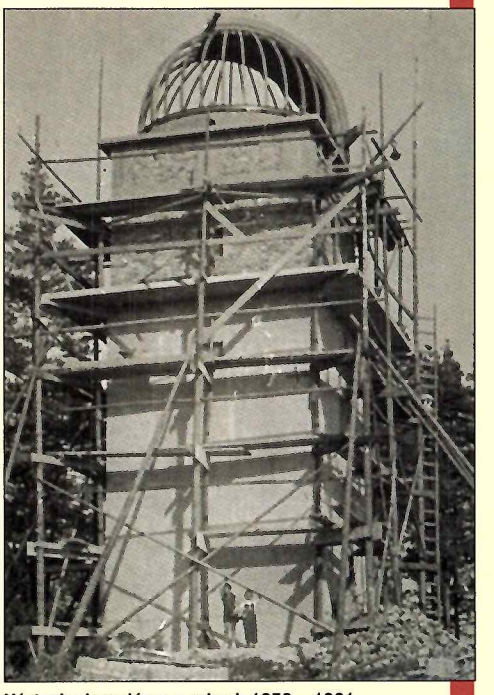
1955 Snaha aktivistov banskobystrickej inteligencie bola zavŕšená 3. marca 1955, keď vznikol nový astronomický krúžok pri Dome osvety. Predsedom krúžku sa stal dekan Vyššej pedagogickej školy v B. Bystrici Jozef Fraňo a tajomníkom propagátor vedy pedagóg František Longauer. Hlavným cieľom krúžku sa stala snaha vybudovať v B. Bystrici ľudovú hvezdáreň. Bolo pripravených viacero projektov, medzi nimi aj veľmi ambiciózny projekt hvezdárne na kopci Graniar, ktorý sa mal ukončiť už v roku 1958. Nepodarilo sa to, preto sa hľadalo náhradné riešenie. Už v roku 1956 podal Longauer návrh na prestavbu schátranej Vartovky na ľudovú hvezdáreň. Skutočne to prešlo a Okresný národný výbor pridelil tento objekt krúžku pri Dome osvety. Po mnohých vybavovačkách sa s prestavbou konečne svojpomocne začalo v roku 1958, spôsobom vtedajšej „akcie Z". V nasledujúcom roku už vyrábala kupolu Kovovýroba Valašské Meziříčí a vo firme Carl-Zeiss Jena bol objednaný nový ďalekohlad Coudé refraktor. Vo výstavbe sa pokračovalo ešte celý rok 1960 a aj rok nasledujúci. V roku 1962 definitívne zanikol krúžok pri Dome osvety, jeho majetok však prešiel pod už existujúcu ľudovú hvezdáreň. Členovia krúžku potom ďalej hvezdárni pomáhali, či už dobrovoľne, alebo ako jej pracovníci.

1961 Ľudová hvezdáreň v Banskej Bystrici na Vartovke oficiálne vznikla Uznesením č. 11/1960 bodom B1 Mestského národného výboru, kde bola zriadená od 1. 1. 1961 Obvodná ľudová hvezdáreň s dvoma pracovníkmi. Slávnostné otvorenie objektu na Vartovke bolo 2. mája 1961. Krátko na to, 25. mája, pridelil KNV – odbor školstva a kultúry uznesením č. 41/ 61 hvezdárni celokrajskú odborno-metodickú pôsobnosť. Riaditeľkou sa stala promovaná fyzička Oľga Zibrínová a druhou pracovníčkou Zdenka Finková. Uvedené pracovníčky potom ešte celý rok 1961 robili dokončovacie práce v objekte na Vartovke. V roku 1962 pokračovala výstavba prívodom elektriny, prúd bol však definitívne zavedený až v nasledujúcom roku. V roku 1963 až 1964 sa svojpomocne vybudovala pri objekte pozorovacej veže drevená chata, určená na pobyt pracovníkov, neskoršie aj ako klubová a prednášková miestnosť. Doposiaľ slúži svojmu účelu. V roku 1964 sa od 1. 1. stáva zriaďovateľom hvezdárne ONV – odbor školstva a kultúry a zároveň odchádzajú z hvezdárne Zibrínová a Finková. Tri mesiace potom spravuje hvezdáreň úplne sám mladý absolvent stavebnej priemyslovky Milan Litavský, ktorý ako pracovník končí v roku 1965 odchodom na vojenčinu. Od 7. 12. 1964 nastupuje na hvezdáreň do funkcie riaditeľa učiteľ Pavol Vozár. Jeho funkciu preberá od 1. 7. 1966 Igor Chromek. Títo dvaja pracovníci spolu s kolektívom dobrovoľných pracovníkov postupne vyprofilovali činnosť hvezdárne do takej podoby, ktorá sa udržala až do súčasnosti. Ďalší pracovník na hvezdáreň prichádza až v roku 1969 a ostatní postupne v rokoch neskorších. Časom sa stabilizovala popularizačná činnosť, ktorá spočívala v službách pre verejnosť a exkurziách na Vartovke, ako aj ak-

⇨⇨





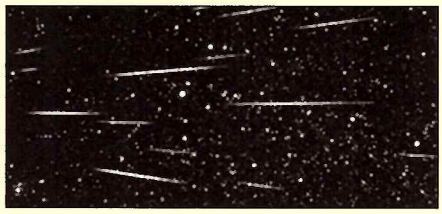


Výstavba hvezdárne v rokoch 1959 – 1961.

Jedna z prvých exkurzií na hvezdárni.

Coudé refraktor 150/2250 mm.

Prechod Venuše pred slnečným diskom, 2004.



Leonidy.

IMC (International Meteor Conference), 19. – 21. 9. 2003.

Krajská hvezdáreň v Banskej Bystrici na Vartovke.

tívnou starostlivosťou o astronomické krúžky v meste a okrese. V odbornej činnosti sa začalo s pozorovaním meteorov už v roku 1963, letným pozorovaním roja Perzeíd a zimným pozorovaním Geminíd. Prví pozorovatelia meteorov na hvezdárni boli Chromeková, Topinka, Litavský, Heško, Očenáš, Stejskal, Riečan, Balaša, Stuchlý, Hlima, Sýkora, Svoreň, Luptáková a Heirichová. Pozorovacia skupina v priebehu rokov neustále priberala nových členov, nakoľko starší odchádzali, ale podstatné je to, že z tejto skupiny vzišlo niekoľko profesionálnych astronómov: z prvej skupiny sú to Očenáš a Svoreň, z ďalšej Hric a Zimnikoval. Od roku 1964 sa systematicky pozoruje Slnko a jeho činnosť, neskôr pribúdali pozorovania zákrytov hviezd Mesiacom ako aj ďalšie pozorovacie programy.

1969 V júni tohto roku zriaďuje ONV – odbor kultúry Oblastnú hvezdáreň v B. Bystrici, počet pracovníkov sa zvyšuje o jedného (Harťanský). Na Slovensku vznikla nová koncepcia amatérskej astronómie pod vedením Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove, ktorá sa v určitých podobách zachovala až dodnes. Hvezdárne mali pridelené okruhy odbornej činnosti, v ktorej vykonávali riadiacu a metodickú činnosť v podstate pre celé Slovensko. B. Bystrici zostalo pozorovanie meteorov. Rokom 1970 sa začínajú organizovať celoslovenské a celoštátne meteorické expedície. V tejto dobe vzniká aj dlhodobá spolupráca s Hvezdárňou a planetáriom M. Koperníka v Brne.

1972 Zriaďovateľom hvezdárne sa stáva obnovený KNV (Krajský národný výbor), odbor kultúry a to od 8. 2. tohto roku. Teraz už Krajská hvezdáreň v B. Bystrici dostáva odborno-metodickú pôsobnosť pre celý Stredoslovenský kraj. Ešte v tomto roku sa počet pracovníkov zvyšuje o troch (M. Ďurovičová-Gallová, E. Bučková a D. Očenáš). V roku 1973 nastupuje M. Vojta, v roku 1975 J. Pittner. Rokom 1976 sa vracia na hvezdáreň zo školských služieb D. Očenáš a v ro-

ku 1977 M. Vojtu strieda J. Fabrícius. Od roku 1979 nastupuje do práce P. Zimnikoval. Práce na Vartovke nadobudli rýchlejší spád. V rokoch 1972 – 1973 sa prestavalo schodište do veže, pribudli dve miestnosti pre odborných pracovníkov, sklad a fotokomora pod kupolou. V roku 1975 – 1976 sa prestavala chatka na prednáškovú miestnosť s vonkajšou pozorovacou terasou a za ňou dve prevádzkové miestnosti pre pracovníkov (kuchyňa a ubytovňa). Rokom 1978 sa začína rozsiahla prístavba k južnej a západnej strane pozorovacej veže. Postupne, až do roku 1985, sa vybudovali veľmi potrebné priestory pre hvezdáreň. Pribudla mechanická a elektrická dielňa, miestnosť pre knižnicu, nová ubytovňa pre 8 ľudí, ďalšie skladové priestory a jedna pozorovacia terasa. Postavená bola tiež samostatná terasa (pilier) na umiestnenie celooblohovej komory na pozorovanie jasných meteorov. V rokoch 1980 až 1981 bola v poradí už tretia rekonštrukcia chaty. Bola upravená tak, že mohla slúžiť ako komplexná audiovizuálna učebňa. V roku 1982 začína hvezdáreň spolupracovať s pozorovateľmi meteorov v Holandsku, ktorí boli na návšteve na Vartovke a Bystričania zase v Holandsku. Táto spolupráca potom vyvrcholila v roku 1988 vstupom našich pozorovateľov do IMO (International Meteor Organization). V rokoch 1980 – 1984 pracuje na hvezdárni M. Znášik. V roku 1983 nastupuje J. Škvarka a v roku 1984 R. Takács. Rokom 1988 sa stáva ďalšou pracovníčkou B. Čabáková-Zimnikovalová a do dôchodku odchádza P. Vozár. V tomto období pracovali na banskobystrickej hvezdárni ešte ďalší pracovníci, ale iba na krátkodobé úväzky. Boli to Š. Roľko, J. Merešová, L. Hric, J. Jelínek, T. Ďurčány a P. Kvačkay. Koncom osemdesiatych rokov bol počet pracovníkov hvezdárne až 10.

1991 Po spoločenských zmenách v roku 1991 zaniká KNV a zriaďovateľom hvezdárne sa stáva Ministerstvo kultúry SR. Na práci hvezdárne sa však neprejavili výrazné zmeny, rozvoj pokračoval ďalej. V roku 1990 sa stáva riaditeľom D. Očenáš a v nasledujúcom roku pracovníkom S. Kaniansky. V roku 1992 odchádza do dôchodku I. Chromek. V tomto období pokračovali ďalšie úpravy, teraz možno už povedať areálu Vartovky. V rámci štvrtej rekonštrukcie chaty pribudla malá miestnosť, ako predajňa metodických materiálov a astronomických suvenírov. Od roku 1991 sme sa v rámci odbornej činnosti začali zúčastňovať na expedíciách za úplnými zatmeniami Slnka a tiež na Medzinárodných meteorických konferenciách (IMC). V roku 1995 sa začala prestavba južnej pozorovacej terasy na druhú pozorovaciu kupolu. Všetky stavebné, tesárske, zámočnícke a elektrikárske práce sme vykonávali v rámci pracovného času, ako aj mimo neho, za veľkej pomoci kolegov z Rimavskej Soboty, Žiliny, Kysuckého Nového Mesta a Žiaru nad Hronom. V našom veľkom eláne sme si však neuvedomili finančnú a pracovnú náročnosť vykonávaných prác, čo spôsobilo, že práce pokračovali celých 10 rokov. Až v roku 2006 sme dosiahli to, že hvezdáreň mala už dve funkčné pozorovacie kupoly.

1996 Týmto rokom sa stáva hvezdáreň súčasťou Banskobystrického štátneho kultúrneho centra, ako dosť neuváženého experimentu, ktorý realizovalo v tomto období MK SR. Hvezdáreň stráca na tento čas právnu subjektivitu, ale svoje zriaďovateľské zameranie činnosti si plne zachovala. Aj toto prechodné obdobie sme prežili bez väčších problémov. V roku 1996 sa stáva stálym pracovníkom hvezdárne T. Ďurčány ako odborný a technický pracovník.

1999 Od 1. apríla 1999 je opäť zriadená Krajská hvezdáreň v Banskej Bystrici. Zriaďovateľom je teraz už Krajský úrad v B. Bystrici – odbor kultúry. Hvezdáreň však prešla závažnou organizačnou zmenou. Pod Krajskú hvezdáreň, ako právnický subjekt, boli včlenené dve ostatné hvezdárne v Stredoslovenskom kraji, a to Hvezdáreň v Rimavskej Sobote a Hvezdáreň a planetárium Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom. Tak vznikla v našom kraji doposiaľ najväčšia astronomická kultúrna organizácia s 26 pracovníkmi, ktorá má k dispozícii jedno planetárium a 6 pozorovacích kupol pre odbornú a vzdelávaciu prácu.

2002 Krajská hvezdáreň v B. Bystrici ako celok aj s jej organizačnými súčasťami prechádza od 1. apríla pod zriaďovateľskú pôsobnosť nového vyššieho územného celku Banskobystrického samosprávneho kraja, znovu pod priame riadenie odboru kultúry. Všetky jej predchádzajúce úlohy a činnosť zostali zachované.

2005 Týmto rokom nastáva ďalšia organizačná zmena. Sídlo Krajskej hvezdárne sa presúva do Žiaru nad Hronom. Vzniká Krajská hvezdáreň a planetárium Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom, s organizačnými súčasťami Hvezdárňou v B. Bystrici a Hvezdárňou v R. Sobote. Hvezdáreň v Banskej Bystrici tak stráca znovu právnu subjektivitu, ale jej práca a činnosť však pokračujú ďalej. Počet pracovníkov sa stabilizoval. Na hvezdárni pracujú: vedúci – D. Očenáš, zároveň aj riaditeľ Krajskej hvezdárne a planetária (KHaP), G. Belková, ekonómka a zároveň aj personalistka KHaP, M. Gallová, J. Gerboš, M. Harman, B. Zimnikovalová a P. Zimnikoval – samostatní odborní pracovnici a T. Ďurčány – odborný a samostatný technický pracovník.

2006 Na Vartovke nastávajú konečne dlho očakávané zmeny. Z pôvodnej pozorovacej veže sa ďalekohľad Coudé refraktor sťahuje do novej pozorovacej kupoly. Na jeho miesto sa inštaluje nový ďalekohľad firmy Celestron, ktorý umožnil podstatne zdokonaliť pozorovanie nočnej oblohy pre verejnosť, ako aj zlepšiť kvalitu vybraných odborných pozorovaní. Stabilizovaný kolektív, ako aj systém pracovných činností tak pokračuje až do súčasnosti.

Záverom treba spomenúť, že pri hvezdárni v Banskej Bystrici pracuje aj odbočka Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV a Miestna organizácia Slovenského zväzu astronómov amatérov. A čo si priať do budúcnosti? Určité plány a predsavzatia sú, veľmi by sa hodil nový pavilón pre slnečnú astronómiu, najmä keď časť prístrojov už existuje a pilier je hotový. Čo však bude ďalej, to závisí od zriaďovateľa a samotných pracovníkov organizácie, ktorá sa dožila pekného veku 50 rokov.

DANO OČENÁŠ, november 2011

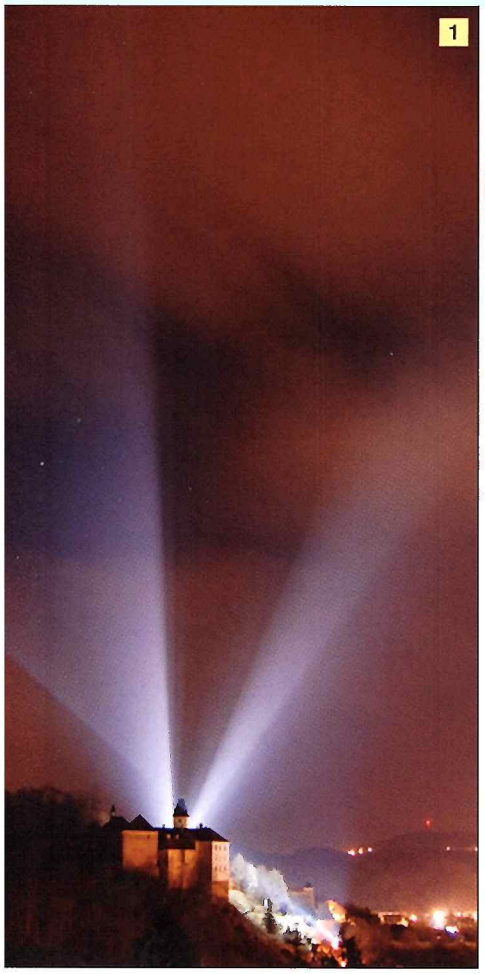
Kométa Halle-Bopp, 1997.

Zatmenie Slnka 24. 10. 1995, India.

Zatmenie Slnka 9. 3. 1997, Sibír.

Zatmenie Slnka 11. 8. 1999, Balaton, Maďarsko.

Foto: archív hvezdárne



Fotosúťaž

Organizátori predchádzajúcich národných ročníkov fotosúťaže *Svieťme si na cestu... nie na hviezdy* (Kozmos 2/2009, 1/2010, 2/2011) sa rozhodli svoje sily spojiť, a tak 1. ročník medzinárodnej fotosúťaže dostal do vienka dvoch hlavných vyhlasovateľov: Slovenskú ústrednú hvezdáreň v Hurbanove a Českú astronomickú spoločnosť.

Do súťaže došlo úctyhodných 1 555 fotografií od 61 autorov, porota sa teda poriadne potrápila. Podľa očakávania najviac prác bolo v kategórii *„Ako rozhodne nesvietiť"*, najmenej v *„Správne svetlo"*. Aj to svedčí o tom, aká je u nás situácia... Kategória *„Variácie na tému svetlo a tma"* poskytla fotografom široké pole pôsobnosti na uplatnenie ich invenčnosti. Niektoré fotografie boli síce pekné, pestré či farebné, no porotcov nad nezmyselnosťou zlého svietenia niekedy až doslova mrazilo.

Z popisu poroty pod jednou z víťazných fotografií: *„Táto fotografia zaujme na prvý pohľad. Až potom možno príde úvaha, či je to krása, či azda umenie alebo či to vlastne nie je hanba. Ide sa o enormne krikľavý príklad veľmi zlého osvetlenia pamiatky, ktorý do okolia mnoho kilometrov od zámku znemožňuje či zhoršuje pohľad na súčasť nášho prírodného prostredia, hviezdnu oblohu. A pritom riešenia existujú. Skúste si predstaviť, že pôjdete poliať malý päťcentimetrový kvetináč záhradnou kanvou. Že to neurobíte? A ako postupoval autor osvetlenia zámku vo Vimperku?"*

Do konca januára bolo umožnené hlasovanie aj širokej verejnosti v kategórii *„Cena divákov"*. Z predchádzajúcich ročníkov fotosúťaže bola pripravená fotovýstava, vybrané fotografie budú vo fotobanke, jedinej svojho druhu vo svete *(http://lpphotobank.astronomie.cz/)*.

Súťaž podporili firmy Supra Praha, Tromf Banská Bystrica, Agentúra na podporu výskumu a vývoja (LPP-0059-09) a časopis Astropis. Ďakujeme.

Víťazné fotografie sú na *http://www.astro.zcu.cz/cs/clanky/svetlo/9/* a celkové vyhodnotenie v tlačovej správe ČAS *(http://www.astro.cz/_data/files/2011/11/28/TZ_Svitme_si_na_cestu,_ne_na_hvezdy_VYSLEDKY.doc)*.

Podmienky 2. ročníka fotosúťaže sú na stránke *http://www.szaa.org/* a *http://www.astro.cz/*.

PR

KATEGÓRIA 1 – AKO NESVIETIŤ

Vojtěch Kohout z Vimperku: Vimperský zámok – 1. miesto (obr. 1)

Jakub Toman z Letin u Blovic: Mesto a astronómovia – 2. miesto (obr. 2)

Jan Kondziolka z Karvinej: Hvezdáreň Český Těšín (seriál) – 3. miesto (obr. 3)

KATEGÓRIA 2 – DOBRÉ SVETLO

Róbert Barsa z Košíc: Čo odhalí hmla – 1. miesto (obr. 4)

Vladimír Ronec z Dubnice nad Váhom:Svetlá priechodu – 2. miesto (obr. 5)

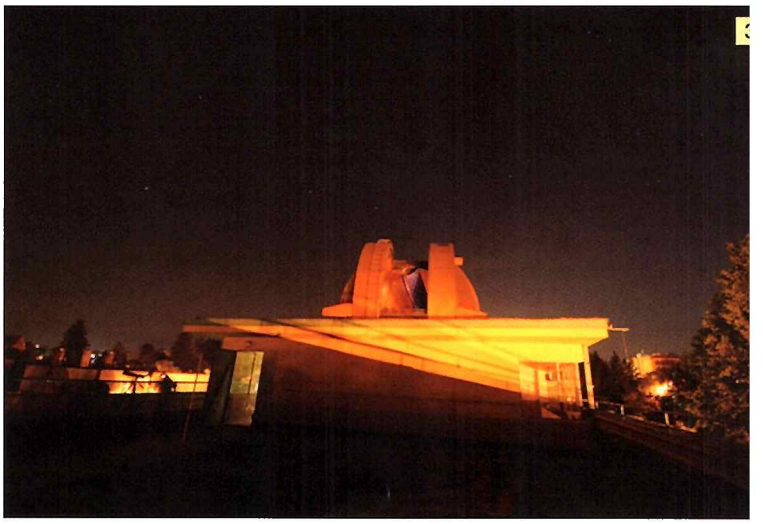
Pavel Holub z Prahy: Multifunkčné ihrisko, Praha, Lovosická – 3. miesto (obr. 6)

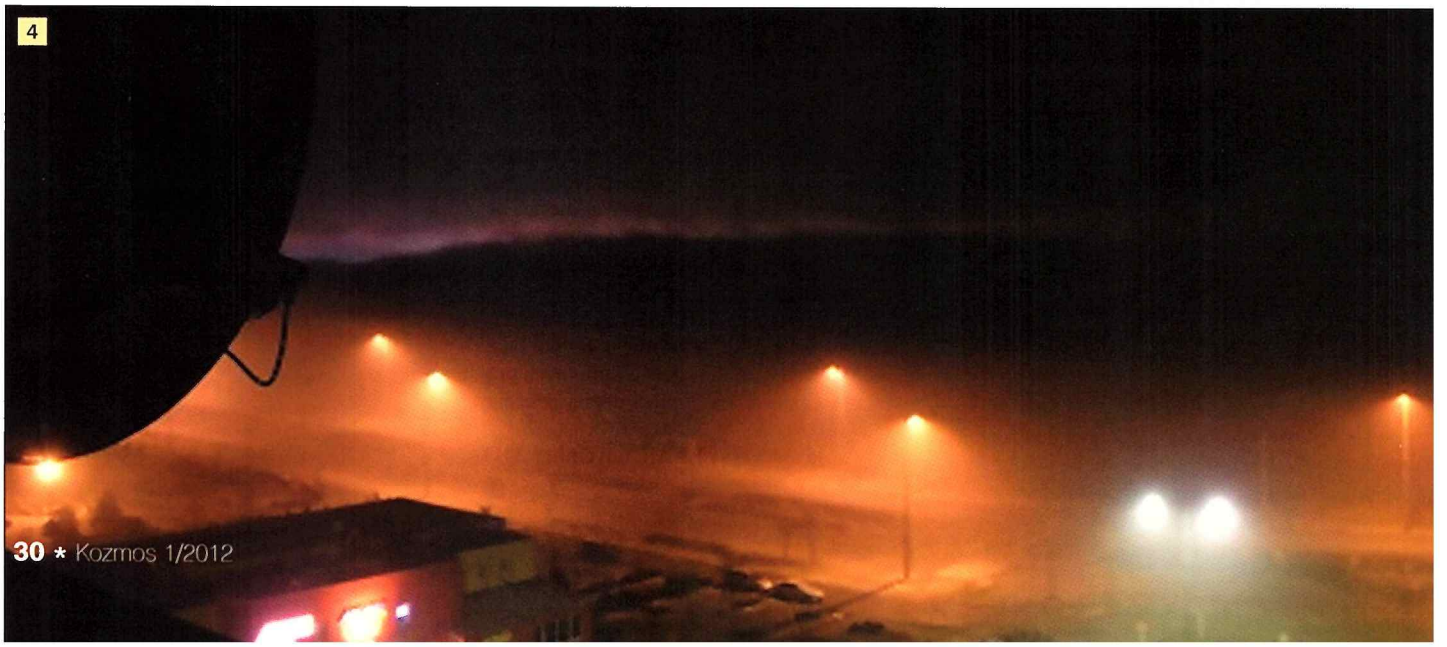
KATEGÓRIA 3 – VARIÁCIE NA TÉMU SVETLO A TMA

Pavol Hradiský z Torysy: Noc pod hviezdami – 1. miesto (obr. 7, obrázok uverejňujeme aj na titulnej strane)

Michal Balada z Kvasin: Západné Tatry – 2. miesto (obr. 8)

Ľuboš Pauke z Bratislavy: Zatmenie Mesiaca – 3. miesto (obr. 9)

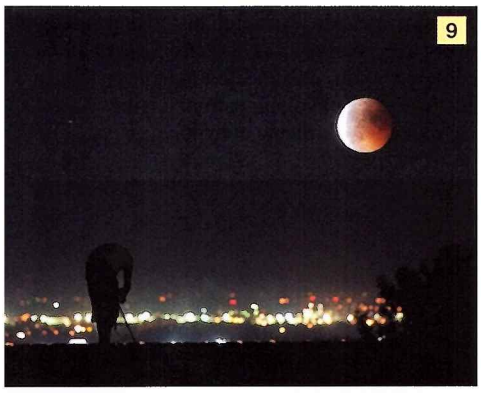




o svetelnom znečistení

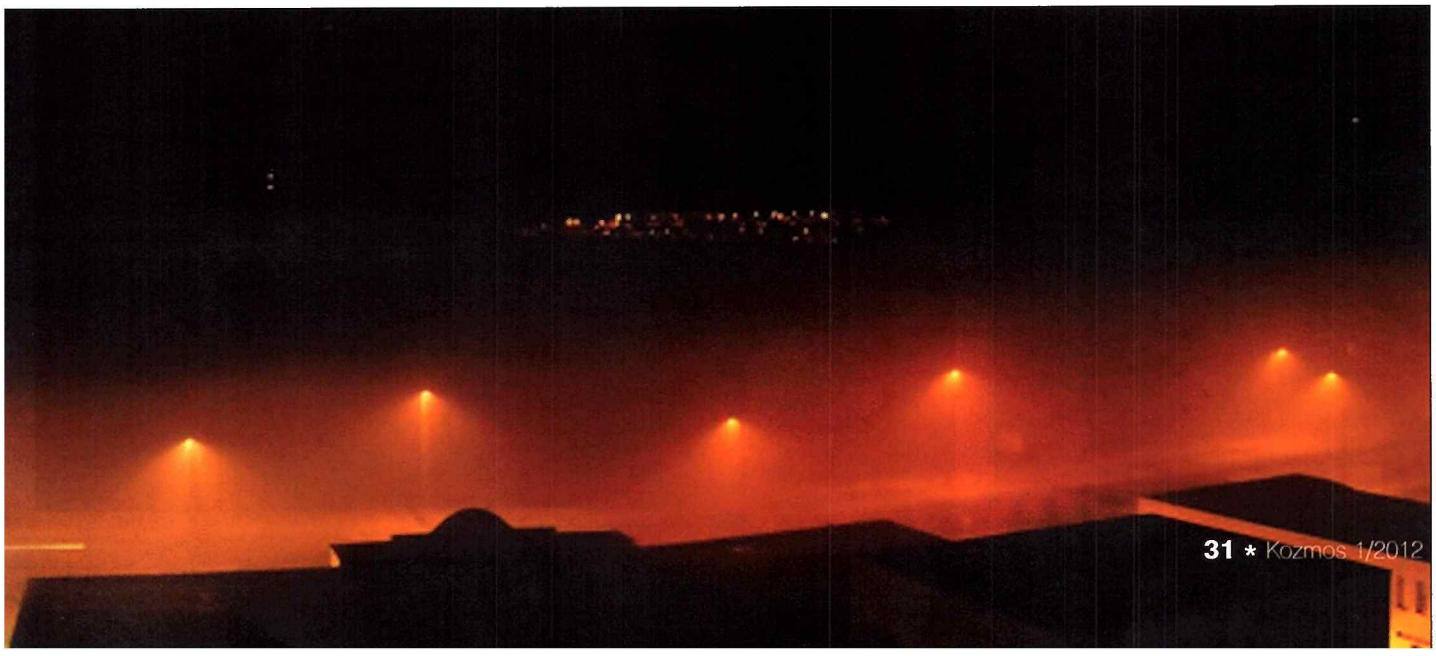
7

8


9

5

6



1. ročník medzinárodnej fotosúťaže Svieťme si na cestu... nie na hviezdy 2011

2. časť

Dve hurbanovské

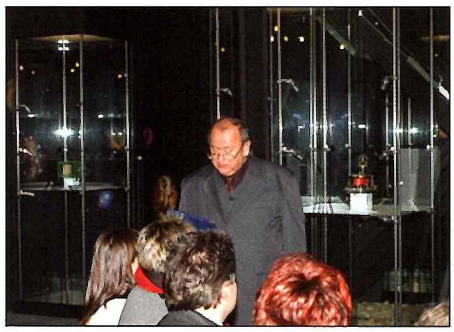
Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove zorganizovala *Slávnostné spomienkové stretnutie* pri príležitosti 140. výročia založenia hvezdárne v Hurbanove a 170. výročia narodenia jej zakladateľa dr. Mikuláša Thege Konkolyho.

Reliéf bohyne na priečelí hvezdárne

Konkolyho Niké, bohyňa víťazstva, na priečelí historickej budovy hvezdárne v Hurbanove. V gréckej mytológii, bola Niké zosobnené víťazstvo a tešila sa veľkej vážnosti medzi bohmi i ľuďmi. Nebolo azda nikoho, kto by netúžil po jej priazni. Pomoc poskytovala nielen bohom, ale aj ľuďom. Dávala im víťazstvo v bojoch so zbraňou i v umeleckých a športových zápoleniach. Niké zobrazovali Gréci a po nich Rimania ako krásnu ženu, spravidla okrídlenú, s víťazným vencom a palmovou ratolesťou. Vo výtvarnom umení bola dôsledne zobrazovaná ako okrídlená postava, čím v antickej mytológii tvorí výnimku v zobrazovaní božstiev. Uránia, za ktorú reliéf bohyne Niké v Hurbanove doteraz pokladali, je v gréckej mytológii múza astronómie. Jej charakteristickým znakom je glóbus. Uránia, doslova „Nebešťanka", bola zobrazovaná s kružidlom v jednej a neskôr aj s glóbusom v druhej ruke. (Foto: L. Druga)

Na snímke dole je kamenný reliéf gréckej bohyne Niké z Efezu v Grécku, s víťazným vencom a palmovou ratolesťou. (Foto: Wikipedia)

Na podujatí, ktoré sa konalo v dňoch 8. a 9. decembra 2011 v priestoroch Konkolyho múzea vo hvezdárni v Hurbanove, sa zúčastnili zástupcovia Mministerstva kultúry SR, predstavitelia mestského úradu v Hurbanove, riaditelia astronomických zariadení na Slovensku, členovia Spoločnosti Mikuláša Thege Konkolyho i pracovníci Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove.



Podujatie otvoril v mene organizátora podujatia **Ing. Teodor Pintér, riaditeľ SÚH** *(na snímke)*. Po príhovoroch hostí sa uskutočnili tri prednášky:

Mgr. Ladislav Druga v prednáške *Mikuláš Thege Konkoly a jeho hvezdáreň* predstavil prítomným nové, doteraz nepublikované informácie o histórii hvezdárne v Hurbanove. Informoval aj o zámeroch spojených so štúdiom doteraz neznámej Konkolyho astronomickej korešpondencie z rokov 1871 až 1916. Zdrojom hlbšieho poznania histórie hvezdárne a vedeckej činnosti jej zakladateľa sú aj pozdravné listy a telegramy, ktoré zaslali Konkolymu pri príležitosti jeho šesťdesiatych narodenín v roku 1902. Početní významní astronómovia z celej Európy oceňujú v nich jeho všestranný prínos ako vedca, konštruktéra astronomických prístrojov, autora odborných publikácií.

Prítomných zaujal aj nový poznatok o umeleckom artefakte na priečelí historickej budovy hvezdárne. Tradovalo sa, že ženská postava znázorňuje Urániu, múzu astronómie. Mgr. Druga zistil, že ide Konkolyho patrónku Niké, v gréckej mytológii okrídlenú bohyňu víťazstva.

RNDr. M. Rybanský, DrSc. *(na snímke)* vo svojej prednáške *O koreňoch kvantovej teórie* priblížil prítomným históriu vzniku kvantovej teórie. Na konci 19. storočia sa zdalo, že fyzika predstavuje ucelenú vednú disciplínu. Ukázalo sa však, že celú teóriu žiarenia treba prebudovať, pretože vznik čiarových spektier a rozdelenie intenzít v závislosti od vlnovej dĺžky a teploty (tzv. rozdeľovací zákon), nebol uspokojivo vysvetlený. Podľa teoreticky odvodeného, Rai-

jubileá

leygh-Jeansovho rozdeľovacieho zákona, narastá spektrálna intenzita pri zmenšovaní vlnovej dĺžky nad všetky medze, čo nezodpovedalo experimentom. Problém nazvali „ultrafialovou katastrofou“. Problém skúmalo množstvo fyzikov, medzi nimi aj Radó Kövesligethy, ktorý v tom čase pracoval v Hurbanove. Riešenie našiel až Max Planck, ktorý v roku 1900 zostavil najskôr matematickú rovnicu vyhovujúcu experimentálnym výsledkom a potom sa ju pokúsil teoreticky odôvodniť. Zistil, že energia žiarenia sa nemení spojite, kontinuálne, ale po kvantách.

Vznikla celkom nová oblasť fyziky – *kvantová mechanika*, schopná vysvetliť všetky spektrálne javy. Jej budovanie trvalo približne do roku 1930 a zúčastnili sa na ňom všetci poprední fyzici vtedajšej doby.

Prof. RNDr. J. Krempaský, DrSc. *(na snímke)* vo svojej prednáške *Kam smeruje súčasná fyzika* priblížil prítomným genézu meniacich sa predstáv kozmológov v posledných desaťročiach na vesmír: od Einsteinovej predstavy statického vesmíru, cez objavenie jeho rozpínania, prijatie teórie big bangu, predstavy kolabujúceho vesmíru (big crunch) po skončení rozpínania, až po načrtnutie hypotézy veľkého rozpadu spôsobeného narastajúcim zrýchľovaním rozpínania. Spomenul aj možnosti, vyplývajúce z najnovších fyzikálnych poznatkov, ktoré nevylučujú ani predstavu recyklujúceho sa vesmíru bez počiatočnej singularity.

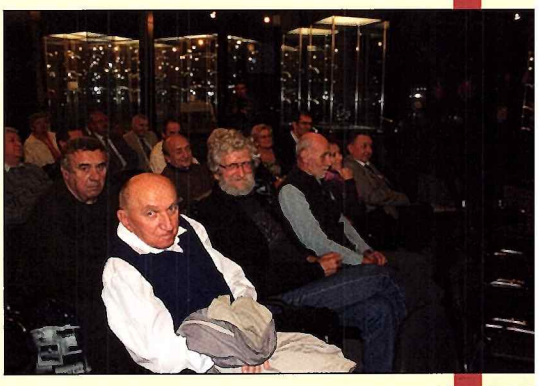
Exponáty v Konkolyho múzeu.

V závere spomienkového stretnutia zhliadli účastníci film o histórii hvezdárne v Hurbanove, prezreli si exponáty v Konkolyho múzeu i zariadenia Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove. Avizovaná medzinárodná vedecká konferencia o histórii hvezdárne v Hurbanove a jej zakladateľovi sa uskutoční v dňoch 26. – 28. septembra 2012.

Redakcia

Foto: D. Rapavá (4), Z. Csontos (6) a L. Druga (2)

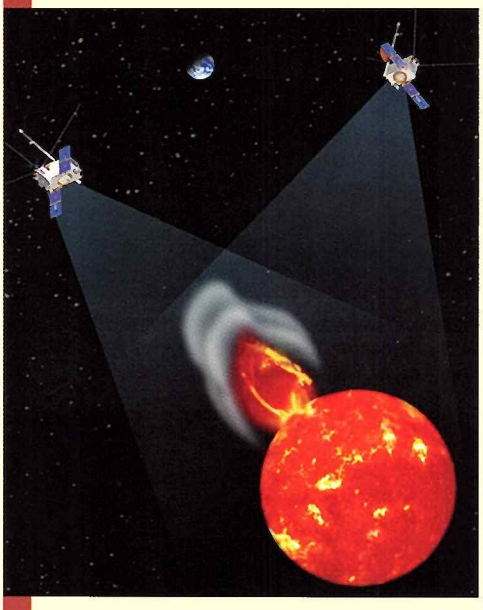
Zľava: J. Krempaský, súčasný generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Teodor Pintér a dvaja z jeho predchodcov, Štefan Knoška a Milan Bélik.



Pohľady do zasadacej sály.

Konec zlaté éry

Na první pohled nebyla americká meziplanetární kosmonautika nikdy v tak skvělé kondici: po celé sluneční soustavě má „roztrouseno“ dvacet aktivních sond – některé přesluhují, jiné právě dorazily k cíli, další se teprve vydaly na svoji pouť. Jenomže už za pár let může být všechno úplně jinak.



Dvojice sond STEREO nám poskytuje unikátní trojrozměrný pohled na Slunce.

Americký Národní úřad pro letectví a vesmír (NASA) si je dobře vědom a neopomíná zdůrazňovat, že žijeme ve „zlaté éře planetárního průzkumu“. Pokud začneme v končinách nejvzdálenějších, pak na samých hranicích sluneční soustavy najdeme dvojici přesluhujících automatů **Voyager 1** a **2** (vypuštěné v roce 1977).

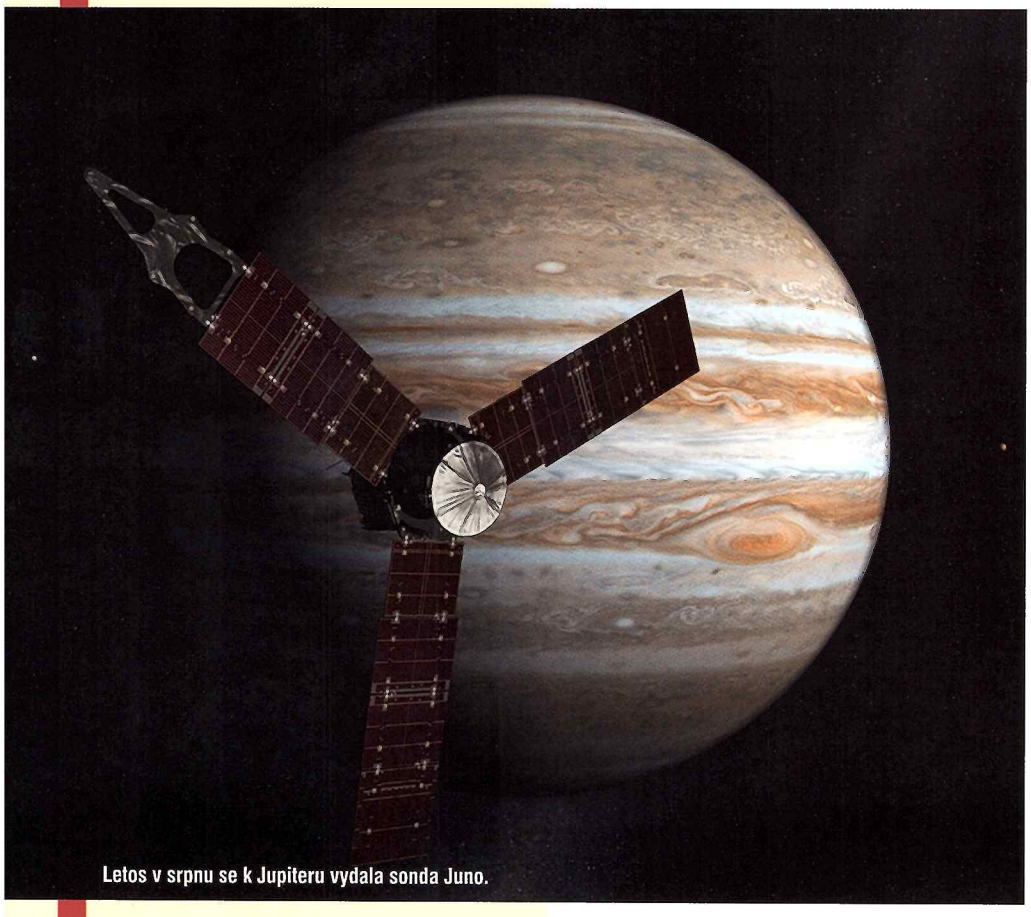
Naši mateřskou hvězdu sleduje sonda **SOHO** (Solar and Heliospheric Observatory) z bodu L1 a zároveň z meziplanetárního prostoru pár identických stanic **STEREO A** a **B,** které nám nabízí zcela nový trojrozměrný pohled na Slunce. Na oběžné dráze Merkuru najdeme od letošního března pracující sondu **MESSENGER** (MErcury Surface Space ENvironment GEochemistry and Ranging), u Měsíce je to **LRO** (Lunar Reconnaissance Orbiter) a dvojice minisatelitů **ARTEMIS P1** a **P2** (Acceleration, Reconnection and Turbulence, and Electrodynamic of Moon´s Interaction with the Sun). Míří k němu i dvojice sond **GRAIL** (start 10. září 2011).

Pozoruhodnou flotilu si NASA udržuje u Marsu (podotýkáme jen, že všechny z těchto sond překonaly svoji plánovanou životnost a pracují „přesčas“). Kolem planety krouží sondy **Mars Odyssey 2001** a **MRO** (Mars Reconnaissance Orbiter), na povrchu najdeme robota **Opportunity** (sesterský Spirit se naposledy ozval loni v březnu 2010 a NASA jej považuje za zničený). Ten dosud najel 34 kilometrů a funguje již od ledna 2005. Plán přitom hovořil o vzdálenosti 300 metrů a třech měsících aktivní životnosti...

V době čtení těchto řádků by pak už měla být na cestě k Rudé planetě sonda **MSL (Mars Science Laboratory) alias Curiosity,** s jejímž startem se počítalo 25. listopadu 2011 (v srpnu příštího roku má následovat přistání na povrchu planety).

Kolem Saturnu neúnavně krouží sonda **Cassini,** k Jupiteru od srpna 2011 míří **Juno.** Návštěvy se má dočkat i Pluto, a to díky sondě **New Horizons** (start leden 2006, prulet červenec 2015). Zapomenout nesmíme ani na sondu **Dawn** u planetky Vesta (příští rok se přesune k Ceresu) a automat **Deep Impact/Epoxy.** Ten v červenci 2005 půltunovým projektilem zasáhl kometu Tempel 1, v listopadu 2010 pak nad plán zkoumal kometu Hartley 2. Formálně sice mise již skončila, ale NASA zatím sondu definitivně neodepsala: vzhledem k dostatku pohonných látek i solidnímu technickému stavu vědci pro ni hledají další možný cíl.

Jen pro úplnost doplňme i zbývající meziplanetární sondy, které dnes najdeme ve Sluneční soustavě a které provozují jiné státy či agentury, než NASA. Ve srovnání s masivní americkou přítomností je jich ovšem poskrovnu: Evropská kosmická agentura (ESA) provozuje sondy **Venus Express** (u Venuše) a **Mars Express** (u Marsu), ke kometě Čurjmumov-Gerasimenko letí její automat **Rosetta.** Japonsko má ve vesmíru technologickou sluneční plachetnici **Ikaros** a sondu **Akatsuki,** kterou nedokázalo v prosinci 2010 navést na oběžnou dráhu Venuše: doufá, že se mu to podaří v prosinci 2015, i když není jisté, zdali to technický stav zařízení umožní. A Čína má v Lagrangeově bodě L2 původně lunární sondu **Chang'e 2.**



Letos v srpnu se k Jupiteru vydala sonda Juno.

Blízké setkání s realitou

Přítomnost je tedy neskutečně bohatá. Otazníky se ovšem vznášejí nad budoucností, protože stávající americká administrativa stejně jako aktuální hospodářská situace v USA kosmickému průzkumu příliš nepřeje.

Proto bylo s velkým napětím očekáváno zveřejnění studie zpracované americkou Národní výzkumnou radou (National Research Council). Ta totiž slibovala stanovit úkoly amerického meziplanetárního průzkumu na následující dekádu, konkrétně na roky 2013 až 2022. Studie byla veřejně představena letos v březnu.

Jejím hlavním rysem bylo, že se snaží reflektovat ekonomickou realitu současnosti. Zatímco dříve tyto každých pět let aktualizované výhledové plány představovaly čtení z kategorie sci-fi s mnoha možnými misemi, cíli i úkoly, nyní tvůrci studie velmi střízlivě hodnotili nejen vědecké a technické aspekty planetárního průzkumu, ale také velmi podstatný faktor – co si americká kosmonautika může a bude moci reálně dovolit.

Studie proto konstatuje, že je nutné zachovat mise kategorie Discovery (horní strop realizace 500 mil. USD; v cenách roku 2015) a New Frontiers (do 900 mil. USD). Doporučená frekvence startů je přitom u misí Discovery co dva roky, u New Frontiers dvě za dekádu.

Zkrátka by ovšem měly přijít tzv. vlajkové mise (flagship missions) s cenou realizace nad

meziplanetárních cest

900 mil. USD (v praxi se ale typicky pohybují v řádu několika miliard dolarů). Zpráva Národní výzkumné rady dokonce poprvé tuto kategorii obřích a komplexních sond kritizuje, když upozorňuje na to, že přináší sice úplné informace, ale jen velmi řídce. A že tak vznikají velmi dlouhá období bez informací o nějakém fenoménu nebo objektu, čímž je přerušována kontinuita.

Ovšem na druhé straně: pokud by se podařilo zajistit adekvátní financování, je možné jednu až dvě vlajkové mise během deseti let realizovat (v žádném případě však na úkor menších výprav, zdůrazňuje studie). Národní výzkumná rada studovala skoro třicet návrhů z této kategorie a dospěla k závěru, že dvě výpravy by byly obzvláště velkým přínosem. Jednak je to mise robotického průzkumníka Mars Explorer Astrobiology Cacher (MAX-C) a jednak automat pro průzkum měsíce Europa (Jupiter Europa Orbiter, JEO).

Sondy, které nepoletí

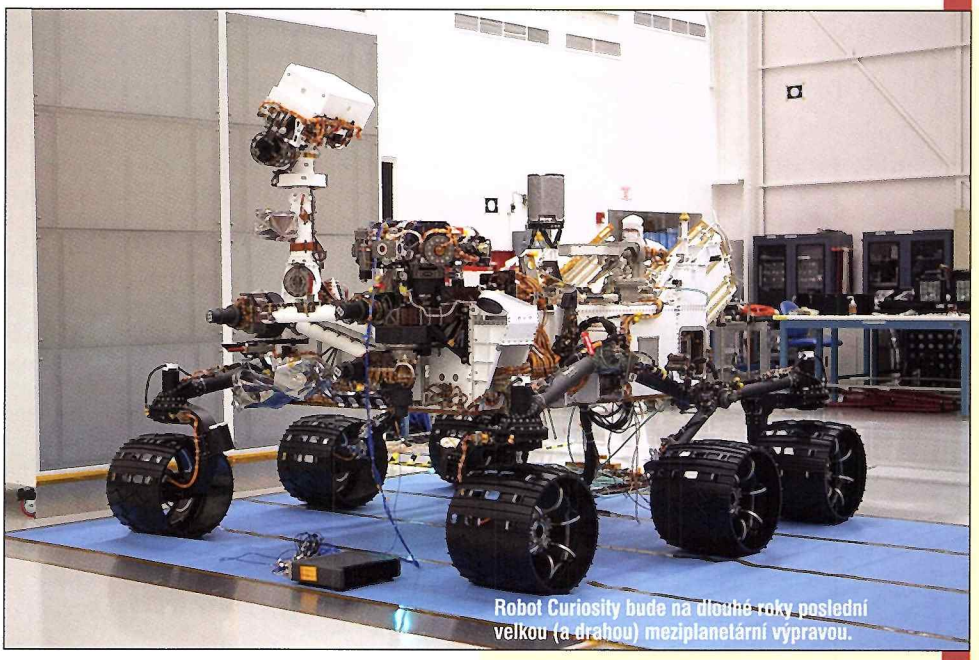
Podívejme se na obě doporučené „obří" mise krapet podrobněji, i když šance na to, že se někdy vydají na cestu, je dnes mizivá. Úkolem mobilní stanice **MAX-C** by měla být několikaletá realizace sběru vzorků hornin na rudé planetě: ty by si později další automatická sonda vyzvedla a dopravila je na oběžnou dráhu Marsu, odkud by další automat zajistil jejich transport na Zemi. Jednalo by se tak o první ze tří misí směřující k odběru vzorků hornin ze čtvrté planety sluneční soustavy.

Analýza organizace Aerospace Corp. ovšem ukazuje, že náklady na výpravu by mohly dosáhnout až 3,5 mld. USD. A to je mnohem více, než si stávající rozpočet NASA může dovolit. Národní výzkumná rada doporučuje uvažovat o misi jen v případě, že by se náklady podařilo snížit o plnou miliardu – třeba s pomocí mezinárodní spolupráce. Druhou alternativou je odložit výpravu do další desetiletky, nebo ji rovnou zrušit a dát přednost jiným destinacím.

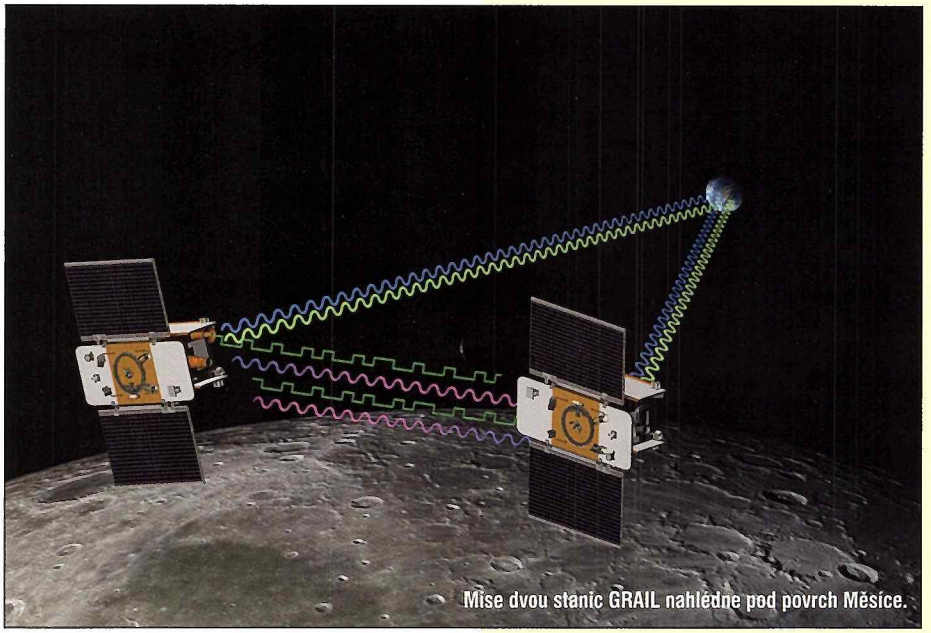
Ještě hrůzostrašněji vypadá rozpočet mise **JEO,** který by se při startu v letech 2020 až 2022 mohl vyšplhat na 4,7 mld. dolarů. Mise by sice měla značný vědecký přínos (už proto, že na stejnou dobu plánuje let ke Ganymedu, dalšímu ze čtyř velkých Jupiterových měsíců, také ESA), ale reálně jde o extrémně vysokou částku.

Rada doporučuje misi uskutečnit jen za předpokladu výrazného růstu financí pro planetární průzkum. Skutečnost je ovšem taková, že americký federální rozpočet má být po dobu příštích pěti let zmrazený, planetární má dokonce klesnout. Abychom se bavili o reálných číslech: ještě počátkem letošního roku měla NASA dostat v roce 2012 na meziplanetární lety částku 1,49 mld. USD s postupným růstem na 1,65 mld. USD do roku 2016 a dalším růstem pokrývajícím inflaci do roku 2022. S tím měly jít realizovat výše zmíněné mise třídy Discovery a New Frontiers plus jedna vlajková mise (pokud by se podařilo srazit cenu MAX-C).

Jenomže aktuálně platný návrh rozpočtu NASA vypadá jinak. V roce 2012 se sice planetární mise mohou těšit na částku 1,54 mld. USD, ale ta má do roku 2016 klesat (!) na 1,26 mld. USD.



Robot Curiosity bude na dlouhé roky poslední velkou (a drahou) meziplanetární výpravou.



Mise dvou stanic GRAIL nahlédne pod povrch Měsíce.

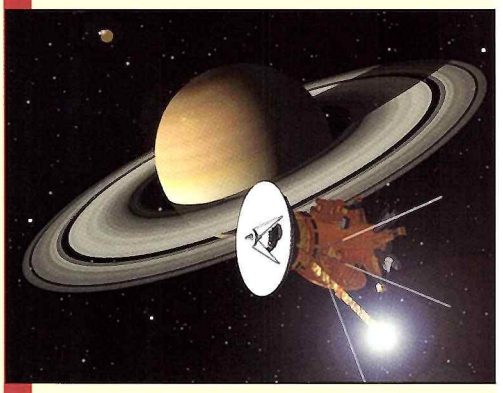
Ve světle těchto faktů tak jen pro úplnost dodáváme, že studie doporučuje jako náhradní vlajkovou misi (v případě, že by se cenu obou výše uvedených nepodařilo srazit do rozumných mantinelů) výpravu k Uranu, kdy by se sonda stala jeho umělou družicí a dlouhodobě zkoumala planetu se soustavou jejích měsíců.

Příliš vzdálený Mars

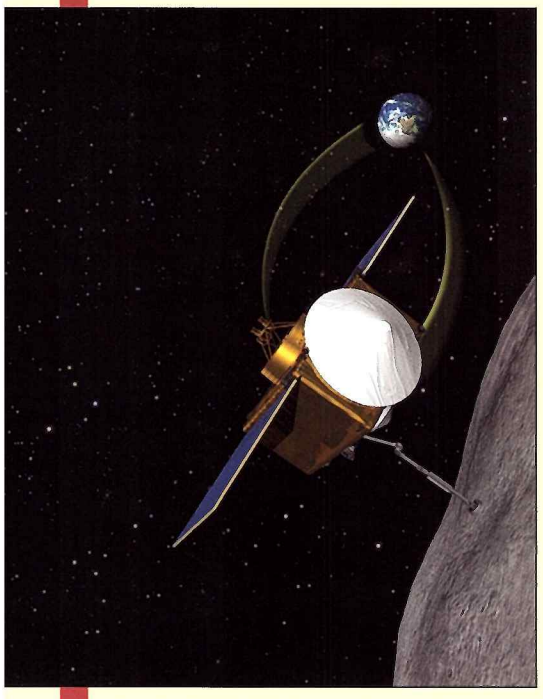
Problémy budoucích amerických meziplanetárních letů se negativně promítají i do mezinárodní spolupráce. První reálný problém je již na světě: NASA a ESA počítaly se sérií tří

⇨⇨

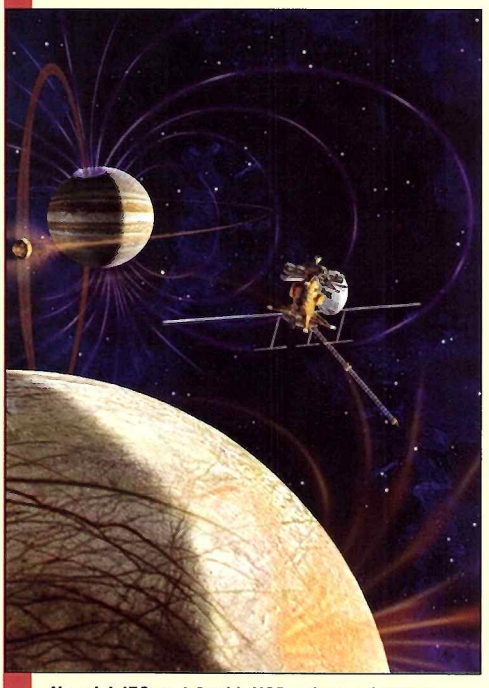
Přítomnost je tedy neskutečně bohatá. Otazníky se ovšem vznášejí nad budoucností, protože stávající americká administrativa stejně jako aktuální hospodářská situace v USA kosmickému průzkumu příliš nepřeje.



Provoz sondy Cassini stojí ročně 60 mil. dolarů.



OSIRIS-REx se chystá přivézt na Zemi vzorky horniny z asteroidu. Není ale vůbec jisté, zdali kdy odstartuje.



Na misi JEO za 4,6 mld. USD máme prý rovnou zapomenout…

výprav na Mars v letech 2016, 18 a 20. Právě mise MAX-C včetně přistávacího zařízení SkyCrane (poprvé jej má otestovat robot Curiosity) měla představovat americký podíl na výpravě v roce 2018.

NASA ovšem musela oznámit, že svůj podíl na programu není schopná financovat. Evropa následně počátkem dubna 2011 vyhlásila stopstav pro práce na své části celého projektu: o několik týdnů později jej sice znovu v pozměněné podobě rozjela, ale přesto je jeho budoucnost nejistá. I silně ořezané evropské vozidlo Pasteur pro výsadek v roce 2018 je totiž lehce nad hranicí plánovaného rozpočtu – a kdyby přišly nečekané výdaje či komplikace, bylo by ještě hůř.

Mraky se ovšem rychle zatáhly i nad první částí společného průzkumu: orbitální sondou Mars Trace Gas Orbiter (start 2016). Studie Národní výzkumné rady ji k realizaci vysloveně doporučila, ale v říjnu 2011 musel administrátor NASA Charles Bolden informovat mezinárodní partnery, že vzhledem k napjatému rozpočtu není schopen dostát svým závazkům – a že misi nepodpoří přislíbenou nosnou raketou Atlas V. Protože i tato mise má velmi napjatý rozpočet, je nyní nákup nosiče i mimo možnosti ESA coby hlavního dodavatele projektu. ESA se proto pustila do usilovného vyjednávání s Ruskem o možnosti spolupráce, zvláště pak dodávky nosné rakety Proton.

Faktem každopádně je, že budoucí americko-evropská spolupráce ohledně technicky i finančně náročného průzkumu planety Mars se zhroutila jako domeček z karet.

Průzkum (zatím) žije!

Jak již bylo uvedeno výše, na letošní listopad se připravoval start sondy **Curiosity:** možná až na několik desetiletí poslední z velkých meziplanetárních sond. Devět set kilogramů těžké vozidlo má na povrch Marsu dopravit 80 kg vědeckých přístrojů: více, než nesly všechny americké přistávací automaty dohromady za posledních čtvrtstoletí. Díky radioizotopovému generátoru nebude sonda odkázaná na střídání dne a noci, díky mobilitě se bude moci vydávat k nejatraktivnějším cílům v okolí místa přistání (kráteru Gale).

NASA plánuje, že robot by na Marsu měl pracovat minimálně jeden místní rok (687 dní pozemských) a že by mohl urazit nejméně 4,5 km. Původní plán počítal s ujetím dvaceti kilometrů, ale technické potíže při vývoji automatu vedly k tomu, že NASA byla při stanovení cílů opatrnější. Program si dosud vyžádal 2,47 mld. USD – což je nárůst o 68 procent oproti rozpočtu, který byl schválený v roce 2003.

Také další sonda k Marsu, která bude „Made in USA", je prakticky jistá. **MAVEN** (Mars Atmosphere And Volatile EvolutioN) vynese raketa Atlas V v listopadu 2013. Půjde o první sondu určenou výhradně k monitorování horních vrstev atmosféry Marsu. Mezitím (v květnu 2013) má vzlétnout lunární sonda **LADEE** (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer), která bude pátrat po stopách extrémně řídké atmosféry Měsíce stejně jako po prachu na jeho oběžné dráze.

Stejně tak NASA intenzivně pracuje na třetí misi v programu New Frontiers (po sondách New Horizons a Juno), kterou bude odběr vzorků (cca 60 gramů) z asteroidu 1999 RQ36 a jejich doprava do pozemních laboratoří. Se startem sondy **OSIRIS-REx** (Origins-Spectral Interpretation-Resource Identification-Security-Regolith Explorer) se počítá v září 2016, s přistáním zpět na Zemi o sedm let později.

Na jaře 2011 zároveň NASA oznámila výběr tří kandidátských projektů na dvanáctou misi Discovery („rychleji, lépe, levněji"). Jde o **GEMS** (Geophysical Monitoring Station, modul pro přistání na Marsu a studium jeho interiéru), **TiME** (Titan Mare Explorer, plovoucí sonda pro Saturnův měsíc Titan) a **Comet Hopper** (automat, který by opakovaně přistával na povrchu komety Wirtanen). V polovině příštího roku se očekává výběr vítěze a jeho následný start do konce roku 2016.

Jistá je jen nejistota

Aby nejistoty nebylo málo, objevila se několik dní před uzávěrkou tohoto Kozmosu zpráva, že americký planetární průzkum má dostat počínaje rozpočtovým rokem 2013 těžkou ránu. Americká administrativa prý počítá jen se sondami Curiosity a MAVEN, další rozdělané projekty budou přerušeny (a nové nebudou dočasně zahajovány).

Navíc má být mnoho přesluhujících automatů definitivně vypnuto – a o případném prodlužování misí se bude rozhodovat mnohem přísněji, než dosud. Zatím se totiž vycházelo z logiky „dokud to funguje, je škoda to vypínat". Jenže třeba roční provoz sondy Cassini stojí NASA 60 mil. USD! Automat měl pracovat v letech 2004 až 08. NASA nejprve prodloužila jeho činnost o dva roky, později o dalších sedm let – aktuálně se tak počítá s jejím řízeným zánikem v atmosféře Saturnu v září 2017. Deset let práce navíc je sice vědeckou bonanzou, ale zároveň výdajem ve výši přes půl miliardy dolarů, což de facto představuje jednu zcela novou meziplanetární výpravu.

I když ostatní sondy nejsou finančně tak náročné jako obří Cassini, přesto se náklady na ně pohybují v řádu desítek miliónů dolarů ročně za kus (např. robot Opportunity na povrchu Marsu vyjde na 20 mil. USD). Když si to vynásobíme dvaceti sondami (z nich je třináct přesluhujících), je jasné, že tyto mise představují pro rozpočet NASA čím dál větší kouli na noze.

Navíc jsme už výše uvedli, že v rozpočtovém roce 2012 bude na meziplanetární mise vyhrazeno 1,54 mld. USD, ale v roce 2016 už jen 1,26 mld. USD (pokles o téměř dvacet procent!). Je tedy jasné, že někde se bude muset šetřit – buď v oblasti sond pracujících „nad plán", nebo v oblasti letů budoucích.

Nebo se budou hledat úspory v obou kategoriích.

Zdali je zpráva o tvrdých úsporách v oblasti budoucích planetárních výprav USA (rovnající se prakticky jejich zastavení) pravdivá, nebo je před námi přece jen optimističtější budoucnost, nebylo v době uzávěrky tohoto materiálu jasné. Ať už vše dopadne jakkoliv, jedno je jisté: zlatá éra meziplanetárního průzkumu končí.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA

Vojtech Rušin z Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici pri prednáške.

Škola astronómie pre seniorov

Prešovská univerzita je na verejnosti známa svojimi aktivitami aj v oblasti celoživotného vzdelávania. Univerzita tretieho veku už prenikla do povedomia našich starších spoluobčanov. Jednou z aktivít orientovaných na prácu s touto vekovou kategóriou je *Škola astronómie pre seniorov*. Projekt vznikol vďaka finančnej podpore Nadácie SPP. Predkladateľom projektu bolo Centrum celoživotného a kompetenčného vzdelávania Prešovskej univerzity v Prešove. Autorkou a garantom projektu je RNDr. Mária Csatáryová, PhD – odborná asistentka katedry Fyziky, matematiky a techniky Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove. Plánovaný program projektu sa začal napĺňať v auguste 2011 a končí v novembri 2011.

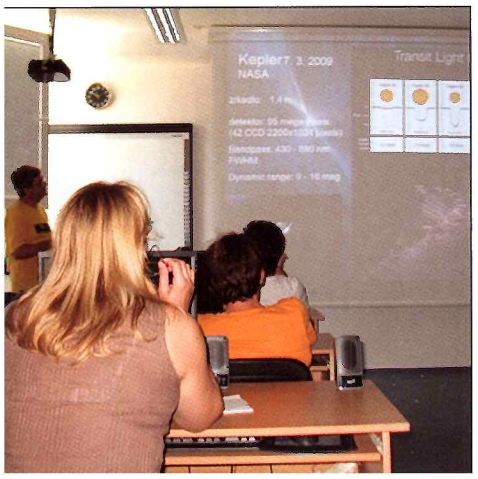
Cieľom projektu bolo vzbudiť u seniorov záujem o astronómiu, vytvoriť nové sociálne väzby v spojení pre nich netypickými aktivitami. Astronómia je lákavá azda pre všetkých ľudí, no väčšina z nich si na ňu nájde čas, až keď je pracovných povinností pomenej. Preto zámerom autorov projektu bolo ponúknuť možnosť vzdelávania práve v tejto oblasti. Lektori projektu oboznámili účastníkov projektu s počítačovými programami Stellarium a Aladin (produkty EURO VO – európskeho projektu virtuálnych observatórií). Stellarium je 3D počítačové planetárium, ktoré zobrazí nočnú oblohu tak, ako ju môžeme vidieť v reálnych podmienkach, navyše umožní vyhľadávať objekty nočnej oblohy v ľubovoľnom čase a priblíži ich ako v najväčších ďalekohľadoch sveta. A tak posledné týždne v mesiaci od augusta do novembra tohto roku patrili virtuálnym potulkám seniorov po nočnej oblohe. Spoznávali súhvezdia severnej i južnej nočnej oblohy, sledovali astronomické úkazy, objavovali čaro objektov Messierovho katalógu. Najnovšia verzia Stellaria umožňuje zostrojiť svetelnú krivku historických supernov či HR diagram najjasnejších hviezd, čo si nadšenci pre astronómiu vyskúšali v praxi. Súčasťou kurzu boli aj reálne pozorovania Slnka slnečným Hα ďalekohľadom, ktorý nám umožnil pozorovania aktívnych dejov v slnečnej atmosfére, ako sú erupcie a protuberancie.

Popularitu medzi seniormi mali aj nočné pozorovania. Účastníci sa naučili vyhľadávať objekty nočnej oblohy – planéty, hmloviny, hviezdokopy, galaxie... Pre záujemcov o astronomické fotografovanie to bola skvelá príležitosť nafotiť si vlastné fotky zaujímavých astronomických úkazov. Stretnutia seniorov boli obohatené aj o odborné prednášky.

Do tajov Slnka ich zasvätil RNDr. Vojtech Rušin, DrSc., z Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici, ktorý prednášal na témy – *Dynamické Slnko* a *Cesty za Slnkom*. Mgr. Peter Ivan z Prešovskej hvezdárne zaujal seniorov *prednáškou o Slnku*. Na aktuálnu tému *Tmavá hmota* prednášal RNDr. Igor Kudzej, CSc., riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne v Humennom. Do *problémov svetelného znečistenia a jeho dôsledkoch* zasvätil účastníkov projektu riaditeľ Hvezdárne v Rimavskej Sobote RNDr. Pavol Rapavý. Prešovskú univerzitu prezentovali doc. Michal Salák, CSc. a RNDr. Mária Csatáryová, PhD., témami *Zo života hviezdy* a *Kozmológia*. Na niektorých prednáškach sa zúčastnili aj študenti Fakulty humanitných a prírodných vied, čo ukázalo, že astronómia je zaujímavá pre všetky vekové kategórie. V rámci štyroch týždňových kurzov sa na projekte zúčastnilo takmer sto seniorov. Záujem o astronómiu u niektorých seniorov presiahol rámec samotného projektu, a preto im bola umožnená návšteva Astronomického observatória v Kolonickom sedle. Po skončení projektu účastníci majú možnosť prihlásiť sa na trojročné štúdium astronómie na Univerzite tretieho veku v Prešove. Tento projekt je jednou z možností popularizácie astronómie, ako jednej z prírodných vied.

Mária Csatáryová

Prednáška Pavla Rapavého, riaditeľa Hvezdárne v Rimavskej Sobote.



Hvezdári v Michalovciach **oslavovali**

Hvezdáreň v Michalovciach už 30 rokov poskytuje svoje služby verejnosti. Prvého decembra oslávila svoje okrúhle narodeniny. Pri tejto príležitosti bola už od 1. novembra v klubovni hvezdárne nainštalovaná výstava fotografií, ktoré sú prierezom činností počas uplynulých 30 rokov. Sú tam fotografie zachytávajúce prestavbu Moussonovho domu na účelovú budovu s dvoma kupolami, ktorá sa realizovala začiatkom osemdesiatych rokov minulého storočia. Je tam množstvo záberov z prednášok, pozorovaní, táborov a súťaží.

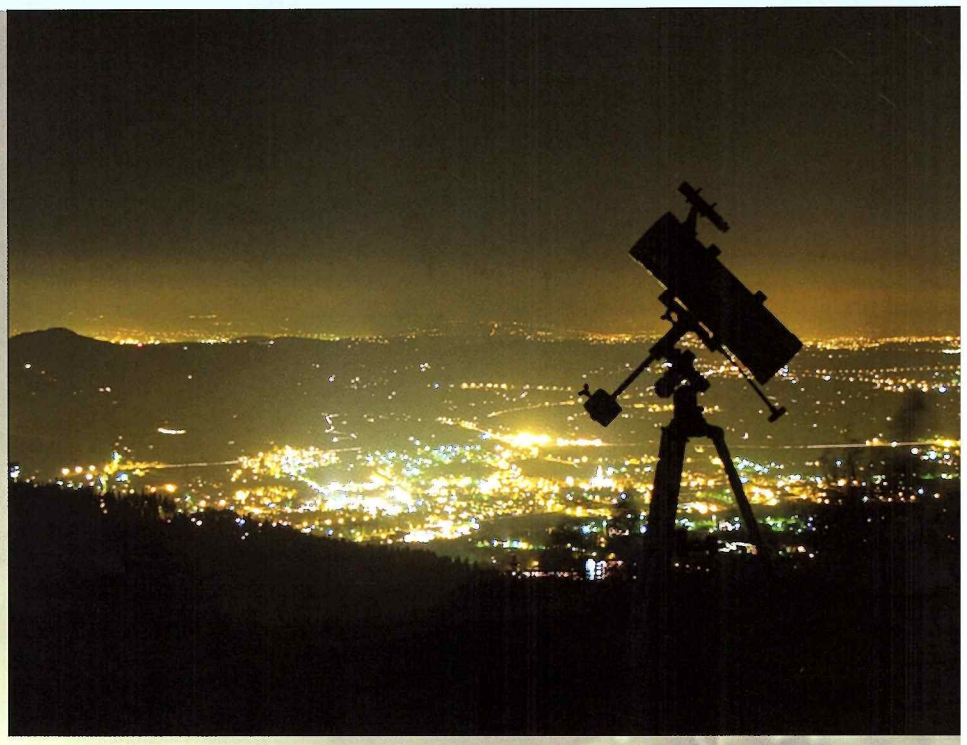
Na piatkový večer 2. decembra 2011 bolo pripravené sviatočné stretnutie pracovníkov hvezdárne s pozvanými hosťami, medzi ktorými nechýbali zástupcovia zriaďovateľa – Košického samosprávneho kraja, viceprimátor mesta Michalovce, predstavitelia kultúrnych inštitúcii v samospráve KSK, riaditelia a učitelia michalovských škôl, bývalí i súčasní krúžkari a priaznivci hvezdárne.

Slávnostný večer otvorila riaditeľka hvezdárne Mgr. Gabriela Kramáreková, po nej pokračovali príhovory pozvaných hostí. S prečítaním listu predsedu KSK JUDr. Zdenka Trebuľu vystúpila vedúca odboru kultúry a cestovného ruchu KSK pani PhDr. Jana Kovácsová, prihovoril sa aj viceprimátor mesta Michalovce MUDr. Benjamín Bančej a odovzdal riaditeľke plaketu mesta. Svoje blahoželanie i poďakovanie za spoluprácu predniesli zástupcovia susedných hvezdární a ďalších kultúrnych inštitúcií.

Program pokračoval obrázkovou a textovou prezentáciou o činnosti hvezdárne, ktorú sprevádzal svojím živým až humorným slovom astronóm hvezdárne RNDr. Zdeněk Komárek. Ten si pre hostí pripravil aj krátku 3D prezentáciu obrázkov z vesmíru, ktorú hostia sledovali 3D-okuliarmi. Oficiálny program ukončil krátky zostrihový film zhotovený Mgr. Miladou Jakubecovou, pri výrobe ktorého použila staré i novšie videosekvencie z činnosti a života hvezdárne.

Na záver sa prítomní ponúkli z občerstvenia, ktoré pripravili učitelia a žiaci Súkromnej hotelovej akadémie na Komenského ulici v Michalovciach a pospomínali i podebatovali v kuloároch hvezdárne.

Gabriela Kramáreková



Celé stáročia obyvatelia našej planéty Zem vedeli, že vo dne im svieti Slnko a v noci Mesiac a hviezdy. Fáza Mesiaca určovala výšku intenzity osvetlenia ich polí, lúk, lesov... Mohli pozorovať taký počet hviezd, aký dnes neuvidíme ani v najodľahlejších končinách planéty.

Výroba elektrickej energie spôsobila veľký prevrat v celej spoločnosti. Môžeme počúvať rádio, pozerať televíziu, odpovedať na e-maily či využívať sociálne siete. Tá istá elektrická energia nám umožňuje svietiť si, keď ideme v noci na záchod alebo do kuchyne. Svietime si pri čítaní kníh, lúštení krížoviek... Ak chceme v noci pozorovať hviezdy, tiež si na ne posvietime. Stop! Nie je to postavené na hlavu? Veď, ak chceme v dnešnej dobe pozorovať hviezdy, musíme predsa zhasnúť. A tu je ten problém.

Naše svetlo verzus svetlo hviezd

Nesprávne naprojektované svietidlá osvetľujú najmä nebo nad nami, a nie cestu pod našimi nohami či kolesami áut. Už aj na predmestiach je veľmi ťažké pozorovať Mliečnu dráhu. V centrách vidíme len tie najjasnejšie hviezdy a planéty. Tradičné mestské hvezdárne svojim návštevníkom ukazujú len niektorú planétu alebo Mesiac. Hmlovinu málokedy, a tie len s lepšími ďalekohľadmi. Staré „kudéčka" nestíhajú držať krok. No nie je to len slabým výkonom zastaranej techniky. Ako máme pozorovať na presvetlenej oblohe? Umelé svetlo často zasahuje veľmi vysoko nad obzor. Že je to problém len nás astronómov? Omyl! Týka sa to každého.

Hormón melatonín je jedným z najvýznamnejších hormónov pre telo človeka. Je vylučovaný v epifýze (žľaza s vnútorným vylučovaním) len za tmy. Jeho produkcia sa môže obmedziť, či dokonca úplne zastaviť, keď si v noci zasvietime napríklad pri vykonávaní potreby. Veľmi zle na tvorbu melatonínu vplýva aj spánok v osvetlenej miestnosti. Nehovoriac o ľuďoch pracujúcich v nočných smenách. A kvôli čomu ho vlastne potrebujeme? Počas dňa v bunkách vznikajú genetické chyby, ktoré opravuje práve melatonín. V konečnom dôsledku platí, že čím je jeho doba vylučovania kratšia, tým menej genetických porúch sa stihne opraviť. Nedostatočná dĺžka noci, teda času, počas ktorého nie sme vystavení osvetleniu, ovplyvňuje náladu a spôsobuje celý rad ochorení. Malé množstvo melatonínu v krvi je príčinou depresií, únavy, bolesti hlavy, ale aj oveľa vážnejších ochorení. Nevynímajúc rakovinu, hypertenziu, obezitu, Alzheimerovu chorobu a iné. Autisti majú hodnoty melatonínu značne nižšie ako zdraví jedinci. Okrem toho melatonín riadi produkciu ďalších hormónov ako napríklad adrenalínu či kortizolu.

Na otázku, aké máme v oku receptory, väčšina z nás odpovie, že tyčinky a čapíky (česť výnimkám). Od roku 2007 to však už neplatí. Tyčinkami a čapíkmi vnímame farby, svetlo a obrysy. Tretí druh buniek, tzv. fotosenzitívne retinálne gangliové bunky (photosensitive Retinal Ganglion Cells), slúžia na vnímanie svetla. Hlavnú časť bunky tvorí farbivo melanopsín, citlivý na modré svetlo. Po zachytení obrazu sa prenáša nervovými vláknami do zrakového centra v zadnej časti mozgu. No nielen tam. Niektoré nervové vlákna spájajú sietnicu so suprachiazmatickým jadrom, ktoré funguje ako hlavné hodinky organizmu.

Svetlo z lámp prekáža aj rastlinám. Stromy vysadené v parkoch v blízkosti nesprávne naprojektovaných svietidiel, väčšinou ide o gule, opadávajú na jeseň oveľa neskôr, a tak nie sú pripravené na mrazy a hynú.

Počet uhynutého hmyzu v dôsledku snahy letieť za svetlom, a to za každú cenu, dosahuje denne miliardy na celom svete. Množstvo molí vyčerpá svoje sily, a tak uhynie od vysilenia. Často sa stáva, že sa okrídlený hmyz dostane do priameho styku s nechránenou výbojkou. Na následky zasiahnutia elektrickým prúdom zahynie a zvyšky tiel sa usadzujú na dne skleneného „obalu" svietidla, ktorý je tam často zbytočne, čo ešte viac znižuje účinnosť takéhoto svietenia. Čo to znamená? Zbytočne sme prišli o peniaze. Znova a znova.

Poznáte astronóma pozorovateľa, ktorý by rád pozoroval na presvetlenej oblohe, kde vidí len Mesiac a nejakú tú planétu? Všetci profesionáli i amatéri sú nútení vyhľadávať oblasti čo najmenej zasiahnuté svetelným smogom nielen z miest. Podľa definície je pozorovateľ *stránka zúčastnená na istom konaní bez práva rozhodujúcim spôsobom zasahovať*. Lenže tu zasiahnuť môžeme.

Slovenský zväz astronómov amatérov a Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV, konkrétnejšie Sekcia ochrany pred svetelným znečistením, sa snaží eliminovať dopady svetelného znečistenia na Slovensku, keďže legislatívu, ktorá by sa v potrebnej miere zaoberala svetelným znečistením, nemáme.

Podporte medzinárodný projekt ***Kolko hviezd ešte vidíme?***, do ktorého sa v roku 2011 zapojila aj Slovenská republika. Stačí sa voľným okom pozrieť na oblohu a správu z pozorovania odoslať pomocou vopred pripraveného formulára. Výsledky pozorovaní sú vyhodnocované a zakresľované do celosvetovej mapy svetelného znečistenia. Všetko potrebné sa dozviete na slovenskej stránke projektu *http://svetelneznecistenie.sk/stars*. Nezabudnite, že to robíte pre seba a svoje deti! Ďalšie informácie týkajúce sa svetelného znečistenia nájdete na stránke *www.svetelneznecistenie.sk*.

RENÉ NOVYSEDLÁK,
koordinátor projektu How many stars?
na Slovensku, SZAA, SAS pri SAV

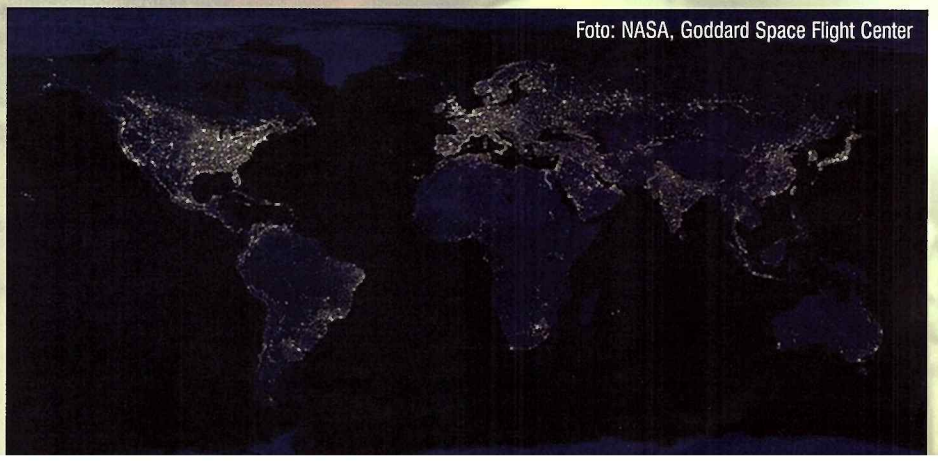
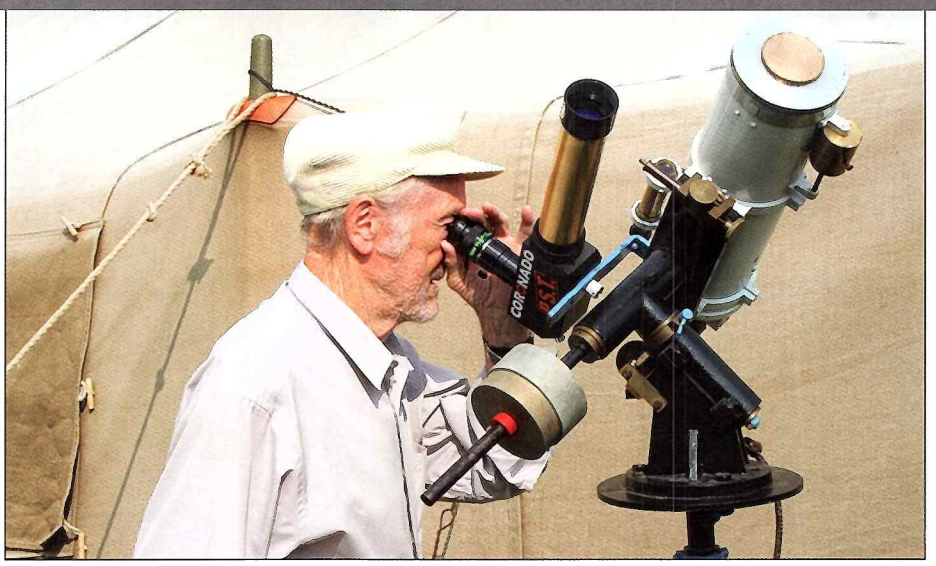


Foto: NASA, Goddard Space Flight Center

Zomrel Juraj Bardy

Mgr. Juraj Bardy – slovenský astronóm amatér, propagátor a popularizátor astronómie



Profesor Bardy pozoruje slnečné protuberancie počas meteorickej expedície Perzeidy 2009.

Amatérskym astronómom zo stredného Považia určite nie je treba predstavovať stredoškolského profesora Juraja Bardyho, slovenského astronóma amatéra, spoluzakladateľa Astronomického kabinetu pri Okresnom osvetovom stredisku v Považskej Bystrici. Poznali sme ho ako prísneho, náročného, spravodlivého, ale stále optimisticky naladeného človeka, plného energie a živej aktivity. Zaslúžil sa najmä o rozvoj amatérskej astronómie v Považskej Bystrici a jej okolí.

Juraj Bardy sa narodil 23. 9. 1919 v dedinke Nesluša, okres Kysucké Nové Mesto, kde absolvoval základnú a meštiansku školu a do Považskej Bystrice prišiel ako 15-ročný mladík z Kysúc po ukončení meštianskej školy. V rokoch 1953 – 1958 študoval matematiku a fyziku na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. Počas vysokoškolského štúdia začal pôsobiť na Gymnáziu v Považskej Bystrici ako stredoškolský profesor, kde zotrval až do odchodu na dôchodok v roku 1982.

Jurajovi Bardymu sa podarilo v roku 1960 postaviť meteorologickú stanicu neďaleko gymnázia, v ktorom pôsobil ako pedagóg. Študenti sa zodpovedne starali o stanicu, sledovali a zapisovali zmeny na prístrojoch. Stanica obsahovala základné prístroje, ako sú teplomery, vlhkomer a dažďový hrniec. Pri prestavbe školy stanica zanikla. Slnečné hodiny umiestnené v parku oproti ulici Ivana Krasku, neďaleko štadióna v Považskej Bystrici boli skonštruované na jeho návrh a sú doteraz funkčné.

Najväčším snom Juraja Bardyho bola výstavba Okresnej ľudovej hvezdárne v Považskej Bystrici na Šibeničnom vŕšku v roku 1973. Tomuto snu podriadil svoj voľný čas, no i napriek tomu, že pozemok aj projektová dokumentácia boli vybavené – neuspel. V jeho snahách pokračovala trojica mladých astronómov amatérov – František Michálek z Vrtižera, Zdeno Velič z Beluše a Marián Mičúch z Plevníka-Drienového, ale tiež neuspeli. Po roku 1989 sa títo mladí Bardyho odchovanci rozhodli vybudovať si vlastné astronomické pozorovateľne (v Považskej Teplej, v Plevníku-Drienovom a v Beluši). Neskôr k nim pribudli ďalšie (Boris Kardoš v Prečíne a Rudo Formánek v Dohňanoch). Od roku 1999 začali vznikať občianske združenia a amatérska astronómia v považskobystrickom regióne sa začala spájať s menom Juraja Bardyho.

Takmer pol storočia venoval svoj voľný čas veľkej záľube – amatérskej astronómii. Aktívne pracoval v Spoločnosti matematikov a fyzikov Slovenska. Bol členom Akadémie vzdelávania v Považskej Bystrici, Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV v Tatranskej Lomnici, a tiež patrí medzi členov Slovenského zväzu astronómov amatérov. Ako člen Ústredného výboru Spoločnosti PROMETHEUS v Bratislave viac rokov prednášal na rôzne prírodovedné témy. V roku 1985 sa nemalou mierou zaslúžil o vznik Astronomického kabinetu pri Okresnom osvetovom stredisku v Považskej Bystrici a stal sa jej prvým predsedom.

Za šírenie astronomických poznatkov získal 1. cenu Mikuláša Konkolyho a 9 plakiet od kultúrnych ustanovizní za rozvoj kultúry a astronómie.

Juraj Bardy bol vynikajúcim prednášateľom, vedel sa prispôsobiť vekovému i sociálnemu zloženiu poslucháčov a aj tú najkomplikovanejšiu problematiku vedel podať zrozumiteľne – populárnou formou. Svojimi prednáškami pre záujemcov v meste, na dedinách, školách, dokázal upútať pozornosť každého poslucháča.

Jeho činorodá, záslužná práca mala široký záber, a preto nie je možné nespomenúť veľké úsilie venované organizovaniu olympiád, vytváraniu a vedeniu astronomických a vzdelávacích krúžkov (23 astronomických krúžkov so žiakmi gymnázia v Považskej Bystrici, 2 vzdelávacie krúžky pri Mestskom kultúrnom stredisku), ale i vedeniu krúžku pre obsluhu meteorologickej stanice pri gymnáziu v Považskej Bystrici, ktorej bol iniciátorom.

Pán profesor Bardy ma naučil, ako odovzdávať poznatky z astronómie iným, ako viesť astronomické krúžky, ako podchytiť a nadchnúť mladých pre túto krásnu vedu. Aj vďaka nemu som si skonštruoval vlastné ďalekohľady, vybudoval vlastnú pozorovateľňu a navnadil aj ďalších. Vyvrcholením našej spolupráce bolo v roku 1999 založenie Astronomického klub v Plevníku-Drienovom, ktorý bol s jeho súhlasom pomenovaný na Astronomický klub Juraja Bardyho v Plevníku-Drienovom.

V roku 2009 bolo Jurajovi Bardymu udelené Verejné uznanie za celoživotnú aktívnu činnosť v oblasti astronómie a výchovu mládeže so zameraním na prírodné vedy.

Z príležitosti jeho deväťdesiatin bola v Plevníku-Drienovom krásna spomienková akcia a oslávencovi prišli zablahoželať okrem iných aj starosta obce Ing. Jozef Štens, primátor Považskej Bystrice MUDr. Miroslav Adame, predseda TSK MUDr. Pavol Sedláček, prvý slovenský kozmonaut plk. Ing. Ivan Bella a riaditelia takmer všetkých hvezdární na Slovensku.

Odišiel vzácny a veľmi múdry človek. Pre nás všetkých bol, je a bude obrovskou autoritou. Členom nášho klubu vlieval určitý pocit istoty. Táto istota sa dňom 13. 11. 2011 otriasla, lebo jeho miesto je nezastupiteľné. Nebýva zvykom pomenovať občianske združenie, akým náš klub je, po žijúcom človeku. My sme to v roku 1999 urobili a vieme prečo...

Pán profesor, nikdy na vás nezabudneme, vaše meno bude v názve nášho klubu navždy. Česť vašej pamiatke.

Marián Mičúch,
predseda Astronomického klubu
Juraja Bardyho v Plevníku-Drienovom

Za Mgr. Jurajom Bardym († 13. 11. 2011), slovenským astronómom amatérom

Fotografia z osláv 90-tych narodenín v kultúrnom dome v Plevníku-Drienovom v roku 2009, kde je oslávenec v kruhu významných hostí.

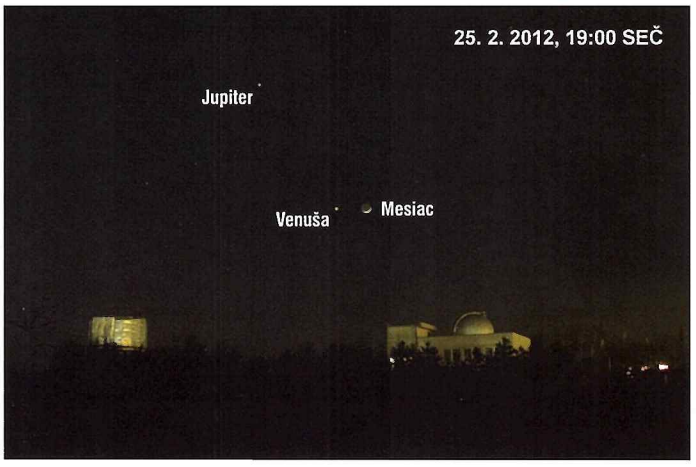
Najstarší účastník astrotábora Perzeidy 2008 Juraj Bardy odpovedá na otázky regionálnych médií.

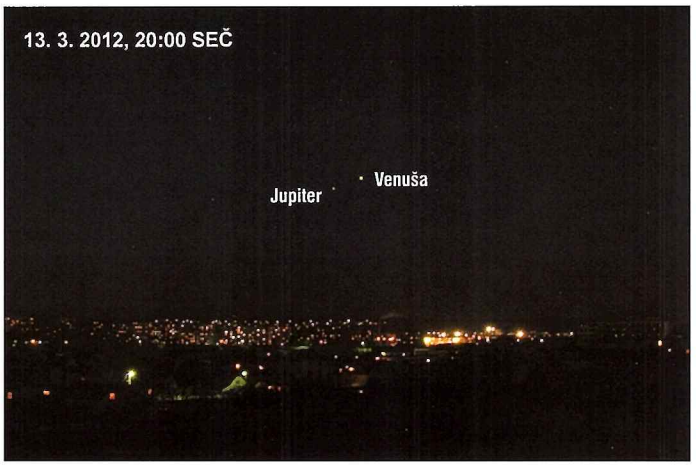
Pozorujte s nami * Pripravil Pavol Rapavý

Február – nmarec 2012

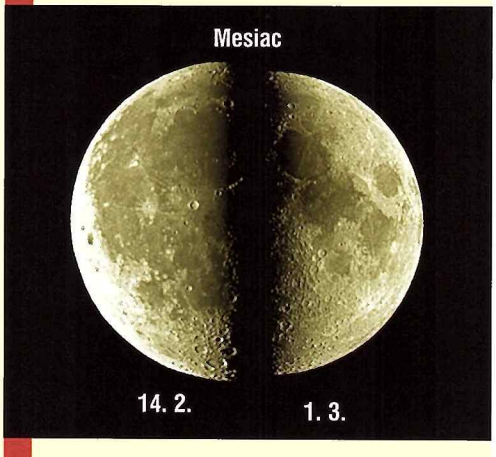
Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári





Pre mnohých nastane očakávaná jar s dostatočne dlhými nocami a už príjemnejšími teplotami. Oblohe bude kraľovať jagavá Venuša, začiatkom marca bude najlepšia večerná viditeľnosť Merkúra. Mars sa dostane do opozície, Saturn sa do nej blíži a jasný Jupiter bude nad obzorom v prvej polovici noci. Iste zaujme jeho konjunkcia s Venušou v polovici marca. Čaká nás niekoľko pekných zoskupení asteroidov s objektmi nočnej oblohy a skvelým spestrením bude aj relatívne jasná, cirkumpolárna kométa Garradd. Skrátka snáď prídu len meteorári, ktorí majú tentokrát svoju typickú „uhorkovú" sezónu.



Planéty

Merkúr je nepozorovateľný, uhlovo veľmi blízko pri Slnku, vychádza súčasne s ním. 7. 2. je v hornej konjunkcii so Slnkom, po nej sa presunie na rannú oblohu a bude sa od neho vzďaľovať. V polovici februára zapadne krátko pred koncom občianskeho súmraku ako objekt –1,4 mag a jeho večerná viditeľnosť sa bude ďalej zlepšovať. 5. 3. dosiahne najväčšiu východnú elongáciu (18,2°) a ako objekt –0,3 mag zapadne vyše 1,5 hodiny po Slnku. V tomto období by sme ho teda nemali prehliadnuť, je to jeho najlepšia večerná viditeľnosť v tomto roku. Po elongácii sa jeho uhlová vzdialenosť od Slnka zmenšuje, no keďže sa blíži do dolnej konjunkcie (21. 3.) rýchlo sa zmenšuje aj jeho fáza a teda aj jasnosť. 15. 3. bude od Slnka ešte vzdialený 15°, no keďže bude z neho osvetlených len 10 %, dosiahne len 2,6 mag.

4. 3. bude v konjunkcii s Uránom (2,4°) a tak ďalekohľadom s dostatočným zorným poľom uvidíme obe planéty súčasne a zaujme nás ich rozdielne sfarbenie.

23. 3. nastane v noci konjunkcia s Mesiacom (4,9°), obe telesá však uvidíme vodorovne nízko nad obzorom po západe Slnka už o deň skôr.

Venuša (–4,1 až –4,4 mag) je skutočnou ozdobou večernej ozdoby, zapadne až neskoro počas astronomickej noci. 2. 2. sa presunie z Vodnára do Rýb, Barana až do Býka. Koncom marca bude len niekoľko stupňov západne od Plejád.

Začiatkom februára zapadne až po 20. hodine. Uhlovo sa od Slnka vzďaľuje a 27. 3. bude v najväčšej východnej elongácii (46°), jedinej v tomto roku. Vzhľadom na dobré geometrické podmienky (nachádza sa nad ekliptikou, ktorá má veľký sklon k obzoru) bude jej viditeľnosť výborná aj po maximálnej elongácii. Na presvetlenej oblohe sa začne strácať až koncom mája.

Počas týchto dvoch mesiacov sa jej fáza zmenší z 0,7 na 0,5 a uhlový rozmer z 15 na 25".

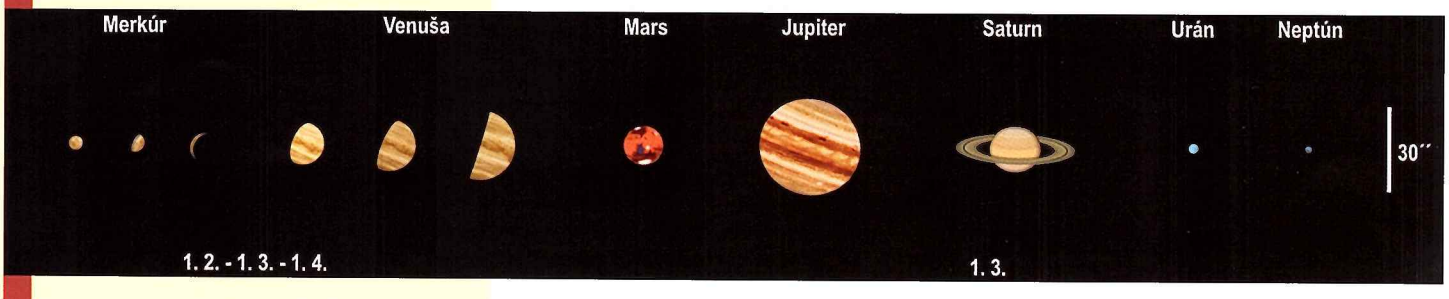
10. 2. bude Venuša v skvelej tesnej (0,3°) konjunkcii s Uránom, ich vzájomný pohyb bude značný už v priebehu niekoľkých dní. Pri konjunkcii s Jupiterom 14. 3. bude uhlová vzdialenosť oboch planét síce len 3°, no vzhľadom na ich jasnosť budú skvelou ozdobou večernej oblohy.

Konjunkcie s Mesiacom si vychutnáme 25. 2. a 26. 3., pri oboch im bude na oblohe asistovať aj Jupiter (pri februárovej vľavo, pri marcovej už bude západnejšie).

Mars (–0,6 až –1,2 mag) vychádza v neskorších večerných hodinách v Panne, no už 3. 2. sa presunie do Leva a koncom marca bude 6° východne od Regulusa. Zaujme svojim červenkastým sfarbením ako výrazný objekt nočnej oblohy. Jeho viditeľnosť sa predlžuje, 3. 3. je v opozícii a v tom čase bude aj najjasnejší, dosiahne až –1,2 mag. Dva dni po opozícii bude k nám najbližšie (0,674 AU), jeho uhlový rozmer dosiahne 14". V období okolo opozície je teda aj najvhodnejšia doba na pozorovanie jeho albedových útvarov, za dobrých pozorovacích podmienok pri dostatočnom zväčšení uvidíme aj jeho severnú polárnu čiapočku. Ďalšia, len o málo vhodnejšia opozícia Marsu, bude 8. 4. 2014, no jeho uhlový priemer bude však len o 1" väčší.

Konjunkcie s Mesiacom 10. 2. a 7. 3. sú nevýrazné vo vzdialenosti takmer 10° a vzhľadom na opozíciu Marsu aj pri veľkej fáze Mesiaca. Nakoľko je však Mars dostatočne jasný, v blízkosti Mesiaca si ho iste všimneme.

Jupiter (–2,3 až – 2,1 mag) v Baranovi je nad obzorom v prvej polovici noci, jeho viditeľnosť sa však skracuje a koncom marca zapadá už pred 21. hodinou, no aj to už je počas astronomickej



noci. 14. 3. bude v konjunkcii s Venušou a zmena ich vzájomnej polohy azda zaujme aj niektorých astrofotografov. Už triédrom uvidíme jeho štyri najväčšie mesiace a v ďalekohľade zaujme jeho rýchlou rotáciou sploštený disk s tmavými oblačnými pásmi a Veľkou červenou škvrnou.

Prechody Veľkej červenej škvrny centrálnym poludníkom Jupitera

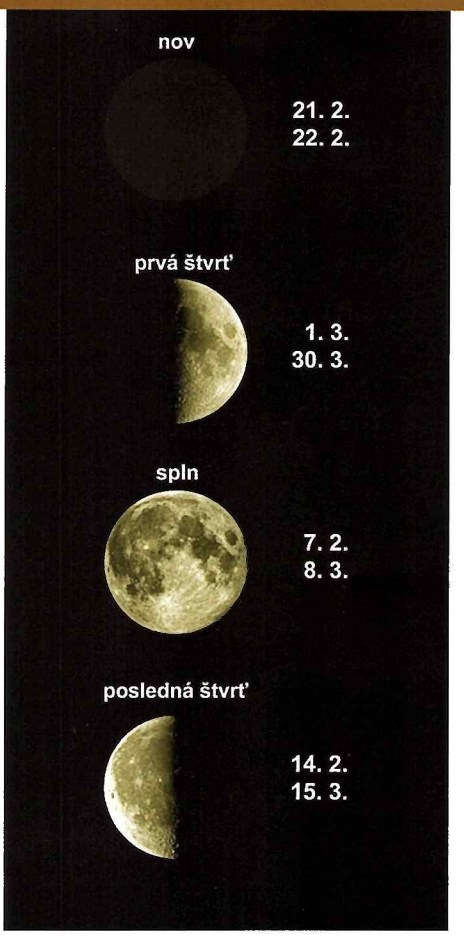
1. 2., 18:25	13. 2., 18:24	27. 2., 20:02	12. 3., 21:41
3. 2., 20:04	15. 2., 20:03	29. 2., 21:41	15. 3., 19:12
5. 2., 21:43	17. 2., 21:42	1. 3., 17:33	17. 3., 20:51
6. 2., 17:35	18. 2., 17:34	3. 3., 19:12	20. 3., 18:22
8. 2., 19:14	20. 2., 19:13	5. 3., 20:52	22. 3., 20:02
10. 2., 20:53	22. 2., 20:52	8. 3., 18:23	27. 3., 19:12
12. 2., 22:32	25. 2., 18:23	10. 3., 20:02	29. 3., 20:51

Konjunkcie s Mesiacom nastanú 27. 2. (2,9°) a 26. 3. (2,3°), no vzhľadom k tomu, že k maximálnemu priblíženiu dochádza pod obzorom, vhodnejšie podmienky sú vždy o deň skôr. V oboch prípadoch bude oblohu skrášľovať aj brilantná Venuša.

Saturn (0,6 – 0,3 mag) je vo východnej časti Panny, asi 6° severovýchodne od Spiky. Vychádza ešte pred polnocou, jeho nočná viditeľnosť sa zlepšuje, koncom marca sa nad obzor dostane už po 19. hodine, nakoľko sa blíži do opozície (15. 4.). 8. 2. je v zastávke a začne sa medzi hviezdami pohybovať spätne (k západu). 12. 2. a 11. 3. sa k nemu pridruží aj Mesiac, no ich vzdialenosť neklesne pod 6°. Už v malom ďalekohľade uvidíme jeho mohutné prstence, ktoré pozorujeme zo severnej strany. Ich krása, aj s tmavým Cassiniho delením, však vynikne až pri dostatočnom zväčšení.

Urán (5,9 mag) je nad obzorom večer v Rybách, no jeho viditeľnosť sa skracuje, koncom prvej marcovej dekády zapadne na konci nautického súmraku a 24. 3. bude od Slnka len 0,7° južne. Deň po konjunkcii bude od nás najďalej (21,070 AU). Pozorovateľov iste zaujme jeho tesná konjunkcia s Venušou 10. 2. a konjunkcia s Merkúrom 4. 3. Kosáčik Mesiaca sa k Uránu priblíži 24. 2., no ich vzdialenosť neklesne pod 4,5°. Za dobrých pozorovacích podmienok sa môžeme pokúsiť nájsť Urán aj voľným okom. Je v oblasti pomerne chudobnej na hviezdy, na identifikáciu poslúži mapa hviezdnej oblohy. V ďalekohľade ho uvidíme ako pokojne svietiaci zelenkastomodrý objekt, pri dostatočnom zväčšení aj ako kotúčik s priemerom 3,5".

Neptún (8,0 mag) vo Vodnárovi je nad obzorom len začiatkom tohto obdobia, jeho viditeľnosť sa skracuje. 20. 2. je v konjunkcii so

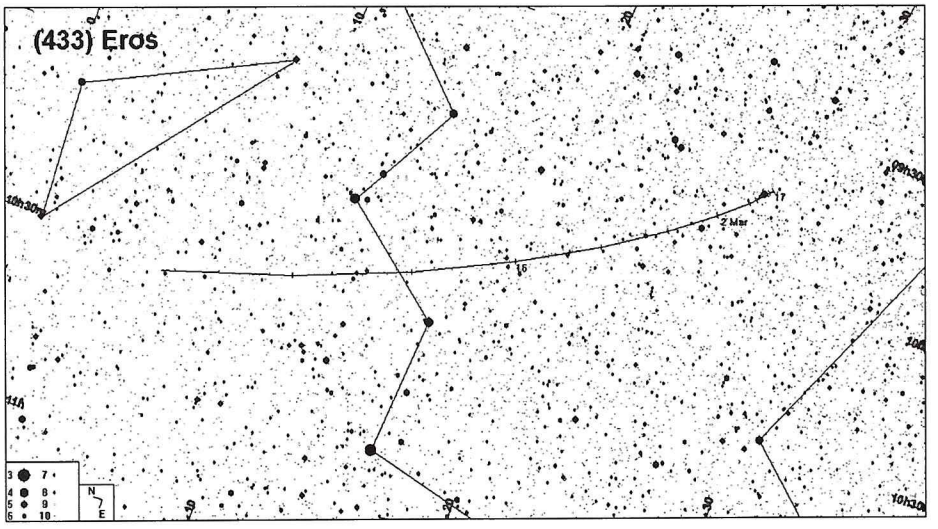


Slnkom a po nej sa presunie na rannú oblohu. Uhlovo sa od Slnka bude vzďaľovať, sklon ekliptiky k obzoru je však malý a tak ešte aj na konci marca je na začiatku občianskeho súmraku vo výške len 5°.

Mesiac a jeho zhliadnutie krátko po nove je vždy vzrušujúce a tieto dva mesiace sú na to najvhodnejšie. Nov nastáva 21. 2. o 23:35 a tak 22. 2. večer bude Mesiac 30 minút po západe Slnka len 18 hodín po nove a vo výške 3°(v azimute 6° vpravo ako zapadlo Slnko), osvetlených bude mať len 0,6 %. Ďalšia príležitosť nastane 23. 3. Diagramy Mesiaca krátko po nove sú v Astronomickej ročenke.

Fázy Mesiaca

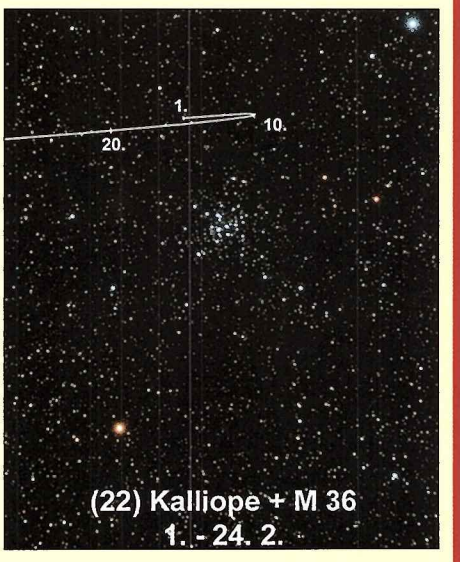
spln	7. 2., 22:54	8. 3., 10:40
posledná štvrť	14. 2., 18:04	15. 3., 2:25
nov	21. 2., 23:35	22. 3., 15:37
prvá štvrť	1. 3., 2:21	30. 3., 20:41



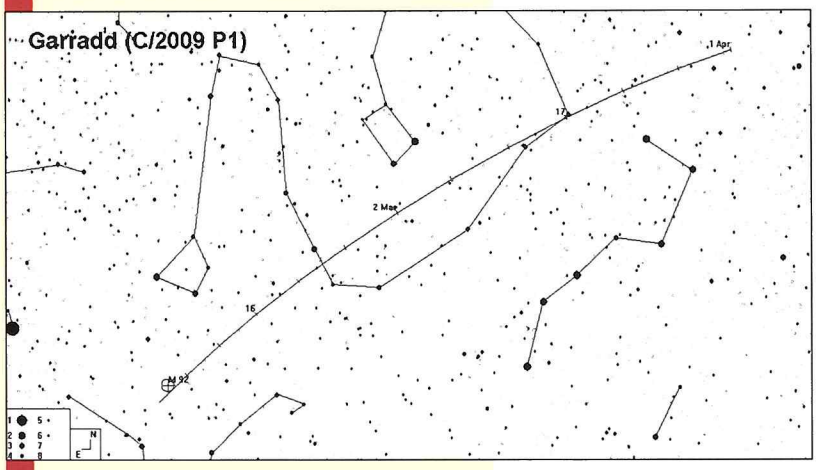
Zákryty hviezd Mesiacom

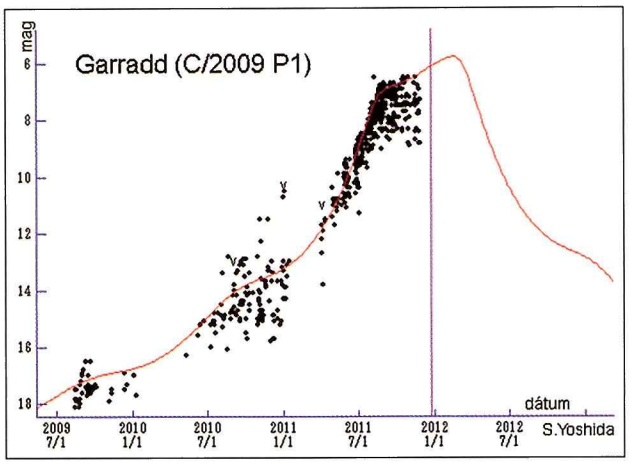
Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
3. 2.	19 39 9	D	7203	6,7	+55N	52	116	112
3. 2.	21 23 8	D	7286	6,3	+88S	89	89	–54
4. 2.	17 22 51	D	9101	6,6	+90S	90	71	72
5. 2.	18 2 22	D	10988	6,8	+16S	165	84	–204
9. 2.	21 52 7	R	16607	6,2	+74S	288	65	31
10. 2.	4 13 59	R	16905	6,8	+47N	346	19	–149
11. 2.	4 1 0	R	18063	6,7	+88N	301	62	–94
16. 2.	3 40 56	R	22820	5,6	+81S	267	79	61
18. 2.	4 51 50	R	26158	3,6	+50S	226	79	115
27. 2.	20 30 56	D	3656	6,5	+72N	54	24	–29
29. 2.	17 12 40	D	5588	5,4	+59S	111	108	–84
5. 3.	18 9 28	D	13390	6,8	+34S	154	60	–96
5. 3.	23 8 20	D	13584	5,7	–2S	190	–84	–330
5. 3.	23 58 2	D	13644	4,3	+51N	59	99	–20
6. 3.	0 33 38	R	13644	4,3	–16N	352	–14	–182
17. 3.	3 8 53	R	27263	6,1	+89N	263	58	87
26. 3.	17 56 49	D	4212	6,7	+84N	68	46	–48
29. 3.	18 41 1	D	7631	5,9	+25S	155	18	–243

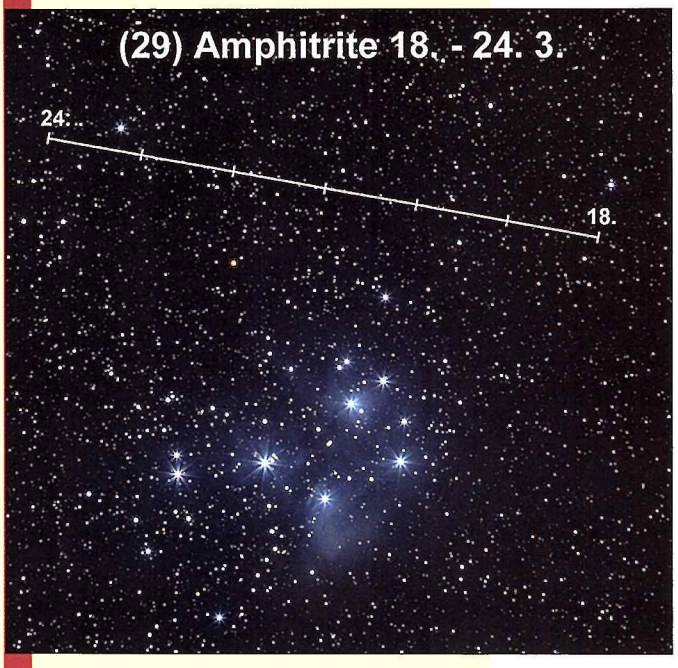
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida (1) Ceres				
1. 2.	$00^h26.6^m$	–05°45,3'	9,2	52,9
11. 2.	$00^h38.6^m$	–04°01,9'	9,2	46,3
21. 2.	$00^h51.2^m$	–02°17,7'	9,2	39,8
2. 3.	$01^h04.4^m$	–00°33,4'	9,2	33,6
12. 3.	$01^h18.0^m$	+01°10,0'	9,1	27,5
Efemerida (134340) Pluto				
1. 2.	$18^h34.7^m$	–19°18,3'	14,3	33,3
11. 2.	$18^h36.0^m$	–19°17,4'	14,3	43,1
21. 2.	$18^h37.1^m$	–19°16,5'	14,3	52,9
2. 3.	$18^h38.0^m$	–19°15,6'	14,3	62,7
12. 3.	$18^h38.7^m$	–19°14,8'	14,3	72,5
22. 3.	$18^h39.3^m$	–19°14,1'	14,3	82,3
1. 4.	$18^h39.6^m$	–19°13,5'	14,3	92,1



Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida asteroidu (4) Vesta			
1. 2.	$23^h26.0^m$	–09°33,2'	8,2
6. 2.	$3^h34.4^m$	–08°37,0'	8,2
11. 2.	$23^h42.8^m$	–07°40,4'	8,2
16. 2.	$23^h51.2^m$	–06°43,6'	8,2
21. 2.	$23^h59.6^m$	–05°46,6'	8,2
26. 2.	$00^h08.1^m$	–04°49,6'	8,2
2. 3.	$00^h16.5^m$	–03°52,7'	8,2
7. 3.	$00^h25.0^m$	–02°55,9'	8,2
Efemerida asteroidu (433) Eros			
1. 2.	$10^h32.2^m$	–05°53,2'	8,6
6. 2.	$10^h26.1^m$	–10°58,7'	8,6
11. 2.	$10^h19.0^m$	–15°30,8'	8,6
16. 2.	$10^h11.4^m$	–19°20,9'	8,7
21. 2.	$10^h03.8^m$	–22°24,8'	8,9
26. 2.	$09^h56.9^m$	–24°43,1'	9,0
2. 3	$09^h51.1^m$	–26°20,1'	9,2
7. 3.	$09^h46.8^m$	–27°21,8'	9,4
12. 3.	$09^h44.1^m$	–27°54,4'	9,6
17. 3.	$09^h43.0^m$	–28°03,7'	9,8
22. 3.	$09^h43.5^m$	–27°55,0'	9,9
27. 3.	$09^h45.8^m$	–27°33,2'	10,1







Trpasličie planéty

(1) Ceres (9,2 – 9,0 mag) je v severnej časti Veľryby, od 20. 3. v Rybách. Podmienky jej pozorovateľnosti sa zhoršujú, začiatkom februára zapadá o 21. hodine, na prelome mesiacov ešte o hodinu skôr a koncom marca už koncom nautického súmraku.

(134340) Pluto (14,3 mag) v Strelcovi je nad obzorom len ráno, podmienky sa zlepšujú, uhlovo sa od Slnka vzdiali z 33 na 92° a koncom marca vychádza už hodinu po polnoci a je necelé dva stupne východne od M 25.

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (25) Phocaea (3. 2.; 10,9 mag), (433) Eros (10. 2.; 8,5 mag), (96) Aegle (11. 2.; 11,0 mag), (471) Papagena (12. 2.; 10,9 mag), (6) Hebe (28. 2.; 9,4 mag), (16) Psyche (2. 3.; 10,3 mag), (5) Astraea (13. 3.; 9,1 mag), (8) Flora (20. 3.; 9,6 mag).

Začiatkom februára bude najjasnejšia (4) Vesta (8,2 mag), ktorá bola objavená pred 205 rokmi (H. Olbers, 29. 3. 1807). V tesnom závese jasnosti ju však bude nasledovať (433) Eros (8,5 mag), ten však neskôr rýchlo slabne a koncom marca bude mať 10,3 mag. Podmienky pozorovateľnosti má však lepšie. Začiatkom februára je pozorovateľný takmer celú noc a koncom marca zapadne až po polnoci, kulminuje však pomerne nízko nad obzorom. (4) Vesta má podobné pozorovacie podmienky ako (1) Ceres, ktorá je začiatkom februára asi 15° východnejšie.

(6) Hebe prejde 17. 2. tesne ponad NGC 3489 (11,1 mag) a (5) Astraea bude začiatkom tretej marcovej dekády na pozadí kopy galaxií v Levovi, z ktorých najvýraznejšie sú NGC 3705 (11,8 mag, 21. 3., 6') a NGC 3692 (12,9 mag, 23. 3., 1').

(8) Flora na prelome prvých dvoch marcových dekád prejde cez kopu galaxií v Panne, od mohutnej eliptickej NGC 4365 (10,6 mag) bude 10. 3 len 10'.

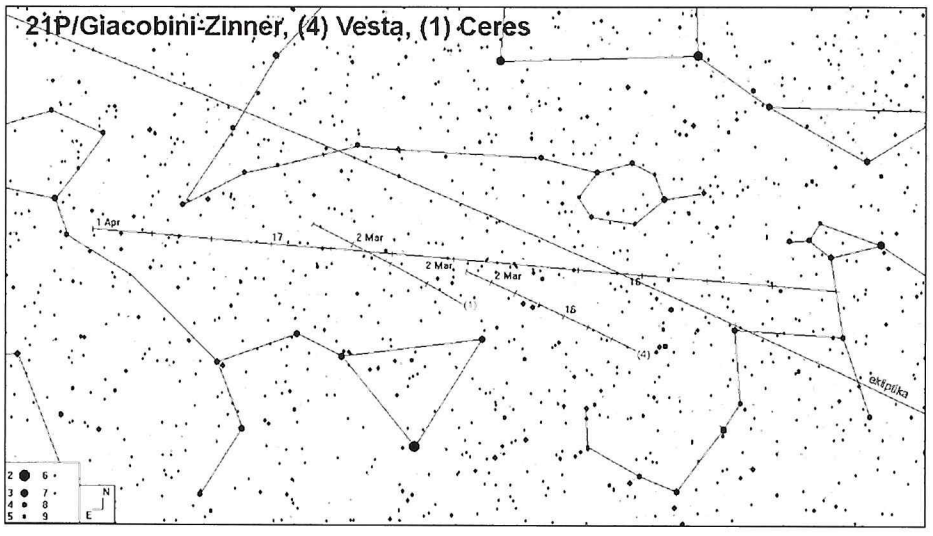
Inšpiráciou pre astrofotografov môže byť aj (22) Kalliope (11 mag) severne od otvorenej hviezdokopy M 36 alebo (29) Amphitrite (10,9 mag) nad Plejádami.

Kométy

Rozruch spôsobila kométa Kreutzovej skupiny C/2011 W3 (Lovejoy), ktorá prežila tesný prelet okolo Slnka 16. 12. a v plnej kráse sa predstavila na južnej oblohe. *Viac na str. 2 a 3.*

Slabých komét je na oblohe niekoľko, no do 12 mag sú len dve.

21P/Giacobini-Zinner má len 10,6 mag, koncom marca už bude tesne pod 12 mag. Je nízko nad západným obzorom, svoju februárovú púť medzi hviezdami začne 1,5° juhovýchodne od guľovej hviezdokopy M 2 (6,5 mag). Jej elongácia od Slnka je takmer konštantná, no keďže slabne, pozorovacie podmienky sa zhoršujú. Je mater-



Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida kométy Garradd (C/2009 P1)				
1. 2.	$17^h17.3^m$	+41°17.3'	7,1	77,3
6. 2.	$17^h10.8^m$	+44°52.6'	7,1	82,2
11. 2.	$17^h01.5^m$	+48°52.4'	7,0	87,3
16. 2.	$16^h47.9^m$	+53°14.9'	7,0	92,4
21. 2.	$16^h27.9^m$	+57°53.3'	7,0	97,4
26. 2.	$15^h58.0^m$	+62°32.8'	7,1	102,1
2. 3.	$15^h13.1^m$	+66°45.2'	7,1	106,2
7. 3.	$14^h09.0^m$	+69°44.9'	7,2	109,4
12. 3.	$12^h50.3^m$	+70°40.6'	7,3	111,4
17. 3.	$11^h35.4^m$	+69°16.0'	7,4	112,0
22. 3.	$10^h38.4^m$	+66°08.7'	7,6	111,4
27. 3.	$09^h59.8^m$	+62°11.4'	7,8	109,7
1. 4.	$09^h34.4^m$	+58°00.9'	8,0	107,0
Efemerida kométy 21P/Giacobini-Zinner				
1. 2.	$22^h18.7^m$	−04°06.4'	10,6	24,4
6. 2.	$22^h40.6^m$	−03°49.6'	10,6	24,1
11. 2.	$23^h02.5^m$	−03°30.2'	10,5	24,0
16. 2.	$23^h24.5^m$	−03°08.5'	10,5	24,1
21. 2.	$23^h46.3^m$	−02°44.9'	10,6	24,2
26. 2.	$00^h08.1^m$	−02°19.8'	10,7	24,5
2. 3.	$00^h29.6^m$	−01°53.4'	10,8	24,8
7. 3.	$00^h50.8^m$	−01°26.3'	10,9	25,2
12. 3.	$01^h11.7^m$	−00°58.8'	11,1	25,7
17. 3.	$01^h32.3^m$	−00°31.2'	11,3	26,2
22. 3.	$01^h52.4^m$	−00°04.0'	11,5	26,6
27. 3.	$02^h12.1^m$	+00°22.3'	11,7	27,1
1. 4.	$02^h31.3^m$	+00°47.4'	11,9	27,5

skou kométou Drakonid, ktoré pre pozorovateľov pripravili 8. 10. pekné meteorické divadlo.

O dvoch zaujímavých expedíciách je článok na stránke AGO: http://www.daa.fmph.uniba.sk/drakonidy_2011.html.

Táto periodická kométa s obežnou dobou 6,6 roka prejde perihéliom 11. 2. Ak ju nestihnete pozrieť si teraz, v ďalšom maxime jasnosti (pod 8 mag) bude v polovici septembra 2018.

Lahôdkovou kométou však bude Garradd (C/2009 P1), ktorá podľa nominálnej predpovede dosiahne v polovici februára 7 mag, a možno bude aj jasnejšia *(pozri graf S. Yoshidu)*. Keďže je cirkumpolárna, nemali by sme mať s jej nájdením problémy už triédrom.

Kométu objavil 13. 8. 2009 G. J. Garradd na Siding Spring Observatory v Austrálii 0,5 m Schmidtovým ďalekohľadom ako objekt 17,5 mag. Perihéliom prešla 23. 12. 2011 a najbližšie k nám (1,27 AU) bude 5. 3.

3. 2. sa priblíži na 0,5° ku guľovej hviezdokope M 92 (6,4 mag) v Herkulovi, čo si iste nenechajú ujsť majitelia fotografickej techniky.

Meteory

Decembrové Geminidy nesklamali, počasie však áno. Tí ktorí mali šťastie a neodradilo ich ani rušenie Mesiacom po splne a v blízkosti radiantu sa tešili. Prepočítaná frekvencia atakovala 200 meteorov za hodinu... Vhodnejšie podmienky na Geminidy budú v tomto roku, Mesiac bude v nove.

Počas týchto dvoch mesiacov nie je, podľa pracovného zoznamu International Meteor Organization, v činnosti na severnej pologuli žiadny meteorický roj. Na maximum aktívnejších Lyríd si teda budeme musieť počkať až do 22. apríla.

Pavol Rapavý

Kalendár úkazov a výročí (február – marec 2012)

2. 2.		120. výročie (1892) narodenia C. Hoffmeistera
3. 2.		asteroid (25) Phocaea v opozícii (10,9 mag)
4. 2.		45. výročie (1967) štartu Lunar Orbiteru 3
6. 2.		400. výročie (1612) úmrtia Ch. Claviusa
7. 2.	10,1	Merkúr v hornej konjunkcii
7. 2.	22,9	Mesiac v splne
8. 2.	13,5	Saturn v zastávke, začne sa pohybovať spätne
10. 2.	3,0	Venuša v konjunkcii s Uránom (Venuša 0,3° severne)
10. 2.	6,2	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 9,9° severne)
10. 2.		asteroid (433) Eros v opozícii (8,5 mag)
11. 2.	19,6	Mesiac v prízemí (367926 km)
11. 2.		asteroid (96) Aegle v opozícii (11,0 mag)
12. 2.		asteroid (471) Papagena v opozícii (10,9 mag)
12. 2.		65. výročie (1947) pádu meteoritu Sichote Alin
12. 2.	20,8	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,4° severne)
13. 2.		160. výročie (1852) narodenia J. Dreyera
13. 2.		130. výročie (1882) narodenia T. Banachiewicza
14. 2.	18,1	Mesiac v poslednej štvrti
14. 2.		40. výročie (1972) štartu Luny 20
15. 2.	21,9	Mars v odsluní (1,666 AU)
17. 2.		380. výročie (1632) narodenie G. Haina
20. 2.		50. výročie (1962) štartu Friendship 7 (J. Glenn)
20. 2.	17,2	Neptún v odzemí (30,989 AU)
21. 2.	23,6	Mesiac v nove
23.2.	2,8	konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 4,9° južne)
23. 2.		25. výročie (1987) výbuchu supernovy 1987A
24. 2.	8,6	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 4,5° južne)
25. 2.	22,6	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 2,6° južne)
26. 2.		170. výročie (1842) narodenia N. C. Flammariona
27. 2.	5,4	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 2,9° južne)
27. 2.		115. výročie (1897) narodenia B. Lyota
27. 2.	15,0	Mesiac v odzemí (404 865 km)
28. 2.		asteroid (6) Hebe v opozícii (9,4 mag)
1. 3.		30. výročie (1982) pristátia Venery 13 na povrchu Venuše
1. 3.	2,4	Mesiac v prvej štvrti
2. 3.	6,4	Merkúr v prísluní (0,308 AU)
2. 3.		40. výročie (1972) štartu Pioneera 10
2. 3.		asteroid (16) Psyche v opozícii (10,3 mag)
3. 3.	21,2	Mars v opozícii
4. 3.		230. výročie (1782) narodenia G. Kováča-Martinyho
4. 3.	22,5	Merkúr v konjunkcii s Uránom (Merkúr 2,4° severne)
5. 3.		30. výročie (1982) pristátia Venery 14 na povrchu Venuše
5. 3.	10,4	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (18,2°)
5. 3.		500. výročie (1512) narodenia G. Mercatora
5. 3.	18,1	Mars v prízemí (0,674 AU)
6. 3.		85. výročie (1927) narodenia G. Coopera
6. 3.		225. výročie (1787) narodenia J. Fraunhofera
7. 3.	22,0	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 9,8° severne)
7. 3.		75. výročie (1937) narodenia T. Korcovej
7. 3.		175. výročie (1837) narodenia H. Drapera
7. 3.		220. výročie (1792) narodenia J. Herschela
8. 3.	10,7	Mesiac v splne
8. 3.		35. výročie (1977) objavenia prstencov Uránu
10. 3.	11,0	Mesiac v prízemí (362398 km)
11. 3.	21,8	Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať spätne
11. 3.	5,0	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,9° severne)
13. 3.		asteroid (5) Astraea v opozícii (9,1 mag)
14. 3.	0,1	Venuša v konjunkcii s Jupiterom (Venuša 3,0° severne)
15. 3.	2,4	Mesiac v poslednej štvrti
16. 3.		50. výročie (1962) štartu rakety Titan 2
17. 3.		trpasličia planéta (136472) Makemake v opozícii (51,386 AU)
19. 3.		230. výročie (1782) narodenia V. von Biela
20. 3.	6,2	jarná rovnodennosť, začiatok astronomickej jari
20. 3.		asteroid (8) Flora v opozícii (9,6 mag)
21. 3.	20,3	Merkúr v dolnej konjunkcii
21. 3.	2,0	Venuša v prísluní (0,718 AU)
22. 3.		30. výročie (1982) štartu raketoplánu Columbia STS-3
22. 3.	15,6	Mesiac v nove
23. 3.		Svetový meteorologický deň
23. 3.		100. výročie (1912) narodenia W. von Brauna
25. 3.	2,0	v občianskom živote začína letný čas
25. 3.	5,2	Merkúr v prízemí (0,600 AU)
25. 3.	18,6	Urán v odzemí (21,070 AU)
26. 3.	21,1	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 2,4° severne)
26. 3.	0,5	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 2,3° južne)
26. 3.	7,0	Mesiac v odzemí (405 780 km)
27. 3.	8,7	Venuša v najväčšej východnej elongácii (46°)
28. 3.		210. výročie (1802), H. Olbers objavil asteroid (2) Pallas
28. 3.		420. výročie (1592) narodenia J. A. Komenského
29. 3.		205. výročie (1807), H. Olbers objavil asteroid (4) Vesta
30. 3.	20,7	Mesiac v prvej štvrti
3. 4.	6,9	Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo
3. 4.	19,5	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 8,9° severne)
6. 4.	20,3	Mesiac v splne
7. 4.	12,2	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,6° severne)
7. 4.	18,0	Mesiac v prízemí (358 311 km)

Tabuľky východov a západov (február – marec 2012)

Slnko

			Súmrak					
			Občiansky		Nautický		Astronomický	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 2.	7:10	16:38	6:36	17:12	5:59	17:49	5:22	18:26
6. 2.	7:03	16:46	6:29	17:19	5:53	17:56	5:16	18:33
11. 2.	6:55	16:54	6:22	17:27	5:46	18:04	5:09	18:40
16. 2.	6:47	17:02	6:14	17:35	5:38	18:11	5:02	18:47
21. 2.	6:38	17:10	6:06	17:42	5:30	18:18	4:54	18:55
26. 2.	6:28	17:18	5:57	17:50	5:21	18:26	4:45	19:02
2. 3.	6:19	17:26	5:48	17:57	5:12	18:33	4:35	19:10
7. 3.	6:09	17:34	5:38	18:05	5:02	18:41	4:25	19:18
12. 3.	5:59	17:41	5:28	18:12	4:51	18:49	4:14	19:26
17. 3.	5:49	17:49	5:18	18:20	4:41	18:56	4:04	19:34
22. 3.	5:39	17:56	5:07	18:27	4:30	19:04	3:52	19:43
27. 3.	5:28	18:03	4:57	18:35	4:19	19:13	3:41	19:52

Mesiac

	Východ	Západ
1. 2.	10:47	1:44
6. 2.	15:27	5:46
11. 2.	21:49	8:02
16. 2.	2:40	11:19
21. 2.	5:57	17:01
26.2.	7:49	22:28
2. 3.	11:00	2:16
7. 3.	16:48	5:11
12. 3.	23:24	7:40
17. 3.	3:01	12:32
22. 3.	5:08	18:08
27. 3.	7:23	23:16

Merkúr

	Východ	Západ
1. 2.	7:13	16:05
6. 2.	7:15	16:33
11. 2.	7:15	17:04
16. 2.	7:13	17:37
21. 2.	7:08	18:10
26. 2.	7:00	18:40
2. 3.	6:48	19:04
7. 3.	6:32	19:15
12. 3.	6:10	19:06
17. 3.	5:45	18:36
22. 3.	5:20	17:53
27. 3.	4:58	17:09

Venuša

	Východ	Západ
1. 2.	8:42	20:14
6. 2.	8:32	20:27
11. 2.	8:22	20:40
16. 2.	8:11	20:53
21. 2.	8:01	21:06
26. 2.	7:50	21:19
2. 3.	7:40	21:32
7. 3.	7:29	21:44
12. 3.	7:19	21:56
17. 3.	7:08	22:08
22. 3.	6:58	22:19
27. 3.	6:49	22:29

Mars

	Východ	Západ
1. 2.	20:00	9:08
6. 2.	19:37	8:48
11. 2.	19:11	8:27
16. 2.	18:43	8:05
21. 2.	18:15	7:43
26. 2.	17:45	7:20
2. 3.	17:15	6:56
7. 3.	16:44	6:32
12. 3.	16:14	6:09
17. 3.	15:45	5:45
22. 3.	15:18	5:21
27.3.	14:51	4:58

Jupiter

	Východ	Západ
1. 2.	10:03	23:54
6. 2.	9:45	23:38
11. 2.	9:27	23:22
16. 2.	9:09	23:06
21. 2.	8:50	22:51
26. 2.	8:32	22:36
2. 3.	8:15	22:21
7. 3.	7:57	22:07
12. 3.	7:40	21:53
17. 3.	7:23	21:39
22. 3.	7:05	21:25
27. 3.	6:48	21:11

Saturn

	Východ	Západ
1. 2.	23:24	10:12
6. 2.	23:05	9:53
11. 2.	22:45	9:33
16. 2.	22:25	9:14
21. 2.	22:04	8:54
26. 2.	21:44	8:34
2. 3.	21:24	8:14
7. 3.	21:02	7:54
12. 3.	20:41	7:34
17. 3.	20:20	7:14
22. 3.	19:59	6:53
27. 3.	19:37	6:33

Urán

	Východ	Západ
1. 2.	9:00	21:06
6. 2.	8:41	20:47
11. 2.	8:21	20:29
16. 2.	8:02	20:10
21. 2.	7:43	19:52
26. 2.	7:24	19:34
2. 3.	7:05	19:16
7. 3.	6:46	18:58
12. 3.	6:26	18:39
17. 3.	6:07	18:21
22. 3.	5:49	18:03
27. 3.	5:29	17:45

Neptún

	Východ	Západ
1. 2.	7:57	18:12
6. 2.	7:38	17:53
11. 2.	7:19	17:35
16. 2.	6:59	17:16
21. 2.	6:40	16:57
26. 2.	6:20	16:38
2. 3.	6:01	16:20
7. 3.	5:42	16:01
12. 3.	5:23	15:43
17. 3.	5:04	15:24
22. 3.	4:44	15:05
27.3.	4:25	14:46

Koľko sovietskych psov letelo do kozmu

Čitateľ, ktorý sa v majle podpísal ako „Vladimír“, po prečítaní článkov o Jurijovi Gagarinovi (3. a 4. číslo Kozmosu 2011) zapochyboval o správnosti niektorých údajov. Článok sme spracovali podľa renomovaného nemeckého časopisu Sterne und Weltraum. Autorom je nemecký autor Kowalski, ktorý sa sovietskej kozmonautike a špeciálne Gagarinovi venuje už vyše 40 rokov. Najostrejšia kritika sa týkala počtu skúšobných letov so psami na palube, počtu psov, i počtu psov, ktorí let neprežili. Vzhľadom na dlhoročnú neprístupnosť zdrojov objavili sa v článkoch a publikáciách najrozličnejšie údaje. Požiadali sme preto Tomáša Přibyla, jedného z najrenomovanejších znalcov kozmonautiky v ČR, aby sa ku kritike vyjadril. Jeho odpoveď uverejňujeme.

Belka a Strelka.

Veterok a Ugoljok.

*„Posielam vám tabuľku letov sovietskych psov, vyslaných na suborbitálne či orbitálne dráhy od roku 1951 do roku 1966. Uverejnili ich v knihe Animals In Space (autori Colin Urgess a Chriss Dubbs), ktorá je najspoľahlivejším zdrojom o letoch zvierat do vesmíru... Zdôrazňujem, že otázka ohľadom počtu psov sa nedá presne zodpovedať. Tabuľka je síce presná, ale... Je známe, že Sovieti niektorých psov poslali na let opakovane, ale pod **rôznymi menami**! Rovnako leteli **rôzne psy** pod rovnakým menom! Prečo, to neviem, ale v dôsledku toho sa presné počty psov nedajú zistiť. Lety sú zdokumentované presne!“*

Poznámka: Zdroj uvádza v rokoch 1951 až 1966 37 letov, z toho jeden po Gagarinovi. Psov, ktorí zahynuli (18), zvýrazňujeme polotučne. Pri údaji o dosiahnutej výške písmeno H označuje haváriu. Lety na obežnú dráhu sú označené slovom „orbital“.

V takýchto kapsuliach lietali psy na začiatku sovietskej kozmickej éry.

Dátum štartu	Psi	Raketa	Výška v míľach
22. 7. 1951	Cigán, Dezik	R-IV	62
29. 7. 1951	**Lisa, Dezik**	R-1B	62, H
15. 8. 1951	Miška, Čižik	R-1B	62
19. 8. 1951	Smelaja, Ryžik	R1-V	62
28. 8. 1951	**Miška, Čižik**	R1-B	62, H
3. 9. 1951	Neputevyj, ZIB	R1-B	62
26. 6. 1954	Lisa2, Ryžik	R-1D	62
2. 7. 1954	Damka, **Miška**	R-1D	62
7. 7. 1954	Damka, **Ryžik**	R-1D	62
25. 1. 1955	**Rita,** Lisa2	R-1E	62
5. 2. 1955	**Lisa2, Bulba**	R-1E	62, H
4. 11. 1955	Malyška, Knopka	R-1E	62
31. 5. 1956	Malyška, Linda	R-1E	62
7. 6. 1956	Albina, Kozjavka	R-1E	62
14. 6. 1956	Albina, Kozjavka	R-1E	62
16. 5. 1957	Ryžaja, Damka	R-2A	132
24. 5. 1957	**Ryžaja, Džojna**	R-2A	132
25. 8. 1957	Belka, Modnica	R-2A	132
31. 8. 1957	Damka, Belka	R-2A	132
6. 9. 1957	Belka, Modnica	R-2A	132
3. 11. 1957	**Lajka**	R-7	Orbital
21. 2. 1958	Palma, Pušok	R-5A	280
2. 8. 1958	Kusaška, Palma	R-2A	132
13. 8. 1958	Kusaška, Palma	R-3A	132
27. 8. 1958	Beljanka, Pestraja	3-5A	280
31. 10. 1958	**Žulba, Knopka**	3-5A	280, H
2. 7. 1959	Otvažnaja, Snežinka	R-2A	132
10. 7. 1959	Otvažnaja, Žemčužnaja	R-2A	132
15. 6. 1960	Otvažnaja, Malek	R-2A	132
24. 6. 1960	Otvažnaja, Žemčužnaja	R-2A	132
28. 7. 1960	**Čajka, Lisička**	R-7	Nedoletela na obežnú dráhu H
19. 8. 1960	Belka, Strelka	R-7	Orbital
16. 9. 1960	Palma, Malek	R-2A	132
1. 12. 1960	**Pčolka, Muška**	R-7	Nedoletela na obežnú dráhu H
22. 12. 1960	Kometa, Šutka	R-7	Orbital
9. 3. 1961	Černuška	R-7	Orbital
25. 3. 1961	Zvezdočka	R-7	Orbital
22. 2. 1966	Ugoljok, Veterok	Sojuz	Orbital

Hvězdář diplomat

(životní příběh doyena české astronomie Luboše Perka)

Keď som na internete našiel zmienku o tejto knihe, požiadal som priateľa, aby mi ju na naše pracovné stretnutie doniesol. Keď mi odovzdával útly balíček, prekvapil som sa. Je vôbec možné, aby o Perkovi bolo napísaného len tak málo?

Len neskôr som zistil, že áno, že autorka knihy Libuše Koubská dokázala znamenitým štýlom zachytiť takmer všetko dôležité zo života tejto, nielen našej, osobnosti. Sú tu fakty, spomienky, myšlienky, všetko v duchu jeho kréda *Fortiter in re, suaviter in modo (Rázne vo veci, vľúdne v spôsobe)*.

Kniha je rozdelená do 9. kapitol, jednotlivých medzníkov v Perkovom živote. Tá posledná, desiata, je vyznaním štyroch osobností (Grygar, Lála, Koubský, Palouš) o tom, ako ich ovplyvnil.

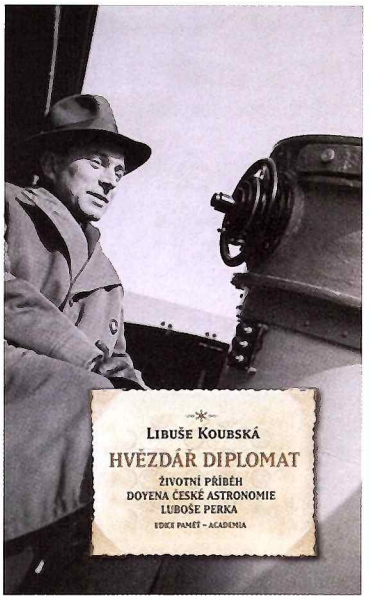
Prečítate ju „na dúšok". Od rodinného zázemia, cez štúdium, 17. november až po skvelú vedeckú i organizačnú prácu. Zaujmú informácie o brnenskej šesťdesiatke, stavbe ondřejovského dvojmetra, riaditeľovaní v čase normalizácie, problémoch s cestovaním, československej vlajke, ktorú priniesol Cernan a aj o kameni z Mesiaca. Mimoriadne významné etapy života boli vo funkciách generálneho sekretára Medzinárodnej astronomickej únie, vedúceho oddelenia pre záležitosti kozmického priestoru OSN v New Yorku, aktivitách v Medzinárodnej astronautickej federácii.

Je to však aj kniha o láske ku geostacionárnej dráhe, či lastúram, ktorých má v zbierke niekoľko tisíc. Fascinácia lastúrami však nie je samoúčelná, veď Bernoulliho špirála je podobná pri lastúrach i galaxiách... To však zďaleka nie je všetko. Je to príbeh o statočnosti, cestách za planetárnymi hmlovinami, o „upratovaní" na obežnej dráhe, stretnutiach s významnými osobnosťami no aj o nevšednom, pragmatickom a kritickom spôsobe myslenia.

Knihu som si dal, aj keď už po prečítaní, ako oneskorený vianočný darček. Taký milý, astronomický. Bol medzi nimi ešte jeden, no o tom až nabudúce...

Pavol Rapavý

Libuše Koubská: Hvězdář diplomat
Počet strán: 117
Vydavateľstvo: Academia, Praha 2011



Doc. RNDr.
Luboš Perek,
DrSc., Dr.h.c.
sa narodil 26. 7. 1919

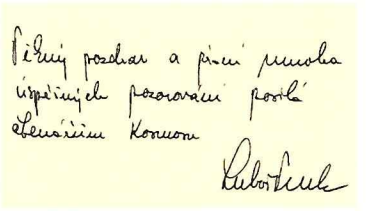
Ďalšie informácie:

http://www.astro.cz/clanek/3901,

http://www.astro.cz/clanek/3884,

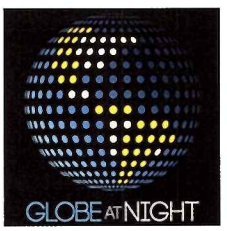
rozhovor počas Astronomického festivalu v roku 1999 je v Kozmose 6/1999

Astronomický festival Brno 2009: Doc. Perek ako pozorný poslucháč a skvelý diskutujúci. Foto: D. Rapavá



GLOBE at Night už aj na Slovensku

Svetelné znečistenie je vážnym problémom aj v strednej Európe. Ohrozuje nielen živočíchy či rastliny, ale aj nás ľudí. Čo je však horšie, veľmi málo z obyvateľov tejto planéty tento závažný problém pozná. Projekt GLOBE at Night sa zameriava práve na zvýšenie povedomia o svetelnom znečistení jednoduchým pozorovaním nočnej oblohy. Aj Vaše pozorovanie môže prispieť k monitoringu svetelného znečistenia!



Stačí sa po západe Slnka, keď už je dostatočná tma (astronomická noc), pozrieť na oblohu, nájsť súhvezdie Orión či Lev a porovnať skutočnú oblohu s mapkami limitnej magnitúdy.

Porovnaním pozorovaní z centra mesta a jeho okraja, či vidieku sa každý môže sám presvedčiť o úrovni svetelného znečistenia v týchto miestach.

Počas šiestich rokov projektu GLOBE at Night sa zapojili do projektu 66 tisícmi meraniami ľudia zo 115 krajín sveta. GLOBE at Night sa tak stalo jednou z najúspešnejších osvetových kampaní o svetelnom znečistení na svete.

V roku 2012 budete mať až 4 možnosti zapojiť sa do projektu GLOBE at Night: medzi 14. až 23. januárom, 12. – 21. februárom, 13. – 22. marcom a 11. – 20. aprílom.

Viac informácií nájdete na oficiálnej slovenskej webovej stránke projektu http://globeatnight.svetelneznecistenie.sk.

Jaroslav Merc,
koordinátor projektu GaN na Slovensku

2 % pre oblohu

Počas nedávnych sviatkov nie raz odzneli slová o posolstve hviezdy, ktorú uvideli mudrci... Lebo záujem o hviezdy sa vždy spája aj s pocitom akejsi mágie, mať svoju šťastnú hviezdu, ísť za svojou hviezdou...

V túžbe vidieť hviezdy je vnútorná potreba mať nadhľad, byť nad vecou a aspoň na chvíľu mimo všedných starostí byť súčasťou veľkej harmónie nebies, ktorá tak fascinovala všetkých filozofov a vedcov. Vnímať svoje miesto vo vesmíre v pokore a tichu. Lebo každá hviezda nám nesie svoje posolstvo o dimenziách a tajomnosti vesmíru, o ľudskej nepatrnosti a zázraku života na Zemi; len ich treba počúvať.

Pravda občas tie hviezdy nevidno a my akoby sme strácali svoje zakorenenie vo večnosti i zmysel pre prirodzené bytie. Mať istú zem pod nohami a nebo nad hlavou, v prenesenom zmysle slova, pri plavbe vesmírom je nepostrádateľnou hodnotou života. Svetelné znečistenie pripravuje o toto právo milióny ľudí a oni si na to zvykajú.

Možno paradoxne aj preto v 21. storočí z roka na rok ubúdajú hodiny fyziky i učivo astronómie, akoby sme ich k životu nepotrebovali, stačí nám oslepujúce svetlo konzumnosti a reklám. A tak stále viac je budovanie tohto kultúrneho rozmeru postavené na nadšení a obetavosti dobrovoľníkov.

SZAA už viac ako 40 rokov vypĺňa tento priestor prácou dobrovoľníkov, bez veľkých rečí sa snaží plátať svojím úsilím nielen diery v učebných osnovách, ale hlavne sprostredkovať pozorovanie oblohy, a to aj snahou o zviditeľnenie problematiky svetelného znečistenia.

Okrem 2 % má len malé možnosti v projektoch, ale i tak sa podarilo vydať veľký informačný plagát Parku tmavej oblohy Poloninám i informačnú tabuľu priamo v Parku. Meno Poloniny sa stáva na Slovensku i v okolitých krajinách všeobecne známym pojmom, dostalo sa až do vesmíru.

Aj súťaž *Svieťme si na cestu, nie na hviezdy* sa v tomto roku stala medzinárodnou vďaka spolupráci so SÚH a ČAS, a je snaha v tejto spolupráci pokračovať. Výstava z predchádzajúcich ročníkov fotosúťaže putovala po Slovensku. Mohli ju vidieť v Rimavskej Sobote, Prešove, Košiciach, Komárne, Nových Zámkoch, Piešťanoch a na ďalších miestach. Vlani sa Slovensko konečne dôstojne zapojilo aj do *Hodiny Zeme*, začíname s projektmi *Globe at Night* a *How many stars*? Všetky, aj tie pokračujúce aktivity sú na stránkach:

http://szaa.org/
http://svetelneznecistenie.sk/
http://poloniny.svetelneznecistenie.sk/
http://hodinazeme.svetelneznecistenie.sk/
http://svetelneznecistenie.sk/stars/
http://globeatnight.svetelneznecistenie.sk/

Obloha je naše kultúrne dedičstvo a chránia ju nadšenci bez nárokov na odmenu len s podporou z vašich 2 %, za ktorú úprimne ďakujeme.

meno:	Slovenský zväz astronómov amatérov
IČO:	00470503
právna forma:	občianske združenie
sídlo:	Tomášovská 63, 979 01 Rimavská Sobota
číslo účtu:	5716075/5200

Daniela Rapavá

Kurz praktického pozorovania

V dňoch 23. – 25. 9. 2011 sa na Jankovom Vŕšku, ktorý sa nachádza 12 km severovýchodne od Bánoviec nad Bebravou, uskutočnil v rámci seminára *Digitálna astronómia* kurz praktického pozorovania. Pozorovacie stanovisko bolo vo výške 507 m n. m. a bolo čiastočne rušené žiarou svetiel od Bánoviec.

Ešte v piatok sme vytiahli techniku a začali pozorovať. Oblohu sme mali excelentnú, priezračnosť a aj seeing boli vynikajúce. Niektorí to využili na fotografiu cez ďalekohľad, iní na fotografovanie startrialov alebo na kreslenie objektov nočnej oblohy cez rôzne ďalekohľady.

V sobotu viacerí počas obedňajšej prestávky pozorovali Slnko cez klasické astrosolárne filtre alebo chromosféru cez chromosférický ďalekohľad Coronado 40/400. Na Slnku sa práve nachádzala veľká skupinka škvŕn, preto pohľad či už cez refraktor s astrosolárnou fóliou alebo cez Coronado bol neopísateľný. Večer po prednáškach sme vytiahli znovu techniku a išli opäť pozorovať. Noc bola spočiatku (čo sa týka počasia) horšia, ale okolo polnoci sa nebo úplne vyčistilo. Seeing dosahoval hodnoty 8 – 9/10. Túto noc sme pozorovali okrem iných známych objektov nočnej oblohy aj kométu C/2009 P1 Garradd, pri ktorej si mohli účastníci odskúšať určovanie veľkosti kómy, jasnosť a kondenzáciu. Okrem kométy sme pozorovali aj koniec života vzdialenej hviezdy v galaxii M101 vo Veľkej Medvedici. Bola to supernova SN 2011fe, ktorá v čase nášho pozorovania mala jasnosť 10,5 mag. Mnohí taktiež využili na fotografovanie objektov nočnej oblohy ďalekohľady alebo na fotenie pekných startrailov pri pamätníku SNP. Popri pozorovaní sme zahliadli zopár meteorov a aj bolidov. Jeden sa nám podarilo aj odfotiť. Až po príchode domov som si všimol, že bolid za sebou zanechal stopu, ktorá je na snímkach vidieť ešte zhruba pol hodinu po zažiarení. Tento bolid bol zaznamenaný aj v Modre a Marianke, takže sa bude môcť vyrátať aj jeho dráha.

Nadránom sme ešte mali možnosť vidieť východ Mesiaca spoločne s hviezdou α Leo.

Milan Lachký

Fotografia jasného meteoru.

Slnečné škvrny z 24. septembra fotografované na Jankovom vŕšku.

Účastníci podujatia pred prenosným digitálnym planetáriom...

Digitálna astronómia

Digitálne technológie sa stali neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života. Používanie digitálnych technológií sa stalo potrebnou a cennou profesionálnou schopnosťou v znalostnej spoločnosti. Digitálne nástroje nám výrazne pomáhajú v poznávacom procese nielen samotného tvorcu človeka, ale i prírody a vesmíru. Digitálnym technológiám bola venovaná aktivita v rámci Operačného programu cezhraničnej spolupráce medzi Slovenskou republikou a Českou republikou v rokoch 2007 – 2013.

V dňoch 23. – 25. septembra tohto roku sa uskutočnil druhý kurz praktického pozorovania, aktivita v rámci projektu Obloha na dlani. Nové informačné technológie a ich aplikácie boli náplňou seminára pod názvom *Digitálna astronómia*. Prednáška RNDr. Petra Kluvánka, PhD., bola úvodom do sveta digitálnych informačných technológií. Poslucháči sa nielen dozvedeli „životopis" CCD detektora, ale i základné fyzikálne a technické výhody aplikácie tohto média pre naše technológie. Mgr. Julius Koza, PhD., z Astronomického ústavu SAV, oddelenia fyziky Slnka, zdokumentoval prínos CCD detektora pre slnečnú fyziku v prednáške *Digitálne Slnko*. Zástupca hlavného cezhraničného partnera, odborný pracovník Hvezdárne vo Valašskom Meziříčí Ladislav Šmelcer, prezentoval prínos CCD senzora pri fotometrii zákrytových dvojhviezd. Profesionálne využitie digitálnej techniky pri sledovaní medziplanetárnej hmoty v Ondřejove prostredníctvom šesťdesiatpäťcentimetrového profesionálneho ďalekohľadu do podrobností vysvetlil odborný pracovník uvedeného pracoviska Mgr. Peter Kušnirák. Ing. Peter Delinčák opísal, ako z fotometrického záznamu získať zaujímavé informácie o tvare a rotácii planétky a ako získať v amatérskych podmienkach digitálny záznam a následne ho spracovať *(http://www.astronomy.sk)*.

Na jeho prednášku nadviazal Ing. Ivan Majchrovič *(http://www.astrofoto.sk)*, ktorý do pozorovania asteroidov, komét a meteorov zapojil sofistikovanú digitálnu techniku. Jeho astronomické snímky získané uvedenou technikou nadchli všetkých. Ako využiť digitálne diaľnice, ktoré spájajú ľudí s rovnakými záujmami, prezentoval Štefan Kürti *(http://www.skaw.sk/index.htm)*, ktorý svoje objavy uskutočňuje prostredníctvom domáceho počítača prezeraním archívnych snímkov profesionálnych databáz veľkých ďalekohľadov, zameraných na hľadanie asteroidov. Maratón sobotňajších prednášok zavŕšil Mgr. J. Koza, PhD., historickým prehľadom prechodu Venuše popred disk Slnka. Prekvapením tohto dňa bola prezentácia organizátora podujatia Hvezdárne v Partizánskom. Spoločenský priestor hotela Partizán na Jankovom vŕšku vyplnila kupola prenosného digitálneho planetária, didaktická pomôcka novej generácie. Digitálne planetárium je astronomický simulátor hviezdnej oblohy, ktorý umožňuje vizualizovať výsledky využitia profesionálnych informačných technológií na vzdelávacie účely. Ponúka jedinečný didaktický systém umožňujúci doplniť učivo prírodovedy, fyziky, ako i ďalších predmetov o nové informačné technológie.

Živú hviezdnu oblohu využili absolventi kurzu praktických pozorovaní na skutočnú prehliadku hviezdnych objektov, a to nielen vizuálne, ale i digitálne, ako potvrdzujú výsledky pozorovaní z oboch nocí. Snímali sa hmloviny, hviezdokopy, galaxie. Mohli ste sa pozrieť na kométu Garradd či supernovu v galaxii M101 vo Veľkej Medvedici. Okrem ďalekohľadov, ktoré dal k dispozícii organizátor podujatia, mali svoje vlastné i účastníci podujatia *(http://www.astronomie.cz/2011/10/kpp-kurz-prakticheho-pozorovania)*.

Nedeľné prednášky boli čisto v znamení digitálnych technológií. Ako dokumentoval Mgr. Stanislav Kaniansky, riaditeľ Krajskej hvezdárne a planetária Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom, počítač v spojení s digitálnym fotoaparátom a špeciálnym softvérom umožňuje robiť nielen vlastnú, originálnu, výskumnú a experimentálnu prácu, ale i kreatívne posúva edukačný proces a formy vzdelávania prostredníctvom časovozberného snímania oblohy. Časovozberné prezentácie astronomických úkazov sa stávajú neodmysliteľnou súčasťou prednášok, ale i populárno-vedeckých programov.

Ing. Roman Vaňur, *(http://astronomyfoto.yw.sk/#)* podal návod, ako postupovať pri planetárnej astrofotografii a jednoduchej deep-sky fotografii. Poslucháči mali možnosť vidieť, ako pracovať s rôznymi typmi digitálnych kompaktov v spojení s astronomickým ďalekohľadom, až po použitie malej čiernobielej CCD kamery. Následne prezentoval ako postupovať v spracovaní získaných snímok. Prezentáciu zavŕšil premietnutím svojich prác nielen z oblasti planetárnej, ale i deep sky digitálnej astronómie.

Prestávky medzi jednotlivými prednáškami využili poslucháči na pozorovania Slnka nielen chromosférickým ďalekohľadom Coronado, ale i digitálnym spôsobom, ako prezentoval Ing. Ivan Majchrovič. Internet pre zmenu umožnil účastníkom podujatia prostredníctvom SID monitora, ktorý je nainštalovaný vo hvezdárni v Partizánskom, sledovať slnečnú aktivitu. Počas podujatia bola zaregistrovaná silná slnečná erupcia, ktorá zanechala nezmazateľné stopy v ionosfére našej planéty.

Informačné digitálne technológie nám umožňujú vnímať svet detailnejšie a komplexnejšie. Pracovný seminár Digitálna astronómia v rámci projektu *Obloha na dlani* okrem zaujímavých prednášok naplnil i špecifické ciele projektu, a to priniesť do vzdelávania a popularizácie inovatívne moderné technológie. Viac na *www.oblohanadlani.eu*.

Text a foto: Vladimír Mešter

Objevili jsme „nejmenší terestickou planetu“?

S americkou meziplanetární sondou Dawn jsme se v Kozmosu 5/2011 rozloučili v okamžiku, kdy zahájila sestup z předběžné pozorovací dráhy na dráhu HAMO (High-Altitude Mapping Orbit) ve výšce 680 km nad planetkou Vesta. Od té doby se, pochopitelně, mnohé změnilo, proto přinášíme přehled aktuálních informací.

Protože jsme před příletem sondy Dawn měli k dispozici velmi nejasné snímky planetky, bylo jedním z prvních úkolů mise „zorientovat se“ a vytvořit mapu tělesa. Kromě jiného bylo kvůli dalšímu průzkumu zapotřebí stanovit přesné parametry rotace: od ní pak bylo možné určit rovník tělesa. Pro ustanovení nultého poledníku byl následně vybraný střed půlkilometrového kráteru Claudia.

První snímky z předběžné pozorovací dráhy (výška cca 2 700 km) ukázaly výrazný kráter na jižní polokouli (o jehož existenci jsme věděli již dříve díky fotografiím pořízeným Hubbleovým kosmickým teleskopem) o průměru několika set kilometrů. Pozorování sondy Dawn nám pomohlo odhalit, že ve středové oblasti kráteru jsou hory vysoké přes 15 kilometrů! Mimochodem, pozdější pozorování nalezly v jižní polární oblasti hory s výškou přes 23 kilometrů, což je vzhledem k celkovým rozměrům Vesty (578×560×485 km) zcela mimořádný parametr, a planetka se rázem stala tělesem s nejvýraznějším známým převýšením. Dodáváme, že výška je na Vestě počítána od průměrné úrovně okolního terénu.

Sestup na dráhu HAMO byl započatý 31. srpna a skončil 29. září 2011. Iontové motory při něm změnily rychlost sondy o 65 m/s. Pro srovnání: když Dawn cestoval ze Země k Vestě, činila změna rychlosti celkem 6,8 km/s!

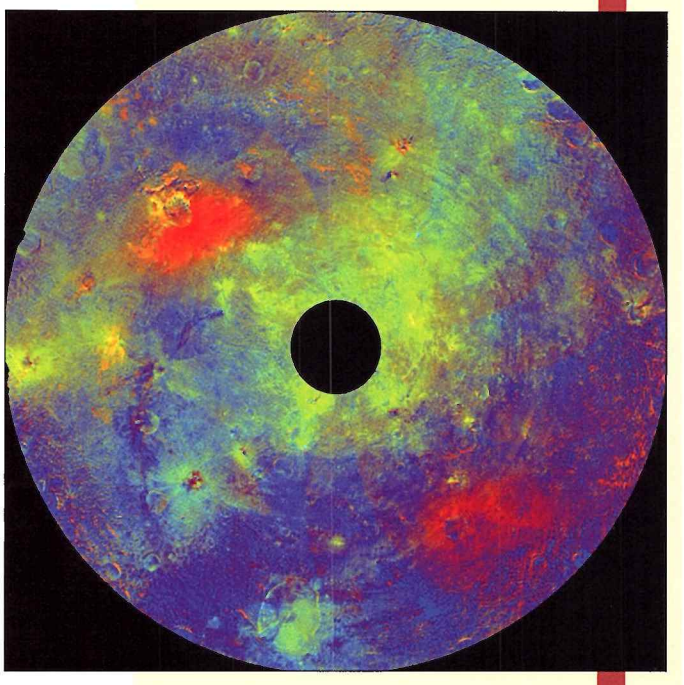
Protože čas u Vesty je vzácný, sonda na dráze HAMO okamžitě přešla do pracovního režimu: nad denní stranou planetky sbírala data, při letu nad noční je pak vysílala na Zemi. Jeden oblet planetky přitom trval něco málo přes dvanáct hodin.

Počátkem října byly výsledky prvního průzkumu jižní hemisféry Vesty prezentované na konferenci Americké geologické společnosti v Minneapolis. Proč toliko jižní hemisféry? Odpověď je jednoduchá: protože i na Vestě dochází ke „střídání ročních období“ a severní hemisféra je v této době ukryta ve stínu.

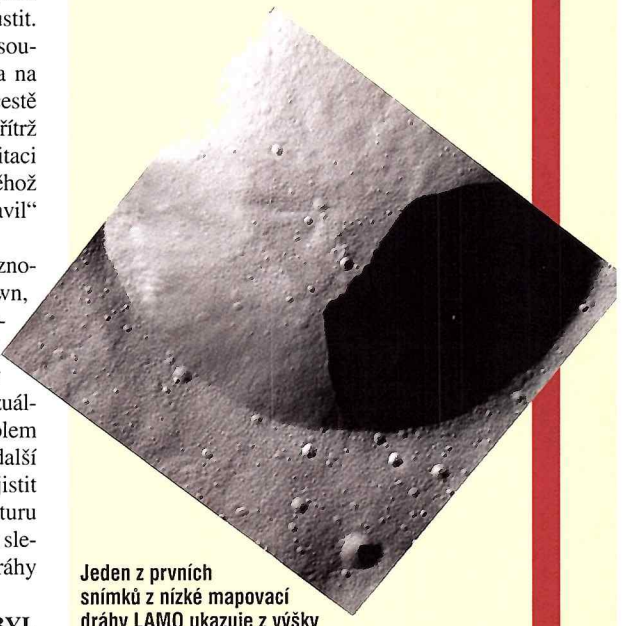
Přístroje sondy Dawn zjistily, že z hlediska kompozice je Vesta velmi pestrá – a to zvláště v okolí kráterů. Těch je mimochodem na povrchu mnohem více, než bylo (na základně pozorování podobných těles) očekáváno. Jižní hemisféra je přitom jen jednu až dvě miliardy let stará, zatímco u severní se předpokládá věk vyšší. První interpretace dat ukazují, že se Vesta od běžných asteroidů liší i několika vrstvami kolem železného jádra. Zprávy od vědeckého týmu mise tak Vestu opatrně označují jako „nejmenší terestickou planetu“ (byť dle klasifikace Mezinárodní astronomické unie jde o asteroid). Ukazuje se ale, že s Merkurem, Venuší, Zemí či Marsem toho má Vesta společného mnohem více, než jsme ještě nedávno tušili – nebo si byli ochotni připustit. Podle všeho byla v době vzniku sluneční soustavy v protoplanetárním disku, nabalovala na sebe další a další hmotu a byla na nejlepší cestě stát se regulérní planetou terestického typu. Přítrž tomu učinil Jupiter, který si díky své gravitaci „přivlastnil“ materiál z pásu asteroidů, z něhož Vesta mohla dále růst. Její vývoj se tak „zastavil“ ve fázi protoplanety.

Prvního listopadu 2011 každopádně byly znovu zapnuté iontové motory automatu Dawn, a ten začal sestupovat na dráhu LAMO (Low-Altitude Mapping Orbit). Na ní zakotvil 12. prosince, když začal pořizovat snímky s rozlišením 25metrových detailů. Kromě vizuálního průzkumu na dráze ve vzdálenosti kolem dvou set kilometrů přijdou ke slovu i další přístroje, jejichž úkolem bude podrobně zjistit složení povrchu stejně jako vnitřní strukturu Vesty měřením jejího gravitačního pole. Jak sledování z předběžné dráhy stejně jako z dráhy HAMO ukázaly, máme se věru nač těšit...

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA

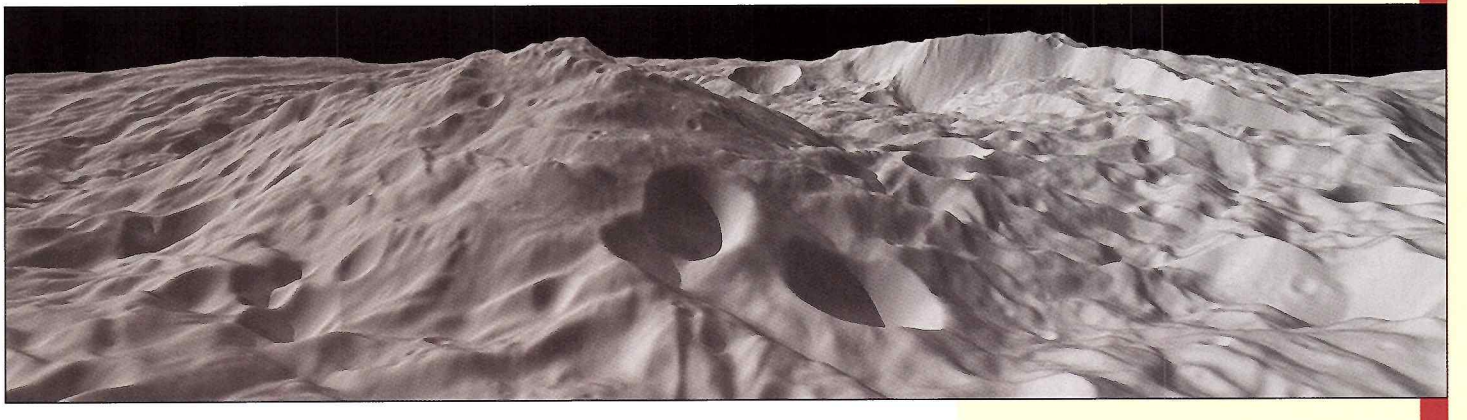


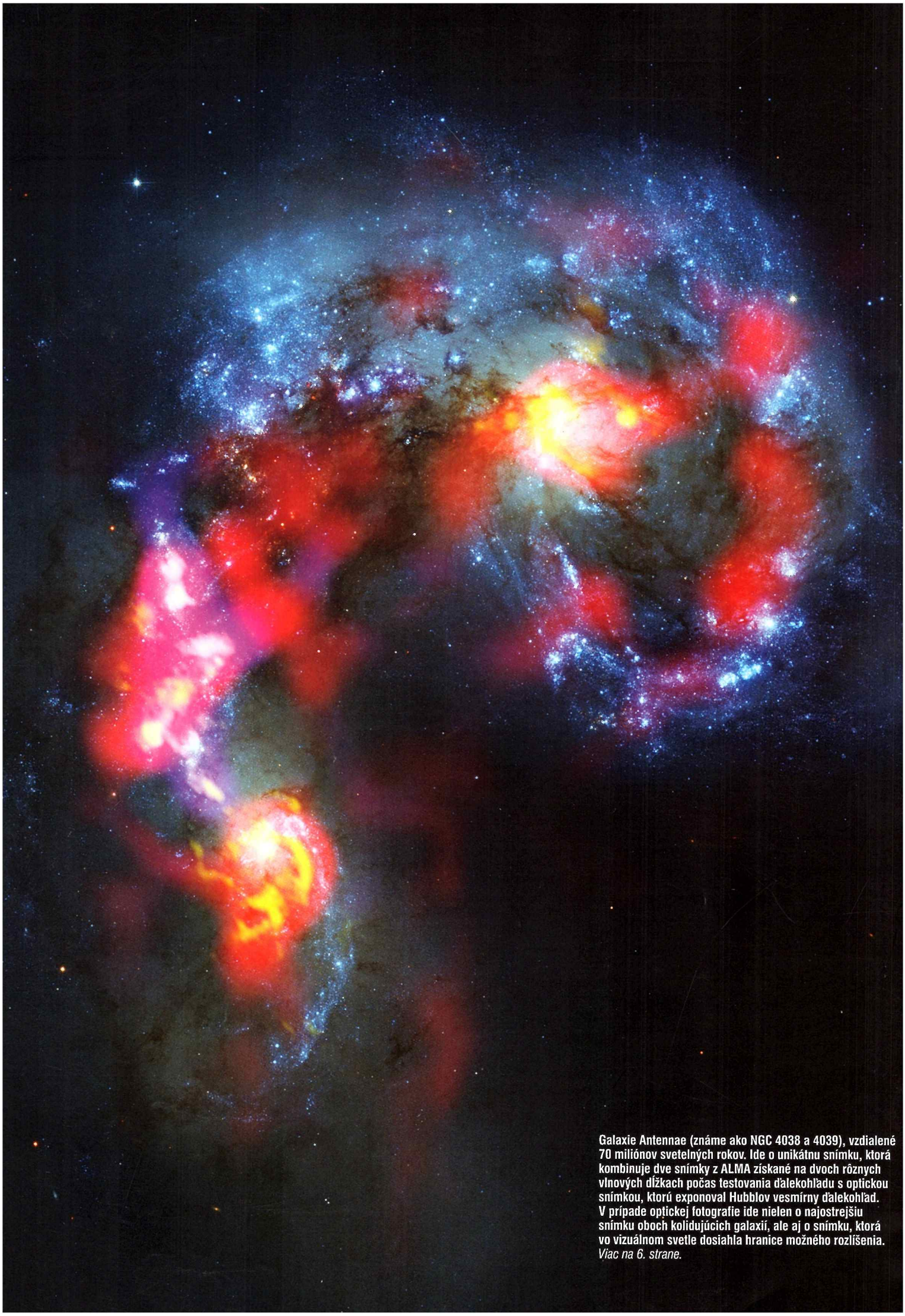
Jižní hemisféra Vesty; snímek je vycentrovaný na oblast Rheasilvia: barevně jsou rozlišeny oblasti s různou geologickou kompozicí (např. zeleně jsou vyznačené oblasti bohaté na železitý pyroxen).



Jeden z prvních snímků z nízké mapovací dráhy LAMO ukazuje z výšky 191 km čerstvý dosud nepojmenovaný kráter na pozici 17 stupňů jižní šířky a 77 stupňů východní délky. Snímek zabírá plochu 18 krát 18 kilometrů.

Modelovaný pohled na krajinu jižné polární oblasti Vesty. Rozlišení je 300 metrů/pixel.





Galaxie Antennae (známe ako NGC 4038 a 4039), vzdialené 70 miliónov svetelných rokov. Ide o unikátnu snímku, ktorá kombinuje dve snímky z ALMA získané na dvoch rôznych vlnových dĺžkach počas testovania ďalekohľadu s optickou snímkou, ktorú exponoval Hubblov vesmírny ďalekohľad. V prípade optickej fotografie ide nielen o najostrejšiu snímku oboch kolidujúcich galaxií, ale aj o snímku, ktorá vo vizuálnom svetle dosiahla hranice možného rozlíšenia. *Viac na 6. strane.*