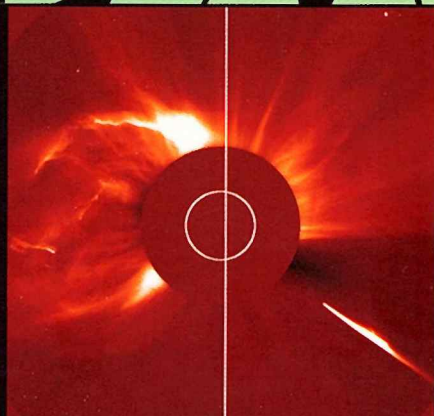


Číslo 6 * December 2011 – január 2012 * Ročník 42 * Cena 1,49 €

K O Z M O S



Polárna žiara nad Islandom a CME

Neustály návrat času

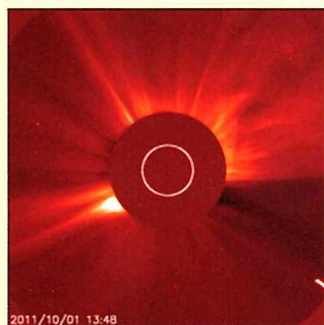
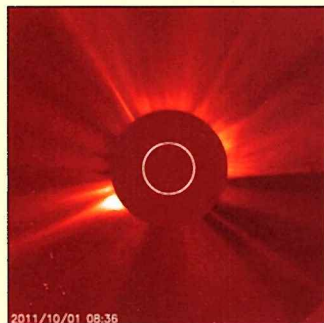
**140. výročie založenia
hvezdárne v Hurbanove
a 170. výročie
narodenia
jej zakladateľa
Mikuláša
Thege Konkolyho**



Polárna žiara

Polárnu žiaru v Islande fotografoval Dr. Ladislav Hrič

Iba po príchode z Islandu (14. októbra 2011) som sa dozvedel, že na Slnko dopadla kométa a na Slnku sa odohrala silná erupcia, a zároveň došlo k obrovskému výronu koronálnej hmoty (CME). Napriek tomu, že som o týchto informáciách nevedel, dôsledky veľmi silnej CME som na Islande pozoroval už takmer týždeň. Agentúrne informácie ma však zaujali, takže hneď po návrate som si začal skladať mozaiku dostupných informácií.



Dňa 6. 10. 2011 prebehla internetová správa zo sondy SOHO celým svetom, že:

Európska vesmírna sonda SOHO zachytila zrážku kométy so Slnkom. Náraz zapríčinil veľký výron slnečnej hmoty do vesmíru. Vyvrhnuté plyny, takzvaná koronálna hmota, by sa mohli dostať počas niekoľkých dní k Zemi a spôsobiť výskyt polárnej žiary. V horšom prípade by mohla na Zemi nastať takzvaná geomagnetická búrka. Tá sa prejavuje rušením rádiového vlnenia a elektrického vedenia. V extrémnych prípadoch môže dôjsť až k poškodeniu zariadení. Kométu objavil amatérsky astronóm iba v piatok a v sobotu už narazila do Slnka. Odborníci sa zatiaľ nezhodli, či náraz kométy môže spôsobiť nestabilitu na Slnku.

Zobrazená sekvencia približuje zrážku s letiacou kométou sprava a s výronom CME zľava. Aby sme sa teda zorientovali v čase, treba spresniť, že amatérsky astronóm musel kométu objaviť 30. septembra a už na druhý deň (1. 10.) sonda SOHO zachytila jej dopad do oblasti Slnka. (Povrch Slnka totiž sonda nemonitoruje.) Tu treba zdôrazniť, že kométa sa musela rozpadnúť skôr, ako dosiahla slnečný povrch a zrejme sa aj vy-

parila. Navyše sa zdá, že k výronu CME (zdanlivo) z druhej strany slnečného disku došlo o zlomok sekundy skôr, ako mohla kométa dopadnúť (pozri štvrtý obrázok vľavo). V každom prípade pozorovaná erupcia nesúvisela s pádom kométy a išlo len o časovú zhodu. Aj z energetického hľadiska je pád kométy zanedbateľný v porovnaní s výronom CME. Dost' ma preto prekvapuje, že takáto zavádzajúca informácia sa šírila na internete. Ako ukážem neskôr, množstvo nesprávnych informácií súviselo v minulosti aj s vysvetlením polárnej žiary. No aby som sa vrátil k časovým udalostiam, večer 8. 10. som sa nachádzal na Islande len asi 100 km južne od severného polárneho kruhu a počasie sa výrazne zlepšilo, takže sme sa tešili na pozorovanie nočnej oblohy. Ani sme netušili, že obloha sa nám odmení veľkolepou polárnou žiarou hlavne zelenej farby. Žiara pokrývala veľkú časť oblohy od severu až po zenit, veľmi rýchlo sa menila v čase a niekedy sa dalo sledovať, ako sa maximum žiarenia rýchlo šíri a premiestňuje po magnetických siločiarach smerom k severnému magnetickému pólu. Fotografovanie však sťažoval veľmi silný vietor o sile víchrice a mrazivý chlad. Napriek tomu sa mi podarilo niekoľko záberov polárnej žiary, ktoré ju zachytávajú v rôznych tvaroch. Samozrejme, tento výskyt polárnej žiary súvisel s mohutnou slnečnou erupciou z 1. októbra. Zelená farba je spôsobená žiarením atómov kyslíka – spektrálnou čiarou s vlnovou dĺžkou 557,7 nm.

nad Islandom

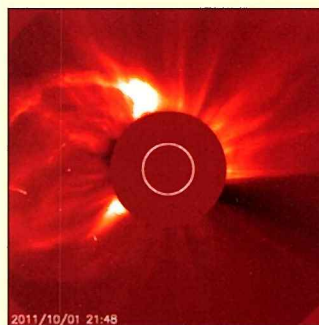


Dnes vieme, že polárna žiara vzniká, keď elektricky nabité častice slnečného vetra, najmä elektróny ale aj protóny, alfačastice a niektoré ťažké ióny sa dostávajú do zemskej magnetosféry, ďalej sa pohybujú pozdĺž magnetických siločiar k magnetickým pólom, a tu narážajú vo výškach vyše 100 km na vrchnú vrstvu atmosféry. Náraz častice spôsobí v molekulách alebo atómoch vybudenie elektrónov do vyšších energetických hladín. Po krátkom čase sa elektrón vráti na pôvodnú hladinu, pričom sa vyžiari svetlo (fotón). Všeobecne sa tomu hovorí fluorescencia. Pokiaľ je elektrón odtrhnutý od atómu alebo molekuly a následne sa do atómu alebo molekuly vráti za uvoľnenia svetla, hovoríme o rekombinácii, pričom aj v tomto prípade sa uvoľní elektromagnetické žiarenie. Spektrum polárnej žiary je čiarové. Jej farba zodpovedá časticiam, ktoré ju vyžarujú. Červená farba je vysielaná atómami kyslíka z výšky nad 200 km. V nižších výškach vyžaruje kyslík intenzívnu zelenú farbu. Modrá farba zase pripadá na atómy dusíka vo výške 100 až 200 km. V najnižších vrstvách je žiarenie dusíka karmínové.

História výskumu polárnej žiary nám pripravila zaujímavý príbeh hľadania vedeckej pravdy. Svätým grálom polárnej žiary sa stala spomínaná zelená spektrálna čiara kyslíka. Ako prvý túto spektrálnu čiaru napozoroval švédsky fyzik Anders Jonas Ångström už

v roku 1868, no v tej dobe ju ešte nevedel správne identifikovať. Potom sa 50 rokov v renomovaných časopisoch publikovali vedecké články o jej pôvode. Jej vznik sa dával do súvislosti s dusíkom, kryptónom, meteorickým železom, mangánovým prachom, s fluorescenciou argónu a dokonca s neznámymi prvkami, ktoré dostali pomenovanie geokorónium alebo nebúlium. Napríklad aj známy autor teórie o pohybe kontinentov Alfred Wegener ešte v roku 1911 pokladal za zdroj zelenej spektrálnej čiary v polárnej žiare neznámy prvok geokorónium, ktorý sa mal nachádzať vo výškach nad 220 km. Na prelome 19. a 20. storočia nórsky fyzik Kristian Birkeland vysvetlil pôvod polárnej žiary pomocou elektrónov letiacich zo Slnka a dal tak základ všetkým ďalším teóriám. Stále však zostávala záhadou farebnosť pozorovaného javu. Významný nórsky fyzik Lars Vegard ešte v roku 1924 publikoval svoju prácu v svetoznámom časopise Nature, v ktorom obhajoval názor, že zelená farba polárnej žiary je spôsobená pevnými zmrznutými častočkami dusíka. Až tesne po tejto práci kanadský fyzik John McLennan a jeho študent Gordon Shrum na základe množstva laboratórnych pokusov konečne rozlúskli polstoročnú vedeckú záhadu o pôvode zelenej farby v polárnej žiare a napriek alternatívnym názorom z tej doby dokázali, že jej príčinou je žiarenie kyslíka. Tak to môžeme vidieť aj na priložených fotografiách.

Dr. LADISLAV HRIC,
Astronomický ústav SAV



Dopad kométy na Slnko 10. 1. 2011.

Polárna žiara nad Islandom

Obálka

Polárnu žiaru v Islande fotografoval 8. 10. 2011 Dr. Ladislav Hric. Bola to iba zhoda okolností, že 1. 10. dopadla na Slnko kométa, ktorá tiež spôsobila výron koronálnej hmoty.

Viac na 2. a 3. strane.

Slnčná sústava

Polárna žiara nad Islandom
Ladislav Hric s. 2 – 3

Vlny na Sinku s. 5

Neptún vykonal jeden obeh od objavu
Július Koza s. 5

Merkúr: planéta ohňa a ľadu
prebrané z *Astronomy* 12/2011 s. 8 – 9

HST objavil ďalší mesiac Pluta s. 10

Globálny oceán magmy pod povrchom Io s. 10

Extrasolárne sústavy

Planéta v trojhviezdnom systéme s. 16

Osamelých planét je viac ako hviezd s. 16

Červené slnká, čierne stromy s. 17

Prvá exoplanéta s magnetosférou s. 17

HST vykonal miliónte vedecké pozorovanie s. 18

Stelárna astronómia

Plápolajúca Betelgeuze s. 11

Neutrónová hviezda zhltila priveľké sústo s. 11

ULAS J1120+0641: najvzdialenejší kvazar s. 19

Pulzar s mysterióznym chvostom s. 19

Rotoval vesmír už vo chvíli zrodu? s. 20

Čudná dvojhviezda generuje vzplanutia gama s. 20

V mladom vesmíre bolo čiernych dier ako maku s. 21

Chandra pristihla čiernu dieru pri hostine s. 21

K 140. výročiu založenia hvezdárne v Hurbanove a 170. výročiu narodenia jej zakladateľa M. Thege Konkolyho

Zahraniční astronómovia a historici o hvezdárni v Hurbanove a jej zakladateľovi (1. časť)

O hvezdárni v Hurbanove a osobnostiach pôsobiach v nej píše Lajos Bartha (Budapešť), Jiří Grygar (Fyzikální ústav AV ČR, Praha), Lajos G. Balázs (bývalý riaditeľ Konkolyho observatória v Budapešti) a Eduard Pliško (Slovenská spektroskopická spoločnosť, Bratislava)

s. 28 – 31

Konkolyho korešpondencia v rokoch 1867 - 1916

Ladislav Druga

s. 32 – 34

Druhá polovica 19. storočia bola v dejinách astronómie dobou rýchleho rozvoja astrofyziky. Mikuláš Thege Konkoly bol dieťaťom tejto éry. Neovplyvňovala ho tradícia astronomických výskumov predchádzajúcich období (astrometria, nebeská mechanika). Svoje schopnosti zamerlal na zdokonaľovanie astronomických prístrojov, metód a spracovania pozorovaných dát. Touto činnosťou sa stal významným astronómom ruskú-uhorskej monarchie.

Lajos Bartha



Servis Kozmosu

ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 6
Spektrum – informátor o vesmíre – 2. časť

Milan Rybanský s. 26 – 27

Slnčná aktivita (august – september 2011)
Milan Rybanský s. 27

POZORUJTE S NAMI
Obloha v kalendári (december 2011 – január 2012)
Pripravil Pavol Rapavý s. 38 – 41

Zatmenie Mesiaca 10. 12. 2011
Pavol Rapavý s. 38 – 41

Kalendár úkazov a výročí
Pavol Rapavý s. 41

Tabuľky východov a západov (december 2011 – január 2012)
Pavol Rapavý s. 41

Rozhovor



Zberateľ planetárnych hmlovín

Štefan Kürti sa rozpráva s Dr. Lubošom Kohoutkom

s. 22 – 25

Fyzika * Kozmológia

Neustály návrat času
prebrané z *Bild der Wissenschaft* s. 12 – 15

Práca astronómov amatérov

Amatérske pozorovanie exoplanét
Martin Vrašťák s. 34 – 35

Podujatia a Album pozorovateľa

Zjazd SAS pri SAV
Pavol Rapavý s. 36

Exkurzia v Niepolomiciach
Renáta Kolišovská s. 36

Žlté kovy z Poľska
Mária Hricová, Ladislav Hric s. 37

Park tmavej oblohy žije!
Pavol Rapavý s. 37

Astroleto v DOMINE
Peter Kaňuk s. 42

ESA po osemnásty raz
Ján Horňák s. 42

Letná škola mladých slnečných fyzikov a geofyzikov v Tatrách
Ivan Dorotovič, Július Koza s. 43

Album pozorovateľa
Supernova v M 101
Marian Mičuch s. 44

KOZMOS populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Príklerová – 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 Chochoľ, 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:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciam. * **Cena** jedného čísla 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta a doručovateľ Slovenskej pošty. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk. * **Predplatelia:** 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. 00402/3409 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 14. 11. 2011 * ISSN 0323 – 049X

Vlny na Slnku

Vedci zachytili vlnu, ktorá sa valí atmosférou Slnka. Nie je to iba krásna fotografia: tieto vlny sú kľúčom k vyriešeniu záhady zahrievania koróny, ktorá je mnohonásobne horúcejšia, ako vedci kedysi predpokladali. Tento druh vln nie je neznámy: generuje ich tzv. Kelvin-Helmholtzova nestabilita, jav, ktorý umožňuje aj rozptyl energie vo vode.

Mechanizmus, ktorý zahrieva korónu, nepoznáme. Nevieime prečo je rádovo horúcejšia ako povrch Slnka, fotosféra. Niektorí teoretici predpovedali, že práve takéto vlny môžu vyvolávať turbulencie, zahrievajúce korónu. Priamy dôkaz však chýbal.

Leon Ofman z Goddardovho centra pre vesmírne lety zaznamenal tieto vlny v apríli 2010. Objavil ich na prvých snímkach vesmírneho ďalekohľadu SDO, ktoré zaznamenáva dynamiku javov na Slnku. Observatórium vypustili na obežnú dráhu vo februári 2010. Prvé snímky SDO analyzovali o mesiac neskôr. Výsledky analýzy zverejnili až v júni tohto roku.

Vlny, ktoré analyzovali na prvých snímkach, boli relatívne nízke. „Mali sotva 5 000 kilometrov,“ sme sa Leon Ofman.

Kelvin-Helmholtzove nestability sa objavujú vtedy, keď dva prúdy s rozdielnou hustotou sa pohybujú vedľa seba. V prípade oceánu hustá voda a redší vzduch. Vo chvíli, keď sa mňajú a trú, nevelké zvlzenie hladiny sa môže premeniť na veľké vlny, ktoré tak milujú surferi. V prípade Slnka vytvára otierajúce sa prúdy plazma. Plazma vyvrhnutá erupciami Slnka sa rozptína nad hladinou plazmy, ktorý vyvrhnutá nebola. Rozdiely v rýchlosti a hustote prúdov na rozhraní generujú nestabilitu, ktorá sa mení na vlny.

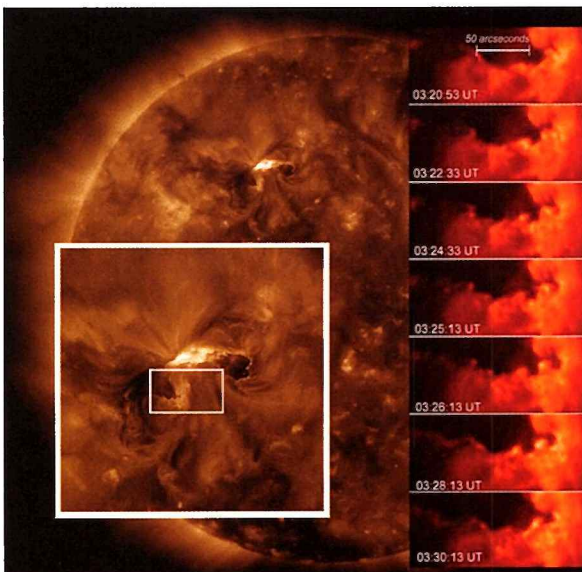
Tím na základe tejto hypotézy vytvoril počítačový model, simulujúci pozorovaný úkaz na Slnku. Ukázalo sa, že za predpokladaných podmienok sa naozaj tvoria ozrutné vlny, ktoré sa valia korónou. Model pozorovanie potvrdil.

Kelvin-Helmholtzove nestability boli pozorované v najrozličnejších prostrediach. V koróne

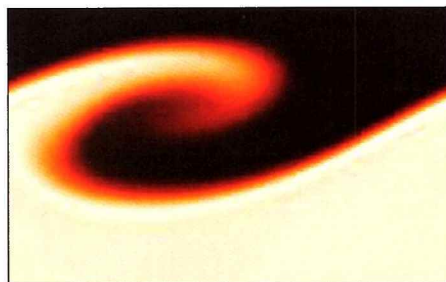
Slnka, ktorú ovplyvňujú premenlivé magnetické polia, sa nestabilita nemusela prejavíť. Ukázalo sa, že optimisti majú pravdu: aj zmagnetizovaná slnečná plazma sa formuje do vln.

Výskyt veľkých vln naznačuje, že sa môžu rozpadáť a tvoriť menšie turbulencie. Trenie, spôsobované turbulenciami, môže prispievať k zahrievaniu koróny. Pochopiť celý mechanizmus do dôsledkov si však vyžiada dlhodobé pozorovania. SDO je na takýto výskum priam stvorený, pretože dokáže exponovať detail študovanej oblasti každých 12 sekúnd.

Prvadaže, SDO nie je prvým slnečným observatóriom s porovnateľnou rozlišovacou schopnosťou. Konkurenčné prístroje vlny nezaznamenali asi preto, že sa vyskytujú zriedkavo. Fakt, že vlny objavili už na prvých snímkach SDO, svedčí o jeho výnimočnosti. NASA Press Release



Vlny horúcej plazmy valiace sa korónou objavili vedci pomocou solárneho observatória SDO. Zdá sa, že práve tieto vlny prispievajú k zahrievaniu koróny.



Na počítačovom modeli vyzerá vlna valiac sa korónou takto. Skutočné vlny majú aj 5000 kilometrov, ale vo vzdialenosti 150 miliónov kilometrov ich mohli rozlíšiť iba mimoriadne citlivé senzory vesmírneho solárneho observatória – SDO.



K-H vlny objavili planetológovia aj medzi niektorými prstencami Saturna.



Snímka Neptúna, ktorú získala 16. augusta 1989 sonda Voyager 2. Modré sfarbenie Neptúna spôsobujú metán a čpavok v jeho atmosfére.

Neptún vykonal jeden obeh od objavu

V noci z 23. na 24. septembra uplynulo práve 165 rokov od objavu planéty Neptún. Tej pamätnej noci z 23. na 24. septembra 1846 na berlínskom observatóriu bdeli pri ďalekohľade Johann Galle a Heinrich Luis d'Arrest. Toto výročie si pripomínáme hlavne preto, že obežná doba Neptúna okolo Slnka je 165 rokov a vykonal tak od svojho objavu práve jeden obeh. Treba zdôrazniť, že objav Neptúna nebol dielom náhody, ale veľkým triumfom a dôkazom platnosti Newtonovej gravitačnej teórie. Preto sa niekedy zdôrazňuje, že Neptún bol „objavený špičkou pera“. Totiž prítomnosť veľkej planéty na vonkajšom okraji Slnčnej sústavy predpovedal parížsky „nebeský mechanik“ Urbain Le Verrier na základe svojich výpočtov založených na pozorovaných poruchách v pohybe Uránu, ktoré vysvetlil gravitačným pôsobením inej veľmi hmotnej planéty ďaleko za jeho dráhou. Pripomíname, že Neptún je od Slnka tridsaťkrát ďalej ako Zem. Aj v ére počítačov súčasný astronómia a nebeská mechanika žasnú nad komplikovanosťou a náročnosťou výpočtov, ktoré Le Verrier vykonal len ručne na papieri, a na základe ktorých veľmi presne predpovedal, kde v tú objavnú noc Neptún na oblohe bude. Skutočne, Galle a d'Arrest objavili Neptún len jeden stupeň od polohy, ktorú predpovedal Le Verrier. Objav Neptúna je tak pekným učebnicovým príkladom medzinárodnej spolupráce teoretika (Francúz Le Verrier) a pozorovateľa (Nemci Galle a d'Arrest).

Snímky Neptúna získané veľkými ďalekohľadmi a sondou Voyager 2 ukazujú jeho sýto modré sfarbenie, spôsobené prítomnosťou plynného čpavku a metánu v jeho atmosfére. Ich molekuly výrazne pohlcujú červenú zložku dopadajúceho slnečného žiarenia, a preto vo svetle Neptúna prevláda modrá. Zaujímavosťou je, že Neptún vyžaruje dva a polkrát viac energie, ako na jeho povrch zo Slnka dopadá. Mechanizmus produkujúci tento nadbytok je neznámy. Hoci je momentálne Neptún poslednou planétou Slnčnej sústavy po prekvalifikovaní Pluta na „trpasličiu planétu“, nebolo to vždy tak. Modely vývoja Slnčnej sústavy ukazujú, že v dávnej minulosti ležala dráha Neptúna medzi dráhami Saturnu a Uránu. V dôsledku gravitačných porúch spôsobilých hlavne Jupiterom a Saturnom Neptún migroval na vonkajší okraj Slnčnej sústavy.

Zdroj: *Sky and Telescope*, júl 2011, str. 28-34.

Július Koza,

Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica



Horúce vlny generuje Kelvin-Helmholtzova instabilita, mechanizmus, ktorý produkuje energiu vtedy, keď sa vedľa seba pohybujú dva prúdy s nerovnakou rýchlosťou a hustotou. Napríklad vzduch a povrch vody. Na snímke z Floridy vidíte K-H vlny v oblakoch nad oceánom.



Farebné snímky povrchu Merkúra vznikajú tak, že kamera okrem čierno-bielej snímky každý obrázok sníma ešte 11-krát, vždy pomocou iného filtra. Zhotovené kombináciou 11 filtrov. Technickým spracovaním snímok na Zemi sa vyberajú kombinácie rôznych filtrov. Snímka vľavo vznikla kombináciou troch, snímka vpravo kombináciou ôsmich filtrov. Tak sa rozlíši aj rozdielnosť hornín. Žltkavo-oranžové sfarbenie majú relatívne mladé útvary, pokryté vulkanickým materiálom.

Merkúr:

V polovici marca zatajili vedci z tímu MESSENGER dych. Sonda, ktorá sa po troch blízkych obežných dráhach mala definitívne usadiť na obežnej dráhe okolo Merkúra, zapla na pokyn zo Zeme svoje motory. Zložitý manéver sa podaril. MESSENGER krúži okolo planéty a najmenej 365 dní bude dodávať na Zem unikátne informácie o tejto ešte stále záhadnej planéte. Počas prvých dvoch mesiacov vyslala sonda vyše 40 000 fotografií a milióny nameraných údajov. Hneď prvé analýzy pripravili dve veľké prekvapenia: zloženie Merkúra je podstatne iné ako sa očakávalo a magnetické pole planéty je oproti jej rovníku posunuté.

Vedci po prvýkrát analyzovali aj podrobné snímky polárnych oblastí Merkúra. Počas posledných 6 blízkych obežných (tri z nich urobila sonda Mariner v polovici 70. rokov, tri MESSENGER v rokoch 2008/2009) sa sondy pohybovali najmä nad rovníkom. Iba niekoľko snímok s nízkym rozlíšením zmapovalo okolia pólů. Zo snímok sa nedalo s istotou vyčítať, či sú na pólach naozaj ľadové polárne čiapočky a či sa vodný ľad nachádza aj v hlbokých roklínach a kráteroch okolo pólů.

Pohľad zhora

MESSENGER krúži okolo Merkúra po výstrednej eliptickej dráhe. Bod najväčšieho priblíženia je 200 kilometrov, najvzdialenejší bod 15 193 kilometrov nad povrchom. Bod najväčšieho priblíženia leží nad 60° severnej šírky, čo vedcom umožní podrobne preskúmať obrovský kráter Caloris s priemerom 1 550 km. Gravitácia Slnka obežnú dráhu sondy neustále mení, takže pozemský tím ju priebežne povelmi zo Zeme koriguje.

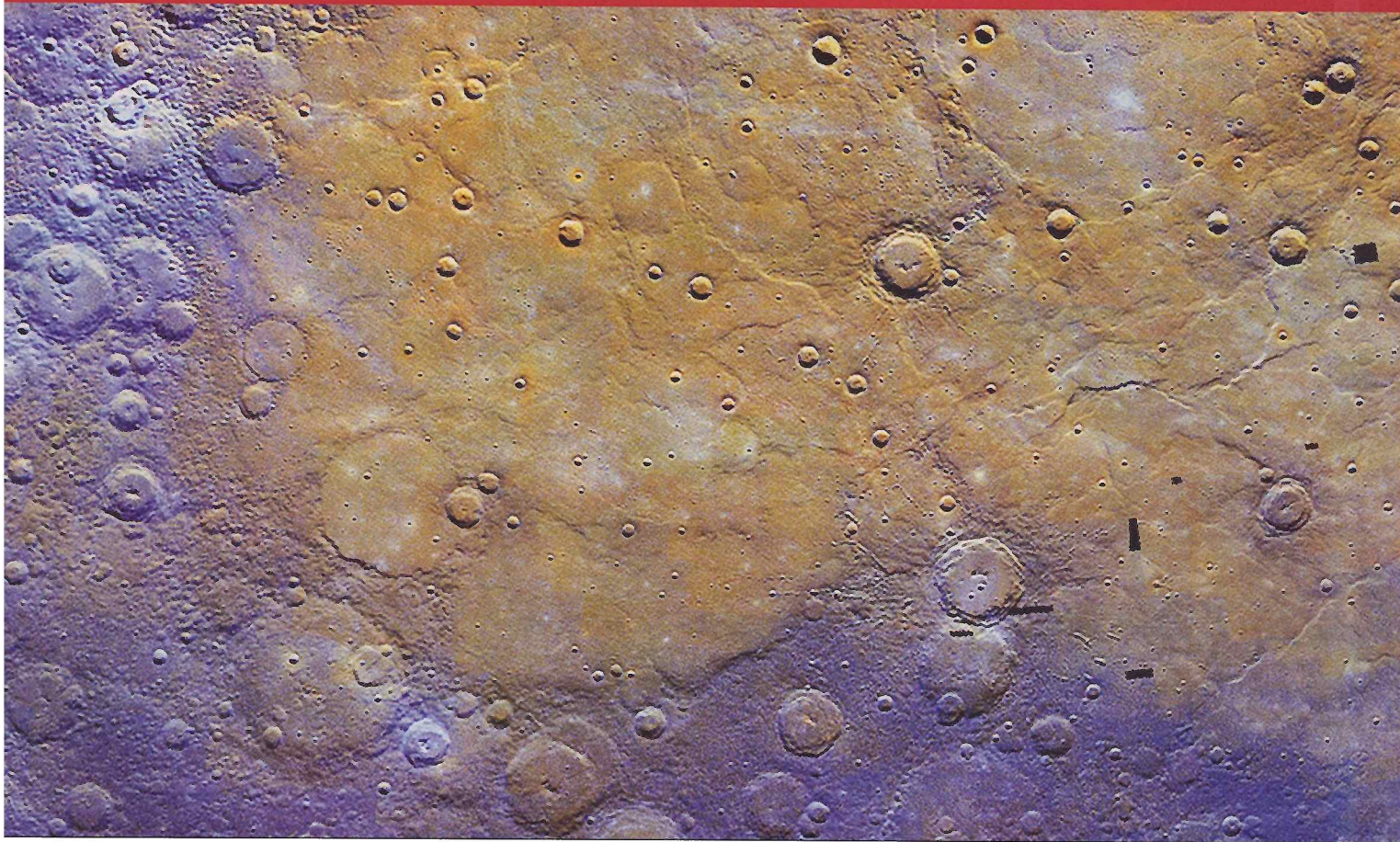
Na prvých snímkach polárnej oblasti zaujali vedcov obrovské polia stuhnutej lávy, najväčšie na celej planéte. Pokrývajú 4 milióny štvorcových kilometrov, teda polovicu povrchu Spojených štátov. Ich hĺbka sa odhaduje na niekoľko kilometrov. Z objavy vyplýva, že vulkanizmus sa významne podieľal aj na utváraní kôry Merkúra.



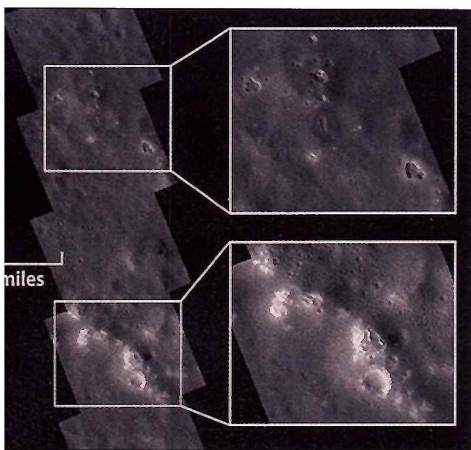
MESSENGER krúži okolo Merkúra už 176 dní. Kamera s úzkym zorným uhlom mapuje povrch z doteraz nevidaným rozlíšením: 1 kilometer na pixel.

Pred 20 rokmi zaznamenali pozemské radary na severnom a južnom póle planéty záhadné škvŕny. Útvary na snímkach pripomínali útvary na viacerých mesiacoch obrých planét, najmä na dne hlbokých kráterov, kam nikdy nedopadnú lúče Slnka. Väčšina geológov ich identifikovala ako vodný ľad. Zopár skeptikov však namietlo, že H₂O sa na radarovom zázname nemôže takto prejavovať.

Poludňajšie teploty na Merkúre dosahujú hod-



planéta ohňa a ľadu



Svetlé, nepravidelné lieviky, ale bez valov, s priemerom niekoľko sto až tisíc metrov, vyskytujú sa na dnách mnohých kráterov na Merkúre. Objavili ich až vďaka rozlišovacej schopnosti prístrojov na sonde MESSENGER.

notu 426 °C. Môžu sa na takej horúcej planéte zachovať depozity ľadu? Os rotácie Merkúra sa však počas obehu okolo Slnka mení, takže niektoré krátery mohli byť isé obdobia vo „večnom tieni“. Ľad, dopravený v dávnej minulosti kométami sa v nich mohol zachovať.

Vedci pomocou laserového výškometra začali merať hĺbku kráterov okolo severného pólu. Uká-

zalo sa, že väčšina údajov potvrdzuje hodnoty získané pozemskými radarmi. Vedúci tímu MESSENGER Sean Solomon, konštatoval: „Hypotéza o existencii vodného ľadu na Merkúre po prvej skúške obstála.“

V najbližších mesiacoch viaceré, aj opakované testy spresnia zloženie podozrivých depozitov. Ak sa prítomnosť vodného ľadu na Merkúre potvrdí, bude ho tam viac ako na Mesiaci! (V roku 2009 americká sonda LCROSS potvrdila existenciu ľadu v polárnych končinách Mesiaca.)

Objavy a záhady

MESSENGER počas svojej misie zmapuje takmer celý povrch horúcej planéty. Širokouhlá kamera nasníma povrch v čiernobielym prevedení, s rozlíšením 250 metrov na pixel. Tá istá kamera preskúma Merkúr aj pomocou 11 farebných filtrov, pričom každý z nich odhalí iný aspekt zloženia jeho povrchu. Tak vznikne postupne globálna mapa s rozlíšením 1 kilometer na pixel.

Snímky, ktoré exponuje kamera s úzkym zorným uhlom, zmapujú vytipované oblasti s rozlíšením 10 metrov na pixel.

Najväčšiu pozornosť venujú vedci škvrtitým dnám veľkých kráterov, ktoré boli zmapované už počas predošlých obletov. Zaujali ich najmä svetlé lieviky s priemerom 100 metrov až niekoľko kilometrov, sústredené okolo centrálnych

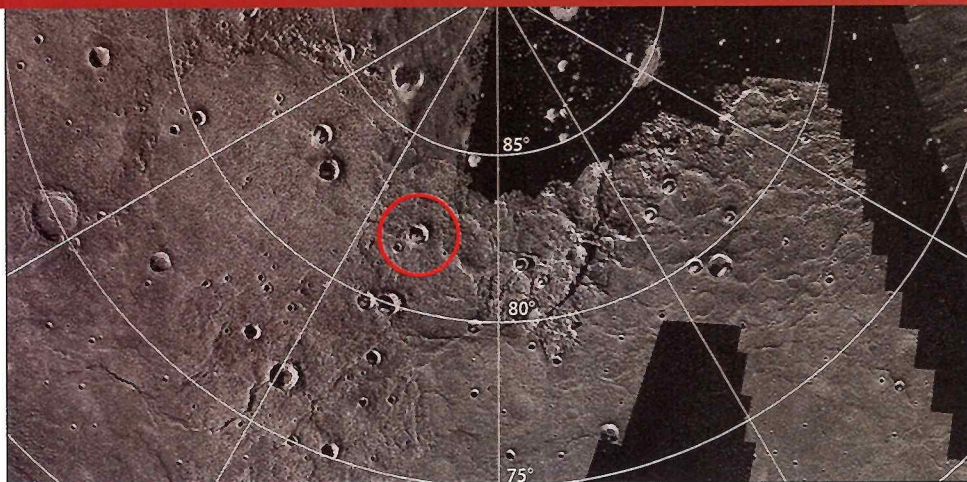
pahorkov kráterov, okolo valov týchto kráterov i pozdĺž hrebeňov niektorých pohorí. Okolo lievikov sú difúzne polia svetlého materiálu.

„Doteraz sme nikde nič podobného nevideli,“ vraví Brett Denevi, jeden z členov tímu. „Zatiaľ netušíme, ako tieto útvary vznikli, ale zdajú sa byť relatívne mladé. Mohli by to byť vulkanické sopúchy.“ To by však znamenalo, že sopečná činnosť na Merkúre ešte nevyhasla, hoci to väčšina planetológov predpokladala.

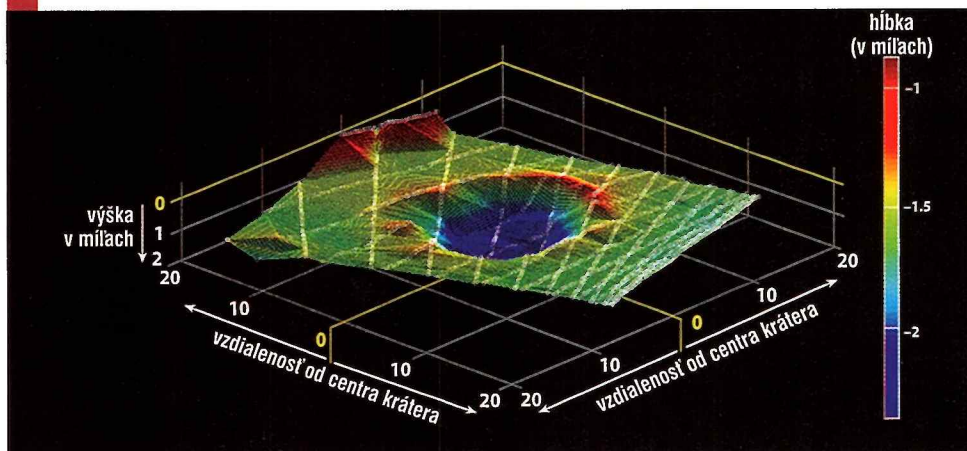
Posunuté magnetické pole

Vulkanizmus na povrchu Merkúra znamená, že planéta si uchovala horúce, plastické vnútro. Časť jadra Merkúra je ešte vždy tekutá. Z terestrických planét Slnčnej sústavy majú iba Zem a Merkúr globálne magnetické polia. Vedci predpokladajú, že magnetické polia generujú elektrické prúdy obtekajúce jadrá. Donedávna sa predpokladalo, že magnetické pole Merkúra je miniatúrnou obdobou magnetického poľa Zeme. Bol to omyl.

Rovníkove čiary magnetického poľa Zeme sa ťahajú s minimálnym sklonom k rovníku. Magnetické pole Merkúra je posunuté o 20 % dĺžky polomeru. Aj Saturn má posunuté magnetické pole, ale iba o 6 % polomeru. Podľa Solomona to dokazuje, že aj jadro, generujúce pole, musí byť posunuté. Vysvetlí túto záhadu zatiaľ nikto nedokáže. ⇨⇨



V hlbokých kráteroch okolo severného pólu Merkúra môžu byť depozity vodného ľadu. Aspoň podľa údajov pozemských radarov. Sonda ich diagnózu overí. V zakružkovanom kráteri (priemer 24 km), by malo byť najviac ľadu.



Údaje z výškomeru na sonde umožnili vytvoriť profil tohto nepomenovaného krátera. Je taký hlboký (bezmála 4 km), že jeho dno leží vo večnom tieni, takže ľad by sa tam mohol uchovať celé miliardy rokov.

Čudné magnetické pole vplýva aj na interakcie Merkúra s nabitými časticami slnečného vetra. Čiary magnetického poľa neďaleko južného pólu sú oproti medziplanetárnemu priestoru oveľa otvorenejšie ako na severe. To znamená, že slnečný vietor južnú pologuľu bombarduje oveľa intenzívnejšie ako severnú. Tieto procesy ovplyvňujú tak hustotu a hrúbku riedučkej atmosféry ako aj tmavnutie niektorých oblastí na Merkúre. Tieto asymetrie budú vedci počas misie podrobne skúmať.

Magnetické pole Merkúra generuje jadro, ktoré je pre planetológov záhadou. Jadro Zeme obsahuje tretinu hmotnosti planéty a jeho povrch sa guľatí tesne nad polovicou jej priemeru. Jadro Merkúra však obsahuje viac ako 60 % hmotnosti planéty, pričom jeho povrch je vzdialený od stredu o 0,75 polomeru. Zodpovedať na otázku ako sa na Merkúre vytvorilo také obrovské jadro je jedným z hlavných cieľov misie MESSENGER.

Nejasnosti okolo zloženia

Zloženie povrchu Merkúra je celkom odlišné od zloženia zemského a mesačného povrchu. Je celkom iné ako planetológovia očakávali. Na palube sondy sú dva prístroje, ktoré budú merať množstvo jednotlivých prvkov na Merkúre: röntgenový spektrometer na báze fluorescencie, čo je rovnaký proces, aký vyvoláva svetielko-

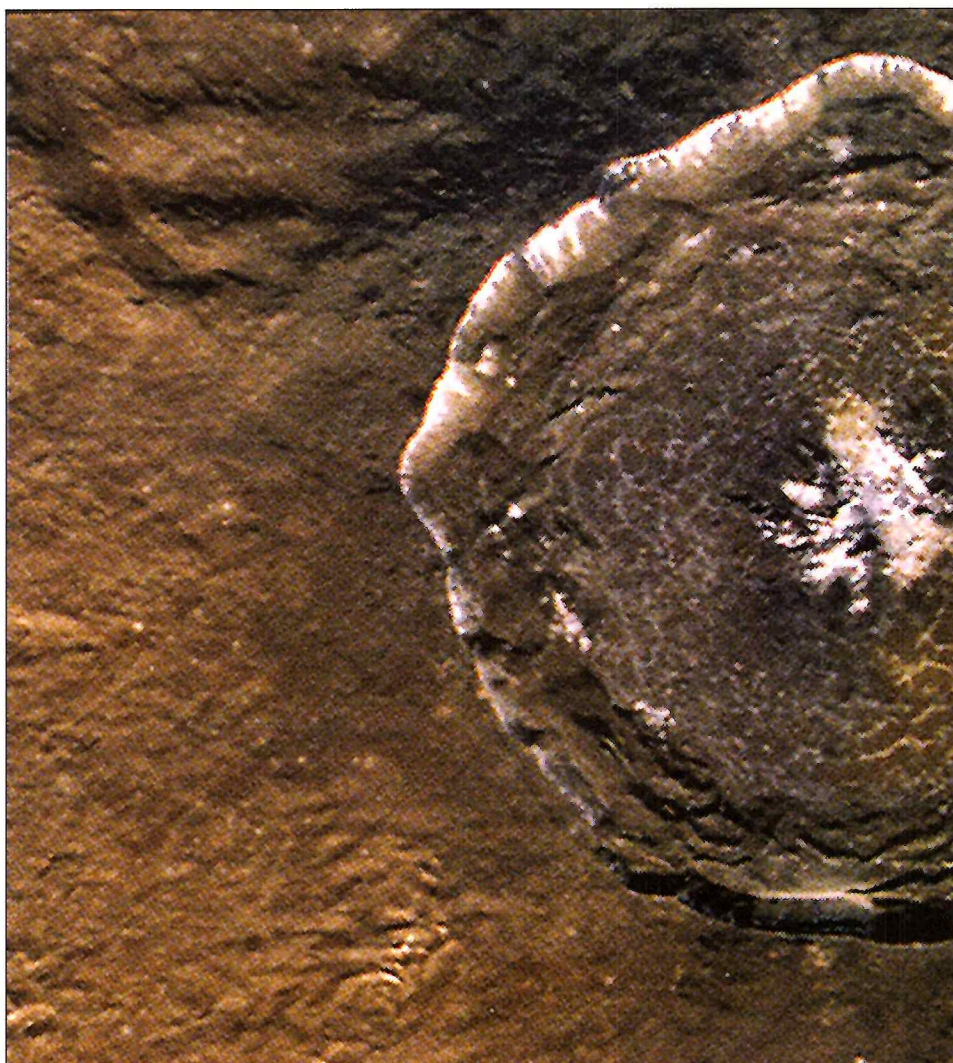
vane čiernobieleho plagátu, keď ho osvietime ultrafialovým svetlom. Prístroj zaznamenáva röntgenové žiarenie generované atómami na povrchu planéty po tom, ako na ne dopadne röntgenové žiarenie zo Slnka. Nakoľko aktivita Slnka počas roku 2011 vzrástla, vedci získali množstvo údajov.

Druhým prístrojom je gama a neutrónový spektroskop (GRNS) zaznamenávajúci energetické žiarenie gama. Keď kozmické žiarenie z hĺbok vesmíru dopadne na povrch Merkúra, uvoľní sa vysokoenergetické neutróny, ktoré nabudú susedné atómy. Tie vzápätí emitujú žiarenie gama.

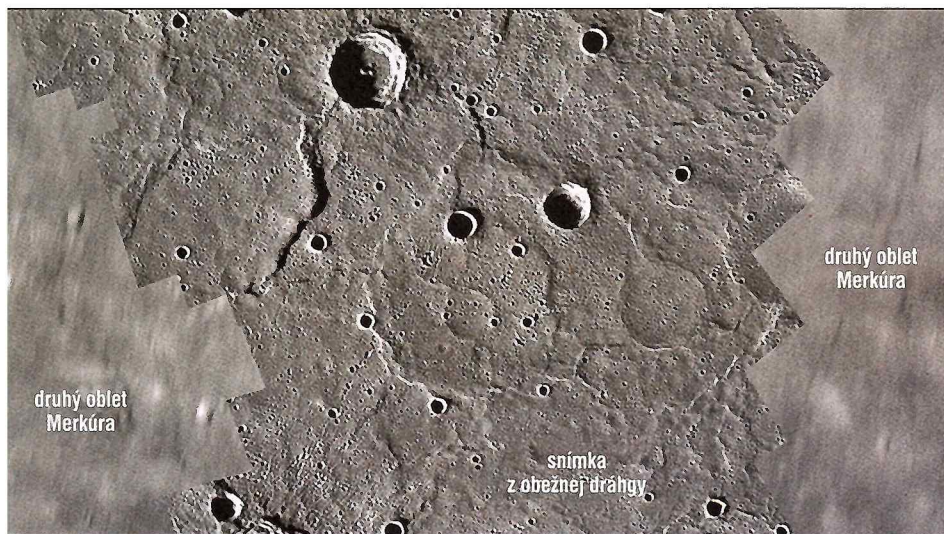
Spektrum žiarenia gama slúži astronómom tak ako DNA biológom. Dokážu z neho odčítať výskyt jednotlivých prvkov. Prístroj GRNS dokáže detegovať aj žiarenie gama z rádioaktívneho rozpadu draslíka, tória a uránu.

Z prvých údajov vyplynulo, že v kôre Merkúra je oveľa viac horčíka a oveľa menej alumínia ako na Zemi či Mesiaci. Hliník na Mesiaci sa uvoľnil z roztavených hornín a vystúpil na povrch v ranom štádiu vývoja satelitu našej Zeme. Vývery hliníka z plastického plášťa do tuhnejšej kôry na Zemi neboli také masívne ako na Mesiaci, ale na povrchu je aj tak niekoľko veľkých ložísk tohto kovu. Nakoľko predpokladáme, že aj Merkúr bol po sformovaní plastickou planétou, malý výskyt hliníka na jeho povrchu je veľkou záhadou.

Na povrchu Merkúra sa detegovali neobyčajne veľké koncentrácie sodíka a síry, ale iba málo železa a titánu. Síry je na Merkúre je 10-krát viac ako na Zemi či na Mesiaci. To svedčí o mimoriadnej vulkanickej aktivite v ranom období vývoja tejto planéty. Geológovia sa nazdávajú,



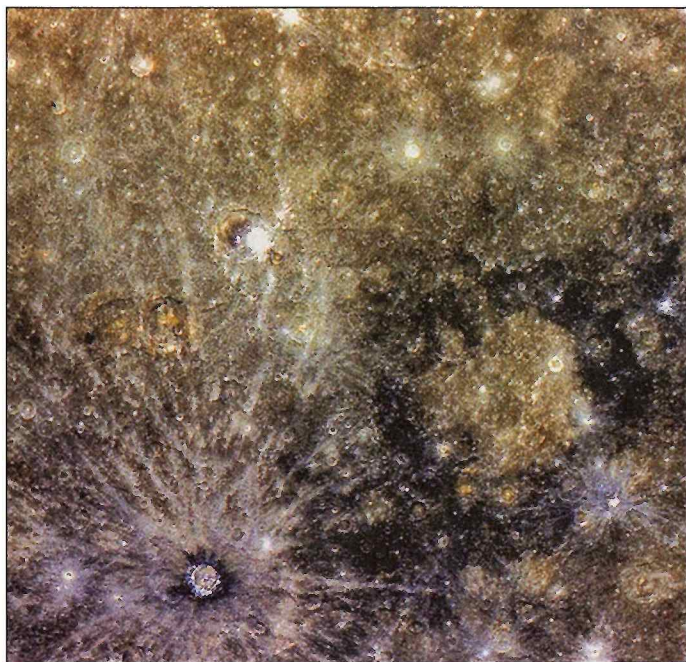
Kráter Degas, s vysokými valmi a výrazným centrálnym pahorkom. Priemer: 52 kilometrov. Keď impaktom roztavené horniny schladli, vytvorili sa v nich početné trhliny.



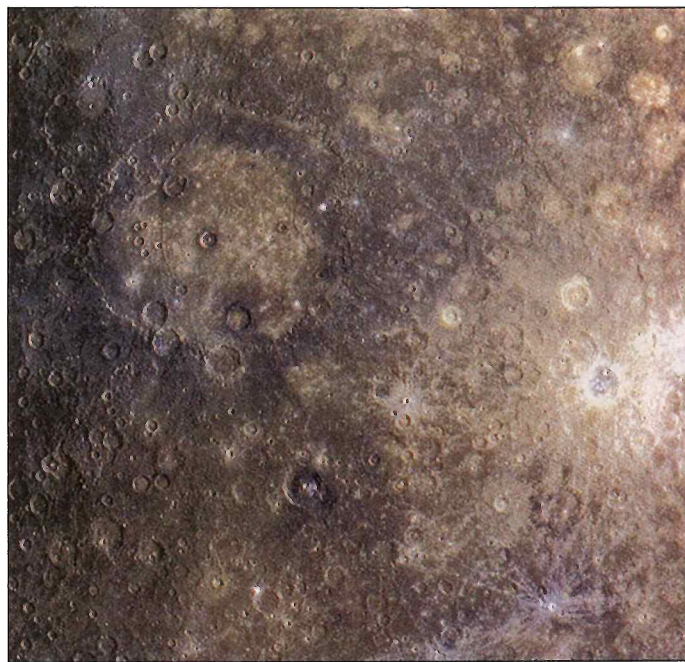
MESSENGER mapuje severné šírky Merkúra oveľa podrobnejšie ako sondy pred ním. Na predošlých snímkach sa nedali rozlíšiť najstaršie krátery, ktoré pokrýval koberec lávy. Terén vľavo a vpravo od centrálnej planiny exponovali prístroje sondy počas druhého obletu.



V súčasnosti sú dve teórie vzniku Merkúra: *Obrázok vľavo* znázorňuje teóriu, podľa ktorej sa Merkúr zrazil s veľkým telesom. Kolízia ho zbavila kôry a vonkajšieho pláštá, pričom sa obnažilo jadro. *Obrázok vpravo* ilustruje formovanie Merkúra nabalovaním primordiálneho pôvodného materiálu. Namerané údaje o prítomnosti draslíka, tória a uránu na povrchu Merkúra prvý model impaktu vylúčili.



Kráter Bashi (vľavo), so svetlými lúčmi vyvrhnutých hornín, drobnej drviny a jemného prachu.



Starý, tmavý kráter Rembrandt, (vľavo hore) a jeho „čerstvý“ náprotivok, kráter Amaral, (vpravo). Na Rembrandt sa sonda zameria, lebo hoci je mladý, patrí medzi najväčšie krátery na Merkúre. Priemer: 715 kilometrov. Vzhľadom na relatívnu mladosť je záhadou jeho tmavosť, i tmavosť jeho okolia.

že Merkúr sa podľa všetkého sformoval z iného primordiálneho materiálu ako ostatné terestrické planéty.

Vedcov však najviac prekvapili údaje o draslíku a tóriu. Na Merkúre sa vyskytujú v podstatne vyššom množstve ako na ostatných terestrických planétach. Draslík, na rozdiel od tória, je nestály prvok, ktorý sa rýchlo vyparuje už pri nízkych teplotách. Vedcov preto zarazilo, že na Merkúre je ho až toľko.

Neznámy pôvod

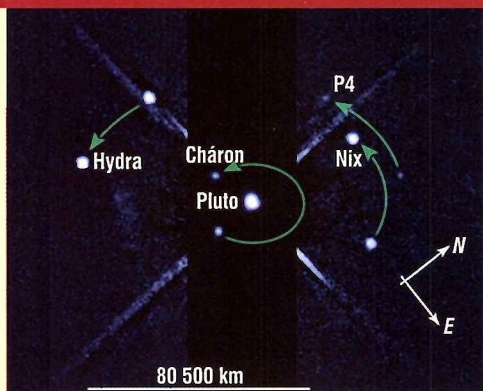
Údaje zo sondy MESSENGER teórie o vzniku a vývoji Merkúra nadobro nabúrali. Planéta má neobyčajne veľké železné jadro. Podľa staršej teórie preto, že Merkúr je najbližšie k Slnku. Zrozumiteľnejšie: nakoľko sa všetky terestrické planéty sformovali z materiálu tej istej protoplanetárnej hmloviny, vo všetkých sa vytvorilo železné jadro. Merkúr však bol pôvodne oveľa väčšou planétou, z primerane veľkým železným jadrom. Intenzívne žiarenie mladého Slnka však postupne zbavilo Merkúr vonkajších vrstiev. Tak vraví teória... Teória, ktorá však na základe posledných údajov zo sondy MESSENGER padla.

Podľa inej teórie sa Merkúr nikdy nepodobal Zemi. Obe planéty sa sformovali v iných častiach protoplanetárneho disku. Planéty bližšie k Slnku nabalili viac kovov. Existujú meteority, napríklad CV chondrity, ktoré obsahujú veľa kovov. Ich zloženie však nezodpovedá údajom zo sondy.

A tak sa zrodila čerstvá teória: Merkúr, pôvodne masívnejšia planéta, sa zrazil s rovnako veľkým telesom. Kolízia ho zbavila nielen kôry, ale aj vonkajšieho pláštá. Železné jadro sa obnažilo. Či tomu bolo naozaj tak, ukážu až ďalšie merania.

Misia MESSENGER potrvá jeden rok. Najmenej 5 rokov potrvá analýza a vyhodnocovanie získaných údajov.

Astronomy, december 2011



Na montáži dvoch snímok jasne rozoznate pohyb 4 mesiacov krúžiacich okolo Pluta po takmer ideálne kruhových dráhach proti smeru hodinových ručičiek. Najnovšie objavený má označenie P4. Okolo Pluta obehne za 31 dní. Medzi prvou a druhou snímokou uplynuli takmer 3 dni. Tmavý pruh uprostred spôsobuje šum kamery počas dlhých expozícií. Svetlé krížujúce sa linky spôsobuje lom svetla v optike.

Pluto má štyri mesiace

HST objavil ďalší mesiac Pluta

Mesiachik krúži okolo Pluta predbežne pod označením P4. S priemerom 13 až 34 km je najmenší zo štyroch doteraz objavených mesiacikov krúžiacich okolo trpasličej planéty nášho Slnka. Cháron má priemer 1 200 km, priemer mesiacikov Nix a Hydra je niekde medzi 32 a 113 km.

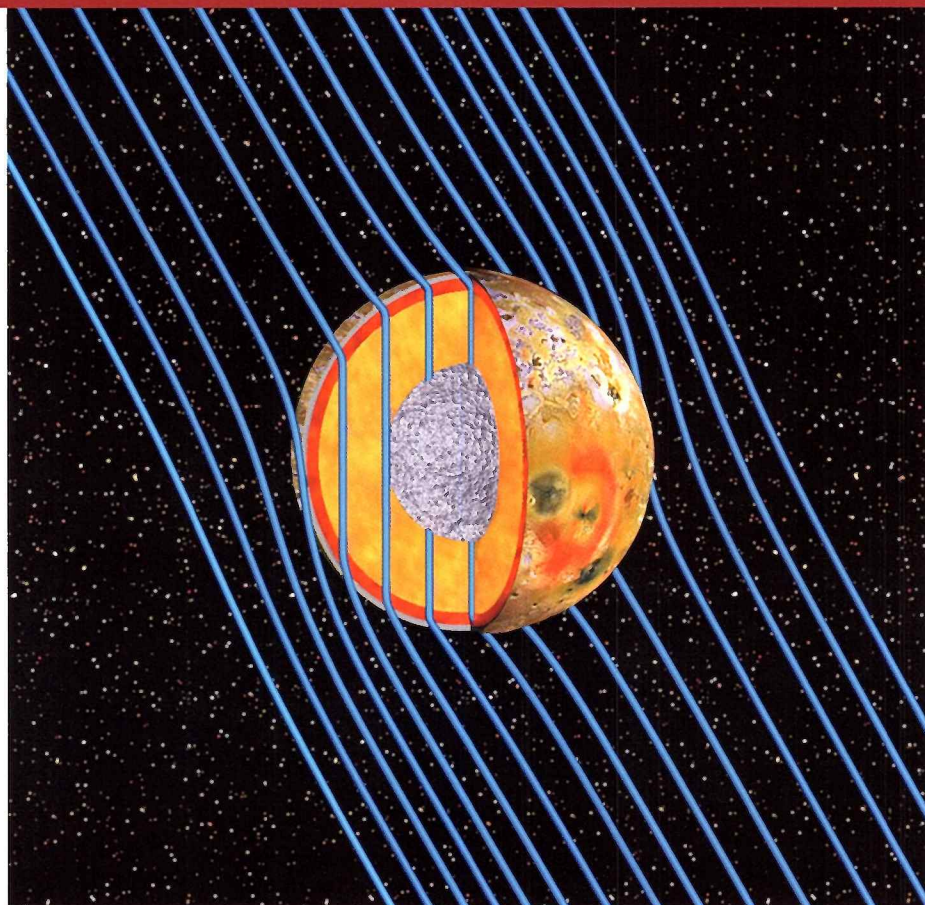
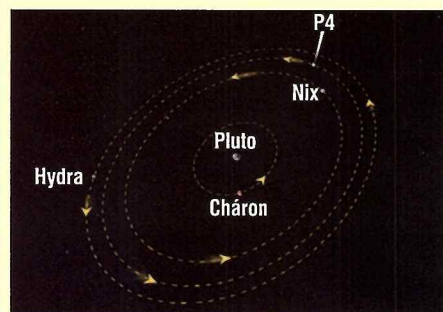
Objav takého malého telesa zo vzdialenosti 5 miliárd kilometrov je pozoruhodný. Objav sa podaril v rámci programu pozorovaní, ktoré slúžia na podporu misie New Horizons, sondy, ktorá doletí k Plutu v roku 2015. Objav mesiacikov Pluta i mapy jeho povrchu s vysokým rozlíšením, ktoré umožnili nové prístroje na HST, dovoľia lepšie využitie času počas blízkeho obehu.

Mesiachik P4 obieha okolo Pluta medzi obežnými dráhami mesiacov Nix a Hydra, ktoré HST objavil už v roku 2005. Najväčší mesiac Cháron objavil v roku 1978 hviezdár J. W. Christy na U.S. Naval Observatory. Ako samostatné teleso na snímke rozlíšil Cháron až HST v roku 1990.

Malé mesiaciky Pluta vznikli po zrážke Pluta s veľkým telesom Kuiperovho pásu. Podobne pred 4,4 miliardami rokov vznikol aj náš Mesiac. Nie je vylúčené, že časť materiálu, vyvrhnutého zrážkou Pluta a neznámeho telesa sa sformovala do prstencu. HST zatiaľ prstencu v systéme Pluta neobjavil.

P4 objavili na fotografii, ktorú HST exponoval 3. júna 2011. Na starších snímkach sa neobjavil preto, lebo čas expozície bol podstatne kratší.

HST Press Release



Grafika znázorňuje vnútornú štruktúru Jupiterovho mesiaca Io. Vyrobili ju na základe údajov zo sondy Galileo. Sivý pás zviditeľňuje kôru mesiaca. Oceán magmy, hrubý 50 km, je najvrchnejšou vrstvou pláštá.

Globálny oceán magmy pod povrchom Io

Vedci to predpokladali už dávno. Teraz však získali priamy dôkaz o vrstvách magmy pod povrchom Io, i o tom, aký mechanizmus generuje búrlivú sopečnú činnosť na tomto mesiaci Jupitera.

Mesiace Io, napriek tomu, že ho sonda Galileo svojho času podrobne preskúmala, je opradený viacerými záhadami. Vedci napríklad nedokázali interpretovať údaje o jeho magnetickom poli, ktoré namerali prístroje na sonde. Zvukový signál vychádzajúci z rotujúceho magnetického poľa Jupitera zodpovedal roztaveným alebo čiastočne roztaveným horninám pod povrchom Io.

Io každoročne vyprodukuje 100-krát viac lávy ako všetky sopky na Zemi. Väčšina vulkánov na Zemi sa v podobe horúcich škvŕn nachádza pozdĺž ohnivých prstencov, tam, kde kolidujú kryhy zemské kôry. Sopky na Io sú roztrúsené po celom povrchu. Vulkanickú aktivitu Io generujú procesy v oceáne magmy.

Planetológovia sa donedávna nazdávali, že aj Zem a Mesiac mohli mať pred miliardami rokov, keď sa formovali, podobné oceány, ktoré medzičasom vychladli. Io je teda akýmsi laboratóriom, v ktorom vedci môžu študovať, ako vulkány fungujú a aký bol vulkanizmus na Zemi a na Mesiaci v prvom štádiu evolúcie.

Vulkány na Io objavila v roku 1979 sonda Voyager. V tom čase sme o činných sopkách na telesách v Slnčnej sústave, okrem Zeme, nevedeli. Generátorom tejto neutíchajúcej aktivity sú slapové sily Jupitera. Na povrchu Io sa prejavujú až 30 metrov vysokými vlnami, vzdutiami

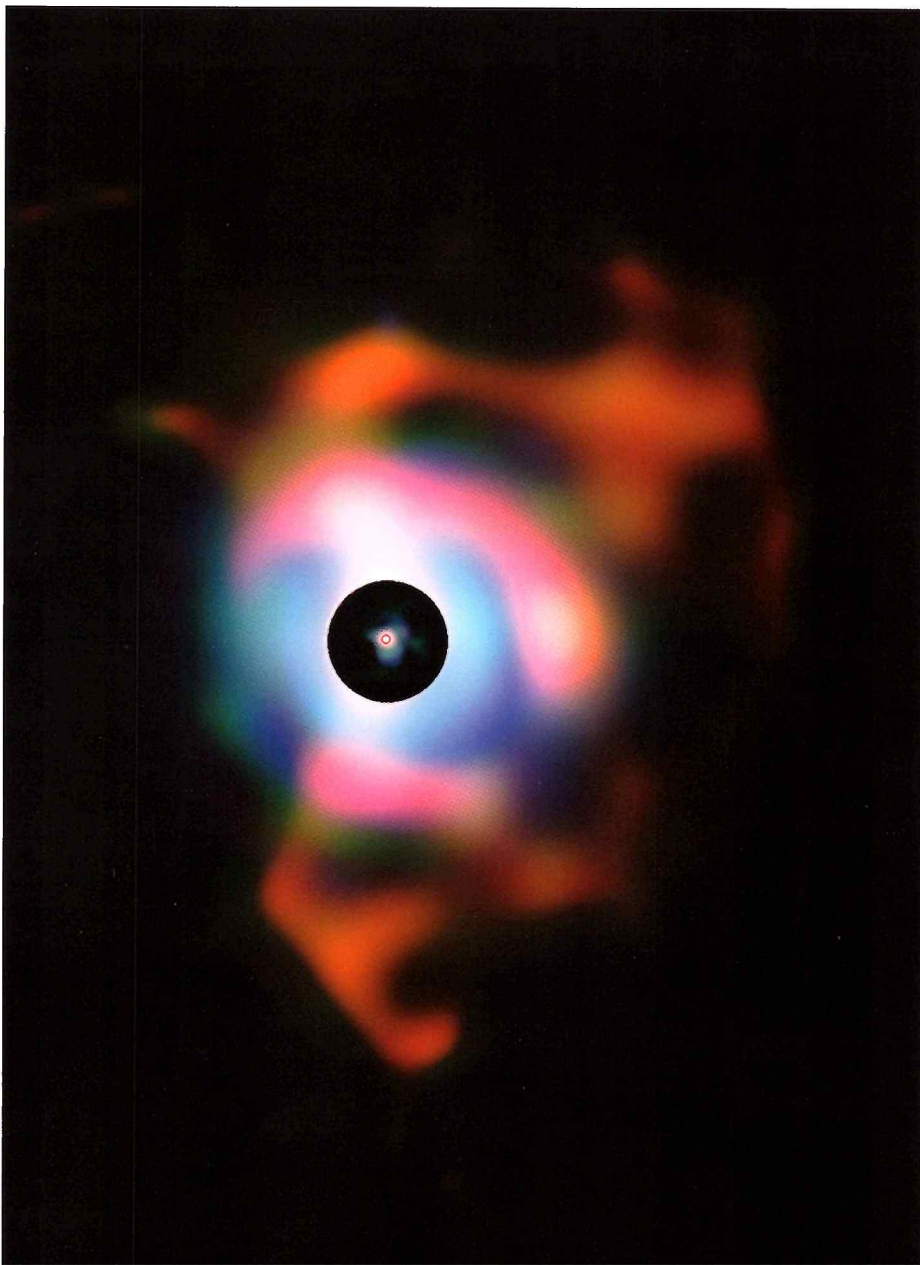
terénu, ktoré podobne ako príliv na oceánoch Zeme obiehajú rotujúci mesiac a magme pod povrchom zabrahujú vychladnúť. Periodické zahrievanie magmy zvyšuje jej objem, zvyšuje tlak, takže plyny, popol i láva z podložia na mnohých miestach unikajú na povrch.

Sonda Galileo, ktorú vypustili v roku 1979, krúžila v systéme Jupitera až do roku 2003, keď zanikla v jeho atmosfére. Sonda poskytla vedcom veľa cenných údajov. Patria medzi ne aj záhadné údaje o magnetosfére Io.

Vedcov zaujali najmä interakcie Io v mocnom magnetickom poli Jupitera. Io krúži okolo veľkej planéty v záplave nabitých častíc, ktoré vplývajú aj na procesy pod povrchom mesiaca. Fyzici, ktorí skúmajú vlastnosti minerálov, nedávno zistili, že istý typ hornín dokáže v tekutom stave uchovávať silný elektrický prúd. Tieto „ultramafické horniny“ sa tvoria aj pri chladnutí magmy. Na Zemi sa vytvorili v zemskom plášti. Objav vodivých hornín privedol vedov na myšlienku otestovať hypotézu, podľa ktorej záhadné údaje z magnetosféry Io produkuje elektrický prúd, šíriaci sa roztavenými a čiastočne roztavenými horninami pod povrchom mesiaca Io.

Ukázalo sa, že horniny, ktoré detegoval Galileo na Io, pripomínali pozemský minerál lherozit, vyvetú horninu bohatú na kremičitany, horčík a železo, ktorú našli na Špicbergoch. Oceán na Io je sféra hrubá 50 kilometrov a vytvára najmenej 10 % objemu pláštá. Teplota oceánu magmy dosahuje 1 200 °C.

NASA Press Release



Na kombinovanej snímke v strede disku vidíte chocholy vyvrhnutého plynu. Priemer malého červeného disku je 4,5-násobkom priemeru obežnej dráhy Zeme. Rovnaký priemer má viditeľný povrch Betelgeuze. Čierny disk cloní hviezdu, aby vynikli štruktúry hmloviny.

Plápolajúca **Betelgeuze**

Betelgeuze je jedna z najjasnejších hviezd na severnej oblohe. Tento červený superobor je zároveň aj jednou z najväčších hviezd. Keby nahradila naše Slnko, fotosféra Betelgeuze by bola vo vzdialenosti obežnej dráhy Jupitera. Hmlovina, ktorá túto hviezdu obklopuje, je oveľa väčšia ako červený superobor: siaha do vzdialenosti 400-násobku vzdialenosti Slnko – Zem.

Červení superobri predstavujú posledné štádium v živote masívnych hviezd. Počas agónie, ktorá trvá zhruba 10 000 rokov, zbavujú sa vonkajšej obálky. Za ten čas vyvrhnú do priestoru materiál s hmotnosťou nášho Slnka.

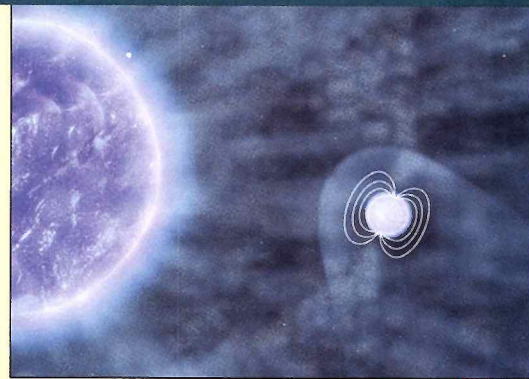
V prvom štádiu agónie sa formujú okolo hviezdy veľké chocholy plynu. Tie zviditeľnil prístroj NACO (ide o kombináciu adaptívnej optiky NAOS s blízko-infračervenou kamerou a spektrografom (CONICA), spojený z ďaleko-

hľadom VTL/ESO. Obrovské bubliny v atmosfére Betelgeuze, ktoré vidíme na obrázku, pripomínajú to, čo sa deje v hrnci s vriacou vodou. Hmlovina okolo Betelgeuze sa vzdúva i kolabuje.

Chocholy plynu a bubliny v atmosfére sú v hmlovine obklopujúcej hviezdu prepojené. Hmlovinu vo viditeľnom svetle nedokážeme rozlíšiť, lebo svetlo z hviezdy to znemožňuje. Iba na infračervených snímkach vidíme, že hmlovina pripomína okvetie a hviezda sa zbavuje hmoty asymetricky.

Materiál na snímke tvorí prach kremíka a hliníka. Z rovnakého materiálu sa tvorí kôra na terrestických planétach. Zdá sa, že aj kremík v kôre Zeme vytvorila a vyvrhla do priestoru ešte pred sformovaním sa Slnka, masívna, krátko žijúca hviezda.

ESO Press Release



Neutrónová hviezda, zložka dvojhviezdy, nabaluje z modrého superobra obrovský oblak hmoty.

Neutrónová hviezda zhtla priveľké sústo

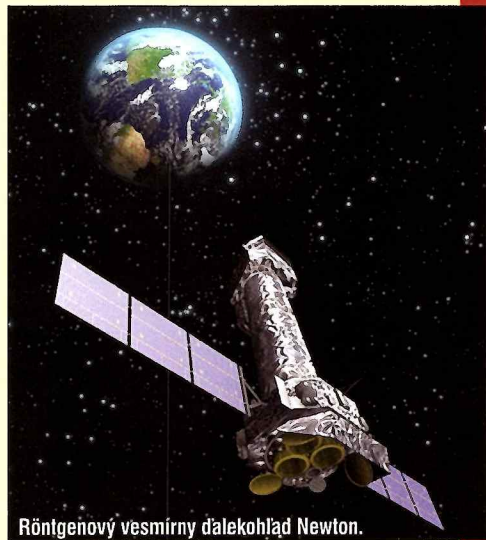
Vesmírny ďalekohľad Newton zaznamenal na röntgenových vlnových dĺžkach vzplanutie slabej hviezdy, ktorá 10 000-krát zvýšila svoju jasnosť. Ukázalo sa, že ide o neutrónovú hviezdu s priemerom 10 kilometrov, zložku dvojhviezdy, ktorá zo svojho spolupútника modrého superobra „nasala“ obrovský oblak plynu.

Vzplanutie trvalo 4 hodiny. Plynný polapený v silnom gravitačnom poli neutrónovej hviezdy sa zahrial na niekoľko miliónov stupňov. Newton zaznamenal vzplanutie počas pozorovania dvojhviezdy IGR J18410-0535. Ukázalo sa, že porovnateľné vzplanutia sa v tejto sústave odohrávajú viackrát za rok.

Vedci odhadli priemer oblaku na 16 miliónov kilometrov. Bol 100-miliardkrát väčší ako Mesiac, ale jeho hmotnosť bola 1 000-krát menšia. Vedcom sa tieto údaje podarilo získať iba preto, lebo vzplanutie trvalo veľmi dlho.

Údaje sú mimoriadne cenné, lebo objasňujú správanie modrého superobra: akým spôsobom a koľko hmoty stráca pod vplyvom neutrónovej hviezdy. Potešili sa však aj špecialisti na neutrónové hviezdy. Doteraz ani netušili, aké obrovské množstvo hmoty dokáže nabaliť taká malá hviezda.

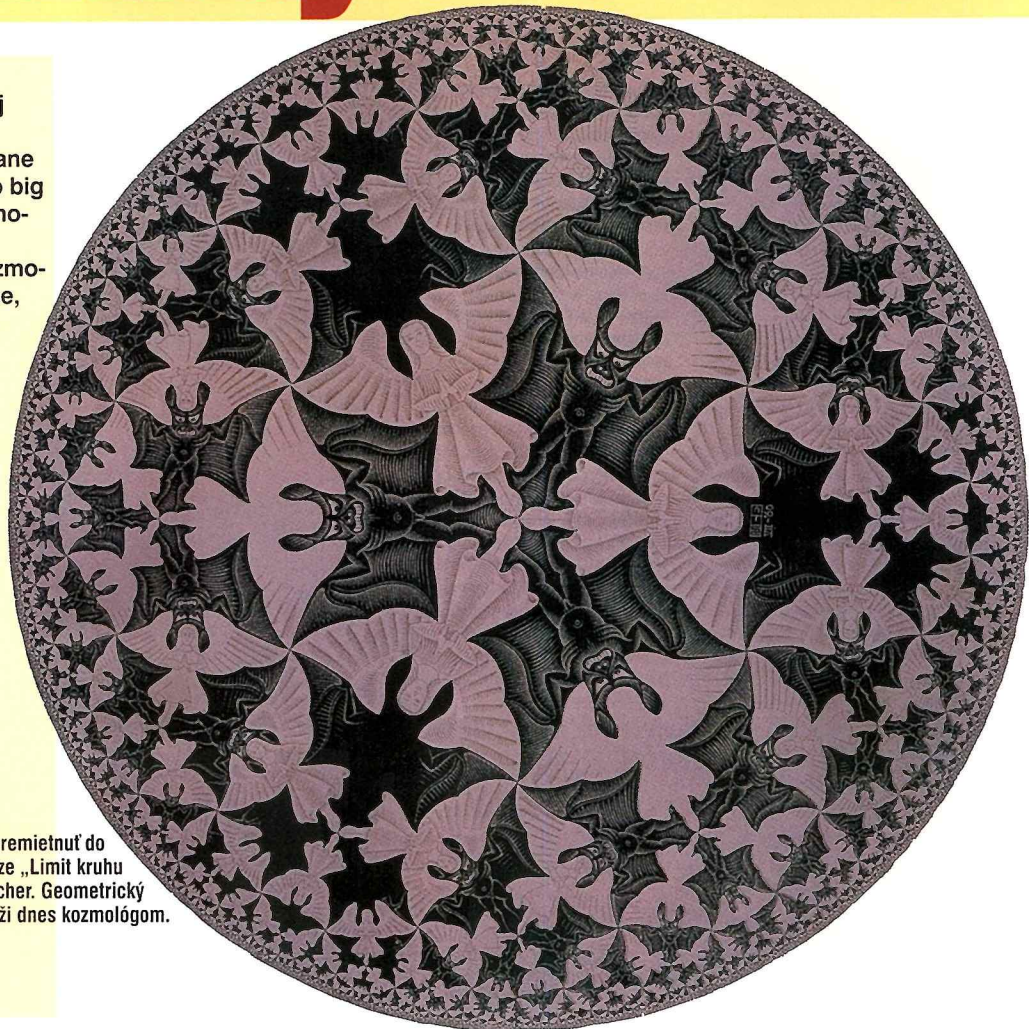
ESA Press Release



Röntgenový vesmírny ďalekohľad Newton.

Neustály návrat

V dalekej budúcnosti sa všetka hmota rozpadne. Vyparí sa aj čierne diery, čas zmizne. Toto úplné „vyprázdnenie“ vesmíru sa stane „stvoriteľským“ potenciálom nového big bangu, ktorým sa všetko začne odznova. A tak dokolečka-dokola, až do samej večnosti. Tento originálny kozmologický model načrtnol Roger Penrose, profesor matematiky a fyziky na Oxfordskej univerzite. Nedávno vydal knihu *Cykly času*, v ktorej rozvíja vlastnú hypotézu vývoja kozmu. Penroseov model sa zásadne odlišuje od všetkých modelov vesmíru, o ktorých kozmológovia v posledných rokoch diskutujú.



Skrotenie priestoru: nekonečná diaľka sa dá premietnuť do konečnej plochy. Tak ako to vo svojom drevoreze „Limit kruhu IV“ znázornil v roku 1960 Maurits Cornelis Escher. Geometrický postup, ktorý použil, slúži dnes kozmológom.

Singularita a prílišná usporiadanosť

Penrose sa stal svetoznámy už v roku 1960, keď spolu s Hawkingom vyvinuli teóriu singularít. Dokázali, že náš vesmír mal singularitu big-bangu, pri ktorej zakrivenie, hustota a teplota boli z hľadiska matematiky nekonečnými hodnotami. Pravdaže, iba v rámci všeobecnej teórie relativity, s prihliadnutím na niekoľko základných predpokladov. Odvtedy kozmológovia a teoretickí fyzici premýšľajú nad tým, ako sa zaobísť bez singularít a či aj bez nej, a či vôbec, mohlo dôjsť k big bangu.

Záhada, ktorá kozmológov kváří, je nízka hodnota entropie po big bangu. Entropia je fyzikálna hodnota neusporiadanosti, ktorá podľa druhého zákona termodynamiky narastá. Penrose tvrdí: entropia je dnes nepredstaviteľne menšia, ako by mohla byť a akou v budúcnosti nesporné bude. V budúcnosti, keď scénu ovládnu čierne diery alebo Hawking-Gibbonsovo žiarenie kozmického horizontu.

Nepredstaviteľne nižšiu hodnotu možno vyjadriť číslom, ktoré by bolo, keby sme ho napísali bez mocnín, **dlhšie ako súčasný priemer vesmíru**. Zárodok vesmíru bol teda taký nepredstaviteľne malý, že jeho existencia (v takej podobe) je vlastne absolútne nepravdepodobná.

Vesmír bez kolapsu

Singularita big bangu je teda celkom iná ako singularita, ktoré sa tvoria pri kolapse časopriestoru. Napríklad, keď sa hmota vyhasínajúcej, masívnej hviezdy zrúti do čiernej diery. Nakoľko vo vzdialenej budúcnosti čierne diery väčšinu hmoty vesmíru skonzumujú, singularita, aspoň podľa teórie relativity, budú oveľa početnejšie. Ak by koncom vesmíru bol veľký krach, teda keby celý vesmír raz skolaboval (čo by sa stalo, keby jeho hmota prekročila kritickú hodnotu, alebo by mal zápornú kozmologickú konštantu), potom by sa do výslednej, **záverečnej** singularít zmestilo všetko. To sa však podľa Penrosa nestane...

Penrosovo tvrdenie sa opiera o najjednoduchšie interpretácie súčasných astronomických meraní. Z tých vyplýva, že vesmír, poháňaný kladnou kozmologickou konštantou, sa čoraz rýchlejšie rozpína, tak ako to predpokladal už Albert Einstein.

Zvláštna šípka času

Čo je rozhodujúce? Zatiaľ čo **záverečné singularita** označujú špičku chaosu a neusporiadanosti, teda do istej miery maximálne možnú

entropiu, bola **počiatočná singularita** stelesnením poriadku. Pochopíme to pomocou geometrickej analógie: časopriestor, ktorý sa rozvinul z počiatočnej singularít, bol extrémne „hladký“, teda homogénny. Ak záverečná singularita časopriestor raz prehltnie, stane sa v dôsledku chaotických zakrivení extrémne nepravidelnou a pokrčenou.

Počiatočná
a záverečná singularita
sa teda výrazne odlišujú.

Podľa Penrosa sa tak prejavuje fundamentálna asymetria. Odráža sa v nej asymetria minulosti a budúcnosti, a tým aj možnosti narastania entropie. Vyjadruje to záhadná šípka času.

Penrose charakterizoval túto asymetriu pomocou Weylovej hypotézy zakrivenia už v roku 1979. (Hermann Weyl bol matematik a fyzik.) Weylovo zakrivenie predstavuje sily príťažlivosti a gravitačné vlny. V podmienkach big bangu, alebo inakšie, v homogénnom časopriestore, musí byť hodnota tohto zakrivenia zanedbateľná.

čas

V podmienkach záverečných singularít v kolabujúcom vesmíre však musí byť gigantická.

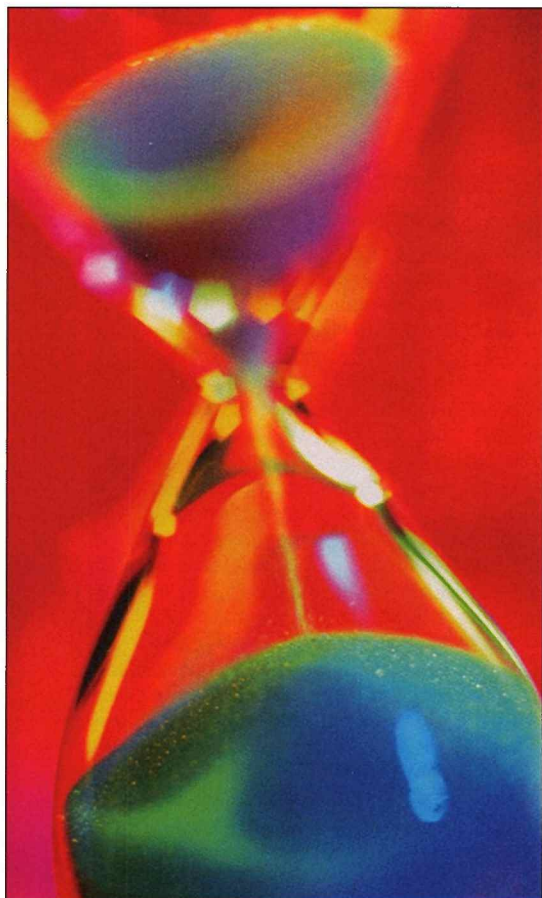
S tým v podstate súhlasia všetci kozmológovia. Na druhej strane: singularita označujú hranice presnosti všeobecnej teórie relativity. Za touto hranicou sa táto teória rozpadá a mohla by ju nahradiť zatiaľ iba hypotetická teória kvantovej gravitácie. Iba pomocou nej možno big bang vysvetliť. Kľúč ku kvantovej gravitácii nemá zatiaľ ani Roger Penrose. Odhodlal sa však pre ďalší krok: cúvol pred big bang, do minulosti a zároveň pokročil dopredu, do večnosti.

Penrosova hypotéza

Východiskom tejto „neslýchanej hypotézy“ je matematický trik. Vyvinul ho Paul Tod z Oxfordskej univerzity. Pomohol mu preformulovať počiatočnú singularitu. A Helmut Friedrich z Inštitútu Maxa Plancka pre gravitačnú fyziku použil rovnaký trik pre vzdialenú budúcnosť vesmíru.

Penrose považuje tento trik za reálny fyzikálny popis. Postavil na ňom aj svoj provokatívny model sveta, ktorý vo svojej knihe podrobne vysvetľuje. Nazval ho CCC – Conformal Cyclic Cosmologie/Konformná cyklická kozmológia. Rozhodujúce je konformné preškáľovanie. Pomocou tohto triku možno počiatočnú singularitu zväčšiť: počiatočný bod sa nafúkne do ľubovoľne veľkej počiatočnej plochy.

Tú istú matematickú procedúru možno použiť aj pre vzdialenú budúcnosť: obrovský, možno nekonečný priestor sa scvrkne do nepatrného



Piesok času: hodiny neúprosne ubiehajú. V budúcnosti sa však čas spolu s hmotou rozpynie a ostane iba prázdno. Tak vidí budúcnosť vesmíru jeden z najväčších kozmológov súčasnosti.

Penrosova procedúra:

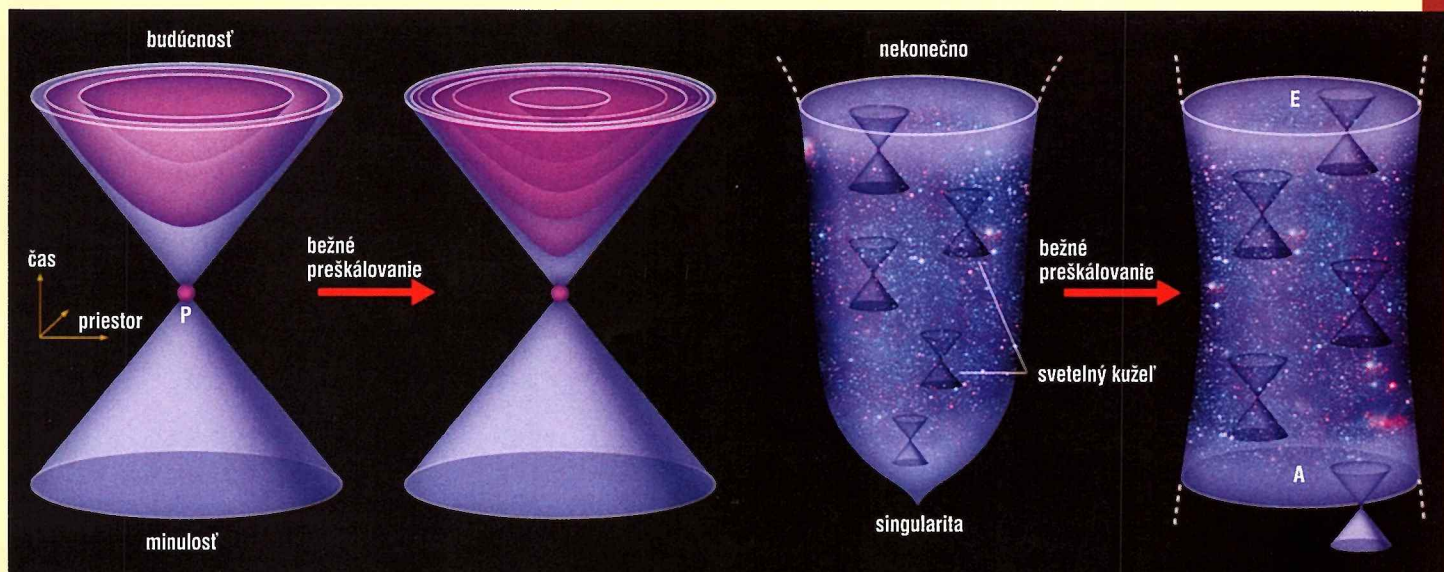
Kto chce pochopiť konformnú cyklickú kozmológiu, nemôže sa vyhnúť konformnému preškáľovaniu. Táto matematická procedúra sa týka takzvaného metrického tenzora. Je to základná geometrická veličina v rovniciach poľa všeobecnej teórie relativity. Pomocou tejto veličiny sa popisuje časopriestor, a tým aj celý vesmír. Metrický tenzor sa skladá z 10 nezávislých komponentov pre každý bod časopriestoru.

Deväť z nich popisujú kužele svetla v každom takomto bode. Desiaty komponent vyjadruje škály času a dĺžky. Takto sa určí postupnosť času pre každú kauzálnu štruktúru, ktorú možno pomocou svetelných kuželov charakterizovať. (Pozri obrázok.)

Vzťah príčiny a následku je dôležitejší ako škálovanie, pretože od desiateho komponentu nezávisí. Pre nezávislosť tejto veličiny hovoria kľúčové oblasti fyziky, napríklad skvele potvrdené teórie elektromagnetizmu či silných a slabých interakcií. Tie závisia iba od kauzálneho, konformného aspektu metrického tenzora, ale nie od škálovania.

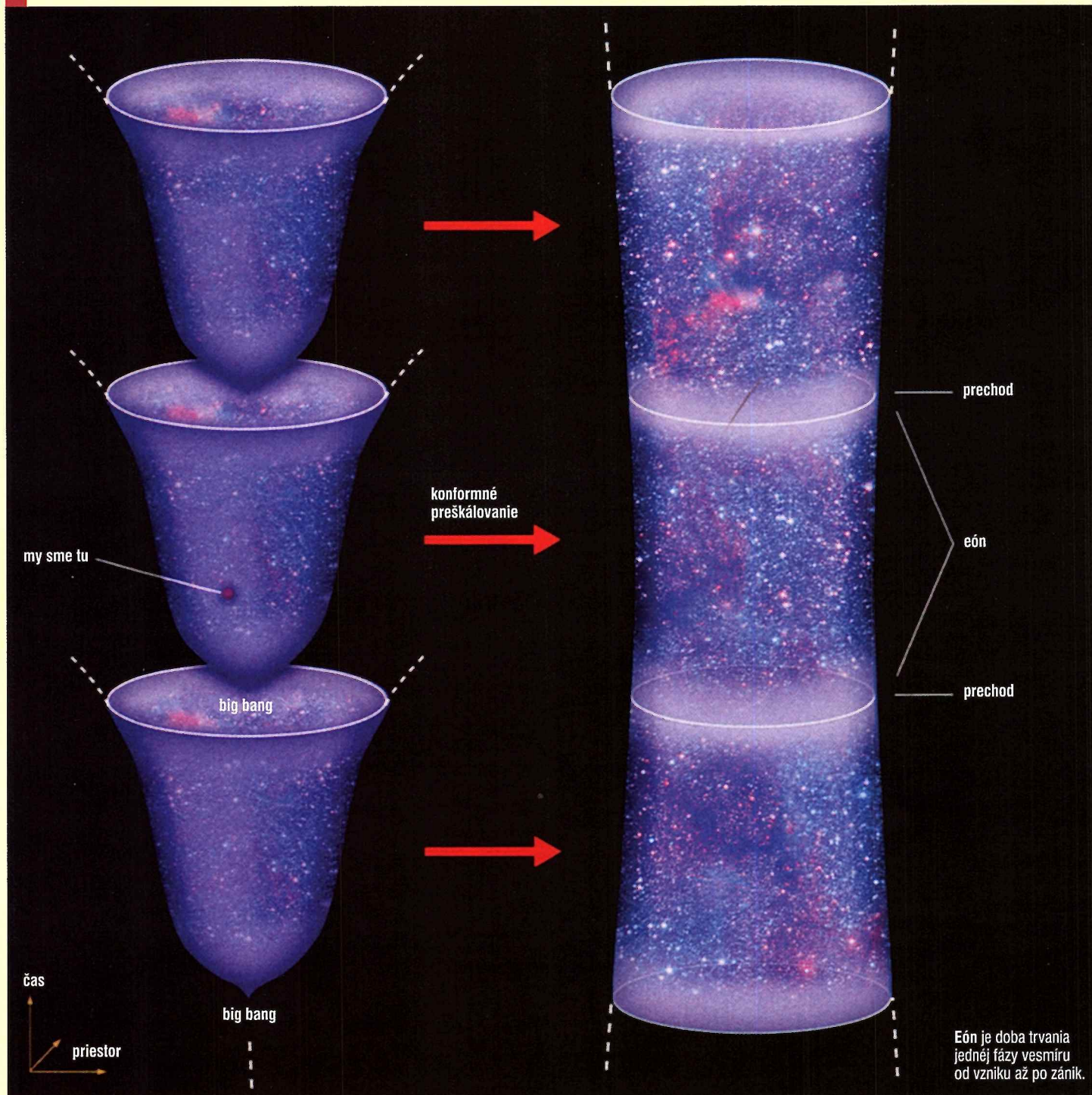
Na prvý pohľad to nie je veľmi zrozumiteľné. Dá sa to však veľmi zrozumiteľne znázorniť. Drevoryty holandského umelca Eschera (séria pod názvom Limity kruhu), sú v tomto ohľade neprekonateľné. Escher znázornil nekonečný vzor v ohraničenej kruhovej ploche. Prišiel na to, že škála sa smerom navonok zmenšuje. Okraj kruhu je vlastne konformnou hranicou nekonečna. Penrose a Escher celé roky korešpondovali a nebyť Penrosových podnetov, väčšina Escherových prác by nevznikla.

Premena vesmíru: konformné preškáľovanie



V teórii relativity sa štruktúra časopriestoru (a tým aj súslednosť príčiny a dôsledku) znázorňuje pomocou svetelných kuželov. Počas bežného preškáľovania sa štruktúra zachová, ale hodnoty sa menia, napríklad hodinami merané úseky času (vľavo). Hyperbolické, fialové plochy majú vzhľadom k bodu časopriestoru P rovnaké časové odstup. Počas konformného preškáľovania sa frekvencia tikov na hodinkách zmení, ale kauzalita sa nezmení. Kauzalita sa tak stáva užitočným matematickým nástrojom kozmológov, ktorí takto dokážu singularitu big bang takmer rovnomerne rozšíriť a obrovský priestor v ďalekej budúcnosti opäť „zabalit“ (vpravo). Počiatočné a konečné plochy, A a E, možno pomocou tohto triku posúvať do minulosti i do budúcnosti.

Večný vesmír: konformná, cyklická kozmológia



Matematicky sa dá, pravdaže iba za istých podmienok, zjednotiť ďaleká budúcnosť možno nekonečne veľkého vesmíru s big bangom. Roger Penrose považuje takéto konformné preškáľovanie za fyzikálne možné. Podľa neho je vesmír nekonečnou reťazou eónov: po každom big bangovi sa opäť obnoví. Lenže tento big bang nie je kolapsom predchádzajúceho vesmíru. Vzniká ako konečné štádium prázdneho, vyhoreného vesmíru, v ktorom už nie je hmota a v ktorom sa rozplynul čas.

V Penrosovom modeli neplatí, že koniec a začiatok sú identické.

rozmeru. Návrh je sľubný, pretože čisto matematicky sa hodnoty dĺžky a času dajú ľubovoľne modifikovať bez toho, aby bola porušená štruktúra kauzality, teda následnosť príčiny a následku. Pri konformnom preškáľovaní sú miery priestoru a času irelevantné. Preškáľovanie je z pohľadu matematiky nespochybniteľné, hoci spriehľadňuje

je samotné nekonečno. (Pozri rámeček na predchádzajúcej strane.)

Stratený čas

Vtip je v tom, že Penrose tento možno naozaj nekonečne veľký a prázdny priestor prepája

s nepatrnou singularitou big-bangom nasledujúceho vesmíru, alebo ďalšej epochy toho istého (teda nášho) vesmíru. Potom by ani náš big bang nebol „stvom z ničoho“, ale koncom predchádzajúcej epochy.

Penrose sa pritom zásadne odlišuje od autorov iných kozmologických modelov, ktoré pripúšťajú nový big bang až po veľkom kolapse (big crunch). **V jeho modeli zároveň neplatí, že koniec a začiatok sú identické, čo by vyvolávalo značné protirečenia.**

Podľa Penrosa sa priestor čoraz viac rozpína, ale napokon na čas „zabudne“ a znovu ho nájde až po ďalšom big bangu. Čas by sa teda cyklicky vracal.

To všetko pôsobí paradoxne. Načo spájať strácajúcu sa hustotu a teplotu v ďalej budúcnosti so stavom big bangu, pri ktorom sú hodnoty hustoty a teploty extrémne vysoké. Keby sa metriky začiatku a konca vesmíru prepojili, fyzika by bola postavená na hlavu. Ibaže vtíp je v tom, že tenzor metriky zmizne a spolu s ním aj problém škály. Inými slovami, konformné hranice big bangu a prázdnej budúcnosti splynú.

Bezrozmerná budúcnosť

Aby mohol vesmír „zabudnúť“ na svoje rozmery, a tým aj čas, nesmie obsahovať ani jedinú časticu v pokojnom stave. Iba vtedy sa tenzor metriky v rovniciach bude rovnať nule. Dá sa to vyjadriť aj inakšie: v takom vesmíre by bolo zbytočné skladať hodinky či využívať iné fyzikálne procesy na meranie času, hoci len v myslí. „Pre častice, ktoré nemajú hmotnosť, čas neplynie,“ zdôrazňuje Penrose. Taký stav existoval iba bezprostredne po big bangu, pretože všetky častice mali vtedy tak veľa energie, že sa pri nulovej hmotnosti pohybovali takmer rýchlosťou svetla. (Pre zasvätených: Higgsov mechanismus, ktorý vyrába hmotnosť častíc, začal pôsobiť až vtedy, keď teplota klesla pod hodnotu 10^{16} °C.)

Vo vzdialenej budúcnosti musí sa vesmír všetkej hmoty opäť zbaviť. Iba tak sa stratí aj tenzorová metrika. Čierne diery, tak ako to Hawking už v roku 1974 vypočítal, sa vyparia. Rozpadnú sa aj najmasívnejšie elementárne častice. Teórie fyziky častíc už dávno predpovedajú takú budúcnosť nielen pre protóny, ale aj pre kvarky, z ktorých sa skladajú. Ich počas rozpadu bude nepredstaviteľný. Podľa výpočtov by to trvalo 10^{34} rokov.

Čo sa však stane s elektrónmi a neutrínami či antičasticami, pozitronmi a antineutrónami? Ak CCC model platí, aj tieto častice by mali zaniknúť. Potom by však ich pokojná hmotnosť nebola konštantná, potažne pravidlo zachovania náboja by bolo porušené. Štandardný model elementárnych častíc to síce nepripúšťa, so veľkých škálach sa však nedá vylúčiť.

Kvantová smrť v čiernej diere?

Najväčším problémom CCC modelu je postupná redukcia entropie, a tým aj pokles hodnoty Weylovho tenzora. Penrose sa nazdáva, že je to v súlade s vyparením sa čiernych dier: „Neverím, že vyparenie čiernych dier porušuje druhý zákon termodynamiky, ale takto by sme to nemali posudzovať. Entropiu vypočítame pomocou takejto matematickej konštrukcie. V klasickej fyzike sa priestor (Fasenraum) nemôže scvrknúť, ale podľa Penrosa sa bez takejto redukcie nezaobídeme, ak sa máme vysporiadať s narastajúcim kozmickým neporiadkom v iných oblastiach. V takomto prípade, aspoň podľa platných prírodných zákonov, by sa všetky fyzikálne informácie týkajúce sa počtu, druhu a náboja častíc, ktoré čierna diera prehltila, počas jej vyparenia nenávratne zničili.

Stephen Hawking takúto stratu informácií

načrtol už v roku 1975. Pre fyziku by to malo zničujúce dôsledky: energia by sa nezachovala a kvantová teória by zlyhala. Väčšina vedcov preto v stratu informácií neverí. Napokon, aj Hawking sa neskôr korigoval, ale Penrose je presvedčený, že „Hawking mal trvať na svojom názore, pretože je oveľa bližšie k pravde“. Penrose tým pripúšťa, že aj experimentálne podložená kvantová teória v tejto podobe neplatí a treba ju modifikovať. Zopár fyzikov považuje Penrosa za kacíra. Väčšina fyzikov, tak ako svojho času Einstein, považuje kvantovú teóriu kvôli známym problémom s meraním za odsúdenú na zabudnutie.

Stopy z času pred big bangom

Konformná cyklická kozmológia je vlastne iba jednou z konkurujúcich si hypotéz. Penrose by však nebol hodný svojej povesti, keby nemal v talóne tromf. Jeho scenár je jedinečnou predpoveďou, ktorú možno overiť: konformné hranice musia byť pre častice bez pokojovej hmotnosti, napríklad pre svetlo, priepustné. Potom by aj gravitačné vlny mohli prenikať z jedného eónu do druhého. Zmeny v časopriestore vznikajú vtedy, keď sa pohyb častíc urýchľuje. Tieto častice budú vesmírom putovať aj vtedy, keď už nebude nijakej hmoty a vesmír bude prázdny.

Najsilnejšie gravitačné vlny produkuje pár supermasívnych čiernych dier, ktoré obiehajú okolo spoločného ťažiska a napokon splynú: podobné udalosti sa často odohrávajú v jadrách kolidujúcich galaxií. Takéto gravitačné otrasy sa potom nezadržateľne šíria do ďalšieho eónu univerza. Tam sa prederú aj cez skalárové polia, pomocou ktorých fyzici popisujú hmotu. Prinajhoršom jedno z týchto polí predstavuje záhadnú tmavú hmotu, ktorá obsahuje, napriek tomu, že nežiari, väčšinu hmoty vo vesmíre.

Podľa Penrosa vyvolávajú gravitačné vlny v poliach zmeny hustoty. Keď sa po big bangu tmavá hmotu zo svojich skalárových polí „vykondenzuje“, tieto nepatrné variácie hustoty sa v hmote uchovávajú. Navonok sa prejavujú premenlivou teplotou. Ostrovček hmoty, ktorý je hustejší, je aj teplejší.

Tieto zmeny sa mohli vo zvyšku horúcej fázy po big bangu zachovať v mikrovlnnom žiarení kozmického pozadia. Penrose je o tom presvedčený a Amir Haijan z Princeton University už stopy týchto zmien hľadá. Obaja predpokladajú, že to, čo hľadajú, objavia v údajoch, ktoré meraním mikrovlnného žiarenia kozmického žiarenia nazbierala počas ostatných rokov sonda WMAP. Veľké nádeje sa spájajú aj s činnosťou nedávno vypustenej sondy Planck.

Penrose vypočítal, že gravitačné vlny z posledného obdobia pred big bangom museli v reliktnom žiarení zanechať charakteristické otlačky: kruhy v cykle času, ktoré by sa mali dať z reliktného žiarenia vyčítať.

Penrose prorokuje: „V reliktnom žiarení objavíme kruhové vzory, podobné tým, ktoré sa objavujú na hladine jazera počas dažďa.“

Bild der Wissenschaft

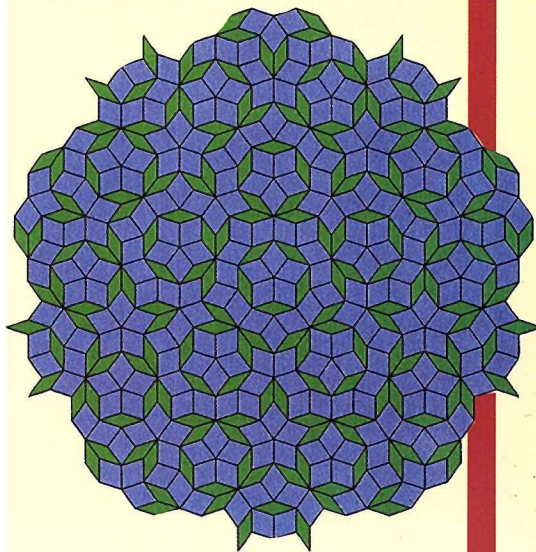
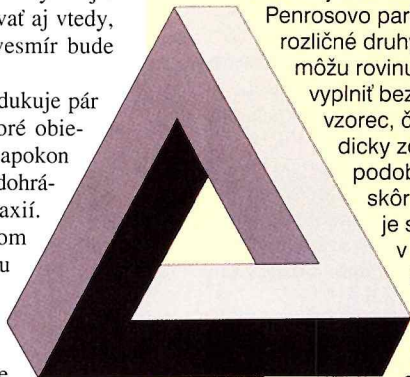
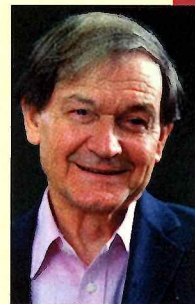
Roger Penrose

Považujú ho za jedného z najmúdrejších a najoriginálnejších ľudí našej doby. Narodil sa v roku 1931.

Začiatkom 50. rokov navrhol (neskôr po ňom pomenovaný) Penrosov trojuholník. V praxi nezostrojiteľný útvar ho preslávil v umeleckom svete. Je jedným z objaviteľov relativistického efektu, ktorý opisuje, ako objekty, okolo ktorých prelietame rýchlosťou svetla, ukazujú aj časť odvrátenej strany. V roku 1965 sformuloval teóriu singularít pre čierne diery, ktorú Stephen Hawking rozvinul neskôr pre big bang. V roku 1967 vyvinul Penrose teóriu twistora, ktorá sa využíva pre opis geometrií časopriestoru. Ako 40-ročný pracoval na probléme spinových sietí (Spin-Netzwerke), ktoré sú základom slučkovkej gravitácie (Schleifen-Gravitation). Preslávil ho postulát kozmickej cenzúry, podľa ktorej existujú aj „nahé“ singularity. V rámci svojich prác okolo entropie vesmíru objavil v roku 1973 aj tzv.

Penrosovo parketovanie: dva rozličné druhy kosoštvorcov môžu rovinu bezozvyšku vyplniť bez toho, aby sa vzorec, čo len raz periódicky zopakoval. Čosi podobné, ako sa neskôr ukázalo, vyskytuje sa aj v prírode v podobe kvázikryštálov. Vo svojich knihách Nový názor imperátora (1989) a Tieni v myslí

(1994) skúmal Penrose vzťah matematiky, fyziky a vedomia s cieľom spochybniť principiálnu vypočítateľnosť myslenia. Vyše 1 000-stranová kniha *Cesta k realite* (2004) o teoretickej fyzike sa stala svetovým bestsellerom. O rok neskôr vydal knihu *Móda, viera a fantázia*, v ktorej spochybnil kozmickú infláciu, kvantovú teóriu a teóriu strún.



Planéta v trojhviezdnom systéme

Donedávna sa pochybovalo, či zložky dvojhviezdy môžu mať svoje planéty. Premennivé gravitačné pole medzi hviezdami obiehajúcimi spoločne ťažisko sa považovalo nehostinné miesto pre formovanie a vývoj planét. Vedci predpokladali, že keby sa aj nejaký planetárny zárodok stihol sformovať, gravitačný biliard by ho z takej sústavy časom vyhostil.

Dnes poznáme 8 dvojhviezd, ktoré majú aspoň jednu planétu. Bud' na obežnej dráhe okolo jednej zo zložiek, alebo krúžiacu okolo oboch zložiek dvojhviezdy. Dvojhviezdu, v ktorej by mali planétu obe zložky a ďalšia/ďalšie by krúžili okolo nich, zatiaľ neobjavili, ale aj takáto možnosť sa pripúšťa.

Taliani vedci objavili nedávno planétu aj v trojhviezde!

Trojhviezdu HD 132563 študovali bezmála 10 rokov. Dve najväčšie hviezdy sústavy, čo do hmotnosti podobné Slnku, sú vzdialené od seba 400 AU. Časom sa ukázalo, že väčšia zo zložiek dvojhviezdy, HD 132563A, je sama dvojhviezdu.

Planéta však krúži okolo menšej, sekundárnej hviezdy sústavy – HD 132563B. Objavili ju, podobne ako menšiu hviezdu sústavy HD 132563A, pomocou spektroskopie. Planéta má hmotnosť najmenej 1,3 J. Okolo materskej hviezdy krúži po mierne výstrednej dráhe $e = 0,22$ v priemernej vzdialenosti 2,6 AU.

Pomocou adaptívnej optiky na talianskom národnom ďalekohľade Galileo sa pokúsili planétu exponovať. Žiarenie hviezdy kvalitnú expozíciu znemožnilo. Vek sústavy, prihladnuc na aktivitu troch hviezd a obsah lítia v ich atmosférach, odhadli na 1 až 3 miliardy rokov. Podľa iných údajov môžu mať zložky trojhviezdy až 5 miliárd rokov. Ak by sa to potvrdilo, sústava je vzácné stabilná.

Objav prvej planéty v trojhviezdnom systéme naznačuje, že počet planét v troj- a viachviezdných systémoch môže byť rovnako veľký ako pri voľných dvojhviezdach či osamelých hviezdach.

ESO Press Release



Aj okolo hviezdy Gliese 667 C, zložky ďalšej trojhviezdy, krúži planéta s hmotnosťou 6 Zemi.



Ilustrácia osamelej planéty s parametrami Jupitera, krúžiacie okolo centra Galaxie po vlastnej obežnej dráhe. Astronómovia zatiaľ objavili desať takýchto osirelých planét. Predpokladá sa, že väčšina z nich bola z materských sústav vyhostená gravitačným biliardom nedlho po sformovaní sústavy.

Osamelých planét je viac ako hviezd

Astronómovia objavili nový typ joviánskych planét, ktoré nie sú súčasťou planetárneho systému, ale blúdia vesmírom osamelo. Vedci predpokladajú, že z materských sústav ich krátko po sformovaní vypudil gravitačný biliard.

Objav uskutočnili v rámci prehliadky centra Mliečnej cesty v rokoch 2006 a 2007. Astronómovia z Japonska a z Nového Zélandu publikovali minulý mesiac objav 10 osamelých planét s parametrami Jupitera. Planetárne objekty, pohybujúce sa mimo systému po neurčitých dráhach sa dajú iba veľmi ťažko detegovať. Desiatka objavených planetárnych sirôt sa pohybuje v našej Galaxii vo vzdialenostiach 10 000 až 20 000 svetelných rokov od Zeme.

Planetológovia existenciu osamelých planét už dávnejšie predpovedali, ale až teraz majú istotu, že naozaj existujú. Predpovede vyplynuli zo štúdií obežných dráh planét v nestabilných extrasolárnych systémoch. Tieto dráhy sú často výstredné, eliptické, ba v niektorých prípadoch majú aj značný sklon. To svedčí o tom, že v týchto systémoch, najskôr už krátko po sformovaní, mladé planéty navzájom gravitačne interagovali, menili obežné dráhy a v mnohých prípadoch ich gravitačné sily vyhostili z materskej sústavy, alebo smerom k materskej hviezde, ktorá ich pohltila. Ukazuje sa, že naša planetárna sústava je jednou z najstabilnejších, ktoré poznáme.

Planetológovia sú presvedčení, že v našej Galaxii blúdi niekoľko stoviek miliárd osamelých planét! Podľa predbežných výpočtov by ich malo byť dvakrát viac ako hviezd. Ba čo viac: je ich prinajmenšom toľko ako planét, ktoré zotrvali vo svojich sústavách.

Prehliadky oblohy, aj tie čiastočné, pripomínajú sčítanie obyvateľstva. Vedci vyhodnotia počet vytipovaných objektov v časti Galaxie a z toho odvidia ich celkový počet. Tím realizoval prehliadku prístrojmi, ktoré nerozlišujú planéty menšie ako Jupiter. Teoretici však pred-

povedajú, že menších, osamelých planét by malo byť oveľa viac ako jupiterov.

Prvé osamelé planéty, s hmotnosťami 3J, detegovali v oblakoch, kde prebieha búrlivá hviezdodotvorba. Tam sa formuje aj veľký počet nevyzretých hviezd, hnedých trpaslíkov, pričom tých najmenších možno iba ťažko odlíšiť od najväčších planét. Ak by sa však osamelé planéty formovali tak ako hviezdy, teda nie v protoplanetárnom disku, ale osamelo, v oblaku, prehliadka by detegovala nanajvýš dve, nie desať takých objektov. Vedci pripúšťajú, že istý počet osamelých planét sa sformuje kolapsom hmoty v zahusťujúcich sa prachoplynových oblakoch, ale väčšina sa formuje postupne, v protoplanetárnych diskoch, okolo materských hviezd, odkiaľ niektoré z nich gravitačný biliard neskôr vypudí.

Osamelé planéty krúžia okolo centra Galaxie tak ako hviezdy. Nie je vylúčené, že po kontakte s inou sústavou sa osamelá planéta usadí na obežnej dráhe hviezdy-macochy.

Prehliadku urobili v rámci programu MOA, čo je akronym názvu Microlensing Observations in Astrophysics, ale zároveň aj názov už vyhubeného obrieho pštrosa, ktorý žil na Novom Zélande. Ďalekohľad (1,8 m) na Observatóriu Mount John na Novom Zélande sa obyčajne využíval na skenovanie hviezd v centre Galaxie a na mikrošoškovkovanie. Zaznamenáva nepatrné zmeny jasnosti hviezd počas zákrytov ich planétami. Gravitácia zákrytového telesa zdeformuje svetlo hviezdy, čím ju nepatrne na niekoľko dní zväčší a zjasní. Masívnejšie hviezdy dokážu vyvolať zjasnenie, ktoré môže trvať aj celé týždne.

Na programe sa podieľala aj iná skupina, Optical Gravitational Lensing Group (OGLE), využívajúca 1,3 metrový ďalekohľad v Čile. Táto skupina pozorovala a analyzovala veľa rovnakých úkazov, takže nezávisle testovala analýzy skupiny MOA.

Nature

Červené slnká, čierne stromy

Na niektorých planétach nemusí byť farba listov zelená. Môže byť sivá alebo čierna. Vyplyva to zo štúdie astrobiológov z University of Saint Andrews v Škótsku. Vedci preskúmali, ako farba svetla materskej hviezdy ovplyvňuje fotosyntézu na planétach, ktoré ju obiehajú v „zelenom páse“.

Na Zemi sú listy rastlín zväčša zelené, v závislosti od žltého svetla nášho Slnka. (Slnko je žltá trpasličia hviezda populácie I, ktorá sa z kozmu javí ako biela, ale pod vplyvom atmosféry sa zdá byť žltou.) Veľa rastlín však má aj žlté či červené listy, prípadne listy, ktoré sú kombináciou týchto farieb, pričom kvety farbami priam hýria. Kvety sa však na premene energie nezúčastňujú. Ich rozličné tvary, farby a vône súvisia najmä s rozmnožovaním.

Vo vesmíre je množstvo hviezd podobných Slnku, veľa z nich má planetárne systémy. Existujú však aj hviezdy modré, červené, s najrozličnejšími odtieňmi, pričom ich farby závisia od ich zloženia, veku, veľkosti a teploty.

Na viacerých exoplanétach, ktoré krúžia okolo materských hviezd v zelených zónach, mohol vzniknúť život. Môžu na nich byť aj rastliny. Ak sú, ich sfarbenie bude závisieť od farby materskej hviezdy. Zelená farba je v našich podmienkach pre fotosyntézu najvýhodnejšia, na planétach iných Slnk, kde rastliny potrebujú vstrebať viac energie, je pre fotosyntézu výhodnejšia sivá či čierna farba.

Simulácie astrobiológov naznačujú, že exoplanéty krúžiacie okolo hviezd vo viachviezdnych systémoch môžu mať s pozemského hľadiska nezvyklé formy vegetácie. Rastliny na planétach v systéme slabých červených trpaslíkov budú naše oči vnímať ako čierne, schopné absorbovať žiarenie nielen v celej šírke vlnových dĺžok viditeľného svetla, ale aj infračervené a UV-žiarenie, pokiaľ nie je príliš intenzívne.

Zvláštnym prípadom sú dvojhviezdy, ktorých zložkami sú hviezdy s nerovnakou farbou. Aké druhy rastlín (a prípadne i živočíchov) sa tam môžu vyvinúť?

Simulácie na počítačoch kombinujú známe zákony biochémie v najrozličnejších fyzikálnych podmienkach. Zo simulácii vyplynulo, že planéty, ktoré obiehajú okolo dvojhviezdy, dokážu vzdorovať aj intenzívnemu UV-žiareniu zabudovaním účinných filtrov do listov, kde prebieha fotosyntéza. To platí aj o mikroorganizmoch, ktoré fungujú na báze fotosyntézy. Ich výhodou

je, že môžu zmeniť prostredie, ak tam, kde sa doteraz vyvíjali, nastanú nepriaznivé podmienky.

Fotosyntéza, ktorá premieňa v listoch vegetácie slnečné žiarenie na energiu, je základným zdrojom života na Zemi. Je to energia, ktorú využívajú rastliny a na rastlinách stojí celý potravínový reťazec, od prvkov až po cicavce.

Rastliny na planéte, obiehajúcej okolo dvoch hviezd, sa môžu prispôsobiť svetlu jednej z nich, alebo využívať žiarenie oboch. Už doteraz objavené systémy ponúkajú nekonečné možnosti kombinácií. Život môže vyklíčiť aj na exoplanétach, ktoré neobiehajú dvojhviezdu, ale sa sformovali okolo jednej alebo oboch jej zložiek. Pravdaže, iba vtedy, aj to nie sú príliš tesné dvojhviezdy. V takom prípade planetárny systém



Planéty, ktoré obiehajú okolo dvojhviezdy, môžu mať sivú alebo čiernu vegetáciu. Pravdaže iba vtedy, keď krúžia v zelenom páse.

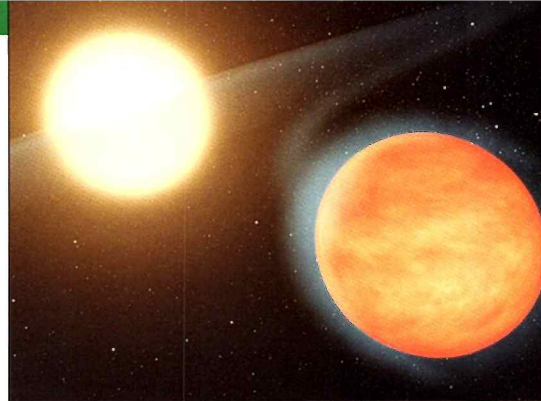
nemú byť dlhodobou stabilný. Evolúcia v meniacich sa podmienkach nie je plynulá, takže život, ak vôbec vznikne, sa musí prispôbovať oveľa rýchlejšie. Neraz za cenu veľkého odpadu alebo úplného vymretia.

Tím Jamesa O'Malleya združuje vedcov z niekoľkých škótskych univerzít. V posledných rokoch sa sústreďujú na potenciál života využívajúceho fotosyntézu vo viachviezdnych systémoch, s rozličnými kombináciami Slnku podobných hviezd a červených trpaslíkov. Štúdiom premenlivých podmienok vo viachviezdnych systémoch je dôležité preto, že osamelých hviezd je vo vesmíre podstatne menej.

Škóti vychádzajú z údajov, získaných z doteraz objavených planetárnych systémov. Vedia, že väčšina Slnku podobných hviezd má planetárne systémy. Vedia, že aj červení trpaslíci sú dostatočne staré a stabilné hviezdy, takže na ich planétach môže vzniknúť a vyvíjať sa život, navyše tvoria bezmála 80 % hviezd v Galaxii.

Štatistika hovorí: viac ako 25 % Slnku podobných hviezd a 50 % červených trpaslíkov sa sformovalo vo viachviezdnych systémoch. Analýzou a kombináciou napozorovaných údajov a simulácií na počítačoch sa astrobiológia stala disciplínou, ktorá už nestaví na vode. Biochémia života má svoje zákony, ktoré, ako vidno, fungujú v najrozličnejších fyzikálnych podmienkach. Zem sa už nezdá byť takou raritou, ako sme sa ešte donedávna nazdávali.

University of Saint Andrews Press Release



Exoplanéta WASP-12b obieha okolo svojej hviezdy po mimoriadne blízkej obežnej dráhe. Je to prvá exoplanéta, pri ktorej objavili magnetické pole, čo ju chráni pred eróziou slnečným vetrom.

Prvá exoplanéta s magnetosférou

WASP-12b, jedna z najväčších (priemer: 250 000 km) a najhorúcejších exoplanét, má silné magnetické pole, ktoré hviezdny vietor z materskej hviezdy formuje do oblúku rázovej vlny. Objav magnetosféry pri obrích joviánskych planétach nie je prekvapujúci. Naopak: čudné by bolo, keby magnetické pole nemali. Všetky štyri obrie planéty v našej Slnečnej sústave magnetické pole majú. Hviezda WASP-12, vzdialená 870 svetelných rokov, je žltá hviezda typu G, podobná Slnku. Planéta okolo materskej hviezdy WASP-12, vzdialenej púhych 3,4 milióna kilometrov, obieha za 26 hodín. Merkur obieha Slnko, vzdialené 46 miliónov kilometrov, za 88 dní.

WASP-12b sa prediera na svojej obežnej dráhe hustým hviezdny vetrom nabitých častíc. Tým sa stala unikátnym objektom pre astronómov, ktorí ešte neskúmali magnetické pole exoplanéty, pole, ktoré interaguje s magnetickým polom materskej hviezdy.

Oblúk rázovej vlny detegovali ako medzeru v ultrafialovom žiarení (vo hviezdnom vetre) pred výraznejšou medzerou, ktorú „vyoráva“ samotná planéta. Vzhľadom na rýchlu rotáciu planéty by sa podobná medzera mohla objaviť aj pred ňou, ak by na magnetické pole nereagovala. Z nameraných údajov však vyplýva, že táto exoplanéta magnetické pole má.

Magnetické pole exoplanéty WASP 12b je štítom, ktorý jej život predlžuje. Chráni ju totiž pred silným hviezdny vetrom materskej hviezdy. Keby nebolo magnetického štítu, mocný hviezdny vietor by z nej vonkajších, slapovými silami narušených a vyparujúcich sa vrstiev oveľa skôr vyčesal a vyniesol do okolia všetok materiál. Vedci vypočítali, že táto exoplanéta aj s magnetickým štítom o 10 miliónov rokov zanikne.

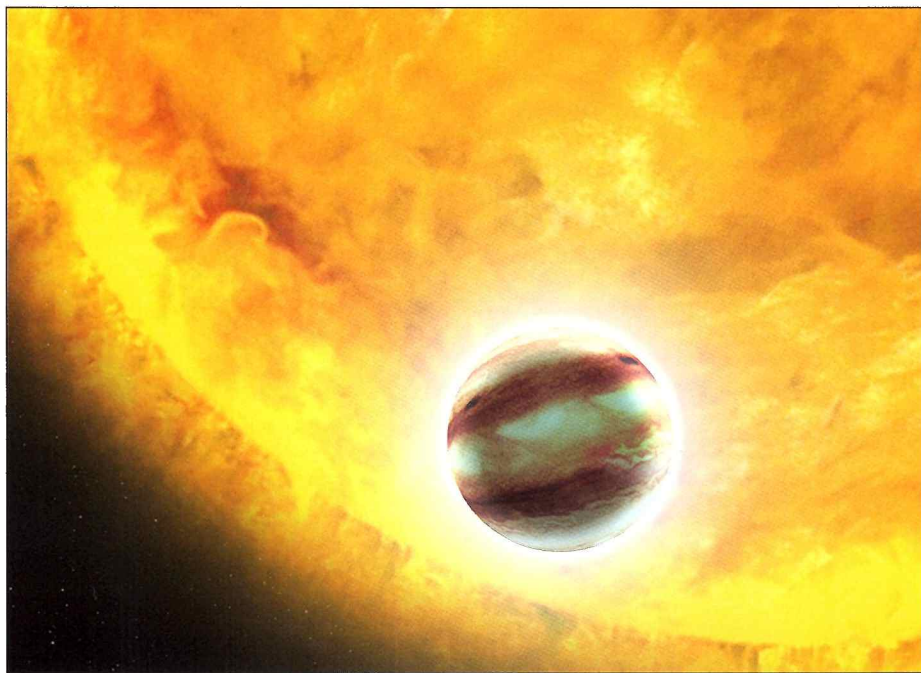
Je tu však záhada. Planéta, ktorá obieha okolo svojej hviezdy po takej blízkej dráhe, by nemala rotovať, pretože by jej v tom bránil gravitačný zámok. Bez rotácie však magnetické pole fungovať nemôže. Kým vedci záhadu rozlúšia, využijú, vzhľadom na polohu oblúka rázovej vlny, unikátnu možnosť merať silu magnetického poľa planéty.

WASP Press Release



Pozemské príklady tmavšie sfarbených rastlín.

HST vykonal miliónte vedecké pozorovanie



Ilustrácia extrasolárnej planéty HAT-P-7b. Exoplanéty, ktoré krúžia okolo svojich hviezd po dráhach sklonených k Zemi, možno pozorovať nielen počas ich prechodu pred hviezdou, ale aj za ňou. To je veľmi výhodné pre skúmanie atmosféry pomocou spektrometrov na HST. Údaje určia jej štruktúru a zloženie.

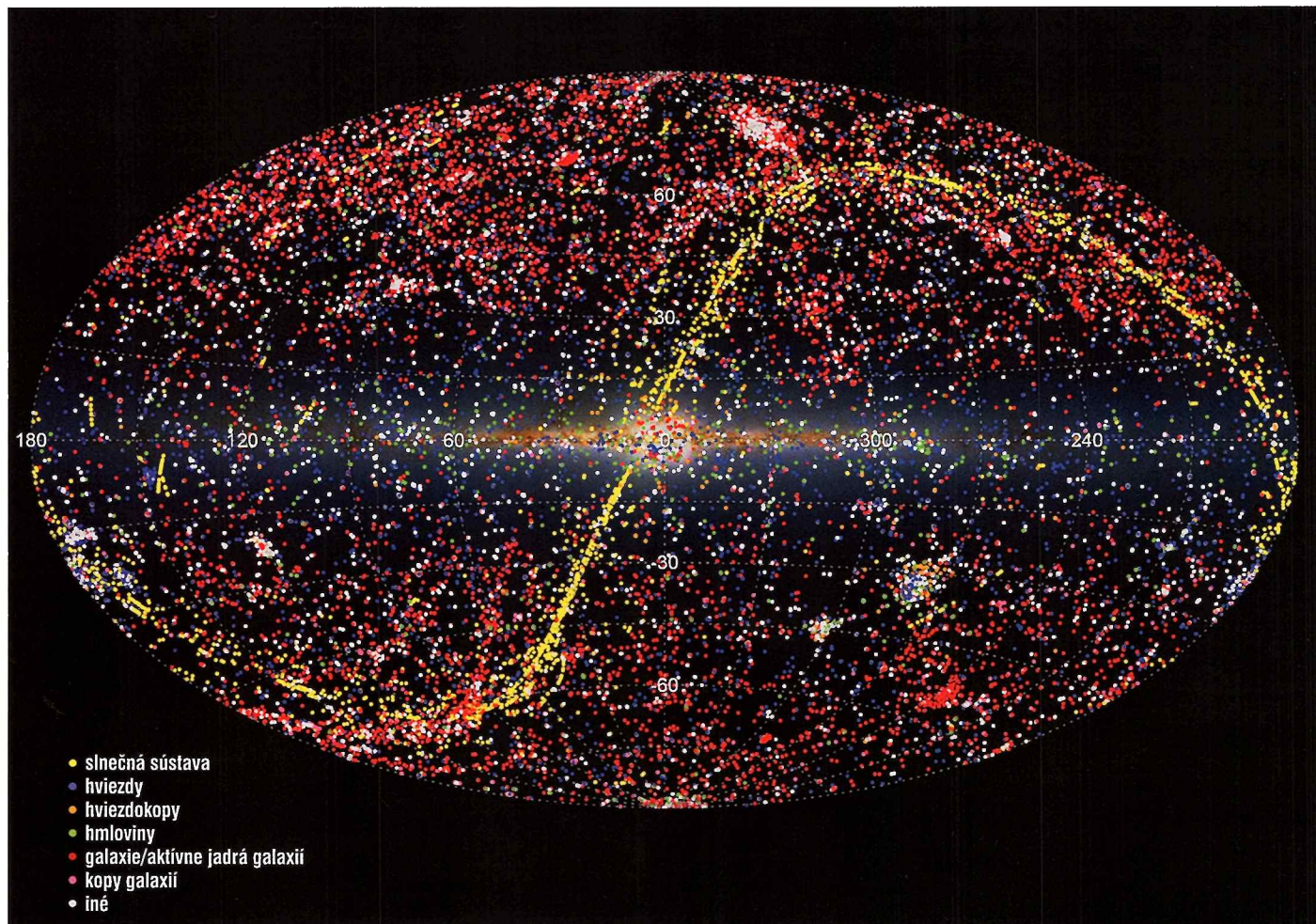
Hubblou vesmírny ďalekohľad poslal na Zem údaje o spektrometrii exoplanéty HAT-P-7b. Je to plynový obor väčší ako Jupiter, ktorý obieha okolo hviezdy horúcejšej ako Slnko. Planétu objavili pozemské ďalekohľady, ale dôkladnejšie ju preštudoval vesmírny ďalekohľad Kepler, preto ju poznáme aj pod označením Kepler 2b.

HST mal analyzovať chemické zloženie atmosféry tejto planéty. Vedci hľadajú v spektre čiary vodnej pary. Analýza potrvá niekoľko mesiacov. Výsledok ovplyvní program vesmírneho ďalekohľadu James Webb, ktorý bude mať na palube rádovo citlivejšie prístroje ako Hubble. Ak vedci pomocou HST vyselektujú exoplanéty, na ktorých je voda v tekutom či plynovom skupenstve, bude môcť Webb monitorovať na nich príznaky mimozemského života.

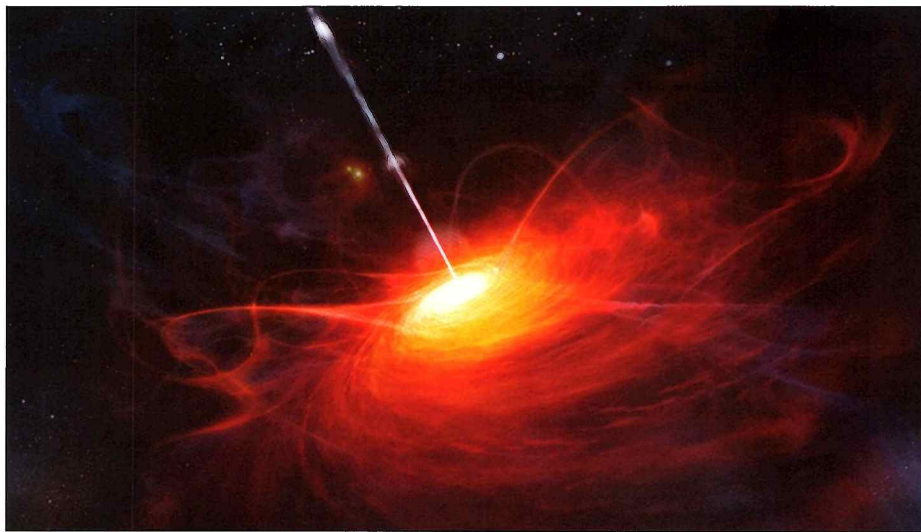
HST vypustili 24. apríla 1990 v rámci misie STS-31 na palube raketoplánu Discovery. Objavy ďalekohľadu, údaje i snímky, zrevolucionizovali skoro všetky odbory astronómie. Vesmírny ďalekohľad v priebehu 21 rokov získal 50 terabitov informácií. Archív týchto údajov prístupný pre vedcov i verejnosť nájdete na adrese <http://hla.stsci.edu/>.

Miliónte vedecké pozorovanie vykonal širokouhlá kamera (Wide Field Camera 3), schopná snímať objekty vo viditeľnom i infračervenom svetle, ktorá je súčasťou špeciálneho spektrometra. Túto kameru dopravili a inštalovali na ďalekohľade astronauti 4. mája 2004.

HST Press Release



Mapa oblohy s vyznačením polôh všetkých pozorovaní HST do 27. júna 2011. Pás najhustejšieho pokrytia (žltá krivka) znázorňuje pozorovania objektov Slnčnej sústavy okolo ekliptiky. Obrázok je v galaktickej súradnicovej sústave.



Ilustrácia znázorňuje ULAS J1120+0641, zatiaľ najvzdialenejší známy kvazar na oblohe. Čierna diera uprostred kvazaru má 2-miliónkrát vyššiu hmotnosť ako naše Slnko. V tejto podobe existoval už 770 miliónov rokov po big bangu. Je to najjasnejší objekt v mladom vesmíre. Je záhadou, ako sa tak krátko po big bangu mohli akumulovať také veľké množstvo hmoty.

ULAS J1120+0641: najvzdialenejší kvazar

Takto vyzeral už 770 000 miliónov rokov po big bangu! Jeho svetlo k nám putovalo 12,9 miliardy rokov.

Existujú aj vzdialenejšie objekty: vzplanutie žiarenia gama (eso 9017) s červeným posunom 8,2 a galaxia (eso1041) s červeným posunom 8,6, generované zatiaľ neznámym procesom. Tento kvazar, hoci má červený posun „iba“ 7,1, je takmer 1 000-násobne jasnejší. Spomedzi objektov, ktoré sa dajú podrobne študovať, je však najvzdialenejší. (Poznámka: čím je hodnota červeného posunu vyššia, tým rýchlejšie sa objekt od nás vzdaluje a tým väčšia vzdialenosť ho od nás delí.)

Doterajší rekord držal kvazar (červený posun 6,4), ktorý svietil už 870 miliónov rokov po big bangu. Vzdialenejšie objekty sa vo viditeľnom svetle nedajú pozorovať, pretože ich svetlo, posunuté rozpínaním vesmíru sa prejavuje, keď dorazí na Zem, najmä v infračervenej časti spektra.

Európska infračervená prehliadka oblohy (UKIDSS) sa zamerala na vyhľadávanie vzdialených kvazarov. Tím astronómov okolo anglického teleskopu na Havajských ostrovoch uložil do databázy milión objektov, medzi ktorými mal byť aj rekordný kvazar.

Vedci na tom pracovali celých 5 rokov. Hľadali kvazar s vyšším červeným posunom ako 6,5. Keď objavili kvazar z červeným posunom 7,5, bola to senzácia. Otvorilo sa okno na skúmanie doteraz neznámeho, starého vesmíru.

O 100 miliónov rokov bližšie k big bangu ako doteraz.

Vzdialenosť rekordného kvazaru určili pomocou prístroja FORS2 na ďalekohľade VLT/ESO v Čile a prístrojom na ďalekohľade Gemini



Snímka najvzdialenejšieho kvazaru. Rozlíšite ho ako matný červený krúžok neďaleko centra. Takto vyzeral pred 12,9 miliardami rokov.

North. Vzhľadom na to, že kvazar bol mimoriadne jasný, získali skvelé spektrá. Z tých získali ďalšie údaje o kvazare:

Čierna diera v centre kvazaru ULAS J1120+0641 má 2 miliardy hmotností nášho Slnka. Fakt, ako sa akumulovalo toľko hmoty už krátko po big bangu, nedokáže zatiaľ nikto vysvetliť.

Vedci odhadujú, že na oblohe nájdú vyše 100 kvazarov s vyšším červeným posunom ako 7.

ESO Press Release

Pulzar s mysterióznym chvostom

Za pulzarom, rotujúcou neutrónovou hviezdou, sa ťahá chvost dlhý 4 svetelné roky. To je bezmála vzdialenosť od Slnka k hviezde Proxima Centauri, najbližšieho suseda Slnka. Aj niektoré iné pulzary majú chvosty, ale tento je druhý najdlhší.

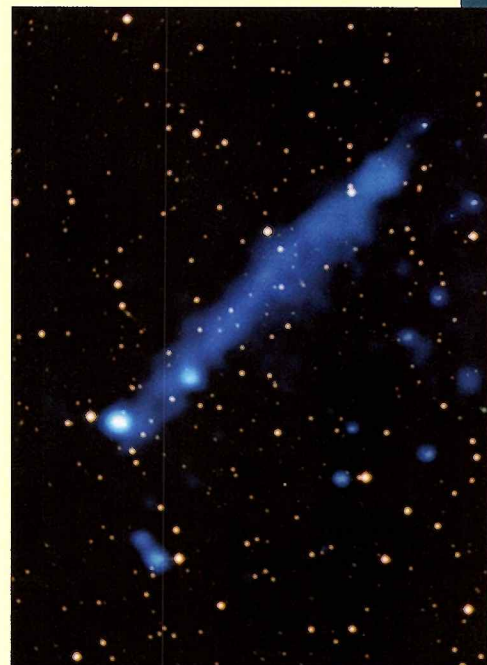
Pulzar PSR J0357+3205 je od nás vzdialený 1 600 svetelných rokov. Má viacero záhadných vlastností. Okrem iného: z jeho chvosta sa šíri intenzívne röntgenové žiarenie.

Pulzar objavil v roku 2009 Fermiho vesmírny ďalekohľad zameraný na detegovanie žiarenia gama. Pulzar vznikol po kolapse progenitora, pôvodnej hviezdy, asi pred pol miliónom rokov. V ríši pulzarov dospel práve do stredného veku.

Patrí do triedy pulzarov, ktoré čerpajú energiu z rýchlej rotácie. Inými slovami: ide o energiu, ktorá sa uvoľňuje tým, že sa jeho rotácia spomaľuje. Sú aj iné typy pulzarov: niektoré „poháňa“ aj silné magnetické pole, iné materiál, ktorý po špirále dopadá na povrch superhustej hviezdy.

Údaje z Chandry naznačujú, že röntgenový chvost vytvárajú emisie energetických častíc v pulzarovom vetre, vznikajúce po interakciách s časticami, ktoré špirálujú okolo ukotvených magnetických siločiar. Astronómovia rozoznávajú aj iné typy pulzarov s chvostom. Chvosty vysvetľujú ako nárazový oblúk vytvorený pulzarom, ktorý sa pohybuje vysokou rýchlosťou priestorom. Túto interpretáciu treba overiť, pretože čosi tu nesúhlasí. Vedci zistili, že pulzar spomaľovaním stráca primárno energie. Tej energie, ktorá by mohla byť zdrojom takého silného vetra.

Chandra Press Release



Pulzar PSR J0357+3205 má chvost, ktorý by od Slnka siahal až k Proxime Centauri.

Rotoval vesmír už vo chvíli zrodu?

Fyzici sa donedávna nazdávali, že vesmír má zrkadlovú symetriu, že vyzerá ako basketbalová lopta. Podľa najnovších údajov bol tvar vesmíru vo chvíli big bangu zložitejší.

Profesor Michael Longo z University of Michigan preverili smer rotácie desiatok tisíc špirálových galaxií zaznamenaných v Sloanovej digitálnej prehliadke oblohy. Galaxia, rotujúca proti smeru hodinových ručičiek, by v zrkadlovom obraze rotovala opačne. Ak by to tak nebolo, znamenalo by to narušenie symetrie. Jazykom fyziky, v kozmickej škále by sa prejavilo narušenie parity.

Vedci zistili, že väčšina galaxií rotuje tak, ako sa očakávalo. Objavili však aj špirálové galaxie, ktoré rotovali opačne. Najviac ich bolo okolo severného pólu Mliečnej cesty, vo vzdialenosti 600 miliónov svetelných rokov. Takých galaxií nie je viac ako 7 %, takže vedci v tomto prípade považujú náhodu za veľmi nepravdepodobnú. Ak sa objav potvrdí, potom by predpoklad, že vesmír je vo veľkých škálach izotropný, rovnorodý, neplatil!!!

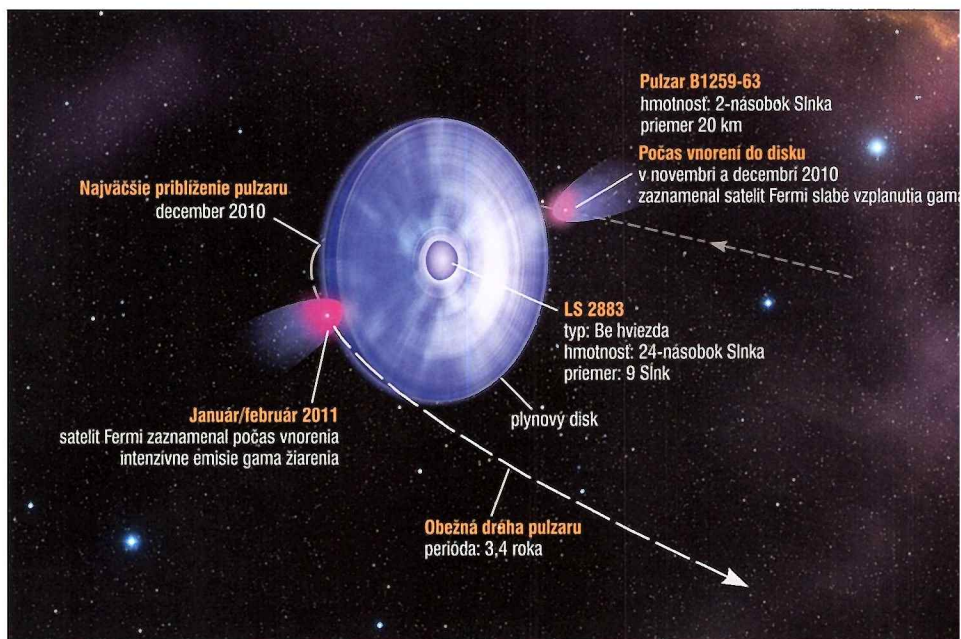
Zdá sa, že musíme zmeniť aj naše predstavy o big bangu. Symetrický a izotropný vesmír by musel začať sféricky neobyčajne symetrickou explóziou. Inými slovami, ak by sa vesmír zrodil už ako rotujúci (ako basketbalová lopta krútiaca sa na prste), mal by os otáčania, ktorej rotáciu by prevzali všetky galaxie.

Rotuje vesmír doteraz? Podľa Longa rotuje. Sloanov ďalekohľad pracuje v Mexiku, takže údaje, ktoré vedci analyzujú, pochádzajú zväčša zo severnej oblohy. V najbližších rokoch zmonitorujú galaxie na južnej oblohe.

NASA; ESA



V posledných rokoch objavili galaxie, ktoré rotujú proti smeru hodinových ručičiek. Väčšina galaxií však rotuje v smere hodinových ručičiek. Jednu z nich vidíte na obrázku. Vedci tento objav považujú za dôkaz toho, že vesmír nemá zrkadlovú symetriu.



Ilustrácia z pohľadu pozemského pozorovateľa znázorňuje anatómiu dvojhviezdy i miesto, kde po vnorení pulzaru do disku došlo k vzplanutiam gama.

Čudná dvojhviezda generuje vzplanutia gama

V decembri 2010 sa dve hviezdy v súhvezdí Južného kríža priblížili k sebe na vzdialenosť Venuša/Slnko. Dvojhviezdu tvorí horúca, masívna hviezda a rýchle rotujúci pulzar. Takéto priblíženie sa opakuje po 3,4 roku, pričom hviezdári zakaždým zaznamenajú značné zosilnenie žiarenia gama. Táto kombinácia vlastností zložiek dvojhviezdy štelárikov nesmierne zaujala.

Najzvláštnějšíe dvojhviezdy tvoria páry masívnych modrobielych hviezd a kompaktných spolupútnikov. Masívne zložky majú niekoľkonásobne vyššie hmotnosti a teploty ako Slnko. Menšie zložky nebývajú väčšie ako Zem, ale zvyčajne sú oveľa menšie. Zväčša ide o staré degenerované hviezdy – bielych trpasľkov, ale môže to byť aj pulzar a zriedkavejšie aj čierna diera.

Už dávnejšie sa vie, že takéto dvojhviezdy generujú aj žiarenie gama. Iba pri jednej dvojhviezde si boli astronómovia načistom, do akej kategórie patrí tá menšia zložka. Zriedkavú dvojhviezdu tvoria hviezda 10. magnitúdy LS 2883, (typu Be) a pulzar B1259-63. Dvojhviezda je vo vzdialenosti 8000 svetelných rokov.

Pulzar je rýchle rotujúca neutrónová hviezda so silným magnetickým pólom. Táto kombinácia generuje dva protismerné lúče energie. Ak jeden z nich smeruje k Zemi, vedci ľahko zistia polohu. Pulzar pomocou austrálskeho rádioteleskopu Parkes objavili už v roku 1989. Jeho priemer odhadli na 20 až 25 kilometrov. Rotuje rýchlosťou 21 otočiek za sekundu.

Pulzar obieha okolo hviezdy (24-krát masívnejšej a 9-krát väčšej ako Slnko) po výstrednej, značne naklonenej dráhe. Taká výstredná dráha v dvojhviezde je absolútnou raritou.

Okolo tejto modrej horúcej hviezdy obieha masívny disk plynu. Zdá sa, že plyn do disku uniká z rovníkových oblastí hviezdy.

Pulzar sa na svojej dráhe periodicky približuje

k hviezde na vzdialenosť 110 miliónov kilometrov. Počas najväčšieho priblíženia sa dvakrát vnára do disku. Počas týchto návštev interagujú energetické častice z pulzaru s diskom, čo generuje žiarenie s rozličnými energiami.

V predvečer posledného priblíženia 15. decembra 2010 medzinárodný tím astronómov preskúmal úkaz na rozličných vlnových dĺžkach. Na dvojhviezdu sa zamerali vesmírne ďalekohľady NASA – Fermi a Swift, európske vesmírne ďalekohľady Newton a INTEGRAL, japonský satelit Suzuki, austrálsky rádioteleskop Compact Array, optické a infračervené ďalekohľady v Čile a v Južnej Afrike, HESS (High Energy Stereoscopic System) a prístroj v Namíbii, ktorý dokáže detegovať žiarenie gama s vysokou energiou až po hranicu bilión elektrónvoltov. (Poznámka: energia viditeľného svetla má energiu 2 až 3 elektrónvolty.)

Hodno poznamenať, že z dvojhviezdy doteraz nezaznamenali silnejšie emisie žiarenia gama ako miliarda elektrónvoltov (GeV).

Keď sa vlni pulzar blížil k hviezde LS 2883, ďalekohľad LAT na palube satelitu Fermi zaznamenal slabé emisie žiarenia gama. Po vnorení pulzaru do disku hviezdy (v novembri a v decembri 2010), sa gama emisie takmer nezvyšili. V januári 2011 však prístroje zaznamenali také silné vzplanutia gama, aké doteraz nikdy nezaznamenali. Pritom v rádiovovej a röntgenovej oblasti sa nijaký extrémne hodnoty nenamerali.

Najsilnejšie vzplanutia zaznamenali 20. a 21. januára a 2. februára 2011. Počas týchto dní bol zdroj 15-násobne silnejší ako inokedy. Z nameovaných údajov vedci zatiaľ nezistili. Tajomstvo unikátnej dvojhviezdy rozlúštia možno až po analýze údajov, ktoré získajú v máji 2014, keď sa pulzar opäť priblíži k veľkej hviezde.

Chandra pristihla čiernu dieru pri hostine

V galaxii NGC 3115 hniezdi supermasívna čierna diera. Vesmírny ďalekohľad Chandra zaznamenal prúd horúceho plynu, ktorý diera nasáva. Vďaka optickej snímke obrieho ďalekohľadu VLT/ESO vznikla kombinovaná fotografia, ktorá po prvýkrát zviditeľnila proces, o ktorom teoretici už dávno nepochybujú.

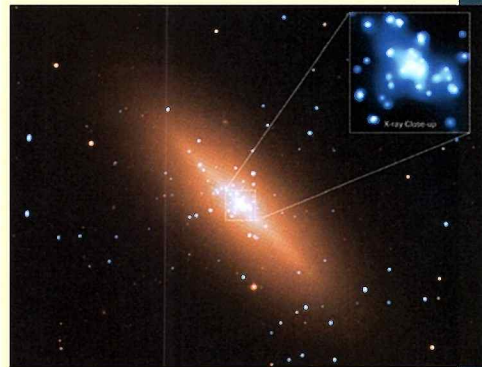
Údaje z Chandry sú modré, údaje z VLT žlté. Röntgenové žiarenie emituje dvojhviezda, či presnejšie plyn, ktorý z normálnej hviezdy nabaľuje stelárna (stredne veľká) čierna diera, alebo neutrónová hviezda. Dvojhviezda obieha okolo centrálnej čiernej diery. Takýchto párov je v jadre každej galaxie veľa.

Na fotografii zložky dvojhviezdy nemožno rozlíšiť. Na zväčšenine jadra galaxie (snímka vpravo hore) vidíme iba krúťňavu horúceho plynu, krúžiaceho okolo masívnej čiernej diery. Horúci, rýchle sa pohybujúci plyn nasávaný z dvojhviezdy emituje röntgenové žiarenie.

Objav umožnilo práve toto žiarenie. Väpätí vedci zistili, že rýchlosť plynu vytvárajúceho most medzi zložkami dvojhviezdy sa na istom mieste nápadne zrýchľuje. Tam ho gravitácia supermasívnej čiernej diery v centre galaxie začne nabaľovať. Táto kritická vzdialenosť sa nazýva Bondiho polomer.

Nasávaný plyn prúdi smerom k centrálnej diere čoraz rýchlejšie. Čím je rýchlejší, tým je horúcejší, tým intenzívnejšie žiari. Prudký nárast teploty namerali vedci vo vzdialenosti 700 svetelných rokov od centrálnej čiernej diery. Tak určili polohu Bondiho polomeru a vypočítali aj hmotnosť centrálneho žrúta: 2 miliardy hmotností Slnka. Supermasívna čierna diera v jadre galaxie NGC 3115 je zo všetkých takýchto objektov najbližšia k Slnku. Nachádza sa vo vzdialenosti 32 miliónov svetelných rokov od Zeme a klasifikujú ju ako tzv. šošovkovú galaxiu. To preto, že ju síce tvorí disk i centrálna výduť, ale nemá špirálové ramená.

Chandra Press Release



Snímka galaxie NGC 3115 vznikla kombináciou snímok z vesmírneho röntgenového ďalekohľadu Chandra a pozemského optického ďalekohľadu VLT. Na detailnej snímke jadra galaxie (vpravo hore) rozlíšime prúd plynu smerujúci k centrálnej, supermasívnej čiernej diere. Unikátna snímka je prvá svojho druhu.

V mladom vesmíre bolo čiernych dier ako maku

Röntgenové žiarenie s vysokou energiou z centra aktívnych jadier galaxií dokazuje, že všetky čierne diery hniezdia uprostred mohutných mrakov prachu a plynu. Hmota, ktorá špiráluje do čiernej diery, intenzívne žiari vo viditeľnom svetle, tmelenom jadrom galaxie, kde čierna diera hniezdi. Toto žiarenie optické ďalekohľady na Zemi nedokážu zaznamenať. Obálku dokáže preraziť iba röntgenové žiarenie s vysokou energiou. Iba vďaka tomu dokážu astronómovia získať údaje o zahalenej čiernej diere.

Snímka dvoch vesmírnych ďalekohľadov, Chandry a HST, je kombináciou optickej, infračervenej a doteraz „najhlbšej“ röntgenovej fotografie. Vďaka tejto snímke získali vedci definitívny dôkaz o tom, že v mladom vesmíre bolo veľa čiernych dier, ktoré hmotu z okolia nabaľovali oveľa agresívnejšie.

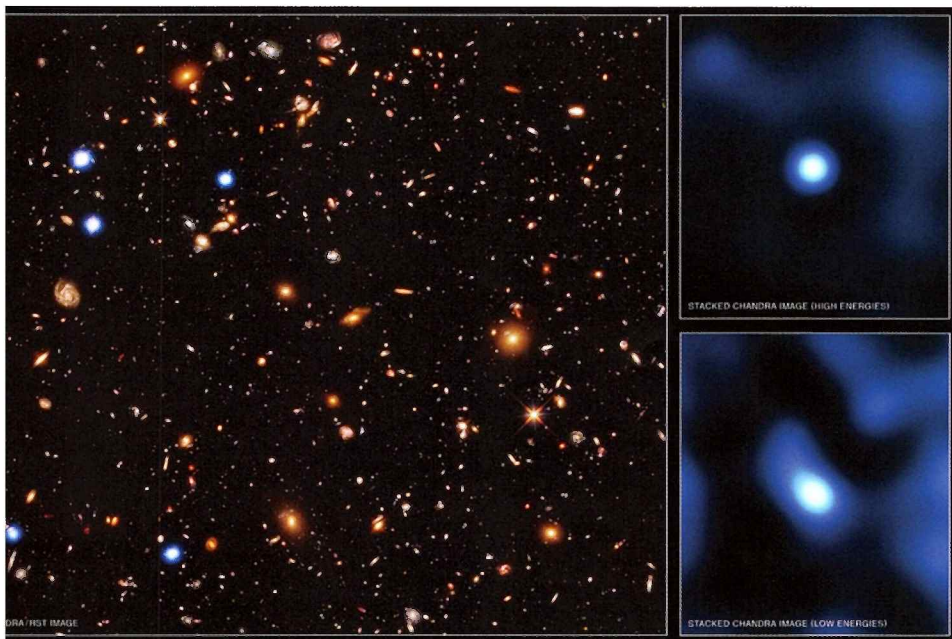
Chandra monitorovala vytipovanú časť oblohy (Chandra Deep Field South/CDFS) celých 6 týždňov. Na snímke vidíte iba malú časť poľa CDFS: röntgenové zdroje (Chandra) sú modré, optické (HST) zelené a modré, infračervené z HST červené a zelené.

Nové údaje z Chandry zviditeľnili výskyt čiernych dier v 200 vzdialených galaxiách v čase, keď mal vesmír 800 až 950 miliónov rokov. Polohy týchto galaxií určili vďaka údajom z HST.

Ani Chandra, ani HST by tieto galaxie na vlastnú päsť neobjavili. Chandra má schopnosť mimoriadne presne určiť smer, odkiaľ prichádza röntgenové žiarenie, a naznačiť polohu všetkých zdrojov tohto žiarenia v okolí monitorovaných galaxií. Dve malé snímky sú príkladom podrobného spracovania údajov o jednotlivých zdrojoch na počítači. Na hornej snímke z Chandry je zdroj röntgenového žiarenia s nízkou, na spodnej snímke zdroj s vysokou energiou.

Z analýzy vyplynulo, že v jadrách 30 až 100 % vzdialených galaxií mohutnejú supermasívne čierne diery. Ak by sme údaje z tohto malého poľa extrapolovali na celú oblohu, v mladom vesmíre muselo byť najmenej 30 miliónov čiernych dier! Desatisíckrát viac, ako počet kvazarov. (Kvazar je galaxia s aktívnou čiernou dierou.)

Chandra Press Release



Na doteraz „najhlbšej röntgenovej snímke“ vidíme, že v mladom vesmíre bolo množstvo nabaľujúcich sa, rýchle rastúcich čiernych dier. Už 800 miliónov rokov po big bangu!! Čierne diery narastajú synchronne s galaxiami, v ktorých hniezdia. Expozícia veľkej röntgenovej snímky trvala 6 týždňov.

Zberateľ

planetárnych hmlovín

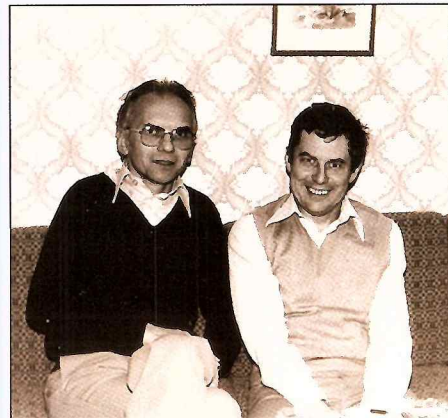
Astronómia ho zaujala po zistení, že aj amatérsky astronóm môže byť v niektorých oblastiach tejto kráľovskej vedy užitočný. Napokon ju vyštudoval a koniček povýšil na celoživotné povolanie. Ako školák začal s pozorovaním padajúcich hviezd zo strechy paneláka, nakoniec skúmal záverečnú fázu života červených obrov spod Južného kríža cez najväčšie ďalekohľady sveta. Pátral po dávno stratenej kométe a miesto nej objavil novú. Autor rozsiahleho katalógu planetárnych hmlovín, objaviteľ premenných hviezd, asteroidov i komét, Dr. Luboš Kohoutek.

Luboš Kohoutek:
„K Vánocům jsem od rodičů dostal knihu o astronomii od Huberta Slouky *Pohledy do nebe*, která mi dala základy a taky ukázala, jak je astronomie mezinárodní.“

Ako a kedy ste sa dostali prvýkrát do kontaktu s astronómiou?

O astronomii jsem se začal zajímat jako školák asi ve 14 letech. Měl jsem plnou podporu rodičů, otec byl učitelem fyziky. Vyrobil jsem si malý čočkový ďalekohled, později jsem od babičky dostal ďalekohled značky „Amat“ o průměru objektivu 55 mm. Tím jsem asi 2 roky pozoroval Slunce (v projekci), počítal sluneční skvrny a skupiny. Na astronomii mne přitahovalo to, že k ní může v několika oborech přispět i amatér, že člověk může být nějak užitečný. Jedním z těchto oborů je i meteorická astronomie; začal jsem pozorovat (v Brně a na celostátních meteorických expedicích) meteory.

Počas stredoškolských štúdií sa astronómia stala definitívne vašou vášňou. Rozhodnutie venovať sa astronómii profesionálne bolo teda logickým pokračovaním dovtedajších amatérskych pozorovaní? Nenapadlo vám zvoliť si iné povolanie?



L. Kohoutek a J. Grygar na stretnutí v r. 1981.
(Archív J. Grygara)

Rozhodnutí věnovat se astronomii bylo pokračováním těchto amatérských pozorování. Jako mladý školák jsem, pochopitelně, měl i jiné plány do budoucna, později po astronomii už ne.

Medzi vaše prvé pozorovacie stanovištia patrila strecha paneláka, kde ste bývali. Odtiaľ ste pozorovali meteory spolu s rovesníkom, neskôr tiež veľmi známym astronómom, dr. Grygarom. Tu možno hľadať zárodok neskorších meteorických výprav, ktoré vás zaviedli viackrát i na Slovensko, na vrch Bezovec pri Piešťanoch?

Meteory jsme pozorovali nejen v Brně na Lidové hvězdárně na Kraví hoře, ale i na střeše domu u parku Lužánky, kde jsme bydleli. Vzpomínám si, že ráno po pozorovací noci budil Jiří Grygar pozornost lehátkem, když se vracel domů. Taký mne vozil na kole po pozorování na hvězdárně. Meteorické expedice jsme později organizovali v místech s nejlepšími pozorovacími podmínkami v Československu, a to byl třeba Považský Inovec s kopcem Bezovec nebo Lomnický štít v Tatrách.

Mali ste v čase vašich začiatkov vzory, ľudí, ktorých ste obdivovali a inšpirovali vás?

Mým vzorom v mých začiatkoch boli predseda odbočky Československé astronomické spoločnosti v Brně prof. Peřina, vedoucí Astronomického ústavu Masarykovy univerzity dr. Břetislav Onderlička a později doc. Luboš Perek.

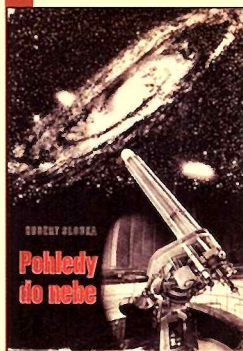
Ktorá kniha o astronómii vás sprevádzala na začiatku vášho spoznávania vesmíru?

K Vánocům jsem od rodičů dostal knihu o astronomii od Huberta Slouky *Pohledy do nebe*, která mi dala základy a taky ukázala, jak je astronomie mezinárodní. Příliš na tom nezáleží, z ktorého miesta povrhu Země oblohu pozorujete.

Rovesníkom autora spomínanej knižky bol napr. aj Antonín Bečvář, ktorý bol výnimoč-



J. Grygar a L. Kohoutek.
(Archív J. Grygara)



3.1.2. Pozůstatky po supernovách (SNR)

V. Acciari aj. objevili díky aparatuře *VERITAS* tvrdé záření gama (>100 GeV) od SNR **IC 443** v poloze *J0617+2221* (*Lep*; vzdálenost 1,5 kpc; stáří ≈ 4 tis. let). SNR se nachází uvnitř obřího molekulového mračka a má ve svém nitru rádiový pulsar. Podobně A. Abdo aj. objevili pomocí aparatury *LAT Fermi* plošný zdroj záření gama v poloze SNR **W 51C** (vzdálenost $>5,5$ kpc; stáří 10 tis. r.). Zářivý výkon v pásmu gama přesahuje 10^{29} W a svědčí o tom, že v mladších SNR se vskutku urychlují částice kosmického záření vysokých energií.

E. Helderová aj. využili údajů z rentgenové družice *Chandra* a optických dalekohledů *VLT ESO* k interpretaci poznatků o SNR **RCW 86** (*Pyx*) po supernově z r. 185 n.l. Pozůstatek je od nás vzdálen 2,5 kpc a rázové vlny postupují od supernovy rychlostmi až 6 tis. km/s. Autoři očekávali, že plyn v oblastech, kudy rázové vlny prošly, bude mít teplotu 500 MK, ale ve skutečnosti naměřili teplotu jen 30 MK. To znamená, že jen polovina kinetické energie rázových vln se přeměňuje na záření plynu, zatímco druhá polovina slouží zřejmě k urychlování elektricky nabitých částic kosmického záření. Protože se i ostatní SNR v *Galaxii* chovají nejspíš podobně, lze tak beze zbytku vysvětlit velikost toku kosmického záření v *Galaxii* až do energií 1 PeV.

J. Racusinová aj. popsali na základě archivních pozorování družice *Chandra* vývoj rentgenového zářivého výkonu SNR **1987A** (*VMM*; 51 kpc) v poslední dekádě. Rozpínání rázové vlny se za tu dobu snížilo z 8 tis. km/s na 1,6 tis. km/s, ale sám výkon výrazně stoupl, když přibližně 17 let po vzplanutí supernovy narazilo čelo rázové vlny na plynné prstence, jež se rozpínají mnohem pomaleji a pocházejí z epizod silného hvězdného větru předchůdce supernovy. Z měření vyplývá, že hmotnost ionizovaného plazmatu vnitřního prstence dosáhla $0,04 M_{\odot}$. SNR je však obklopen prachovým prstencem, jak ukázala světelná ozvěna, která k prstenci dospěla již za několik měsíců po explozi. Lze tedy očekávat jeho zjasnění, až i k němu dorazí podstatně pomalejší rázová vlna.

T. Morris a P. Podsiadlowski se pokusili vysvětlit vzhled prstenců SNR **1987A** na proslulém snímku *WFPC2 HST* z února 1994 (C. Burrows aj.), kde největší rozměr prstenců dosahuje úhlové velikosti $6''$, tj. 1,7 pc. Domnívají se, že předchůdce supernovy se skládal původně z těsně dvojhvězdy s hmotnostmi složek $5 M_{\odot}$ a $15 M_{\odot}$ a oběžnou periodou kolem 10 let. Obě složky se však brzdily ve společném plynném obalu, až nakonec splynuly a tak vznikl onen anomální modrý veleobr Sk -69°202 sp. třídy B3 Ia se silným hvězdným větrem, jímž ztrácel hmotu tempem $3 \cdot 10^{-7} M_{\odot}/r$. Veleobr dosahoval zářivého výkonu $160 kL_{\odot}$ při efektivní teplotě 16 kK a poloměru $45 R_{\odot}$. Bipolární vzhled prstenců souhlasí s modelováním, ale též s podobným příkladem bipolární mlhoviny u hvězdy η Car. Těsně před výbuchem se hvězdný vítr změnil ve vichřici, odnášející $1 \cdot 10^{-7} M_{\odot}/rok$.

D. Patnaude a R. Fesen využili sledování SNR **Cas A** (vzdálenost 3,4 kpc) družicí *Chandra* v letech 2000–2007 k určení průměrné rychlosti rázové vlny směřující od centra výbuchu. Vyšlo jim odtud, že vlna se pohybuje rychlostí bezmála 5 tis. km/s, takže k explozi supernovy došlo v roce (1681 ± 19) . G. Pavlov a G. Luna zkoumali pomocí družice *Chandra* centrální objekt *Cas A* a odtud odvodili, že má efektivní teplotu 0,2 keV (2 MK) a bolometrický zářivý výkon jen $6 \cdot 10^{26}$ W. Z toho jim pak vyšla jeho hmotnost na pouhých $0,8 M_{\odot}$ a poloměr na titěných 5 km při relativně slabém globálním magnetickém poli. Tím se tento pozůstatek po supernově stává zajímavým kandidátem na tzv. *kvarkovou hvězdu*, která je ještě hustší než hvězda neutronová.

Naproti tomu W. C. G. Ho a C. Heinke využili extrémně dlouhé (11,6 dne) expozice *Cas A* z r. 2004 a kratší (19 h) expozice z r. 2006 k modelování centrální neutronové hvězdy o poloměru 10 km a hmotnosti $1,4 M_{\odot}$, která má bolometrický zářivý výkon $7 \cdot 10^{26}$ W. Atmosféra neutronové hvězdy má tloušťku pouhých 10 mm. Vyšla jim však obdobná teplota povrchu hvězdy 1,8 MK i relativně slabé globální magnetické pole (<15 MT). Výskyt čar uhlíku v rentgenovém spektru je jasným důkazem mládí (≈ 330 let) SNR, který je v tom případě nejmladší známou neutronovou hvězdou vůbec. B. Pérez-Rendon aj. modelovali potenciálního předchůdce supernovy *Cas A* pomocí trojrozměrného kódu *ZEUS* a dostali nejlepší souhlas s pozorovaným chemickým složením SNR pro hmotnost $30 M_{\odot}$. Nicméně hydrodynamické argumenty svědčí pro nižší hmotnost $23 M_{\odot}$.

3.1.3. Obecně o supernovách

S nápadem pozorovat v současnosti průběh **výbuchů historických supernov** pomocí světla odraženého na vzdálenějších prachoplynových mlhovinách přišel r. 1940 jako první holandský astronom J. Oort, který na takovou možnost upozornil amerického astronoma F. Zwickyho. Nezávisle na něm v 60. letech napadlo totéž jednak ruského astrofyzika I. Šklovského a jednak kanadského astronoma holandského původu S. van de Bergha. Navzdory opakovaným pokusům však pozorovatelé neuspěli, protože citlivost fotografických emulzí na tak náročný úkol nestačila a matice *CCD* dosud neexistovaly. Teprve v r. 2008 se dostavil úspěch, když se O. Krausemu aj. podařilo pomocí *Spitzerova kosmického teleskopu* a pozemních teleskopů (8m *Subaru* a 2,2m na observatořích *Calar Alto* a *Steward*) rekonstruovat světelnou křivku a spektrum tajemné supernovy **Cas A**, která dosáhla maxima kolem r. 1680, ale nebyla tehdy vizuálně zpozorována (snad s výjimkou diskutabilního pozorování J. Flamsteeda ze 16.8. 1680, jenž ji zaznamenal jako hvězdu 3 Cas), ačkoliv ještě dnes jde o nejjasnější rádiový zdroj mimo Sluneční soustavu. Z tvaru spektra tak určili příslušnost dávné supernovy ke II. třídě. Téhož roku se u teleskopu *Subaru* podařilo T. Usudovi aj. pozorovat průběh světelné křivky kolem maxima **Tychonovy supernovy** z r. 1572 (*Cas*).

G. Bazin aj. určili z tříleté statistiky **117 supernov třídy II** (zhroucení jádra hmotných hvězd) jejich poměr vůči supernovám třídy Ia (překotná termonukleární reakce v bílých trpaslicích *na/d/ Chandrakharově mezi*). Zjistili, že pro vzorek supernov do vzdálenosti 1,3 Gpc ($z < 0,4$) s mediánem 1,0 Gpc ($z = 0,3$) se v daném objemu kosmického prostoru vyskytuje 4,5krát více supernov třídy II, než třídy Ia.

R. Valiante aj. odvodili relativní četnosti **supernov třídy Ia** v eliptických galaxiích s různou celkovou hmotností a ukázali, že četnost těchto supernov závisí na stáří vesmíru i na počáteční hmotnosti tohoto typu galaxií. Obecně platí, že v rané fázi vývoje vesmíru vybuchovalo v eliptických galaxiích více supernov třídy Ia než nyní, a že v průměru nejvíce supernov v dané galaxii explodovalo v době 300 mil. let po jejím vzniku. Přestože zpočátku byly neproduktivnějšími zdroji supernov Ia právě nejhmotnější *eliptické galaxie* s celkovou hmotností řádu $1 TM_{\odot}$, dnes jsou naopak neproduktivnější nejlehčí (modré) eliptické galaxie s hmotnostmi o dva řády nižšími.

A. Rutter aj. však ukázali, že celý problém výskytu supernov třídy Ia je komplikován tím, že k výbuchu vedou minimálně dva různé fyzikální mechanismy: první má zkratku **SDS** (angl. *Single degenerate scenario* – scénář s degenerací jediné složky), kdy vybuchne bílý trpaslík proto, že nabíráním hmoty se dostal nad *Chandrasekharovu mez*; druhý nese zkratku **DDS** (angl. *Double degenerate scenario* – scénář s postupnou degenerací obou složek), kdy první složka skončí jako bílý trpaslík pod *Chandrasekharovou mezí*, což posléze postihne i druhou méně hmotnou složku. Oba bílí trpaslíci se však vinou gravitačního vyzářování k sobě přiblíží po spirále smrti a splynou, čímž jejich souhrnná hmotnost převyší *Chandrasekharovu mez* a dojde k překotné termonukleární reakci, která přetučeného trpaslíka zničí.

Je očividné, že v případě **SDS** dochází k explozi supernovy Ia relativně brzo, zatímco u scénáře **DDS** podstatně později. V případě scénáře **SDS** se výbuch supernovy Ia odehrává v intervalu 2 – 3 Gr po vzniku příslušné dvojhvězdy, ale u scénáře **DDS** se k tomu musí připočítat medián zpoždění 0,5 – 1,0 Gr. Speciálním případem jsou dvojhvězdy typu **AM CVn**, kde bílý trpaslík získává od svého opožděného průvodce akrecí helium místo vodíku a vyvine se v bílého trpaslíka s převahou prvků C a O. V tom případě scénář **SDS** přichází v úvahu za podstatně kratší dobu 0,6 – 0,8 Gr.

Autoři nakonec spočítali, že v naší *Galaxii* je dnes nejvyšší četnost 1 SN Ia/1 000 let pro scénář **DDS**, zatímco scénáře **SDS**, resp. **SDS (AM CVn)** jsou o řád vzácnější. Háček těchto výpočtů však spočívá v tom, že se neví, zda odložený scénář (**DDS**) opravdu funguje. K podobnému závěru dospěli také B. Wang aj., kteří však udávají pro obě větve scénáře **SDS** v naší *Galaxii* poněkud vyšší četnost 1 SN Ia/3 000 let. Tyto scénáře mají v současné době zpoždění od okamžiku vzniku příslušné dvojhvězdy jen 45 – 140 mil. let.

B. Wang a Z. Han tvrdí, že, když dnes víme, že supernovy třídy Ia dokáží poměrně rychle vzniknout akrecí helia na bílého trpaslíka v těsné dvojhvězdě typu **AM CVn**, může se stát, že zatímco bílý trpaslík je výbuchem supernovy zničen, jeho průvodce výbuch přežije a utrhne se z gravitačního řetězu jako prchající hvězda letící *Galaxií* prostorovou rychlostí >400 km/s. Domnívají se, že příkladem takového scénáře je prchající podtrpaslík **US 708** sp. třídy O.

S. Rosswog aj. nabídli další vývojový scénář pro **vznik supernov třídy Ia**, když ukázali, že k překotné termonukleární reakci dojde také při *přímé srážce dvou bílých trpaslíků* v hustých hvězdných soustavách (např. centrálních oblastech kulových hvězdokup), k čemuž tam může docházet až stokrát za rok! V tom případě až 1 % všech výbuchů supernov Ia pochází z tohoto zdánlivě nepravděpodobného zdroje.

Už delší dobu však teoretici koketují s naprosto odlišným fyzikálním scénářem pro výbuchy supernov v případě extrémně vysokých počátečních hmotností předchůdců – **nadhvězd** o hmotnostech >140 M_{\odot} . Simulace na superpočítačích ukazují, že když se v nitru nadhvězd vytvoří sérii termonukleárních reakcí jádra atomů kyslíku, způsobí vysoký tlak uvolněných fotonů *vznik páru pozitron-elektron*, které absorbují přebytečnou energii a dovolí tak překotné gravitační hroutení jádra hvězdy.

Odvážný scénář tzv. **párové nestability** však podle A. Gala-Yama aj. nyní získal významnou podporu díky pozorování relativně blízké supernovy **2007bi** o extrémně vysokém zářivém výkonu v maximu. Supernova **2007bi** vybuchla 6. dubna v poloze *1319+0855* a byla klasifikována třídou Ic, charakterizovanou velmi pomalým náběhem k maximální jasnosti až 70. den po objevu. Také pokles jasnosti supernovy po maximu byl povlnný, tempem 0,01 mag/d. V jejím spektru nebyly objeveny žádné čáry vodíku nebo helia. Supernova vybuchla v anonymní trpasličí galaxii s nízkou metalicitou ve vzdálenosti 500 Mpc ($z = 0,13$). Zatímco absolutní hvězdná velikost galaxie činí -16 mag, tak supernova **2007bi** dosáhla v maximu absolutní hvězdné velikosti $-21,3$ mag, tj. převýšila zářivý výkon galaxie o dva řády!

Extrémní zářivý výkon lze podle autorů vysvětlit tak, že hroutící se nitro nadhvězdy složené z jader atomů kyslíku mělo hmotnost kolem 100 M_{\odot} , takže kvůli velmi vysoké teplotě (střední energii částic) a relativně nízké hustotě v nitru nadhvězdy tam vznikly příznivé podmínky pro **konverzi energetických fotonů** na páry pozitron-elektron. To umožnilo gravitační zhroucení jádra a následný gigantický výbuch, při němž se do okolí mj. rozmetaly 3 M_{\odot} radionuklidu ^{56}Ni , který pak svou radioaktivitou dosáhl zmíněného rekordního zářivého výkonu i velmi pomalého doznívání úkazu. Přirozené je poněkud překvapující, že tak hmotná nadhvězda vybuchla v kosmologické současnosti (*zpětný čas jen 1,6 mld let*), protože až dosud se soudilo, že nadhvězdy vznikaly pouze ve velmi raném vesmíru (hvězdy *populace III*) a kvůli své vysoké hmotnosti se měly už dávno (pár milionů let po svém vzniku) buď zhroutit na černou díru, anebo explodovat jako supernovy.

Podle D. Kasena aj. jeví většina výbuchů **supernov třídy Ia** bez ohledu na scénáře velké *odchylky od kulové souměrnosti*, což zpochybňuje základní předpoklad, že všechny supernovy třídy Ia mají týž zářivý výkon v maximu a proto slouží jako dobré indikátory kosmologických vzdáleností. D. Kasen a S. Woosley proto jako alternativu nabízejí pomocné indikátory kosmologických vzdáleností, za něž mohou posloužit obecně méně svítivé supernovy třídy II, pokud kromě vícebarevné světelné křivky máme k dispozici i dobré údaje o rychlosti rozpínání jejich plynných obalů. Autoři ukázali, že celková vyzářená energie při výbuchu supernovy třídy II se pohybuje v rozmezí (5 – 40) 10^{43} J s typickou hodnotou $9 \cdot 10^{43}$ J. Jelikož konkrétní hodnota vyzářené energie jeví hladkou závislost na rychlosti rozpínání, lze tak určovat vzdálenosti jasných supernov třídy IIP s přesností na ± 20 %, což pro statistické účely postačuje.

3.2. Radiové pulsary

V r. 2009 překročil počet známých pulsarů 1 800, z toho jen jeden (objevený družicí *Fermi* brzy po jejím vypuštění v červnu 2008) vyzáruje pouze v pásmu paprsků gama (20 MeV – 300 GeV). Příčinou je nespíš okolnost, že *vrcholový úhel vyzářovacího kužele pulsaru závisí na vlnové délce*, tj. je nejširší pro záření nejvyšších energií. Následkem toho užší svazky v rentgenovém až rádiovém oboru spektra mívají *Zemi*. Je však také možné, že záření gama vzniká v jiných oblastech na povrchu/nad povrchem neutronové hvězdy, než záření rádiové.

První pulsar objevený družicí *Fermi* v pásmu gama se nachází v **SNR CTA 1 (Cep)** ve vzdálenosti 1,4 kpc od *Slunce*. Pulsar s impulsní periodou 0,32 s má bolometrickou svítivost o tři řády vyšší než *Slunce* a jeho stáří se odhaduje na 10 tis. let. Jeho poloha se značně liší od geometrického středu mlhoviny *SNR*, což je zřejmě důsledkem asymetrického výbuchu supernovy, který dal pozůstalé neutronové hvězdě silný dynamický impuls, takže pulsar prchá z místa svého vzniku transverzální rychlostí 450 km/s.

A. Abdo aj. oznámili počátkem r. 2009, že známý pulsar **J0835-4510** (*Vel*; impulsní per. 0,09 s; 290 pc; stáří 11 tis. r; prostorová rychlost 1 200 km/s) je podle měření družice *Fermi* vůbec nejjasnějším zdrojem záření gama na nebi v pásmu GeV.

Tiříž autoři oznámili v průběhu roku, že blízký pulsar **J0030+0451** (300 pc; impulsní perioda 5 ms) září podle měření aparaturou *LAT* na družici *Fermi* také v pásmu gama. Díky brzdění relativním tempem 10^{-20} vydává energii 3,5.10²⁶ W a jeho stáří se odhaduje na plných 7,6 mld. roků. Není divu, že indukce jeho magnetického pole dosahuje jen 20 kT. Koncem roku pak autoři přidali do tohoto pozoruhodného seznamu další dva pulsary **J01048-5832** a **J2229+6114**, takže začíná být téměř jisté, že v *Galaxii* se vyskytuje populace starých pulsarů v oboru gama.

Soustavná přehlídka oblohy aparaturou *LAT Fermi* v pásmu gama (0,1 – 100 GeV) vzápětí přinesla řadu dalších překvapujících objevů. Už v polovině r. 2009 stoupl podle R. Romanio aj. počet pulsarů zářících výhradně v pásmu gama na 16 objektů. Sledování kulové hvězdokupy **47 Tuc** ukázalo, že je tam minimálně 60 milisekundových pulsarů, které silně září právě v pásmu gama. Jde tedy o velmi staré objekty (řádově miliardy let). Tak se otevřela možnost zkoumat *SNR* po velmi dávných výbuších supernov.

Do hledání rádiových pulsarů zářících v pásmu gama (30 MeV – 30 GeV) se podle A. Pellizzoniho aj. zapojila také italské družice *AGILE* vypuštěná na dráhu v dubnu 2007. Většina ze zkoumaných 35 rádiových pulsarů však v pásmu gama září tak slabě, že detektory na družici nic nezjistily. Pouze v několika málo případech se identifikace povedla. Záření gama vysílá např. **PSR 1821-24** v kulové hvězdokupě *M28* a rovněž pulsar **B1509-58**, který vyniká vysokou indukcí magnetického pole >1 GT. Podobně W. Zhu aj. odhalili pomocí měření z rentgenové družice *Newton* velmi silné magnetické pole o indukci 1,6 GT u pulsaru **B1916+14** s impulsní periodou 1,18 s vzdáleném od nás 2,1 kpc a starém asi 90 tis. let. Jeho rentgenový zářivý výkon dosahuje 3.10²⁴ W.

F. Aharonian aj. využili aparatury *HESS* ke sledování tvrdého záření gama (>100 GeV) u proslulého binárního pulsaru **PSR B1259-63** (*Cru*; impulsní perioda 0,05 s; bolometrická svítivost 8.10²⁸ W), který je lehčí složkou zákrytové dvojhvězdy *SS 2883* (vzdálenost 1,5 kpc; spektrum primární složky B2e; hmotnost 10 M_☉, poloměr 6 R_☉;) s velmi výstřednou drahou ($e = 0,87$) a dlouhou oběžnou dobou 3,4 roku. Pozorování započala během průchodu pulsaru periastrum v únoru 2004 a pokračovala až do dalšího průchodu periastrum v r. 2007. Autoři tak mohli pozorovat proměnné záření gama o svítivosti až 8.10²⁵ W v období od dubna do srpna 2007, což zřetelně souvisí s výraznou interakcí obou složek v době jejich největšího přiblížení kolem periastra, tj. při vzájemné vzdálenosti ≈1 AU.

M. Livingstoneová aj. sledovali po více než 6 let chování pulsaru **J0205+6449**, který se promítá na plošný rádiový zdroj *3C 58*, jenž souvisí se *SNR 1181*. Pulsar s impulsní periodou 66 ms vzdálený 2,6 kpc od *Slunce* dosahuje bolometrické svítivosti 3.10³⁰ W a je pozorovatelný i ve tvrdém rentgenovém pásmu s energiemi fotonů až 40 keV. takže patří k nejsvítivějším v naší *Galaxii*. Během soustavného sledování pulsaru objevili autoři dva skoky v periodě optických i rentgenových impulsů o relativní velikosti 3.10⁻⁷ a 4.10⁻⁶ svědčící o jeho relativním mládí. Z brzdění rychlosti rotace neutronové hvězdy však vyplývá stáří 5 tis. let, což podle jejich názoru vylučuje možnost, že by pulsar souvisel se zmíněnou supernovou z r. 1181.

Ještě vyšší bolometrickou svítivost 4.10³⁰ W vykazuje podle F. Camila aj. pulsar *J1747-2809* (impulsní perioda 0,05 s; vzdálenost 13 kpc) v *SNR G 0.9+0.1*, objevený radioteleskopem *GBT* na frekvenci 2 GHz. Ani tento rekord však neměl dlouhé trvání, protože vzápětí oznámili E. Gotthelf a J. Halpern objev pulsaru **CXOU J1813-1749** pomocí rentgenové družice *Newton*. Pulsar starý asi 5 tis. let s impulsní periodou 0,045 s se nachází ve vzdálenosti 5 kpc od *Slunce* a má velmi silné magnetické pole o indukci 300 MT; jeho bolometrická svítivost dosahuje hodnoty 7.10³⁰ W. Pulsar zřejmě souvisí se *SNR G 12.82-0.02* a zdrojem záření gama *HESS 1813-178*.

N. Tetzlaff aj. našli mateřskou hvězdnou asociaci typu pro pulsar **B2224+65** (impulsní perioda 0,7 s; vzdálenost 2,3 kpc), který je obklopen obloukovou rázovou vlnou ve tvaru kytary. Jde o asociaci *Cygnus OB3* o poloměru 53 pc starou 8 mil. let, v níž se zrodil předchůdce pulsaru jako hvězda sp. třídy pozdní O s hmotností 21 – 37 M_☉. Hvězda vybuchla jako supernova (kolapsar) před 800 tis. lety a přitom dostala gravitační štulec, který ji vymrštil z asociace rychlostí >30 km/s ve směru, který odpovídá tvaru zmíněné kytary.

J. Denevaová aj. objevili pomocí radioteleskopu *GBRT* na frekvenci 2 GHz tři pulsary v samotném centru *Galaxie*. Mají vesměs relativně dlouhé impulsní periody (1,0 – 1,5 s), což je nejspíš výběrový efekt. Jeden z pulsarů (**1746-2850I**) má velmi silné magnetické pole o indukci 4 GT, takže je nanejvýš 13 tis. let starý. Všechno tak nasvědčuje tomu, že v centru *Galaxie* se nachází na tisíc pulsarů, které vesměs obíhají kolem černé veledíry v periodách <100 let.

M. Keith aj. studovali vlastnosti binárního pulsaru **J1753-2240** (stáří 1,6 mld. r; vzdálenost 3 kpc) s impulsní periodou 0,095 s. Kolem pulsaru obíhá hvězda o hmotnosti 0,5 M_☉ v periodě téměř 14 d po protáhlé dráze s výstředností $e = 0,3$. Její povaha je nejistá; může to být bílý trpaslík, ale i neutronová hvězda, která je zřejmě odpovědná za roztočení pulsaru na vysoké obrátky. Indukce magnetického pole pulsaru dosahuje 1 MT.

S. Chatterjee aj. uspěli s měřením trigonometrických parallax a vlastních pohybů 14 pulsarů pomocí radiointerferometrie *VLBA*, což je velmi cenné pro kalibraci fyzikálních parametrů pulsarů. Nejvzdálenější změřená paralaxa náleží pulsaru **B1541+09**, který je vzdálen 7,2 kpc s chybou ±15 %. Z těchto měření vzdáleností vyplývá, že pulsary vznikají převážně v rovině *Galaxie*, odkud po výbuchu mateřské supernovy směřují šikmo nebo i kolmo k této rovině. Jejich kinematické stáří velmi dobře souhlasí se stářím, odvozeným z tempa brzdění jejich rychlé rotace. Naproti tomu vzdálenosti určené z dispersní míry jsou často až dvakrát podceněny, protože hustota volných elektronů v mezihvězdném prostoru, na nichž k disperzi signálů dochází, náhodně kolísá.

Příviv pozorovacích dat o pulsarech se zvyšuje takovým tempem, že se profesionální astronomové obrátili na počítačové nadšence s další variantou metody sdíleného počítání v programu **Einstein@Home**. Cílem je najít v datech z rádiových přehlídek co nejvíce binárních pulsarů s krátkými oběžnými periodami <2 h. Pokud se totiž podaří najít pulsary, které obíhají kolem kompaktní složky (nejlépe hvězdné černé díry), umožnilo by to další přesné testy obecné teorie relativity.

3.3. Hvězdné zdroje rentgenového a gama záření

J. Nielsen a J. Leeová zkoumali **mikrovasar 1915+105** (*V1457 Aql*; 11 kpc) pomocí archivních údajů z rentgenové družice *Chandra* za období od dubna 2000 do srpna 2007. V jeho spektru pozorovali široké rentgenové emise a úzké absorpce, což vysvětlili

jako *superluminální výtrysky* vyzařované z okolí černé díry, které ozařují akreční disk kolem ní. Akreční disk je napájen chladným podobrem sp. třídy K3 IV o hmotnosti $0,8 M_{\odot}$, jež obíhá kolem černé díry o hmotnosti $14 M_{\odot}$ v periodě 33,5 d. Akreční disk ohříváný na vnitřní straně horkým okolím černé díry se v nízkém stavu vypíná a přestává po tu dobu dodávat materiál do zmíněných výtrysků. Vysoká hmotnost hvězdné černé díry a téměř kritická perioda její rotace (<1 ms!) je příčinou jevů, které se v malém měřítku podobají těm, které známe u opravdových kvasarů, u nichž je „gravitačním motorem“ černá veledíra. C. Foellmi zjistil, že **mikrokvasar A0620-00** je od nás vzdálen jen 1 kpc, takže je vůbec nejbližším mikrokvasarem, který v současné době můžeme pozorovat.

M. Tavani aj. pozorovali silné erupce **mikrokvasaru Cyg X-3** (vzdálenost 10 kpc), které se odehrály v oboru gama, rentgenovém i v rádiovém v letech 2007 – 2009, trvaly obvykle několik dnů a energie fotonů při nich přesahovala 100 MeV. Rentgenový zářivý výkon přitom dosahoval ve špičkách hodnot až 10^{31} W! Autoři odhadli hmotnost černé díry ve dvojhvězdě na 10 – $20 M_{\odot}$. Průvodcem černé díry je zřejmě *Wolfova-Rayetova hvězda*. G. Bignami upozornil, že erupce zaznamenala také družice *Fermi* v pásmu záření energetického záření gama právě tehdy, když je potlačena emise v rádiovém a rentgenovém oboru spektra. Signál má periodu 4,8 h a svědčí o relativistické rychlosti výtrysků z okolí černé díry.

A. Archibaldová aj. objevili rádiový pulsar **1024+0038**, jež se nachází v rentgenové dvojhvězdě s nízkými hmotnostmi složek (*LMXB*), které kolem sebe obíhají po kruhových drahách o minimálním poloměru 100 tis. km v periodě 5 h. Impulsní perioda pulsaru 1,7 ms patří k nejkratším vůbec. Průvodcem neutronové hvězdy-pulsaru je zřejmě bílý trpaslík o hmotnosti $0,14 - 0,42 M_{\odot}$. Indukce magnetického pole neutronové hvězdy nepřesahuje 30 kT.

F. Özel aj. objevili neutronovou hvězdu o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$ v kulové hvězdokupě **Terzan 5** vzdálené od nás zhruba 6 kpc. Podle měření kamerou *ACS HST* je neutronová hvězda o poloměru 10 km členem těsné rentgenové dvojhvězdy **EXO 1745-248**. T. Muñoz-Darias aj. určili parametry optické složky **UY Vol** rentgenové dvojhvězdy *EXO 0748-676*. Odtud určili i rozmezí hmotností neutronové hvězdy v této dvojhvězdě typu *LMXB* $1,0 - 2,4 M_{\odot}$, ale s velkou pravděpodobností její hmotnost přesahuje $1,5 M_{\odot}$, čili je vyšší než *Chandrasekharova mez*.

B. Posselt aj. se pokusili najít substelární průvodce mladých (stáří 1 – 3 mil. let) a blízkých (170 – 360 pc) osamělých neutronových hvězd **Geminga, RX J0720-31, RX J1856-37 a PSR J1932+10**, protože takový objev by měl velký význam pro studium samotných neutronových hvězd, ale neuspěli. Určili jen spodní meze neexistence substelárních průvodců $11 - 42 M_{\odot}$.

J. Orosz aj. určili parametry rentgenové dvojhvězdy **LMC X-1**, která se skládá z černé díry o hmotnosti $11 M_{\odot}$ a mladé hvězdy (stáří 5 mil. let) o hmotnosti $32 M_{\odot}$ a poloměru $17 R_{\odot}$. Obě složky kolem sebe obíhají v periodě necelých 4 dnů a podle modelových výpočtů vyplní hmotnější hvězda během několika set tisíc let *Rocheovy meze*, což povede k přenosu plynné látky do akrečního disku kolem černé díry.

Několik prací se soustředilo na další zajímavou rentgenovou dvojhvězdu **V404 Cyg**. J. Miller-Jones aj. zjistili, že prostorová rychlost soustavy dosahuje 64 km/s, kterou patrně získala při výbuchu supernovy buď ztrátou velkého množství hmoty ze soustavy, anebo spíše vinou nesouměrnosti samotného výbuchu. Hvězdná černá díra má hmotnost $12 M_{\odot}$ a její průvodce sp. třídy K0 IV $0,7 M_{\odot}$. Obě složky kolem sebe obíhají po kruhové dráze v periodě 6,5 d. Titíž autoři využili radiointerferometrie *VLBI* k určení trigonometrické vzdálenosti soustavy 2,4 kpc, která je jen poloviční v porovnání s předešlými odhady. Příčinou chyb bylo zřejmě podcenění vlivu mezihvězdné extinkce.

J. Albert aj. objevili pomocí teleskopu *MAGIC* pro energetické záření gama v pásmu 300 GeV – 3 TeV, že objekt **LSI +61°303** (souřadnice 0241+6115; gal. šířka $1,1^{\circ}$; vzdálenost 2 kpc) je dvojhvězdou s oběžnou dobou 26,8 dne, jejíž kompaktní složka a akreční disk září v pásmu energií 0,3 – 3 TeV. Týž objekt pozorovala také družice *Fermi* od srpna 2008 do března 2009 v energetickém pásmu 20 MeV – 100 GeV; dostala touž modulační periodu jako *MAGIC*. M. Massi a M. Bernadó sledovali objekt radiointerferometrem ve dvou frekvenčních pásmech (2,2 a 8,3 GHz) po dobu téměř 7 let. Dvojhvězda vykazuje během každého oběhu dvojité periodické výbuchy. První z nich vychází z opticky tlustého prostředí, kdežto druhý z prostředí opticky tenkého. Autoři tyto úkazy vysvětlují střídáním fáze akrece materiálu na kompaktní složku s fází výtrysků založených na rázové vlně a Comptonově jevu. Podle C. Aragonaové aj. jde o rentgenovou dvojhvězdu s vysokou hmotností složek (*HMXB*) a mimořádným přebytkem v pásmu záření gama, kde protějškem kompaktní složky (neutronové hvězdy nebo černé díry) je hmotná hvězda sp. třídy B0 Ve. Obě složky kolem sebe obíhají po značně výstředné dráze ($e = 0,54$), takže k výrazné interakci mezi nimi dochází právě v okolí periastra, kdy se objevují zmíněné erupce.

C. Aragonaová aj. sledovali obdobně tak další zajímavou dvojhvězdu typu *HMXB* s katalogovým označením **LS 5039** (*Sct*; poloha 1826-1451; 3 kpc) s podstatně kratší oběžnou dobou 3,9 d, kde protějškem kompaktní složky je hvězda sp. třídy ON6.5 V, ale i v tomto případě je dráha dosti výstředná ($e = 0,34$). Přesto se v tomto případě žádné projevy zvýšené interakce nepozorují. Podle T. Kishishity aj., kteří prohlédli archivy družic *Suzaku, ASCA, Newton a Chandra* za léta 1999 – 2007, je modulace netepelného rentgenového záření *LS 5039* během jednotlivých fází oběžné dráhy pozoruhodně stabilní včetně nejrůznějších podrobností zvýšení a snížení toku záření. Autoři to vysvětlují opakujícími se srážkami hvězdného větru složky O s relativistickými výtrysky z bezprostředního okolí složky kompaktní, jež je pozůstatkem supernovy, jež vybuchla zhruba před 1 mil. let. Dvojhvězda tento výbuch kupodivu přežila pouze za tu cenu, že vinou asymetrie výbuchu má nyní silně výstřednou dráhu a současně získala vysokou prostorovou rychlost 150 km/s, kterou nyní prchá od roviny *Galaxie*.

J. Hinton aj. oznámili objev další rentgenové dvojhvězdy třídy *HMXB* se silným zářením gama zásluhou aparatury *HESS* a družice *Newton*. Jde o objekt **MWC 148** (*Mon*; souřadnice J0632+057; 1,5 kpc), jehož rentgenová světelná křivka prozradila, že jde o dvojhvězdu s primární složkou sp. třídy B0pe. Autoři též uvádějí, že aparatura *HESS* nalezla již více než 40 obdobných zdrojů gama v naší *Galaxii*, pro něž ovšem zatím identifikace zcela chybí. Všechny tři zmíněné dvojhvězdy *HMXB* tak patří mezi pouhý pultučet dvojhvězd s extrémně silným zářením v pásmu gama, ale v blízké době takových dvojhvězd gama pravděpodobně přibude díky družicím *AGILE* a *Fermi* i pozemním aparaturám *HESS, MAGIC* a *VERITAS*.

Kuriózní je případ přechodného zdroje původně považovaného za zábleskový zdroj záření gama **GRB 060602B**, který byl šťastnou shodou okolností v zorném poli pozemní aparatury *HESS* již 5 h před vzplanutím a toto pole zůstalo v hledáčku aparatury

nepřetržitě až do 5 h po zaznamenaném vzplanutí. Jak uvedli F. Aharonian aj., aparatura *HESS* zaměřila tuto oblast ještě po tři další noci, ale žádný další signál v pásmu TeV fotonů gama již nezaznamenala. Autoři proto vyslovili podezření, že šlo o přechodný zdroj záření gama v naší *Galaxii*, nikoliv o klasický GRB. Domněnku vzápětí potvrdili R. Wijnands aj. když v poloze GRB našli rentgenový zdroj **Swift J1749-28**, který byl pozorován družicí *Newton* již v r. 2000 a znovu v září 2006. Tak se ukázalo, že pozorujeme rentgenovou dvojhvězdu z kategorie *LMXB*, kde na povrchu neutronové hvězdy dochází ke krátkodobým překotným termonukleárním reakcím. Zmíněná dvojhvězda je od nás vzdálena 6,7 kpc a důvod, proč byla identifikována až po 10 letech od prvního pozorování, spočívá v rychlém slábnutí signálu o plné tři řády během jediného dne po vzplanutí. To prakticky znamená, že takových dvojhvězd s termonukleárními záblesky na povrchu kompaktní složky je mnoho, jenže pravděpodobnost jejich zpozorování a identifikace je nesmírně nízká.

Italská družice *AGILE* pro pásmo záření gama ostatně objevila podle G. Romera a G. Vily řadu přechodných zdrojů záření gama v naší *Galaxii*, které nemají žádné protějšky v méně energetických oblastech elektromagnetického spektra, takže svítí jen v pásmu energií 0,1 – 10 GeV, v němž jejich zářivý výkon dosahuje až 10^{28} W. Autoři odhadují, že jde o projevy akrece na **kompaktní galaktické objekty**, z nichž pak vycházejí usměrněné výtrysky v pozorovaném rozsahu energií, ale současně i vysoce energetické kosmické záření (urychlené hadrony).

C. Pittori aj. uveřejnili první **katalog zdrojů záření gama**, pozorovaných družicí *AGILE* v období od července 2007 do června 2008 v pásmu energií 30 MeV až 50 GeV. Protože u 47 zdrojů záření gama se podařilo nalézt rentgenové protějšky v pásmu energií 18 – 60 keV, vyplývá odtud, že mezi těmito zdroji se vyskytuje 21 pulsarů, 13 blazarů (*AGN*), 2 objekty typu *HMXB*, 2 *SNR* a 1 vysokoenergetická dvojhvězda se silnou interakcí hvězdných větrů obou složek. Zbylých 8 objektů nemá dosud žádný protějšek v jiném spektrálním oboru, takže jejich povaha zůstává záhadou.

3.4. Magnetary

A. Tiengo aj. monitorovali chování prvního objeveného magnetaru **SGR 0526-66** (Dor), jenž se zjasnil počátkem března 1979 a vyvolal tehdy rozruch nevídanou energií i maximálním výkonem vzplanutí a četnými sekundárními záblesky až do r. 1983. Brzy se totiž ukázalo, že objekt skutečně patří do nejbližší sousední galaxie – *Velkého Magellanova mračna* a díky tomu se podařilo měřené hodnoty převést na zářivé výkony. Jak autoři uvedli, od r. 1983 jeho rentgenová aktivita natolik zeslábla, že byla překryta rentgenovým zářením příslušného pozůstatku po supernově **N49** o stáří 5 – 10 tis. roků. Teprve v r. 2007 se podařilo družicí *Newton* ověřit v rentgenovém oboru impulsní periodu 8,05 s, která je totožná s rotační periodou mateřské neutronové hvězdy a byla naposledy zaznamenána družicí *Chandra* v letech 2000 – 2001. Zatímco rentgenové spektrum magnetaru se během doby nezměnilo, rotační perioda se prodlužuje relativním tempem $6 \cdot 10^{-11}$. Zářivý výkon v pásmu 1 – 10 keV je přitom díky uvedenému brzdění rotace stálý a dosahuje hodnoty $4 \cdot 10^{28}$ W. Jak ukázali P. Esposito aj., družice *Chandra* odhalila zpomalení rotační periody 2,6 s dalšího magnetaru **SGR 1627-41** o relativní míře $2 \cdot 10^{-11}$. Tomuto brzdění odpovídá rentgenový zářivý výkon $4 \cdot 10^{27}$ W a indukce magnetického pole neutronové hvězdy 20 GT. *SNR* je starý asi 2,2 tis. roků a nachází se ve vzdálenosti 11 kpc od nás.

N. Rea aj. se věnovali historii pozorování kandidáta na magnetar **SGR 0501+4516**, jenž byl pozorován družicí *ROSAT* v r. 1992 bez jakýchkoliv známek rentgenové aktivity. K jeho rentgenovému vzplanutí došlo 22. srpna 2008 a už den poté jej zaznamenala družice *Newton*, která jej sledovala až do konce září téhož roku. Další údaje poskytly družice *Swift*, *Suzaku* a *INTEGRAL*. Posledně jmenovaná družice zaznamenala podle T. Enota aj. tvrdé rentgenové záření zdroje v období od konce srpna do začátku září; měkké rentgenové záření zesláblo teprve 3 měsíce po výbuchu. Během náběhu k maximu družice viděly řadu krátkých vzplanutí, jejichž četnost však po maximu rychle klesala. V maximu vzrostla rentgenová jasnost zdroje až na 89 *Krabů*. Magnetické pole na povrchu rotující neutronové hvězdy dosahovalo indukce 20 GT. Podle R. Apteckara aj. zaznamenala aparatura *Konus* na družici *Wind* tepelné brzděné záření z tohoto magnetaru v pásmu 20 – 300 keV s maximálním výkonem $> 5 \cdot 10^{33}$ W a celkovou vyzářenou energií 10^{32} J. Autoři se totiž domnívají, že magnetar lze ztotožnit s pozůstatkem po supernově **HB9**, který je od nás vzdálen 1,5 kpc.

B. Davies aj. využili 10m Keckova teleskopu k určení hmotnosti magnetaru **SGR 1900+14** (Aql), který vzplanul 27. srpna 1998 a jehož indukce magnetického pole se odhaduje na 100 GT. Teoretické výpočty ukázaly, že kompaktní objekt (černá díra) měl podle velikosti vzplanutí hmotnost kolem $40 M_{\odot}$, ale zmíněná pozorování určila horní mez hmotnosti pouze $17 M_{\odot}$, což je v rozporu se současnou domněnkou, která obrovitá vzplanutí magnetarů vysvětluje. B. Abbott aj. využili aparatury pro gravitační vlny *LIGO* k hledání případného signálu od tohoto magnetaru při dalším výbuchu koncem března 2006, ale neuspěli.

N. Rea aj. dále uvedli, že fyzikálně patří do jediné třídy objektů magnetary (*SGR*), anomální rentgenové pulsary (*AXP*) i přechodné *AXP* (*TAXP*). Jejich společnou charakteristikou je rychlá (2 – 12 s) perioda rotace neutronové hvězdy, která se rychlým tempem brzdí a odpovídá tak indukci magnetického pole až 100 GT. Zatím je známo kolem 15 objektů těchto typů, ale jejich skutečný počet je určitě vyšší, protože pro vzácnost a krátkost jejich aktivity je zatím objevujeme jedině díky šťastným shodám okolností.

3.5. Zábleskové zdroje záření gama (GRB)

G. Vianello aj. uveřejnili souhrnný **katalog GRB** sledovaných aparaturou *IBIS* na družici *INTEGRAL* od listopadu 2002 do září 2008. Družice zaznamenala celkem 56 GRB, z nichž asi polovina měla pozorovatelné optické dosvity. Rozložení energie vzplanutí v pásmu 200 – 20 keV bylo možné určit pro 43 GRB, ale většina jejich zářivé energie se vyskytovala v užším pásmu 190 – 35 keV. Naneštěstí jen vzácně (v 5 %) případů se podařilo změřit červené posuvy v optickém dosvitu a tím určit jejich vzdálenost od nás. F. Aharonian aj. se pokoušeli objevit pomocí aparatury *HESS* záření gama s energií > 100 GeV u 22 GRB, jež vzplanuly v letech 2003 – 2007, ale ani v jednom případě neuspěli.

A. Klotz aj. zjistili, že robotický teleskop *TAROT* dokázal v letech 2001 – 2008 odhalit až u pětiny ohlášených GRB optické protějšky, které byly jasnější než $R = 14$ mag, a u více než poloviny GRB našli protějšky jasnější než 15,5 mag. Tyto poměrně příznivé výsledky jsou velmi cenné pro brzké zahájení multispektrálních pozorování, protože optická lokalizace je suverénně nejpřesnější.

Podobně F. Ferrero aj. uvedli, že družice *Swift* od svého vypuštění v listopadu 2004 do března 2009 zaznamenala přes 300 GRB s přesností polohy na $<4'$; v řadě případů dokonce s přesností kolem $1'$. V 84 % případů se totiž podařilo lokalizace GRB pomocí rentgenové kamery *XRT* přímo na palubě družice. Díky tomu se u 72 % GRB podařilo najít optické nebo infračervené dosvity, případně i optické protějšky a ve 30 % případů tak určit vzdálenost GRB díky změřenému červenému posuvu spektrálních čar v dosvitu. Autoři začali pro detekci GRB používat nový integrální spektrograf u *3,5m teleskopu* na *Calar Alto* ve *Španělsku*. Tím, že spektrograf má velké zorné pole, nečekají na poplach od družice *Swift*, ale snímají vybraná pole na obloze. Tak se jim podařilo zaznamenat nezávisle **GRB 060605** v poloze *2129-0602*, který v oboru gama trval 20 s, ale optický teleskop *UVOT* na družici *Swift* viděl optický protějšek plných 6 h a kamera *XRT* pozorovala rentgenový dosvit po celých 24 h. Teleskop *VLT ESO* odhalil v dané poloze mateřskou galaxii $R = 26,4$ mag se $z = 3,8$ (vzdálenost 3,7 Gpc) a ze světelné křivky se podařilo určit vrcholový úhel usměrněného výtrysku $2,4^\circ$ i počáteční *Lorentzův faktor* (250).

J. Greiner aj. pořídili pomocí *VLT ESO* infračervené i optické spektrum dosvitu **GRB 080913** (poloha *0423-2508*) s mimořádně vysokým červeným posuvem $z = 6,7$ (vzdálenost 3,9 Gpc). Světelná křivka dosvitu začala na 20 mag a skončila na 25 mag. Epizoda záření gama trvala jen 8 s a z extrapolace jasnosti optického protějšku vychází, že byl v té chvíli krátce viditelný očima jako objekt 5 mag. V. D'Elia aj. sledovali též objekt spektrografem *UVES VLT* již 8,5 min po vlastním vzplanutí, kdy optický protějšek byl stále ještě 12 mag v pásmu *R*. V ultrafialovém a optickém spektru tam našli řadu absorpcí Fe II, které vycházely z oblastí vzdálených 2 – 6 kpc a dávají představu o struktuře interstelárního materiálu v mateřské galaxii. Další silné absorpce našli kolem červeného posuvu $z \approx 0,94$, což je nejspíš mezilehlá galaxie ve vzdálenosti 2,3 Gpc od nás.

Titíž autoři našli vzápětí pomocí družice *Fermi* **GRB 080916C** v poloze *0759-5638 (Car)*, jenž v energetickém pásmu 10 keV – 10 GeV vyzářil během necelé minuty tolik energie jako 8 tisíc (!) supernov, což odpovídá anihilaci $5 M_\odot$! Zatímco běžné GRB nevysílají měřitelné záření gama s energiemi >800 keV, v tomto případě přišly fotony v energetickém rozsahu neuvěřitelných 7 řádů. Navíc se ukázalo, že fotony nejvyšších energií dorazily na palubu družice o plných 16 sekund později, než fotony nejnižších energií, což by mohlo nasvědčovat tomu, že opravdu existuje prostoročasová „pěna“ na stupnici dané *Planckovým časem* ($\approx 10^{-43}$ s) a *Planckovou délkou* (10^{-35} m). Autoři dále zjistili, že superrelativistické částice se v usměrněných výtryscích pohybovaly rychlostí jen o desetitisícinu procenta menší než je rychlost světla, protože *Lorentzův faktor* v tomto případě dosáhl rekordní hodnoty >1090 ! Optický dosvit pozorovaly teleskopy v Chile (*GROND MPI* na *La Silla* a *Gemini S*) a 1,4m v *Jižní Africe*. Odtud se podařilo určit $z = 4,35$ (vzdálenost 3,8 Gpc). Infračervený dosvit ve filtrech J, H a K dosahoval ještě po jednom dnu od výbuchu hodnot <21 mag.

Nicméně tatáž družice *Fermi* pozorovala podle A. Abda aj. aparaturou *LAT* další **GRB 090510** ($z = 0,9$), kde vzplanutí gama v pásmu energie 31 GeV nebylo měřitelně opožděno proti signálu na nejnižších energiích fotonů, což potvrzuje platnost *Lorentzovy transformace* i pro čas a délku jen nepatrně vyšší než jsou zmíněné hodnoty kvantové pěny. Jinými slovy je toto měření v silném rozporu s důsledky *kvantové teorie gravitace*.

S. Komissarov aj. upozornili na vysoké hodnoty *Lorentzova faktoru* (řádu 100) v ultrarelativistických výtryscích z GRB ve vzdálenosti <10 mil. km od kompaktní hvězdy. Z toho usuzují na významný *vliv silných magnetických polí při urychlování elektricky nabitých částic* ve zmíněných výtryscích. Tomu odpovídají jedinečná polarimetrická pozorování *GRB 090102* uskutečněná I. Steelem aj. aparaturou *RINGO 2m liverpoolského teleskopu* na ostrově *La Palma* počínaje 161. sekundou po začátku vzplanutí gama, které samo trvalo plných 27 s. Naměřené hodnoty polarizace svědčí o emisi *synchrotronového záření leptonů* v uspořádaných magnetických polích v okolí kompaktního objektu. Potřebnou energii získávají leptony *Blandfordovým-Znajekovým mechanismem* vytazení gravitační energie rotující černé díry pomocí magnetického pole v akrečním disku kolem díry.

P. Kumar a R. Barniol usoudili na základě skutečnosti, že družice *Fermi* je schopna sledovat energetické záření GRB v tak širokém rozsahu energií, že *ve skutečnosti se v těchto zdrojích uplatňuje současně více mechanismů urychlování protonů*. Protony s energiemi >100 MeV se urychlují ve vnější rázové vlně díky synchrotronovému záření, zatímco nízkoenergetické protony vznikají v rázově stlačeném magnetickém poli o původní indukci 2nT v cirkumstelárním prostoru. Výskyt **magnetických polí** v okolí zdroje GRB je totiž nutným předpokladem k pochopení existence následujících optických dosvitů těchto zdrojů.

N. Kuinovi aj. se podařilo získat pomocí kamery *UVOT* družice *Swift* zatím nejčasnější ultrafialové spektrum pro **GRB 081203A** pouhých 251 s po vzplanutí, kdy v pásmu *U* dosáhl optický protějšek 13,4 mag. Odtud se podařilo určit červený posuv $z = 2,05$, tj. vzdálenost zdroje od nás 3,2 Gpc.

Neúnavná družice *Swift* se postarala o objev dosud nejvzdálenějšího **GRB 090423 (Leo)** (poloha *0956+1809*) s červeným posuvem $z = 8,26$ (vzdálenost 4,0 Gpc; stáří vesmíru 625 mil. let po velkém třesku). N. Tanvir aj. našli pomocí *UKIRT* infračervený dosvit už 20 min po vlastním vzplanutí, protože hlavní autor dostává poplachové zprávy družice *Swift* přímo na svůj mobil a tak začal ihned operativně jednat: zburcoval obsluhu teleskopů *UKIRT* a *Gemini-N* na *Havaji*, ale také 2,2m *MPI* na *La Silla*, 3,6m *TNG* na *La Palma* a *VLT ESO* na *Paranal*. I když GRB trval 12 s, bylo potřeba opravit toto trvání o relativistickou dilataci času, takže ve skutečnosti vzplanutí trvalo jen 1,3 s. Z údajů o vzdálenosti nepřímo vyplývá, že hvězdy *I. generace (populace III)* začaly vznikat nejpозději 370 mil. let po velkém třesku ($z \approx 12$), ale možná ještě dříve už při $z \approx 20$ (<200 mil. let po velkém třesku). Spektroskopické údaje o *GRB 090423* potvrdili též R. Salvaterra aj., kteří objekt sledovali pomocí *TNG* ještě 14 h po vlastním vzplanutí.

Jak uvedl E. Berger, *epochu objevů velkých červených posuvů* zahájily v r. 1962 **kvasary** a dlouho to byly právě ony, kdo tabulku rekordních vzdáleností vedly. V r. 2000 se však podařilo objevit nejvzdálenější **galaxii IOK-1** s červeným posuvem $z = 7,0$ (vzdálenost 3,96 Gpc; 780 mil. let po velkém třesku), zatímco kvasary to dotáhly „jen“ na $z = 6,4$ (vzdálenost 3,92 Gpc; 870 mil. let po velkém třesku). Nyní se tedy do čela pelotonu pracovaly *zábleskové zdroje záření gama*, což se vzhledem k jejich až absurdně vysokému zářivému výkonu a usměrnění záření ve výtryscích dalo ostatně čekat.

P. D'Avanzo aj. našli pomocí *VLT ESO* několik hodin po vzplanutí optické dosvity a mateřské galaxie **GRB 051227, 061006 a 071227**. Ve všech případech se příslušné GRB nacházely uvnitř mateřských galaxií, ale mimo jejich centrum, což nasvědčuje tomu, že šlo vesměs o *splynutí dvou kompaktních hvězd*. Pokles optické jasnosti dosvitů byl prudší než pro rentgenovou světelnou křivku. Mateřské galaxie měly podobnou metalicitu jako *Slunce* a jevíly se jako modré galaxie s intenzivní tvorbou hvězd.

Podobně J. Graham aj. získali světelnou křivku i spektrum optického dosvitu krátkého **SGRB 070714B**. Měření jasnosti započala

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 brzdít 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 směřované 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 mračkám v naší Galaxii. Zatímco kationty v mračcích jsou pozorovány už dlouho (zejména CH^+ , HCO^+ a N_2H^+), po aniontech se delší dobu marně pátralo, ačkoliv teorie naznačovala, že by se v mračcích vyskytovat měly. První anion teď tedy konečně našli hned ve všech sledovaných mračcích; jeho výskyt dosahuje 4 % zastoupení neutrální molekuly C_6H .

A. Bellocche aj. našli pomocí 30m radioteleskopu *IRAM* v pásmu milimetrových vln komplexní molekuly ethylformátu (C_2H_5OCHO) a n-propyl kyanidu (C_3H_7CN) v mezihvězdných mračcích s teplotami až 150 K. Týmž přístrojem objevili M. Beltrán aj. v horkém (> 300 K) jádře molekulového mračka 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 mračcích. Objevy svědčí o překvapivě komplexní organické chemii teplejších částí galaktických mezihvězdných mračen.

Podle M. Lattelaie aj. jsou v mezihvězdném prostoru zastoupeny především ty izomery komplexních molekul, které mají nejnížší 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 zrněk. 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* vyzářuje rentgenovou čáru železa, jež vzniká rozptylem záření gama v molekulovém mračku přímo v centru Galaxie. Objev mračka 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. Brunthaler 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 $(2,17 \pm 0,05)$ 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 $\pm 10\%$. 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 ní přes 140 jasných rentgenových zdrojů se zářivým výkonem až $2 \cdot 10^{30}$ 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 *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} , poloměru 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 sestavením **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; nejbližší 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. Leeo 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.



Observatórium Hamburg Bergedorf.

(Archív Hamburger Sternwarte)

ným astronómom v rámci Československa. Zakladateľ observatória na Skalnatom Plese, aktívny pozorovateľ meteorov, objaviteľ kométy a tvorca jedinečného Atlasu Coeli. V čase, keď ste vstupovali do sveta profesionálnej astronómie, Bečvář už žil v ústraní a pracoval na svojich ďalších hviezdnych atlasoch. Strelili ste sa s ním osobne?

Antonína Bečváře jsem si velmi vážil zejména pro jeho pracovitost a houževnatost. Jeho atlasy jsem často používal, ale osobně jsem se s ním nesetkal.

Po úvodnom štúdiu fyziky na Masarykovej univerzite v Brne ste pokračovali na Univerzite Karlovej v Prahe, kde ste promovali z astronómie. Následne ste nastúpil na Astronomický ústav ČSAV v Prahe. Ako amatérsky astronóm ste pozorovali Slnko, neskôr najmä meteory, vaša dizertačná práca sa však venuje planetárnym hmlovinám. Ako ste sa k nim dostali?

Na vysoké škole v Praze jsem v meteorické astronomii pokračoval. Napsal jsem z tohoto oboru po praxi na hvězdárně v Ondřejově i diplomovou práci. K planetárním mlhovinám jsem přešel působením mého školitele doc. Luboše Perka. S ním jsem pak v roce 1967 publikoval i *Katalog galaktických planetárních mlhovin*.

Katalóg bol výsledkom zhruba 10-ročnej práce. Ako vznikol nápad vytvoriť takýto katalóg?

Užitečnost sestavit takový katalog vznikla z potřeby udělat po letech v tomto oboru něco jako pořádek (zejména v identifikaci objektů). Přispěly k tomu cesty doc. Perka do Mexika a do USA a moje cesta do Tautenburgu u Jeny (v NDR) a má první cesta do Hamburku-Bergedorfu.

Observatórium v Hamburgu-Bergedorfe malo od roku 1951 najväčší Schmidtov ďalekohľad v Európe s priemerom zrkadla 80 cm. Pracovať s takým prístrojom bolo v tom čase zrejme snom každého astronóma. Ako sa vám podarilo nadviazať spoluprácu s Hamburgskou hviezdárňou?

Mé cesty zprostředkoval taky doc. Perek. Byly to cesty k největším Schmidtovým komorám v Evropě, které stály od r. 1954 v Hamburku, a cesta k ještě větší komoře postavené později v Tautenburgu. Cesta do Hamburku byla taky spojena s účastí na sjezdu IAU v r. 1964.



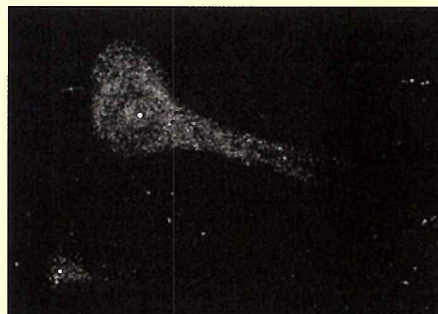
Po sovietskej invázii sa vaša krátkodobá stáž zmenila na trvalý pobyt. Bolo to ťažké rozhodovanie?

Do Hamburku jsem odjel po invazi sovětských vojsk v srpnu 1968. Tento krátkodobý a ještě legální pobyt se změnil na pobyt ilegální. Rozhodování v tomto směru bylo velmi těžké, protože důvody „pro“ a „proti“ byly dost vyvážené. Proti ilegálnímu pobytu byla většina soukromých důvodů, pro něj naopak důvody pracovní a vzhledem k tehdejší politické situaci asi nemožnost dlouhodobě působit v Akademii věd. Naštěstí přispěl objev komety 1973f k legalizování mého pobytu v Německu a k možnosti jezdit opět do Československa.

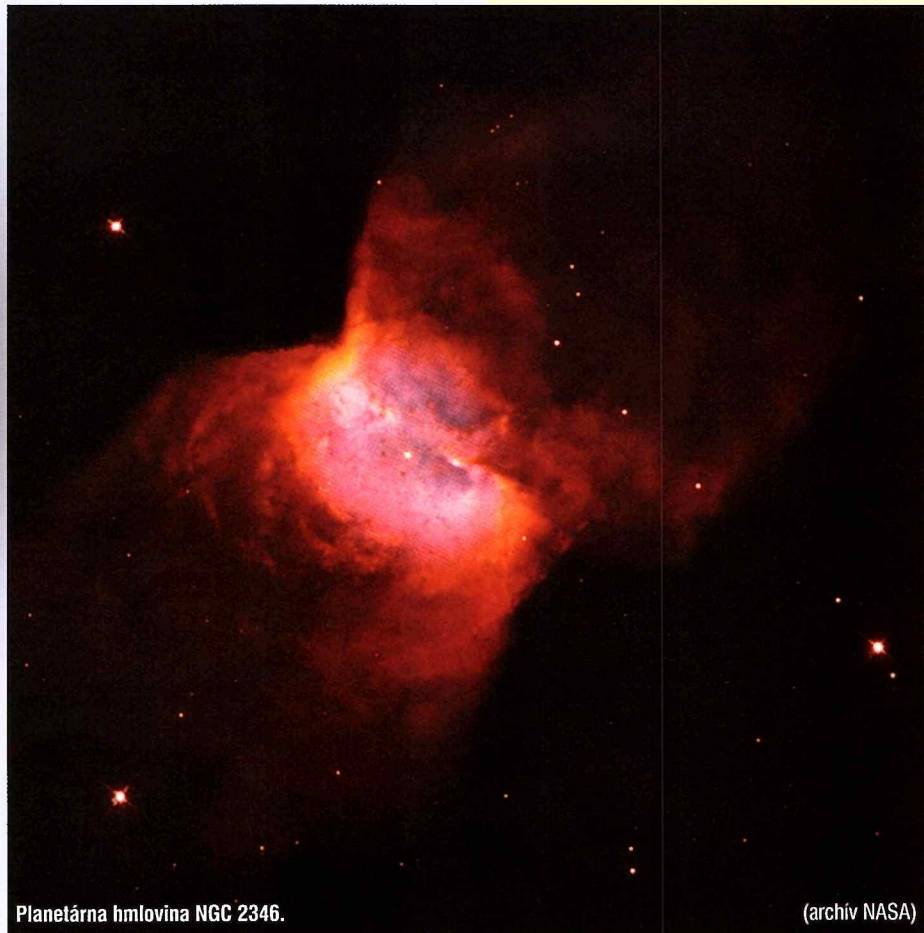


Tlačová konferencia v sídle NASA, 1974.

(archív NASA)



Kométy Biela. Reprodukcia kresby z knihy Guillemin: The Heavens, 1868.



Planetárna hmlovina NGC 2346.

(archív NASA)

Neskôr bola 80 cm Schmidt-ka premiestnená na observatórium Calar Alto v Španielsku. Váš výskum planetárnych hmlovín pokračoval tam.

Přemístění Schmidtovy komory na Calar Alto v jižním Španělsku mělo hlavně pozorovací důvody. Nadmořská výška observatoře v Calar Alto (asi 2150 m n. m.) je podstatně větší než v Hamburku, obloha je tam temnější i počet jasných nocí v roce je tam značně větší než ve střední Evropě. Rád a často jsem tam mohl pozorovat, a to nejen se Schmidtovou komorou.

Vášim domovským observatóriom však naďalej zostal Hamburg-Bergedorf. Tu sa zrodila aj myšlienka Európskeho južného observatória (ESO) a Nemecko ako zakladajúci člen je dodnes sídlom centrály tejto organizácie. Navyše, jej prvým riaditeľom sa stal Otto Heckamm, ktorý predtým 20 rokov šéfoval vášmu domovskému pracovisku. Vďaka týmto faktom ste zrejme mali otvorenú cestu do La Silla...

Na observatór ESO na La Silla (Čile) jsem jezdil pozorovat ještě častěji – astronomické podmínky jsou tam ještě lepší než ve Španělsku. La Silla byla a ještě je jakási „astronomická továrna“, myšleno v pozitivním smyslu. Za 1 – 2 týdny v roce tam může člověk získat hrubý pozorovací materiál, který se pak dále zpracovává hlavně v centrále ESO v Garchingu u Mnichova. O možnosti pozorovat tam rozhodoval pozorovací program, který byl vyhodnocován od Programme Committee.

Z Južného európskeho observatória v La Sille ste napokon pozorovali vyše 30 rokov. Ako si spomínate na pôsobenie pod Južným krížom?

Na observatór La Silla mám jen dobré vzpomínky. Život se tam „toč“ především kolem astronomie. Obloha je tam nádherná, tmavá – vidíte třeba střední část Mléčné dráhy a Magellanova mračka – z části jiná než od mládí známá obloha severní. Z té severní oblohy se ale také část vidí. Životní podmínky jsou tam ovšem tvrdé, pozorování bez přestávky za sebou v mnoha nocích. Býval jsem tam každý rok, protože jsem měl dlouhodobý pozorovací program – hledání proměnnosti centrálních hvězd planetárních mlhovin. Zatímco v r. 1966 byly známy 4 proměnné centrální hvězdy (a 12 hvězd podezřelých z proměnnosti), v novém vydání katalogu planetárních mlhovin z r. 2001 je jich celkem už 124 (včetně centrálních hvězd z proměnnosti podezřelých).

Mezitím postavila ESO na hoře Paranal v Andách, nedaleko La Silla, observatór s ještě většími ďalekohledy (4 ďalekohledy s průměrem hlavního zrcadla 8,2 m) a v poušti Atacama staví velkou radioastronomickou observatór (milimetrové vlny) se zkratkou ALMA. Po dokončení bude mít na horské plošině ve výšce 5000 m n. m. 66 radiových teleskopů.

Výsledky celoživotného výskumu planetárnych hmlovín ste zhrnuli v aktualizovanom vydaní katalógu, ktorý bol publikovaný v roku 2001 pod názvom Catalogue of Galactic Planetary Nebulae (version 2000), tentoraz celkovo s 1510 objektmi. Ten pôvodný obsahoval 1036 hmlovín. Počas svojho dlhoročného výskumu planetárnych hmlovín ste objavili vyše 300 nových. Pamätáte si na svoj prvý objav?

První planetární mlhoviny jsem objevil na Palomarském fotografickém atlase (POSS) po nástupu na Astronomický ústav ČSAV v Praze v r. 1961. Větší skupinu 109 nových mlhovin jsem pak publikoval v r. 1965 na základě fotografických desek pořizovaných pomocí 80 cm Schmidtovy komory



Observatórium La Silla, Čile.

Foto: A. Galád

(v rámci přehlídky severní Mléčné dráhy) po svém prvním pobytu v Bergedorfu.

Zastíhol vás ešte nástup CCD kamier pred odchodom na dôchodok v r. 2001?

CCD kamery jsou velkým přínosem i v astronomii. Jejich nástup mne zastihl v posledních letech pozorování na La Silla a na Calar Alto, ve fotometrii a ve spektroskopii.

V 70-tych rokoch minulého storočia CCD kamery neboli a pracovalo sa s fotografickými snímkami. Dnes možno spracovať získané zábery za niekoľko minút. Vtedy ste ale nemali k dispozícii moderné počítače a softvér na spracovanie. Ako vlastne prebiehalo vyhodnocovanie fotografií a kolko času ste venovali jednej snímke?

Desky jsem prohlížel pod binokulárním mikroskopem a srovnával je s Palomarským atlasem (POSS). Tento první stupeň zpracování ukázal, jestli byl nalezený objekt nový nebo ne. V kladném případě jsem se podíval do cirkuláře astronomické unie z poslední doby, zda už nebyl na dané pozici hlášen nový objekt. Bylo ještě nutné vyloučit možnost, že se jedná o kaz nebo o reflex na desce. Proto bylo taky výhodné, byla-li deska (z důvodu hledání asteroidů) exponována 2x: dvojitý kaz na desce se skoro určitě dal vyloučit.

U nového objektu bylo pak nutné určit jeho přesnou polohu. Znamenalo to identifikovat 3 – 5 hvězd v okolí se známou polohou, hvězdy katalogu SAO nebo AGK2. To byl podklad pro měření pravoúhlých souřadnic (ve dvou polohách desky), ze kterých se pak počítaly souřadnice sférické – na to už byl výpočetní program. Odhaduji, že jsem na prohlídku desky pod mikroskopem a srovnání s atlasem potřeboval asi 1 – 2 hodiny, na měření pozice včetně identifikace srovnávacích hvězd další 1 – 2 hodiny.

Počas rokov 1967 – 1981 ste takýmto postupom objavili 76 asteroidov. Našli ste ich však podstatne viac, desiatky ďalších sa „stratilo“ a nakoniec ich objav bol pripísaný iným. Každoročne ste venovali pozorovaniu asteroidov len

niekoľko nocí, stačilo to na potvrzovanie objavov a spresňovanie ich dráh?

Planetky byly mým vedlejším pozorovacím programem a skutečně jsem mu věnoval jen několik pozorovacích nocí v roce. Největším mým projektem tohoto programu byl pokus o nalezení zbytku komety Biela, která se rozpadla asi v r. 1845 (dvojitý obraz komety byl ještě pozorován v r. 1852). Pro nalezení možného zbytku byla přiznává doba podzim 1971. Žádný zbytek komety jsem nenašel, ale na 7 polích Schmidtovy komory jsem našel většinu planetek. Zpřesňování drah některých z nich pak vedlo v únoru/březnu 1973 k objevu dvou komet, komety 1973e a 1973f. Zpřesněny byly dráhy jen některých planetek, na všechny dostatečně jasné a viditelné v té době nezbyval pozorovací čas. Předběžné dráhy planetek vypočetl nedávno zesnulý B. Marsden z Cambridge (USA).

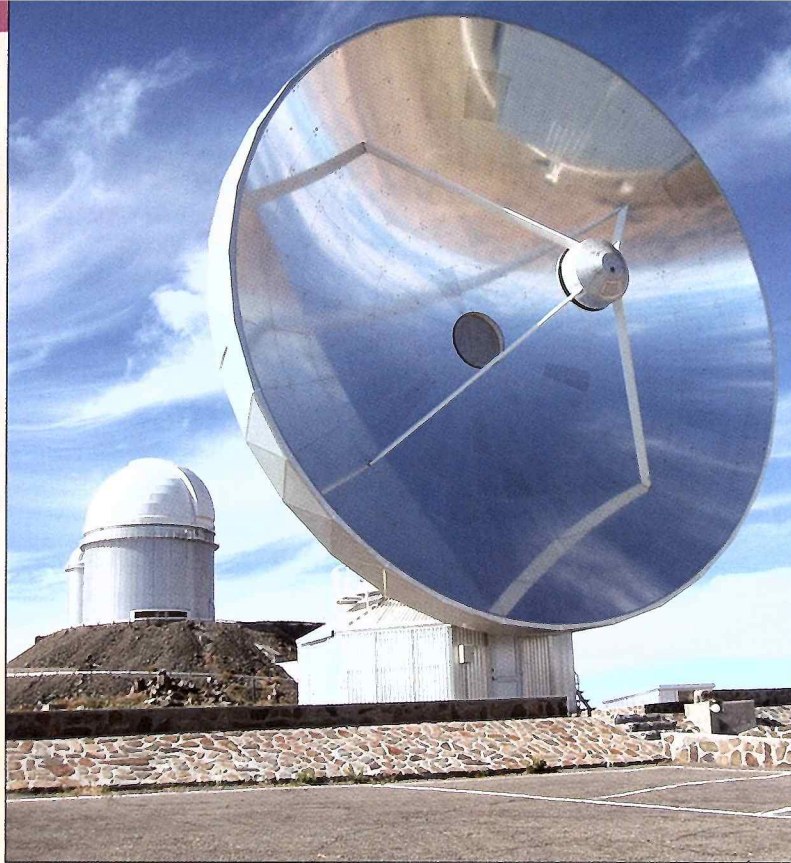
Planétka (1834), ktorú ste objavili presne rok po vstupe sovietskych vojsk do Československa, bola nakoniec spomedzi vašich objavov očíslovaná ako prvá a pomenovali ste ju na počesť českého študenta Jana Palacha. Ten sa na protest proti vtedajšej okupácii krajiny upálil. Bola to pocta jeho odvahe a zároveň od vás veľká odvaha. Nemali ste obavy, že budete mať z toho nepríjemnosti?

Na možnost nepřijemnosti jsem tehdy nemyslel. Myslel jsem jen na Jana Palacha, který svým činem kritizoval hlavně dvě věci: okupaci Československa, která ukončila reformní hnutí známé jako Pražské jaro, a apatii mnoha lidí v souvislosti s touto událostí.

Výskum planetárnych hmlovín bol vašou prioritou. Okrem spomínaného pokusu znovuobjaviť kométu Biela ste mali aj iný pozorovací program zameraný na medziplanetárnu hmotu?

Kromě různých témat kolem planetárních mlhovin jsem se snažil zabývat též projekty v rámci meziplanetární hmoty. Moje poslední práce





(vyšla na jaře r. 2011) se týká meteorického roje eta Aquarid, který jsem měl možnost pozorovat pomocí CCD kamery na hvězdárně La Silla v květnu r. 1986 v době, kdy už Halleyova kometa nebyla viditelná.

Máte na svojom konte 5 objavov komét. Svoju prvú – Kohoutek 1969b (C/1969 O1) – ste našli na spektrálnej snímke dvoch nov v súhvezdí Liška. To vôbec nebol bežný spôsob objavu kométy (možno jediný svojho druhu). Bola kométa evidentná na prvý pohľad, alebo čo ju vlastne prezradilo?

Máte pravdu, objav komety na fotografické desce pomocou jejého spektra je veľmi výjimečný. Po vyloučení reflexu komety prozradil její pohyb – stejnou oblast oblohy jsem fotografoval v jedné noci dvakrát.

Na začiatku príbehu kométy 1973f (C/1973 E1) bolo vaše úsilie znovuobjaviť kométu Biela. To nevyšlo, našli ste však inú, ktorú médiá označovali za kométu storočia. Napokon jej „predstavenie“ na oblohe bolo pre verejnú sklamaním, priniesla vám však celosvetovú publicitu. Mladý a zanietený popularizátor astronómie z Pardubic Petr Horálek na otázku, s kým by sa z velikanov astronómie najradšej stretol, uviedol vás. To mu síce nedokážem zabezpečiť, ale jeho otázku veľmi rád tmočím: „Co jste cítil, když jste svou nejslavnější kometu z roku 1973 poprvé na té desce spatřil? Byl jste si v tu chvíli jist, že je nová, ještě nikým neobjevená? Jaký je to vlastně pocit, když se při mravenčí práci na snímku objeví záhadná „mlžka“, kterou pravděpodobně nikdo předtím ještě neviděl? A jaký to byl pocit, když jste ji později prvně spatřil vlastníma očima?“

Kometu 1973f jsem po prvé viděl na fotografické desce ze Schmidtovy komory jako dvojitý mlhavý obláček asi 16. hvězdné velikosti. Že byla nová, to jsem určil srovnáním s Palomarským fotogra-

fickým atlasem a po zjištění, že v té době nebyl hlášen žádný nový objekt s uvedenou polohou. Taky optickou vadu na desce jsem vyloučil. Dvojitá byla mlžinka proto, že jsem desku exponoval 2x (s přerušením několika minut), protože jsem na snímku očekával planetku 1971 UG. Tu jsem našel na podzim 1971 a chtěl v r. 1973 určit její přesnější dráhu. Hledal jsem tehdy zbytek Bielovy komety; místo toho jsem našel řadu malých planetek. Kometa 1973f byla síce nová, ale teprve po změření její polohy koncem měsíce bylo možno vypočítat její dráhu ve Sluneční soustavě. Výpočet B. Marsdena z USA ukázal, že se kometa dostane do větší blízkosti ke Slunci než známá Halleyova kometa, že by tedy mohla být jasná.

Zatímco dráha komety (i předběžná) je natolik přesná, že ukáže přiblížení komety ke Slunci a k Zemi, její jasnost dopředu se dá jen odhadnout. A to na základě středních parametrů, které např. udávají velikost výronu hmoty z jádra komety po jejím přiblížení ke Slunci. Výron hmoty z jádra komety 1973f byl ale podprůměrný (povrch jádra příliš kompaktní), takže se vytvořila jen slabá koma a později slabý chvost. Maximální jasnost komety tedy byla menší než očekávaný průměr. Nebyla to kometa století, jak předpovídali zejména žurnalisté. Značná doba mezi jejím objevem a její největší jasností měla i své výhody. Každá větší hvězdárna zařadila její pozorování do svého programu. Byla to taky první kometa pozorovaná astronauty z oblasti mimo atmosféru (SKYLAB). Přestože byla pro veřejnost zklamáním, měl jsem hřejivý pocit, když jsem ji spatřil vlastníma očima.

Ak spomenieme označenie 1973f, mnohým príde na um slávna kométa. K vašim objavom však patrí i ďalší objekt s rovnakým označením, len mu predchádzajú písmenká SN. Objav supernovy SN 1973f bol ojedinelý, alebo sa vám ich podarilo nájsť viac?

Supernova SN 1973f bola objavom ojedinelým. Našiel jsem ji po srovnání snímků oblasti kolem jedné planetární mlhoviny (H 4-1). Jiné supernovy jsem nenašel.

Ste objaviteľom rôznorodých vesmírnych objektov, počnúc kométami a asteroidmi z nášho blízkeho medziplanetárneho okolia, cez nový a planetárne hmloviny z podstatne vzdialenejších končín našej Galaxie, končiac extragalaktickou supernovou. Ktorý z toho množstva objavov si ceníte najviac?

Nejvíc si cením objevů objektů, které jsem hledal – a ne objektů nalezených náhodně. To znamená, že si asi nejvíc cením objevů nových planetárních mlhovin. Je ovšem zřejmé, že to nejsou objekty spektakulární, že veřejnost si asi cení víc komety 1973f.

Ak by ste práve ukončili štúdium astronómie, čo by ste si zvolili za hlavný cieľ svojho výskumu?

Kdybych v současné době ukončil studium astronomie, asi bych si zvolil studium exoplanet. Výzkum postavení lidstva a Země ve vesmíru pokládám za jeden z hlavních úkolů astronomie. Pracuje na něm již mnoho skupin astronomů, které se snaží pomocí pozorování z povrchu Země (stačí již dalekohledy střední velikosti; v České republice působí na tomto poli Sekce proměnných hvězd a exoplanet při ČAS), nebo pomocí měření různých satelitů počet exoplanet zvýšit. Málokdo ví, že je v této době (srpen 2011) známo už 573 planet kroužících kolem 481 jiných sluncí a že naše Sluneční soustava není zdaleka v Mléčné dráze ojedinelá – jak se ještě nedávno soudilo.

Máte oblíbený citát na astronomickú tému?

Jediný a výjimečný astronomický citát nemám. V posledních asi 10 letech mne zajímá ekologie. Ta taky souvisí s astronomií a s faktem, že je Země součástí vesmíru, že ji lidstvo nemůže opustit (až na malé skupiny astronautů a jen dočasně), takže bychom si naši Země měli velmi cenit a dobré životní podmínky na ní uchovat na co nejdelší dobu. Jsem přesvědčen, že toto téma je podstatně důležitější pro příští generace a budoucnost lidstva než všechno ostatní.

O Zemi a k tématu spojení astronomie s ekologií jsem taky napsal knížku (nakladatelství Aldebaran, Valašské Meziříčí, 2007) a považuji za správnou myšlenku Al Gora (z knihy *Nepřijemná pravda*), kterou bych chtěl ocitovat: „*Sme svědky bezprecedentního a těžkého střetu mezi naší civilizací a Zemí.*“

Vo svojej knihe sa okrem iného zamýšľate nad možnými hrozbami pre ľudstvo a varujete pred nimi, podobne ako spomínaný Al Gore. Obaja ste pochopili, že katastrofické scenáre sa odohrávajú nielen vo filmoch, ale sú reálnou možnosťou. Myslíte si, že je najvyšší čas, aby sa svetové veľmoci a ich politici začali venovať ekologickým hrozbám s plnou vážnosťou?

Je skutečně asi nejvyšší čas věnovat se ekologickým hrozbám – a to se týká nejen světových velmocí a jejich politiků. Tyto hrozby jsou „plíživé“ a působí ne okamžitě, ale z hlediska délky života člověka dlouhodobě, jako je třeba růst počtu mimořádných meteorologických situací (sucha ale i záplavy a povodně, hurikány, zvyšování hladiny oceánů, tání ledovců). Vzhledem k určité setrvačnosti přírody může být později pro lidstvo už pozdě. Nelze se na hrozby dívat jen jako na „vis maior“, jsou způsobené hlavně lidskou činností. Astronomům nezbyvá než varování.

ŠTEFAN KÜRTI

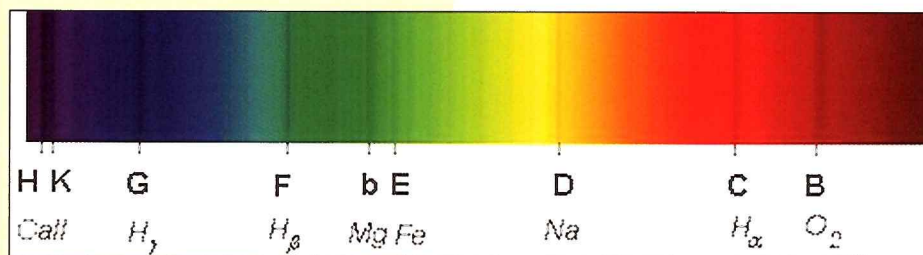
Bergedorf, Nemecko – Nové Zámky

2. časť

V prvej časti sme hovorili o získaní spektra. A o tom, že všetky hlavné princípy súčasnej techniky konštrukcie spektrogrfov pochádzajú od J. von Fraunhofera, t. j. použitie štrbiny a použitie difrakčnej mriežky. Od neho pochádza aj objav tmavých čiar v slnečnom spektre, ktoré majú v ňom stálu polohu. Určil aj ich vlnové dĺžky a na jeho počesť boli nazvané „Fraunhoferovými čiarami“.



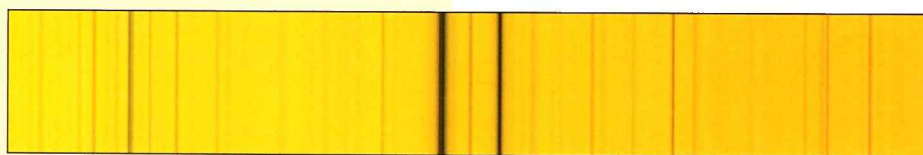
Obr. 1. G. R. Kirchhoff a R. W. Bunsen.



Obr. 2. Fraunhoferove čiary v slnečnom spektre.

Všetky obrázky slnečného spektra pochádzajú z dát, ktoré získali na Jungfrauoch Observatory, vo švajčiarskych Alpách 3580 m n. m., v rokoch 1973 – 1988. Publikovali ho: Delbouille L., Neven L., Roland G., *Photometric Atlas of the Solar Spectrum from 3 000 to 10 000 Ångström*, Institut d'Astrophysique, Université de Liege.

Dáta sú dostupné na webe <http://lir.bagn.obs-mip.fr/observing/spectrum.html>.



Obr. 3. Pri väčšom rozlíšení spektrogrfu sa D čiara rozdelí na dve D₁ a D₂, ktoré sú od seba vzdialené 0,6 nm.

Spektrum

O ďalší prienik smerom k podstate spektrálnych javov sa postarali teoretický fyzik G. R. Kirchhoff (1824 – 1887) a chemik R. W. Bunsen (1811 – 1899); obr. 1. Obaja boli od roku 1852 na čele príslušných katedier na univerzite v Heidelbergu. Kirchhoff študoval rovnovážne tepelné žiarenie telies a objavil principiálnu súvislosť medzi ich emisiou a absorpciou:

Teleso, ktoré vyžaruje, musí nejaké žiarenie aj pohlcovať, pričom pomer emisie a absorpcie závisí iba od vlnovej dĺžky žiarenia a teploty a nie od vlastností telesa.

V definícii tohto pomeru zavádza Kirchhoff pojem absolútne čierneho telesa – dutinového telesa, ktoré dokonale absorbuje dopadajúce žiarenie, nič z neho neodráža ani neprepúšťa. Bunsen sa pôvodne pokúšal študovať zafarbenie soli rôznych

Objav publikujú v krátkej, dvojstranovej správe, v ktorej sa píše: „...chladný plyn pohlcuje zo spojitého spektra svetlo v ostro ohraničených čiarami, ktoré sú charakteristické pre rôzne prvky, a ak je zohriaty, potom v týchto čiarami aj sám žiari.“

Postupne sa laboratórne zistilo, že pre každý prvok existuje v spektre charakteristická skupina čiar, podľa ktorých sa dá ľahko identifikovať. Objav otvára prírodným vedám nespočetné možnosti. Vzniká spektrálna analýza a ňou je možné identifikovať nepredstaviteľne malé množstvá rôznych prvkov. Pri pokusoch sa, samozrejme, objavili aj čiary v tých časoch neznámych prvkov. Tak Kirchhoff s Bunsenom objavili cézium a rubídium. Tou istou metódou iní bádatelia objavili tálium, indium, gálium, argón, kryptón...

Kirchhoff sa neskôr zaoberal najmä zostavo-



Obr. 4. Tri najsilnejšie čiary na obrázku zelenej oblasti spektra Slnka patria horčíku (Mg). Spektroskopisti ich nazývajú „triplet magnézia“ a označujú písmenami b₁, b₂, b₃.



Obr. 5. Absorpčný pás molekuly O₂ v slnečnom spektre.

vaním podrobného atlasu Fraunhoferových čiar v slnečnom spektre a na ich základe určoval jeho chemické zloženie. Tak vedľa sodíka objavil na Slnku aj železo (Fe), vodík (H), horčík (Mg) – obr. 4, vápnik (Ca) a mnoho ďalších, na Zemi známych prvkov.

Spektroskopicky pozorovali Slnko aj mnohí ďalší vedci. V roku 1868 pozorovali Janssen a Lockyer v spektre Slnka jasnú žltú čiaru neznámeho prvku a nazvali ho héliom. Na Zemi, v laboratóriu bolo objavené až v roku 1895.

V slnečnom spektre pozorujeme aj absorpčné čiary (pásky) atmosferických molekúl (obr. 5).

Po Slnku prišli na rad aj hviezdy a zásluhou spektrálnej analýzy sa mohla konštatovať chemická jednota celého známeho sveta. Prírodoveda triumfovala nad filozofiou. Veď iba pred nedávnym prehlasoval Hegel, že exaktné vedy nie sú schopné poznať podstatu prírodných javov a ako príklad uvádzal, že veda nikdy nemôže zistiť chemické zloženie hviezd.

Sebauspokojenie z pocitu úspechu ovládlo prírodné vedy na konci 19. storočia. Leď sa napríklad Kirchhoffovi zmienili o nejakom novom poznatku vo fyzike, reagoval prekvapene: „Ostalo tam vôbec ešte niečo na odhalenie?“

Paradoxne práve problém žiarenia absolútne čierneho telesa, ktoré zaviedol do fyziky Kirchhoff, sa stalo v tom čase jej najboľavejším

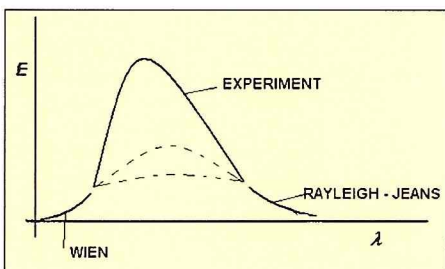
– informátor o vesmíre

miestom. Ako vlastne vzniká svetlo rôznych farieb? Prečo zohriate plyny žiaria iba v čiarach. Prečo sa farba žiariaceho telesa mení pri zmene teploty?

Ak mala astronómia využiť fyzikálne poznatky o žiarení, musela poznať odpovede na tieto otázky. Ako sa neskôr ukázalo, odpovede vedela poskytnúť iba nová – kvantová fyzika. Budovanie jej základov trvalo 50 rokov a v podstate dodnes sa nedá povedať, že je jej stavba zavŕšená. Pokúsime sa aspoň čiastočne naznačiť etapy jej výstavby.

Od čias Maxwella a Hertza boli vedci neotrasiteľne presvedčení, že svetlo je elektromagnetické žiarenie a jeho zdrojom sú hypotetické atómové oscilátory. Kmitajúci náboj je totiž zdrojom elektromagnetického vlnenia. Vlnová dĺžka žiarenia, t. j. jeho farba, je nepriamo úmerná frekvencii oscilátora. V roku 1893 odvodil W. C. Wien na základe termodynamických úvah tzv. posunovací zákon: $T\lambda_{max} = konst.$

Podľa neho môžeme napr. v astronómii usudzovať, že hviezdy žltej farby majú vyššiu teplotu ako hviezdy červené. Približne z tej istej doby je Stefan-Boltzmannov zákon: $E = \sigma T^4$, ktorý určuje, že celková energia vyžiarená z jednotkovej plochy závisí od štvrtej mocniny absolútnej teploty. Obidva tieto zákony veľmi dobre súhlasili s experimentom. Horšie to už bolo s tzv. rozdeľovacím zákonom, podľa ktorého sa malo dať určiť rozdelenie vyžarovanej energie pri danej teplote od vlnovej dĺžky žiarenia. Tu boli zákony dva: Wienov a Rayleigh-Jeansov. Každý z nich bol zhodný s experimentom iba v obmedzenom rozsahu vlnových dĺžok: Wienov, $I(\lambda) = c_1 \lambda^{-5} \exp(-c_2/\lambda T)$, pre krátke vlnové dĺžky a Rayleigh-Jeansov, $I(\lambda) = (c_1/c_2) \lambda^{-4} T$. Pritom oba boli odvodené zo základných princípov klasickej fyziky, iba za rozdielnych predpokladov o rozdelení energie oscilátorov v žiariacom telese (obr. 6).



Obr. 6. Závislosť vyžarovanej energie od vlnovej dĺžky žiarenia pri danej teplote. Čiarkovane sú naznačené možné priebehy neznámeho prepojenia medzi experimentom overenými priebehmi.

Podľa druhého vzorca by mala byť celková energia vyžiarená v krátkovlnnej oblasti nekonečne veľká pri ľubovolnej teplote, čo odporuje každej skúsenosti. Preto sa v súvislosti s ním hovorilo o „ultrafialovej katastrofe“.

V roku 1900 Max Planck (1858 – 1947) najprv pokusne (matematicky) našiel formulu, ktorá veľmi dobre súhlasila s precízne vyko-

nanými experimentami Lummera a Pringsheima z roku 1899:

$$I(\lambda) = c_1 \lambda^{-5} \{1 / [\exp(c_2/\lambda T) - 1]\}$$

a o dva mesiace neskôr našiel aj teoretické zdôvodnenie formuly. Ukázalo sa, že tento výsledok sa dá dosiahnuť iba pri použití predpokladu, že energia oscilátorov sa nemení spojte, ale po kvantách s energiou $\epsilon = hc/\lambda$, kde h nazývame dnes Planckovou konštantou.

Tento krok sa pokladá za zrod kvantovej fyziky. V roku 1918 získal Planck Nobelovú cenu za fyziku.

V roku 1905 A. Einstein (1879 – 1955) uverejnil tri články, ktorými prevratne zasiahol do fyziky. Jeden z nich sa týkal „...vzniku a premeny svetla.“ Podľa neho: *svetelná energia nie je rozložená v priestore spojte, ale pozostáva z konečného počtu bodovo lokalizovaných kvánt, ktoré môžu byť vyžiarené a pohltené len ako celky.* Z tohto stanoviska vysvetlil fotoelektrický efekt, t. j. prečo a ako môže žiarenie vyraziť elektróny z pevnej hmoty. Za túto prácu získal Nobelovu cenu v roku 1921.

Ťažiskovým pojmom je *fotoón* – svetelné kvantum, objekt, definícia ktorého pripomína Dobšinského rozprávku Ženský vtíp (podľa iného zdroja, Múdra pastierka):

nie je to ani častica, ani vlna, pohybuje sa rýchlosťou svetla, vtedy má energiu $E = hc/\lambda$, impulz $p = h/\lambda$, a ak je v pokoji, tak má nulovú hmotnosť. Navyše, podľa súčasne prijímanej teórie rozpinania vesmíru pohybuje sa viac ako 10 miliárd rokov vesmírom bez toho, aby menil svoje vlastnosti.

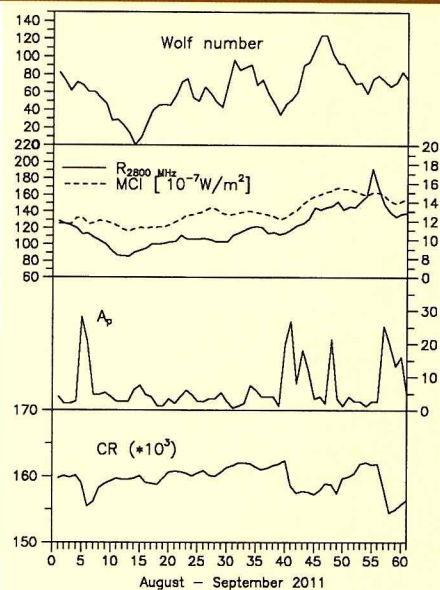
N. Bohr (1885 – 1962) vypracoval model atómu, z ktorého bolo zrejme ako vznikajú spektrálne čiary.

Nobelovu cenu získal za rok 1922. Vytvoril školu, ktorá založila novú éru v teoretickej fyzike.

Môžeme tu spomenúť jej najznámejších príslušníkov, všetci sú laureátmi Nobelovej ceny (tretí letopočet), bude však dobré si pripomenúť Gaussove slová, že keď oslavujeme budovateľov, treba si spomenúť aj na staviteľov lešenia, ktoré po skončení výstavby už nevidno. Sú to W. Heisenberg (1901 – 1976), 1932; W. Pauli (1900 – 1958), 1945; A. M. Dirac (1902 – 1984), 1933; E. Schrödinger (1887 – 1961), 1933.

Títo a mnohí ďalší sú autorami fyzikálneho diela, aparát ktorého používajú astronómia pri budovaní obrazu vesmíru. Ich vývoje si budeme postupne pripomínať v ďalších častiach „sprivodcu“. Mali by sme sa však poučiť z histórie a vysvetlenia považovať iba za určitú etapu poznania, ktoré nikdy nemôže byť definitívne.

Záujemcom, ktorí by sa chceli viac dozvedieť o počiatkoch kvantovej teórie, vrele doporučujem knihu Jána Pišúta a Rudolfa Zajaca *O atómoch a kvantovaní*, 2. vydanie, ALFA, Bratislava 1988. MILAN RYBANSKÝ



Slniečna aktivita

Aktivita Slnka je s ohľadom na to, že sme v období vzrastu aktivity v cykle, na normálnej úrovni. Wolfovo číslo aj rádiový index presahuje občas číslo 100, vyskytujú sa aj erupcie a ku koncu sledovaného obdobia (22. a 24. septembra) sa vyskytli aj erupcie triedy X a 8 erupcií triedy M.

Indexy slnečnej aktivity v grafickej forme publikujeme už takmer 20 rokov. Je čas zopakovať, čo vyjadrujú. Už z názvu poznáme, že ide o akési merítko slnečnej aktivity. Keď sa nás však niekto opýta, čo je to slnečná aktivita, môžeme iba povedať, že je to nejaký súhrn premenných úkazov pozorovateľných na Slnku, príčinu vzniku ktorých poznáme iba na úrovni hypotéz.

Prvým takýmto úkazom sú **slnečné škvrny**, ktoré prvý raz pozoroval Galileo v roku 1610. Nemecký lekárnik Schwabe na základe vlastných pozorovaní zistil, a roku 1830 publikoval, že počet škvŕn kolíše v dekadnom cykle. 1. septembra 1859 pozorovali anglickí amatéri Carrington a Hodgson, súčasne náhle zjasnenie na Slnku vo veľkej skupine škvŕn, ktoré trvalo asi 5 minút. Následne sa pozorovali poruchy zemského magnetického poľa a polárne žiary. Tento jav dnes nazývame **slnečnou erupciou** a vieme, že je spojený s nárastom (až tisícnásobným) intenzity neviditeľných **röntgenových a ultrafialových žiarení**. Od čias „Skylabu“ (1973 – 1979) vieme sledovať **výrony koronálnej hmoty (CME – Coronal Mass Ejection)**, ktoré, ak smerujú k Zemi, spôsobujú ionosférické a geomagnetické poruchy.

Zistením podstaty všetkých týchto úkazov sa zaoberá množstvo výskumníkov na Zemi aj nad jej atmosférou za pomoci domyselných prístrojov.

V grafickej forme uvádzame priebeh indexov slnečnej aktivity vždy raz za dva mesiace. O množstve škvŕn nás informuje klasicke **Wolfovo číslo**, najstarší index slnečnej aktivity. O úrovni erupčnej činnosti môžeme usudzovať jednak podľa úrovne celkového **rádiového žiarenia Slnka na frekvencii 2 800 MHz** a tiež podľa indexu **MCI**, ktorý je odvodený z UV žiarenia Slnka. O odozve týchto slnečných procesov na Zemi nás informuje **geomagnetický index A_p** a priebeh **neutrónovej zložky kozmického žiarenia – CR**. Príchod častíc z CME do oblasti Zeme sa prejaví vzrastom A_p a poklesom CR.

MILAN RYBANSKÝ

Zahraniční astronómovia a historici o hvezdárni v Hurbanove a jej zakladateľovi

Hvездáreň v Hurbanove, patrí medzi najstaršie astrofyzikálne observatóriá v Európe. Jej neobyčajný význam pripomínajú aj roky 2011 a 2012, spojené so 140. výročím jej založenia a 170. výročím narodenia jej zakladateľa Mikuláša Thege Konkolyho. Vedecká konferencia tejto tematike sa uskutoční 26. – 28. septembra 2012.

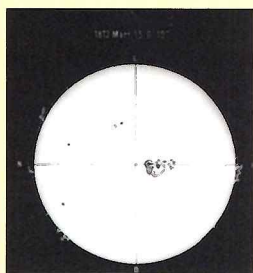
S hvezdárňou v Hurbanove (Ó Gyalla, Stará Ďala) sa spája nielen prvé astrofyzikálne pozorovania v Európe, ale aj zrod kvantovej teórie, vznik teoretických základov novodobej

archoastronómie, prvá fotografia Pluta na svete, ale aj prvý záznam „hudby Mesiaca a Vegy“, ktorý zverejnila svetoznáma BBC.

Hvezdáreň v Hurbanove bola vždy miestom medzinárodného porozumenia a spolupráce.

Pri príležitosti uvedených výročí uverejňujeme príspevky našich i zahraničných astronómov a historikov o tom, čo ich s astronómiou v Hurbanove spája, a čo im pripomína meno a dielo jej zakladateľa Mikuláša Thege Konkolyho. L. D.

Lajos Bartha,
historik astronómie,
Budapešť



Konkolyho kresba Slnka z 15. marca 1873.

Mikuláš Thege Konkoly – významný astronóm rakúsko-uhorskej monarchie

Druhá polovica 19. storočia bola v dejinách astronómie dobou rýchleho rozvoja astrofyziky. Mikuláš Thege Konkoly bol dieťaťom tejto éry. Neoplyvňovala ho tradícia astronomických výskumov predchádzajúcich období (astrometria, nebeská mechanika). Svoje schopnosti zamerl na zdokonaľovanie astronomických prístrojov, metód a spracovania pozorovaných dát. Touto činnosťou sa stal významným astronómom rakúsko-uhorskej monarchie. Jeho po nemecky písaná základná kniha „*Praktische Anleitung zur Anstellung astronomischer Beobachtungen mit besonderer Rücksicht auf der Astrophysik...* (1883)“ bola základnou príručkou pre konštruk-

tívov prístrojov. Ním navrhnutý fotograficko-merací komparátor vyrábala firma O. Toepfer v Mníchove. Zároveň Carl Zeiss v Jene sériovo vyrábali jeho slnečný spektroskop. Konkoly nehľadal nové objavy, ale snažil sa o zastavenie takých základných poznatkov a katalógov, ktoré slúžili ako základ pre ďalšie výskumy: medzi prvými sa pripojil k zúrišskej medzinárodnej sieti pozorovania slnečných škvŕn R. Wolfa, rozšíril potsdamský katalóg hviezdnych spektier, zostavil katalóg typov spektier komét. Medzinárodný význam v jeho dobe mala séria presných pozorovaní planét (Jupiter a Veľká červená škvrna). Zúčastnil sa mnohých hvezdárskych konferencií a stretnutí a takto vytvoril medzinárodné styky. Je jeho zásluhou, že astronómovia západnej Európy mohli spoznať astrofyziku Monarchie.

Lajos Bartha

Jiří Grygar,
Fyzikálny ústav
AV ČR, Praha



Bohumil Šternberk sa stal riaditeľom hvezdárne v Hurbanove roku 1934.

Česká účasť na observatoři ve Staré Ďale v období medzi svetovými vojkami

O observatoři ve Staré Ďale (dnešním Hurbanovu) jsem se dozvěděl ještě jako student, když jsem si četl články tehdejšího ředitele Astronomického ústavu ČSAV RNDr. Bohumila Šternberka (1897 – 1983). Shodou okolností jsem po ukončení vysoké školy nastoupil do zmíněného ústavu a v r. 1977 jsem pro Kosmické rozhledy napsal o dr. Šternberkovi článek při příležitosti jeho životního jubilea, z něhož vyjímám následující poznámky.

Bohumil Šternberk vystudoval klasickou astronomii na UK v Praze a seznámil se s moderní astrofyzikou během stáže na observatoři v Berlíně-Babelsbergu v letech 1921 – 23. Tam pod vedením prof. P. Guthnicka vypracoval svou disertaci, kterou obhájil v Praze v r. 1924. Zde však neměl ustláno na růžích a tak se na něho vlastně usmálo štěstí, když z pověření ředitele Státní hvězdárny prof. F. Nušla byl v r. 1928 přidělen na Státní observatoř ve Staré Ďale s úkolem zprovoznit 0,6 m astrograf firmy Zeiss, který tam již několik let ležel nevybalený v bednách. To se mu bravurně podařilo, a právě tímto přístrojem pořídil zjara r. 1930 první evropské snímky čerstvě objevené (dnes trapasličí) planety Pluto a změřil změny jeho polohy potřebné pro zpřesnění elementů extrémně výstředné dráhy.

Stal se také průkopníkem fotoelektrické fotometrie v tehdejší Českoslovenku, což byla tehdy zbrusu nová metoda měření jasností nebeských těles. Použil ji jak na bodové zdroje (hvězdy), tak také na technicky složitější měření jasností ploš-

ných objektů, především komet. Pro čs. rozhlas dokonce „zhudebnil“ světlo Měsíce a Vegy, které zaznamenal fotoelektrickým fotometrem, transformoval a zesílil na akustickou frekvenci.

Díky jeho soustavnosti a erudici získala observatoř odpovídající moderní vybavení pro astronomické, geofyzikální i meteorologické výskumy, a tak se dr. Šternberk právem stal v r. 1934 ředitelem observatoře. Jeho zásluhou byl v r. 1938 instalován na observatoři také spektrohelioskop, s nímž pak pozorovala další česká astronomka Dr. Bohumila Bednářová-Nováková.

Když Stará Ďala připadla po vídeňské arbitráži počátkem listopadu 1938 hortyovskému Maďarsku, zasloužil se dr. Šternberk s pomocí čs. armády během několika hodin(!) o demontáž přístrojů včetně zmíněného reflektoru a spektrohelioskopu a odvoz vědeckého vybavení observatoře do vnitrozemí. Zeissův reflektor byl pak díky primátorovi Prešova a astronomu-amatérovi dr. Alexandru Duchoňovi uložen v prešovské vodárně a spektrohelioskop byl instalován na observatoři v Ondřejevě. Jak známo, dr. Duchoň se v r. 1943 domluvil s dr. A. Bečvářem na instalaci Zeissova reflektoru na nově vybudované observatoři na Skalnatém Plese (dnes tento přístroj stále slouží na observatoři MFI UKO v Modře).

Ohlédneme-li se tedy po téměř třech čtvrtinách století zpět, nelze než litovat, že neblahé události těsně před začátkem II. světové války nadlouho ukončily výskumy na slibně se rozvíjející observatoři, která by si byla pod vedením vzdělaného a moudrého astronoma dr. Šternberka velmi pravděpodobně vybudovala v Evropě v polovině XX. stol. znamenitou odbornou reputaci.

Jiří Grygar



Mikuláš Thege Konkoly.

Neprávom opomínané Kövesligethyho teoretické astrofyzikálne práce

V roku 100. výročia (1999) prechodu Konkolyho inštitúcie do štátneho vlastníctva sa mi vďaka našej knihovničke Vargha-Domokosovej (Magdi) dostala do rúk kniha Radó Kövesligethyho o teoretickej spektrálnej analýze. So záujmom som listoval v knižke hemžiacей sa odvodeniami a komplikovanými vzorcami, a na konci som našiel obrázok, ktorý zobrazoval Kövesligethym predpovedané teoretické kontinuálne spektrum Slnka. S prekvapením som skonštatoval, že v knižke sa nachádzajúce teoretické spektrum sa prekvapujúco podobá na Planckovu krivku intenzity, dobre známu z učebníc. Zmocnilo sa ma vzrušenie: história vedy nás učí, že teoretické zdôvodnenie správnej formuly rozptylu intenzity tepelného žiarenia zaviedol prvýkrát Planck v roku 1900 uvedením kvantovej hypotézy. Kövesligethyho kniha vyšla v roku 1890 v Halle.

Je možné, že tento problém vyriešili už pred Planckom, a práve domáci výskumník? S Magdi-nou pomocou som sa dostal k vedeckému pojednaniu Kövesligethyho, ktoré bolo zverejnené v roku 1866, a ktoré už predtým v roku 1885 Mikuláš Thege Konkoly prezentoval v Maďarskej akadémii vied. Z článku vyplýva, že Kövesligethy už 15 rokov pred Planckom priniesol konečné riešenie tepelného žiarenia v celom rozsahu vlnových dĺžok, ktoré v sebe obsahovalo Wienov zákon posunu (8 rokov pred Wienovým objavom). Žiaľ, táto práca vyšla v maďarčine, jej nemecká verzia uzrela svetlo sveta iba v roku 1890, ale ešte aj tak, roky pred Planckom a Wienom.

Radó Kövesligethy sa narodil 1. 9. 1862 vo Verone. Gymnázium absolvoval v Prešporku, potom sa stal poslucháčom viedenskej univerzity. Jeho profesorom astronómie bol Theodor von Oppolzer, fyziku prednášal Joseph Stephan. Doktorskú dizertáciu pod názvom *Prinzipien der mathematischen Spectralanalyse* obhájil v roku 1884. Od študentských čias trávil Kövesligethy Vianoce a Veľkú noc pravidelne u Konkolyho v Starej Ďale (Hurbanovo), ktorý v roku 1871 založil svoju hviezdárňu. Tá si čoskoro vyslúžila medzinárodný ohlas.

Kövesligethy začal skúmať spektrum hviezd v roku 1882 na Konkolyho observatóriu v Starej Ďale (Ó Gyalla). Myslel si, že astronomická spektroskopie je veľmi dôležitou oblasťou výskumu.

Konkoly pri pozorovaní.



Pravidelné pozorovania začali v auguste 1883 a ich cieľom bolo vytvorenie katalógu. Využívajúc v Postupime vypracovanú stupnicu Kövesligethy pozoroval aj farbu hviezd. Katalóg, ktorý obsahuje spektrá a farby 2022 hviezd, vyšiel najprv v maďarčine a potom aj v nemčine v roku 1887.

Kövesligethyho spektrálna rovnica, opisujúca kontinuálne spektrá, bola súčasťou rozsiahlejšej štúdie, ktorá skúmala, aké je spojenie medzi fyzikálnymi vzťahmi nebeských telies a medzi vlastnosťami nimi vyžarovaného svetla, ktoré sa dostane k pozorovateľovi. Pri tomto výskume prisudzoval dôležitú úlohu termodynamike, o ktorej si myslel, že bude pri vyhodnocovaní spektier nebeských telies hrať podobnú úlohu, akú zohrala Newtonova dynamika pri objasňovaní ich pohybov.

Po vytvorení teórie kontinuálnych spektier sa Kövesligethy pokúsil aj o teoretické vysvetlenie čiarových spektier. Objasnil teoreticky Balmerovu rovnicu, opisujúcu vlnovú dĺžku čiar vodíka a dopel k úsudku, že čiastočky zodpovedné za vznik čiarového spektra sa môžu pohybovať iba po určených dráhach. Tento predpoklad je jedným zo základných kameňov Bohrovej teórie o vodíkových čiarach, ktorá bola zverejnená v roku 1913. Dejiny vedy však v tomto tematickom okruhu Kövesligethyho vôbec nespomínajú.

Vo svojej knihe o teoretickej spektrálnej analýze (1890) podáva Kövesligethy aj rozsiahlu teóriu o používaných prostriedkoch pri astronomických pozorovaniach. Žiaľ, jeho teória zostala u jeho súčasníkov takmer nepoznaná.

Súčasní nemeckí fyzici však poznali Kövesligethyho výsledky (napr. Paschen, F., 1985, *On the Existence in Law in the Spectra of Solid Bodies, and on a New Determination of the temperature of the Sun*, ApJ, 2, 202). Toto okrem iného uznáva aj Hans Kangro, nemecký historik vedy, vo svojej práci z roku 1970 o histórii Planckovej formuly žiarenia. Ako je teda možné, že jeho výsledky upadli do úplného zabudnutia?

Kövesligethy koncom 19. storočia svoje výskumy spojené so spektroskopiou ukončil. Mal vtedy 38 rokov. Loránd Eötvös, ktorý sa stal svetoznámy svojimi pokusmi s torznými váhami, ho prehovoril, aby pracoval s ním vo Fyzikálnom ústave budapeštianskej univerzity. V roku 1891 sa pod Eötvösovým vedením zúčastnil na meraniach, súvisiacich s gravitáciou, na vrchu Ság. V roku 1904 ho vymenovali za profesora kozmografie a geofyziky na budapeštianskej univerzite a v roku 1909 sa stal riadnym členom Maďarskej akadémie vied.

Jeho záujem sa začiatkom 20. storočia obrátil skôr na seizmológiu, kde získal dodnes trvajúce medzinárodné meno. Medzinárodná seizmologická spoločnosť na zasadnutí v Ríme v roku 1906 ho zvolila za generálneho tajomníka. Takisto v tomto roku založil v Budapešti prvú seizmologickú stanicu, ktorej riaditeľom bol do konca života.

Z budapeštianskej univerzity odišiel do dôchodku v roku 1932, o dva roky zomrel vo veku 72 rokov. Hoci koncom 19. storočia a začiatkom 20. storočia vedelo o jeho výsledkoch viacero vedúcich nemeckých fyzikov, jeho teoretické astrofyzikálne práce nadnes väčšinou upadli do zabudnutia. Ostáva úlohou pre nás, aby sme mu prinavrátili dôstojné miesto, ktoré mu v dejinách fyziky a astrofyziky bezpochyby patrí.

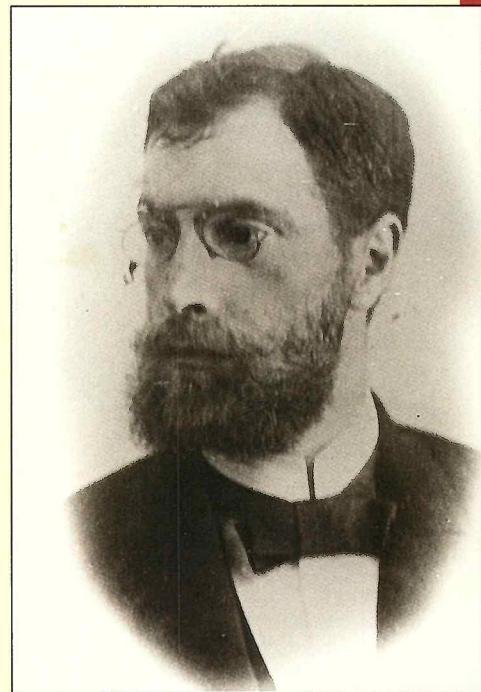
Lajos G. Balázs



Lajos G. Balázs,
astronóm, bývalý
riaditeľ Konkolyho
observatória
v Budapešti

Popri 140. výročí hviezdárne v Hurbanove a 170. výročí narodenia jej zakladateľa si v roku 2012 pripomenieme aj 150. výročie narodenia jedného z najtalentovanejších astronómov Konkolyho hviezdárne v Hurbanove, astronóma Radó Kövesligethyho. Konkoly sa k nemu správal ako k synovi (jeho dvaja synovia zomreli ešte v detstve a starší by bol približne v jeho veku). Program spektrálneho výskumu, ktorý Konkoly v Hurbanove začal, sa práve vďaka Kövesligethymu veľmi úspešne rozvíjal. V rokoch 1899 – 1904 sa Kövesligethy stal zástupcom riaditeľa Konkolyho hviezdárne v Hurbanove.

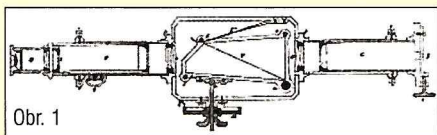
Vo svojom článku *Zrodila sa kvantová teória v Hurbanove?* (*Kozmos* 1/2009), ktorý preslávil hviezdárňu v Hurbanove zaujímavou historickou informáciou o možnom vzniku kvantovej teórie v Hurbanove, som o Kövesligethyho teórii v spojitosti s Bohrovým modelom atómu zatiaľ nepísal. Preto sa o autorovi tejto teórie Radó Kövesligethym zmienim podrobnejšie.



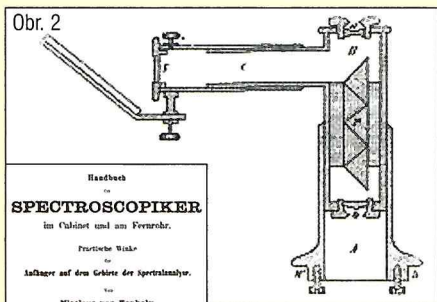
Radó Kövesligethy.



Eduard Pliško,
Slovenská
spektroskopická
spoločnosť,
Bratislava



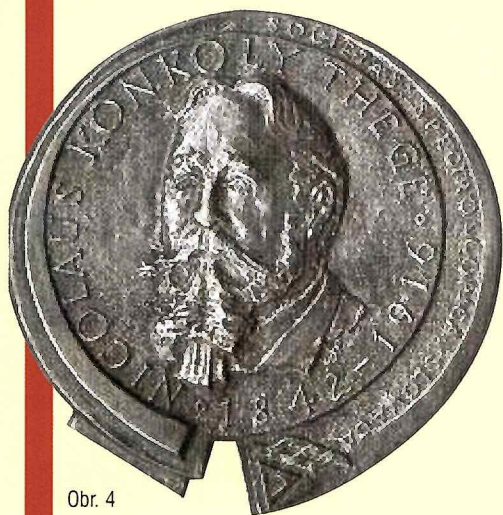
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Zásluhy Mikuláša Thege Konkolyho na rozvoji spektroskopie

Donedávna sme sa nazdávali, že spektrálnu analýzu na Slovensku po prvý raz využili v období druhej svetovej vojny v Považských strojárňach v Považskej Bystrici^[1-3]. Tento údaj je správny len do tej miery, že ide o priemyselné využitie pri analýze terestrických vzoriek. Len pred niekoľkými rokmi som však vďaka intenzívnemu záujmu o danú problematiku zistil na internete z prác pána Mgr. L. Drugu pre nás, spektrálnych analytikov, dosiaľ prakticky neznámu skutočnosť. Táto technika sa už o vyše polstoročia skôr intenzívne využívala na sledovanie zloženia nebeských telies v prvom európskom astrofyzikálnom observatóriu, nachádzajúcom sa v Hurbanove (bývalá Stará Ďala, za Uhorska Ó Gyalla), ktoré v tomto roku oslavuje už 140. výročie svojho vybudovania. Miestny rodák Mikuláš Thege Konkoly ho postavil v parku svojho kaštieľa. Tento významný, vo svetovom meradle známy vedec, sa okrem svojich astronomických pozorovaní (Slnka, Mesiaca, obežníc, komét, meteorov), metrologických výskumov (presný čas pre celé Uhorsko) a geomagnetických prác venoval aj spektroskopii, o čom som svojich kolegov venujúcich sa tejto problematike informoval v Spravodaji Slovenskej spektroskopической spoločnosti^[4].

Pri tejto príležitosti by som chcel i pre širšiu vedecky orientovanú oblasť záujemcov uviesť aspoň niekoľko údajov o výsledkoch jeho bohatej činnosti v spektroskopickom výskume nebeských telies. Mikuláš Thege Konkoly sa spektroskopii začal venovať už v roku 1872, t. j. len 13 rokov po jej objavení Bunsenom a Kirchhoffom. V jeho príspevku k rozvoju spektrálnej analýzy tak vo svetovom meradle predčí mnohých ďalších známych priekopníkov tejto progresívnej techniky, o čom sa doteraz, žiaľ, prakticky ani nevedelo.

V danej dobe komerčné zaobstaranie príslušnej astronomickéj techniky, ako aj prístrojov na pozorovanie spektier, nebolo ešte možné. Z uvedených dôvodov vytvoril M. Konkoly pri svojom observatóriu opticko-mechanickú dielňu na konštrukciu ním navrhnutých zariadení. Ako príklad uvádzam na obr. 1 a obr. 2 optické schémy pre jeho rozsiahle spektrálne sledovania skonštruovaných spektroskopov, slúžiacich ako osobitný prístroj napojený za astronomickým ďalekohľadom. (M. Konkoly: Értekezések a matematikai tudományok köréből, Budapest, 4, 1876 a 10, 1883).

Ako vidieť z obr. 2, vo svojich spektroskopoch prešiel na použitie Amiciho hranola, zloženého z 5 jednoduchých hranolov vyrobených striedavo z ľahkého korúnového a vysokodisperzného flintového skla. K danému zariadeniu postupne pripojil fotometer, umožňujúci urobiť i kvantitatívne uzávery za použitia vizuálneho porovnania svietivosti sledovaného objektu a elektrickej žiarovky, ako aj fotografickú registráciu, pričom prispel svojím podielom i k rozvoju fotografickej fotometrie.

Využitím uvedenej a stále zdokonaľovanej techniky M. Thege Konkoly zaznamenal a zverejnil vyše 2000 spektier hviezd, ktoré poslúžili neskôr ako podklad pre vypracovanie spektrálnej kategorizácie hviezd, početné spektrá bleskov, meteorov a jadier komét. Osobitne významné výsledky získal aj meraním odrazových (reflexných) spektier mesačných hornín a zodpovedajúcich pozemských hornín, čím dokázal zhodnosť zloženia oboch objektov. Okrem svojej bohatej astronomickej publikačnej činnosti napísal v nemeckom jazyku aj viac odborných kníh, venovaných spektroskopической problematike, spomedzi ktorých uvádzam len nasledovné tri^[5-7]. Prvá strana jednej z nich je uvedená na obr. 3. Ani jedna z uvedených kníh sa podľa môjho zistovania, žiaľ, v našich knižniciach nenachádza.

Ako ocenenie pamiatky uvedenej bohatej činnosti a príspevku k rozvoju spektroskopie Mikuláša Thege Konkolyho, narodeného a pracujúceho na terajšom slovenskom území v Hurbanove, pomenovala Slovenská spektroskopická spoločnosť v minulom roku zavedenú medailu, udeľovanú za zásluhy o rozvoj spektroskopie na Slovensku a vo svete významným domácim i zahraničným odborníkom, jeho menom. Tvar tejto bronzovej medaily s priemerom 10 cm a hmotnosťou (vrátane drevenej podložky) je 680 g. Medailu (na obr. 4) navrhla akademická sochárka Rozália Darázsová.

Eduard Pliško

Literatúra:

- [1] Pliško, E.: Slovak Geol. Mag., 9, 93 (2003)
- [2] Pliško, E.: Sbornik 130 let, Zkušebny a laboratoře, spol. s r.o., Vítkovice, 2003, str. 62
- [3] Pliško, E.: Súčasnosť a trendy analytickej chémie, Zborník prednášok, Kat. Analyt. Chémie PRIF UK, Bratislava, 2005, Pr.1
- [4] Pliško, E.: Spravodaj Slovenskej spektroskopической spoločnosti, 16/2, 37 (2009)
- [5] von Konkoly, N.: Praktische Anleitung zur Himmelsphotographie nebst einer kurzfasstem Anleitung zur modernen Operation und der Spectrographie im Cabinet, Halle a. S., 1883
- [6] von Konkoly, N.: Handbuch für Spectroscopie im Cabinet und am Fernrohr, W. Knapp, Halle a. S., 1890
- [7] von Konkoly, N.: Anleitung zur Spektralanalyse, Halle a. S., 1897

Spoločnosť Mikuláša Thege Konkolyho pôsobí na Slovensku už vyše dve desaťročia. Čo pripravila pri príležitosti výročí, ktoré sú spojené s hvezdárňou v Hurbanove a jej zakladateľom?

Spoločnosť sa venuje obnove, uchovávaniu a rozvoju vedeckého, kultúrneho a historického dedičstva dr. Mikuláša Thege Konkolyho. V minulosti iniciovala postavenie Konkolyho sochy na rovnomennom námestí v centre Hurbanova (2007) a zbierku na rekonštrukciu Konkolyho Paláca astrofyziky (2011). K slávnostnému otvoreniu Paláca astrofyziky má dôjsť pri príležitosti 100. výročia jej výstavby (2013). V súčasnosti spoločnosť získala skenové kópie Konkolyho korešpondencie od významných svetových astronómov, ktoré mieni poskytnúť odborníkom na podrobný výskum a vydať spolu s listami, ktoré im napísal Konkoly. Náročné bude aj spätné vyhľadávanie Konkolyho listov na observatóriách v rôznych miestach sveta. Verím však, že do najbližšieho „okružieho“ 150. výročia založenia hvezdárne (2021) sa to Konkolyho spoločnosti, za účinnej podpory SÚH a partnerských organizácií na Slovensku i v zahraničí, podarí.

Spoločnosť Mikuláša Thege Konkolyho

Historická budova hvezdárne.



V roku 1902 Maurice Loewy, rodák z Pezinka, riaditeľ hviezdárne v Paríži (Observatoire de Paris) a gróf Zeppelin z Drážďan Konkolymu napísali:

Som šťastný, že môžem prejavíť uznanie Kráľovskému meteorologickému inštitútu Maďarska a Vám osobne k Vašej šesťdesiatke. Z celého srdca oceňujem Vaše zásluhy, Vašu dlhoročnú snahu korunovanú reorganizáciou Meteorologického inštitútu, ktorý úspešne riadite. Prejavili ste vede veľkú službu, vďaka Vašej iniciatíve i Vašej nezištnej snahe a z vlastných prostriedkov vytvorili podmienky pre vysokú úroveň astronómie.

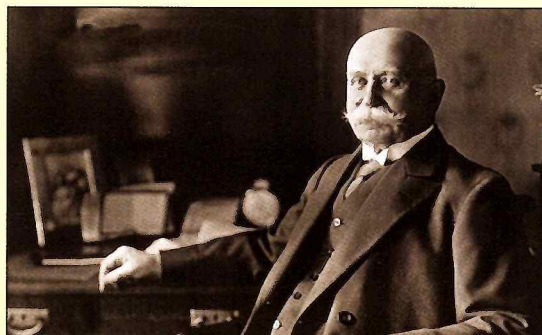
Využívam túto príležitosť na tichočné srdečné blahoželaní a mojich najmilších spomienok.



Loewy

Dozvedeli sme sa, že 20. tohto mesiaca dovŕšite 60 rokov. Pri tejto príležitosti dovoľte nám prejavíť obdiv k Vašej vynikajúcej činnosti v oblasti fyziky Zeme, najmä atmosféry, a zároveň vyjadriť sympatie, ktoré pocítujeme k Vašej duchovnej, umeleckej a poeticky umocnenej osobnosti.

Gróf von Zeppelin,
otec modernej vzduchoplavby




Niekdajšie jazierko v areáli hviezdárne.




M. Thege Konkoly a Johannes Franz Hartmann z Göttingenu.

Hviezdárna v Hurbanovu (Ógyalle) bola založená Dr. Mikulášom Konkoly-Thegem (1842 – 1916), ktorý je pokladaný za průkopníka astrofyzikálnych aktivít v Uhersku. V Hurbanovu súčasne bola založená i meteorologická a geofyzikálna observatoár. Pozorovania ve hviezdárne sa uskutočňovali od roku 1871. Konkoly-Thege bol od roku 1884 členom Uherskej Akadémie vied, od roku 1890 ředitelom štátného ústavu pro meteorologii a zemský magnetismus v Budapešti. Konkoly-Thege měl vzácné lidské vlastnosti. Svůj majetek v roce 1901 daroval státu s podmínkou, že po jeho smrti a smrti jeho manželky se rozprodá bezzemmům. Působil jako poslanec Uherského sněmu. Napsal nebo upravil pro klavír několik čardášů a fugu J. S. Bacha. Hvězdárna provádí rozsáhlou vědeckou činností. Mezi ně patří fyzika Slunce, fyzikální podstata komet, výzkum meteorů, planetek, planet, spektroskopii hvězd aj.

Česká a slovenská astronomie ve filatelii – 1992




Historická hviezdárň,
v Hurbanove (Stará Daľa)



50
SLOVENSKO


MIKULÁŠ KONKOLY-THEGE
(1842–1916)

Konkolyho „Univerzál“



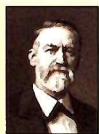
Čitateľom časopisu

KOZMOS



ZSF 26

Filatelistická
spomienka
na M. Thege
Konkolyho.



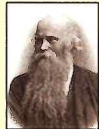
Auwers, Georg Friedrich Julius Arthur von (12. 9. 1838 – 24. 1. 1915) – nemecký astronóm, autor katalógu polôh a pohybov hviezd, ktorý sa venoval pozíčnej astronómii. Podľa pozorovania planétok a prechodu Venuše pred slnečným diskom určil paralaxu Slnka.



Bredichin, Fiodor Alexandrovič (8. 12. 1831 – 14. 5. 1904) – ruský astronóm, riaditeľ univerzitného observatória v Moskve. Založil moskovskú astrofyzikálnu školu. Jeho menom je pomenovaná planétka Bredichina 786 a kráter a Mesiaci.



Bruhns, Karl Christian (22. 11. 1830 – 25. 7. 1881) – nemecký astronóm, riaditeľ hviezdárne v Berlíne a Leipzigu. Zaoberal sa štúdiom komét.



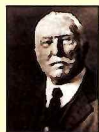
Copeland, Ralph (1837 – 1905) – anglický astronóm, riaditeľ kráľovského observatória v Edinburghu.



William Frederick Denning (25. 11. 1848 – 9. 6. 1931) – anglický astronóm, objavil niekoľko periodických komét a novu Cygni 1920. Je po ňom pomenovaný kráter na Marse a Mesiaci.



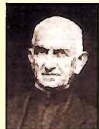
Désiré, Charles Emanuel van Monckhoven (1834 – 1882) – belgický chemik, fyzik a fotograf-výskumník. Autor viacerých kníh o fotografovaní a optike.



Doberck, William (1852 – 1941) – dánsky astronóm, zakladajúci riaditeľ hviezdárne v Hongkongu. Zaoberal sa štúdiom dvojhviezd.



Engelhardt, Vasiliij Pavlovič, Baron von Engelhardt, pseudonym Basilius von Engelhardt (júl 1828 – 17. 5. 1915) rusko-nemecký astronóm, zakladateľ hviezdárne v Drážďanoch, pozoroval premenné hviezdy. Je autorom trojzväzkového diela *Astronomické pozorovania*.



Fényi, Gyula (1845 – 1927) – maďarský astronóm a kňaz, pracoval na Haynaldovom observatóriu v Kalocsi. Známym sa stal výsledkami v oblasti pozorovania Slnka a slnečných protuberancií. Je po ňom pomenovaný kráter na Mesiaci a asteroid 115254.



Galle, Johann Gottfried (9. 6. 1812 – 10. 7. 1910) – nemecký astronóm, spolu s d'Arrestom vykonali prvé pozorovania novoobjavenej planéty Neptún.



Gothard, Jenő (31. 5. 1857 – 29. 5. 1909) – maďarský strojní inžinier a astronóm, objavil a vyfotografoval centrálnu hviezdu v prstencovej hmlovine súhvezdia Lýra. Úspešne spolupracoval s dr. Konkoly v Hurbanove.



Gothard, Sándor (1859 – 1939) – maďarský astronóm, brat a spolupracovník Jenő Gotharda. Zaoberal sa pozorovaním a štúdiom fyzikálnych vlastností planét Mars a Jupiter.



Haynald, Lajos (1816 – 1891) – doktor teológie, katolícky biskup a podporovateľ myšlienky vzniku hviezdárne v Kalocsi.



Heller, Ágost (1843 – 1902) – maďarský fyzik a historik vedy. Po štúdiách v Heidelbergu pôsobil ako profesor na reálke v Budíne a aktívne sa venoval práci v Prírodovedeckej spoločnosti.

Konkolyho

Hviezdáreň v Hurbanove (1871) sa priebehu niekoľkých desaťročí po svojom vzniku stala známou na celom svete. Svedčia o tom nielen dobové fotografie hviezdárne a jej vtedajšieho moderného prístrojového vybavenia, ale aj doposiaľ objavené listy, ktoré Konkolyemu napísali jeho súčasníci – dnes už v dejinách astronómie známi a slávni prírodovedci a astronómovia. Doteraz preštudovaný obsah listov, ktorých autormi sú aj osobnosti svetoznámych observatórií, dokresľujú úvahy o pozitívnom pôsobení a dobrom mene Konkolyho hviezdárne v Hurbanove (Ó Gyalla, Stará Ďala) a odhaľujú aj podrobnosti jej astrofyzickej činnosti a zamerania.

Bude zaujímavé podrobne preskúmať odborný obsah Konkolyho korešpondencie, ako aj spätne vyhľadať jeho listy a dozvedieť sa, čo napísal týmto významným osobnostiam astronómie.

Ladislav Druga



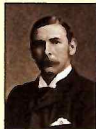
Helmert, Friedrich Robert (31. 7. 1843 – 15. 6. 1917) – nemecký geodet a matematik. Bol prezidentom globálnej geodetickej spoločnosti, členom Pruskej akadémie vied v Berlíne a členom Kráľovskej švédскеj akadémie.



Hoitsy, Pál (31. 12. 1850 – 23. 12. 1927) – maďarský astronóm, politik a publicista. Písal popularizačné články v oblasti astronómie a meteorológie. Preložil tiež *Populárnu astronómiu* C. Flammariona.



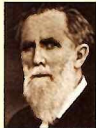
Huggins, William, Sir (7. 2. 1824 – 12. 5. 1910) – anglický astronóm, známy ako priekopník spektroskopie. Huggins ako prvý rozlíšil hmloviny a galaxie. Sú po ňom pomenované: kráter Huggins na Mesiaci, kráter na Marse, asteroid 2635 Huggins.



Christie, William Henry Mahoney, Sir (1. 10. 1845 – 2. 1. 1922) – anglický kráľovský astronóm a prezident Kráľovskej astronomickej spoločnosti. Zariadil observatórium v Greenwichi novými prístrojmi, zaoberal sa pozorovaním a fotografovaním nebeských telies.



Knobel, Ball Edward (21. 10. 1841 – 25. 7. 1930) – anglický chemik a astronóm. Zaoberal sa arabskou a perzskou astronómiou. V r. 1915 vydal novú verziu *Almagestu*. Bol prezidentom Britskej i Kráľovskej astronomickej spoločnosti. Je po ňom pomenovaný kráter na Marse.



Kobold, Hermann Albert (1858 – 11. 6. 1942) – nemecký astronóm. V rokoch 1880 – 1883 pracoval vo hviezdárni v Hurbanove. Šéfredaktor *Astronomische Nachrichten*. Je po ňom pomenovaná planétka 1164 Kobolda.



Køhl, Torvald Henrich Johann (7. 10. 1852 – 19. 3. 1931) – dánsky profesor, zriadil súkromné observatórium v Jüttlande.



Kövesligethy, Radó (1. 9. 1862 – 11. 10. 1934) – maďarský astronóm, zaoberal sa hviezdou spektroskopiou. Jeho meno sa objavuje aj v súvislosti s možným zrodom kvantovej teórie v Hurbanove.



Kuncz, Adolf József (18. 12. 1841 – 10. 9. 1905) – maďarský fyzik, kňaz a profesor v Szombathelyi. Má veľké zásluhy na rozvoji kultúrneho života vo všetkých oblastiach činnosti, v ktorých pôsobil.



Lakits, Ferenc (1850 – 1919) – maďarský matematik a astronóm. Vo hviezdárni v Hurbanove vykonával klasické astronomické pozorovania a merania pomocou kruhového mikrometra.



Lengyel, Béla (4. 1. 1844 – 11. 3. 1913) – maďarský chemik, akademik, vysokoškolský profesor. V rokoch 1900 – 1905 sa ako prvý v Maďarsku venoval štúdiu rádioaktívnych javov.



Litrow, Karl Ludwig (18. 7. 1811 – 16. 11. 1877) – rakúsky astronóm, riaditeľ viedenskej hviezdárne.



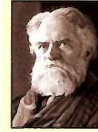
Loewy, Maurice (15. 4. 1833 – 15. 10. 1907) – francúzsky astronóm slovenského pôvodu (narodil sa v Pezinku). Riaditeľ observatória v Paríži. Je autorom fotografického atlasu hviezd *Chart du Ciel* a vynálezcom ďalekohľadu systému Coudé.



Martin, Lajos (30. 8. 1827 – 4. 3. 1897) – maďarský matematik a vynálezca. Zaoberal sa aviatikou.



Ernest-Barthélémy, Amiral Mouchez (24. 8. 1821 – 29. 6. 1892) – francúzsky námorný dôstojník, ktorý sa stal riaditeľom observatória v Paríži. Zdokonalil teodolit a meradliový ďalekohľad na presné meranie zemepisnej dĺžky.



Newcomb, Simon (12. 3. 1833 – 11. 7. 1909) – kanadsko-americký astronóm a matematik, venoval sa nebeskej mechanike, astrometrii a navigačnej astronómii. Vniesol významný vklad do teórie pohybu Mesiaca.



Niesten, Louis (1844 – 1920) – belgický astronóm, vynikajúci pozorovateľ Marsu. V roku 1882 zorganizoval expedíciu na pozorovanie prechodu Venuše pred diskom Slnka do Čile. Je po ňom pomenovaný kráter na Marse.

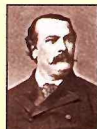


Captain Noble, William (1876-1904) – anglický astronóm, prvý prezident Anglickej astronomickej spoločnosti. Vo svojom súkromnom observatóriu v Maresfield, Sussex, študoval slnečné škvrny a zakryty nebeských telies.

korešpondencia

v rokoch 1867 – 1916

Zakladateľ
hvezdárne
v Hurbanove
dr. Mikuláš/
/Miklós/Nikolaus
Thege Konkoly
(20. 1. 1842 –
– 27. 2. 1916.
Je po ňom
pomenovaná
planétka
1445 Konkolya.
Meno pôvodného
názvu Hurbanova
nesie planétka
1259 Ógyalla.



Oppolzer, Theodor von (26. 10. 1841 – 26. 12. 1886) – rakúsky astronóm. Jeho najvýznamnejšia práca *Canon der Finsternisse* (1887) obsahuje tabuľky 8 000 zatmení Slnka a 5 200 zatmení Mesiaca od roku 1207 pred n.l. do roku 2162 n.l.



Pater Perry, Stephen Joseph, S. J. dr. Phil (1833 – 1889) – anglický astronóm, jezuitský kňaz, riaditeľ Stornyhurst observatória v Blackburne. Známy je svojimi expedíciami za tranzitom Venuše (1874) a zatmením Slnka do Indie (1886).



Petrovics (Pethö), Gyula (9. 9. 1848 – 6. 2. 1902) – doktor prírodných vied, geológ a paleontológ.



Polikeit, Karol (30. 3. 1849 – 21. 2. 1921) – slovenský pedagóg, prírodovedec a astronóm. Od roku 1872 učiteľ na reálke v Bratislave. Skúmal zloženie a fyzikálne pomery planét, uvažoval o osídlení vesmíru. Vydal dielo *Astronomia* (Bratislava 1895).



Scheibner, Wilhelm (8. 1. 1826 – 8. 4. 1908) – nemecký matematik pracoval na Univerzite v Lipsku.



Schenzl, Guido (28. 9. 1823 – 23. 11. 1890) – fyzik a meteorológ, zakladateľ a prvý riaditeľ Ústavu pre meteorológiu a geomagnetizmus v Budapešti (1870).



Schiaparelli, Giovanni (14. 3. 1835 – 4. 7. 1910) – taliansky astronóm. Popularitu si získal najmä jeho pozorovania Marsa a hypotézy o jeho osídlení rozumnými bytosťami.



Secchi, Angelo (29. 6. 1818 – 26. 2. 1878) – taliansky astronóm, zakladateľ astronomickej spektroskopie, 28 rokov riaditeľ observatória vo Vatikáne.



Spöhrer (Spoerer), Wilhelm Gustav Friederich (23. 10. 1822 – 7. 7. 1895) – nemecký astronóm, zaoberal sa slnečnou fyzikou. Určil periódy rotácie pre rôzne šírky na Slnku a polohu slnečného rovníka.



Steiner, Lajos (15. 6. 1871 – 2. 4. 1944) – maďarský meteorológ, geofyzik a astronóm. Zaoberal sa pozorovaním Slnka, určením pozícií komét a planétok a štúdiom vzájomných vzťahov medzi žiarením Slnka a magnetických polom Zeme.



Stone, Ormond (11. 1. 1847 – 17. 1. 1933) – americký astronóm, matematik a pedagóg. Bol pracovník US Naval Observatory a riaditeľom Cincinnati Observatory a aj prvým riaditeľom McCormick Observatory. Známy vydávaním *Análov matematiky*.



Strasser, Gabriel (28. 12. 1827 – 26. 7. 1886) – rakúsky astronóm, riaditeľ hvezdárne Kremsmünster. Člen meteorologickej spoločnosti vo Viedni a astronomickej spoločnosti v Lipsku.



Szili, Kálmán (Izsák) (29. 6. 1838 – 24. 7. 1924) – doktor prírodných vied, ministerský radca, člen akadémie vied. Významné úspechy dosiahol v oblasti termodynamiky. Bol prezidentom Prírodovednej spoločnosti, ktorá vydávala prírodovedné noviny (*Természettudományi Közlöny*).



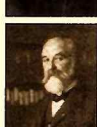
Šafařík, Vojtěch (26. 10. 1829 – 2. 7. 1902) – český chemik a astronóm. Študoval chémiu v Prahe, Berlíne a v Göttingene. V roku 1869 sa stal profesorom chémie na českej polytechnike. Je po ňom pomenovaný kráter na Mesiaci.



Tetens, Otto (26. 9. 1885 – 15. 2. 1945) – nemecký astronóm a meteorológ. Koncom 19. storočia pôsobil ako asistent na Konkolyho hvezdárni v Hurbanove.



Tóth, Mike Mihály (25. 9. 1838 – 3. 10. 1932) – maďarský prírodovedec, autor zbierky minerálov a profesor na jezuitskej strednej škole v Kalocsi. Je autorom prvého maďarského diela o fotografovaní.



Valentiner, Karl Wilhelm (22. 2. 1845 – 1. 4. 1931) – nemecký astronóm, riaditeľ hvezdárne v Manheime. V roku 1874 sa zúčastnil expedície za zatmením Slnka v Číne.



Vogel, Hermann Carl (3. 4. 1841 – 13. 8. 1907) – nemecký astronóm, spolupracoval s M. Konkolyom v oblasti spektroskopie. Je autorom spektroskopického katalógu hviezd.



Wartha, Vince (17. 7. 1844 – 20. 7. 1914) – maďarský chemik a vysokoškolský profesor. Najväčšie zásluhy mal v oblasti štúdia minerálov a prírodných zdrojov.



Weinek, Ladislav (13. 2. 1848 – 12. 11. 1913) – český astronóm, riaditeľ observatória na Klementine v Prahe. Od roku 1883 vedúci katedry astronómie na Karlovej univerzite v Prahe. Zaoberal sa fotografickou astrometriou a pozorovaním Mesiaca. Spolupracoval s hurbanovskou hvezdárňou.



Weiss, Edmund (26. 8. 1837 – 21. 6. 1917) – rakúsky astronóm, riaditeľ hvezdárne vo Viedni. Publikoval množstvo pozorovaní komét a eferidov v *Astronomische Nachrichten*. V roku 1892 vydal astronomický atlas (*Atlas der Sternwelt*). Je po ňom pomenovaný kráter na Mesiaci.



Winnecke, Friedrich August Theodor (5. 2. 1835 – 3. 12. 1897) – nemecký astronóm, pracoval v Pulkove a Strasburgu. Objavil alebo bol spoluobjaviteľom veľkého počtu komét (7P/Pons-Winnecke, Pons-Coggia-Winnecke-Forbes). Zostavil tiež zoznam dvojhviezd a našiel množstvo hmlovín.



Wolf, Max (imilian) Franz Joseph Cornelius (21. 6. 1863 – 3. 10. 1932) – nemecký astronóm, zaoberal sa astrofotografiou. Autor jednej z dvoch základných fotografických metód na identifikáciu planétok. Bol blízkym priateľom M. Konkolyho.



Zöllner, Johann Karl Friedrich (8. 11. 1834 – 25. 4. 1882) – nemecký astronóm, profesor fyziky a astronómie v Lipsku. Zakladateľ súčasnej astrofotometrie a konštruktér prvého hviezdneho fotometra (1861). Medzi prvými pozoroval protuberancie na Slnku pomocou spektroskopu.

Amatérské pozorovanie



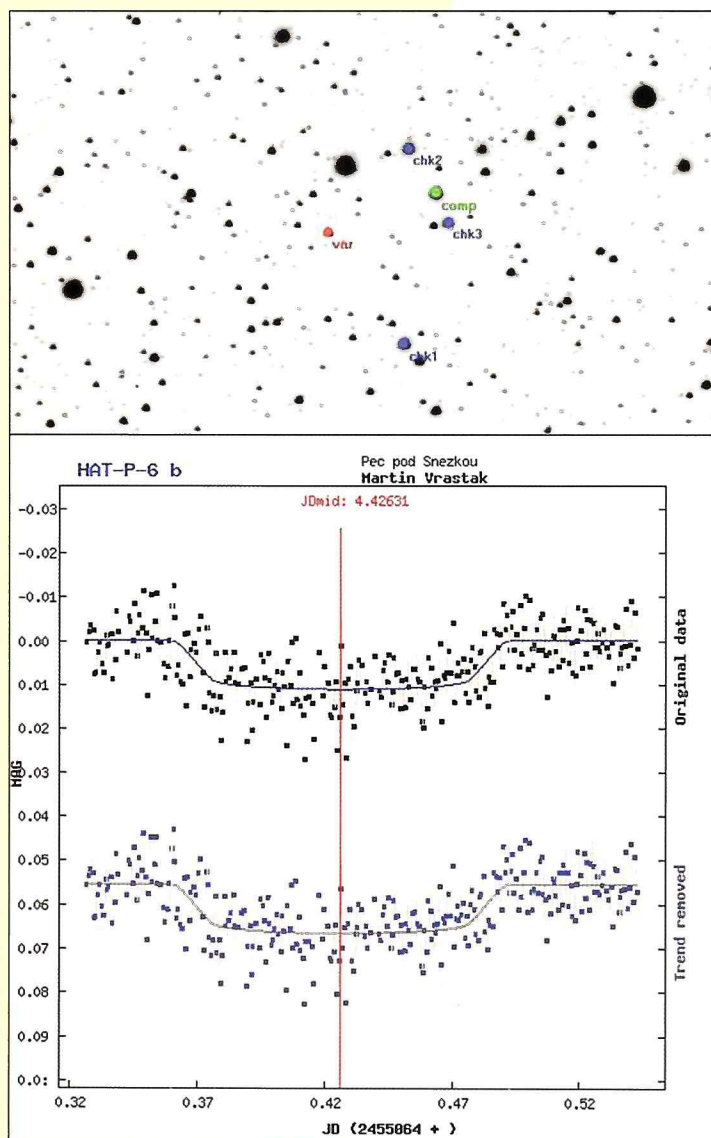
Obr. 1. Zostava s ktorou som pozoroval tranzit HAT-P-6b. Sonnar 4/300 v spojení s CCD G2-402.

Pravdepodobne každý aktívny pozorovateľ hviezdnej oblohy si aspoň raz vyskúšal vizuálne pozorovanie premennej hviezdy, pričom sa mu podarilo zostrojiť svetelnú krivku, prípadne určiť okamih minima. Niektorí pri tejto zaujímavej činnosti zostali a prešli na pozorovanie modernou CCD technikou v spojení s automatizovanými ďalekohľadmi.

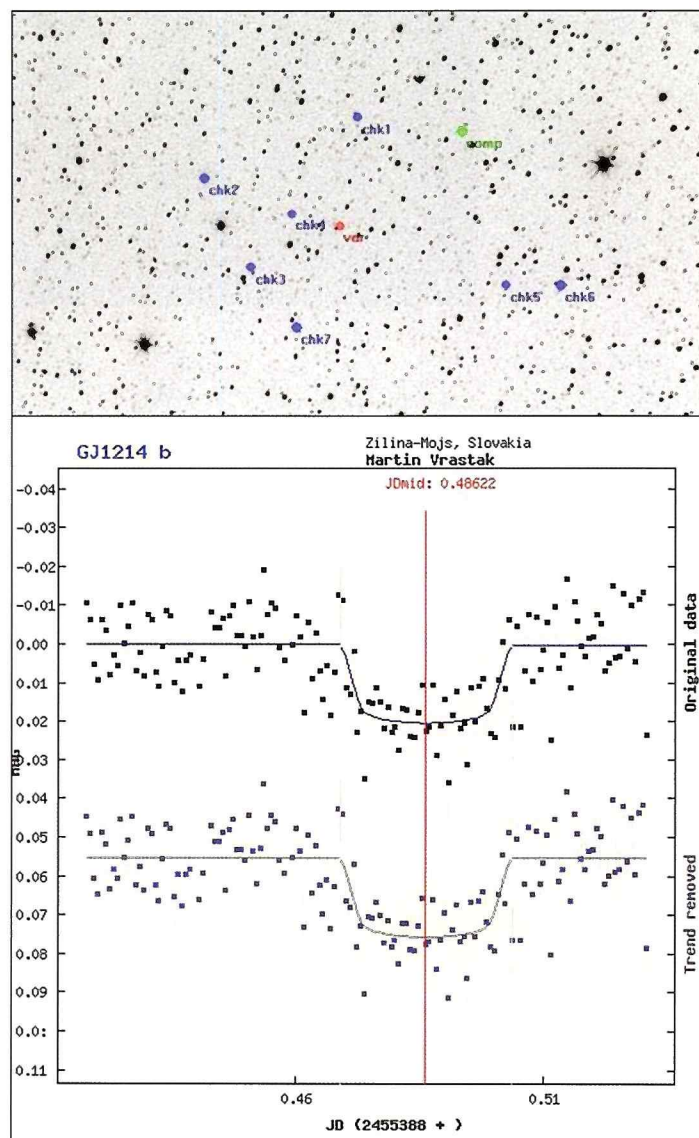
V posledných rokoch sa prudkým tempom začal rozvíjať nový vedný odbor – štúdium exoplanét, teda planét obiehajúcich okolo cudzích hviezd. Jednou z metód, ako „uvidieť“ exoplanétu, je pozorovať jej tranzit, teda prechod popred materskú hviezdu. Kotúčik exoplanéty zatieni zodpovedajúcu časť povrchu hviezdy, a tým spôsobí pokles jej jasnosti, ktorý sa dá zaznamenať. Ide v podstate o rovnaký mechanizmus, aký spôsobuje zmeny jasnosti zákrytových premenných hviezd, tak často pozorovaných astronómami amatérmi. Jediný a podstatný rozdiel je vo veľkosti poklesu jasnosti. Pri zákrytových premenných hviezdach hovoríme o zmenách jasnosti rádovo

desiatiny magnitudy až niekoľko magnitud. Pri exoplanétach ide o tisíciny, v lepšom prípade stotiny magnitudy. Napriek tomu existujú postupy, pomocou ktorých je možné CCD kamerou v spojení s ďalekohľadom takéto malé zmeny zaznamenávať a úspešne pozorovať tranzit exoplanéty napríklad doma v záhrade. Úplnú revolúciu v amatérskom pozorovaní exoplanét spôsobilo spustenie portálu <http://var2.astro.cz/> a programu TRESCA (TRansiting ExoplanetS and Candidats), kde je možné nájsť zoznamy objavených exoplanét, prípadne kandidátov, nachádzajú sa tam predpovede tranzitov, a najmä on-line protokol na spracovanie napozorovaných dát. Exoplanet transit database (ETD) zhromažďuje napozorované dáta a poskytuje rôzne štatistické prehľady.

Ako dlhoročný pozorovateľ premenných hviezd som neodolal a vyskúšal zaznamenať tranzit exoplanéty pomocou CCD kamery. Po prvý raz sa tak stalo na praktiku konanom v roku 2009 v Peci pod Snežkou a išlo o tranzit exoplanéty HAT-P-6b And. Jasnosť materskej hviezdy je 10,5 mag a po-



Obr. 2. Tranzit HAT-P-6b. Zdroj TRESCA.



Obr. 4. Tranzit superzeme GJ 1214b. Zdroj TRESCA

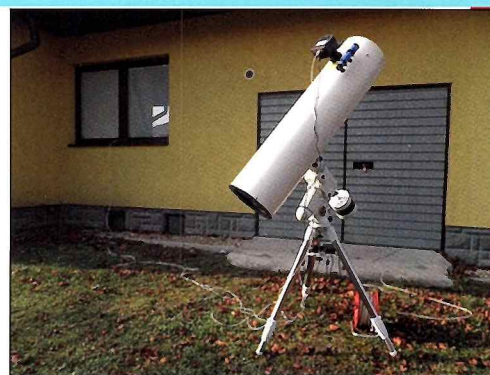
exoplanét

kles spôsobený exoplanétou je len 0,01 mag. Použil som teleobjektív Sonnar 4/300 v spojení s CCD kamerou G2-402 na montáži CG5 GOTO (obr. 1). Identifikačná mapka a získaná svetelná krivka je na obr. 2. Spracovanie CCD snímok som vykonal v programe Muniwin (Motl, 2003) a následne v on-line protokole TRESKA (Brát, Pejcha, 2008). Za zmienku stojí spomenúť, že ide o tranzit získaný jedným z najmenších ďalekohľadov v databáze ETD.

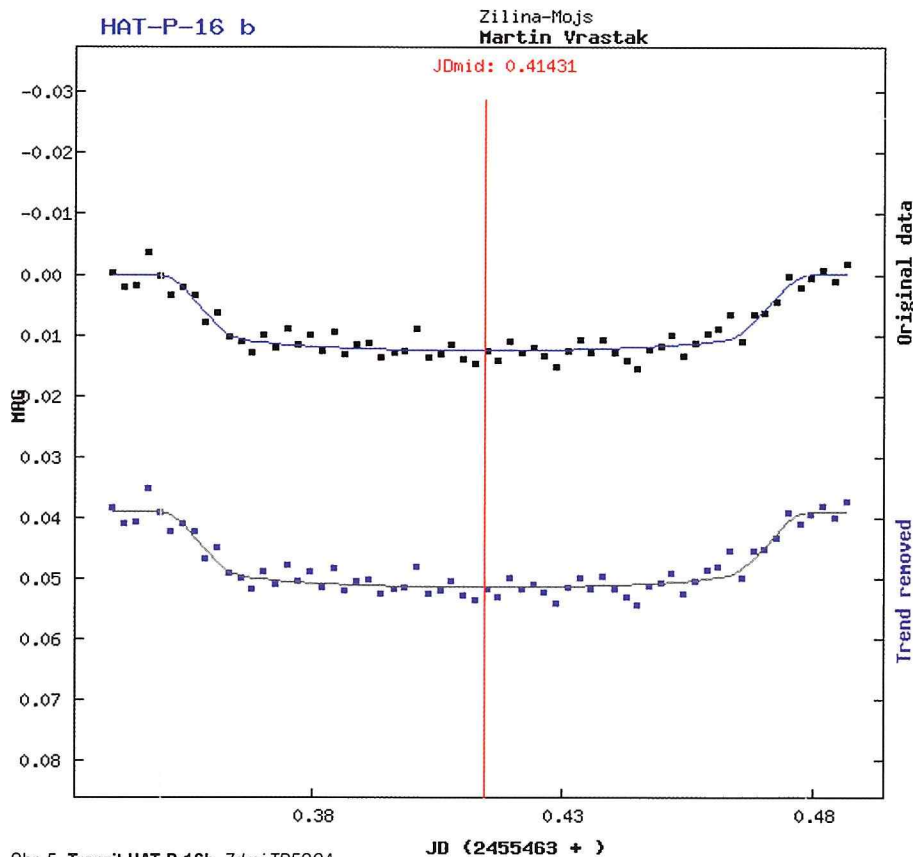
Ďalším, podstatne náročnejším úlohom bolo pozorovanie tranzitu superzeme GJ 1214b Oph. Materská hviezda exoplanéty je totiž červený trpaslík s priemerom 0,21 Rs vo vzdialenosti 13 pc od Zeme a jej jasnosť je len 14,7 mag. Samotná planéta má hmotnosť 6,55 Mz, periódu obehu 1,58 dňa a je obklopená hustou atmosférou. Pri uvedených parametroch to znamená, že teoretická hĺbka poklesu jasnosti materskej hviezdy v čase tranzitu je 0,017 mag. Na pozorovanie som použil Newton 240/1200 s CCD kamerou G2-1600 na montáži EQ6 (obr. 3). Pozoroval som v noci zo 7. na 8. júla 2010 v Mojšti pri Žiline. Identifikačná mapka a získaná svetelná krivka je na obr. 4. Z napozorovaných dát vyplýva, že dĺžka trvania tranzitu bola 50 ± 2 min a hĺbka poklesu 0,02 mag. Ďalším dôležitým parametrom, ktorý sa určuje zo svetelnej krivky, je okamih stredy tranzitu. Uvedené získané hodnoty sa zaznamenávajú v grafoch ETD. Dlhodobé série takýchto pozorovaní umožňujú analyzovať prípadné zmeny obežnej dráhy exoplanéty, ktoré môžu byť vyvolané rôznymi fyzikálnymi vplyvmi, napr. stáčaním priamky apsíd, rušivým vplyvom ďalších telies v sústave a pod.

Tretím tranzitom, o ktorom sa chcem zmieniť, bol tranzit exoplanéty HAT-P-16b And, ktorý som pozoroval 30. septembra 2010 na rovnakom mieste a s použitím rovnakej techniky ako v prípade GJ 1214b. Tento tranzit je zaujímavý tým, že sa mi podarilo dosiahnuť vysokú presnosť pozorova-

nia. Stredná odchýlka bodov od preloženej krivky je len 0,0013 mag (obr. 5). Vysoká presnosť bola dosiahnutá pomocou skladania vždy troch expozícií s dĺžkou 60 s a následným spriemerovaním svetelnej krivky s použitím 7 porovnávacích hviezd. Na spriemerovanie som použil program Fittool (Brát, 2009). Jedným z výstupov protokolu TRESKA je aj grafické záznamenanie napozoro-



Obr. 3. Newton 240/1200 s CCD kamerou G2-1600. Pozoroval som ním okrem iného aj tranzit GJ 1214b a HAT-P-16b.

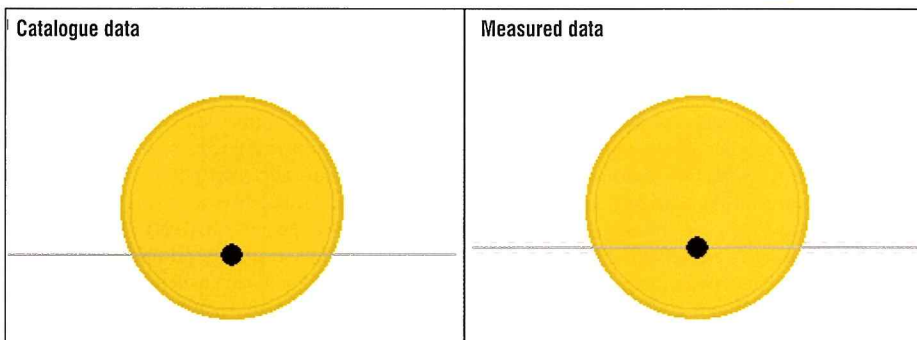
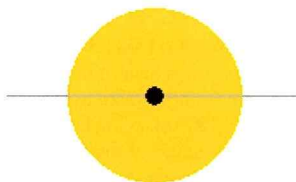


Obr. 5. Tranzit HAT-P-16b. Zdroj TRESKA

Derived system geometry

Catalogue data	Measured data
Rp: 1,289 +/- 0,066 R _{Jup}	1,292 -0,031 +0,030 R _{Jup}
R*: 1,237 +/- 0,054 R _{Sun}	fixed, errors included in i
A: 0,0413 +/- 0,0004 AU	fixed, errors included in i
Per: 2,77596 days	fixed
i: 86,6 +/- 0,7 °	86,92 - 0,34 1,36 + 0,39 3,08 °

Sun & Jupiter scale, $i=90^\circ$



Obr. 6. Porovnanie geometrie systému HAT-P-16b. Vľavo katalógové údaje, vpravo geometria vypočítaná z údajov, ktoré som napozoroval. Hore pre porovnanie geometria systému Slnko-Jupiter. Zdroj TRESKA

vaných parametrov, keď zo známeho priemeru materskej hviezdy, napozorovanej dĺžky trvania tranzitu a hĺbky tranzitu je vypočítaný priemer exoplanéty a sklon obežnej dráhy voči zornému uhlu i (obr. 6). Napozorovaný tvar sústavy sa zobrazuje vždy vedľa tabuľkovej sústavy, ktorej parametre obvykle publikuje objaviteľský tím, a taktiež v porovnaní so systémom Slnko – Jupiter. Pozorovateľ tak získava „hmataiteľnú“ predstavu o tom, čo vlastne napozoroval, a ako sú jeho dáta v súlade s dátami získanými na profesionálnych ďalekohľadoch.

Rozvoj pozorovacej techniky v poslednom období nám umožňuje vykonávať pozorovania, ktoré by ešte pred pár rokmi boli považované za sci-fi. Umožňuje nám dokonca získavať dáta, ktoré majú vysokú vedeckú hodnotu a ktorých presnosť pri dodržaní potrebných postupov je porovnateľná s profesionálnymi ďalekohľadmi. A v neposlednom rade predstava, že môžeme pozorovať planéty pri cudzích hviezdach, aj keď len nepriamo, je taká vzrušujúca, že mi počas jasných nocí nedá spať.

Ing. MARTIN VRAŠŤÁK
Liptovská Štiavnica

Exkurzia v Niepolomiciach

Už ani nepočítam, kolkú návštevu v Niepolomiciach som tentoraz absolvovala. Bolo ich už veľa a vždy je to o príjemných ľuďoch, zaujímavých podujatiach a veľmi pozitívnych pocitoch, ktoré mi zostávajú, keď sa vraciam domov do Prešova. Dni 17. a 18. september 2011 boli práve takéto. Už v máji tohto roku som sa ako účastníčka konferencie v Niepolomiciach dohodla s tamojším riaditeľom Mládežníckeho astronómického observatória Mgr. Mieczysławom J. Jaglom na septembrovej návšteve, ktorú sme plánovali pre členov našej prešovskej pobočky SAS pri SAV. Od konca augusta až do spomínaného termínu exkurzie sme s kolegyňou RNDr. Danicou Jančuškovou prežívali „cestovnú horúčku“. Pripraviť a dohodnúť program takejto návštevy pre 36 ľudí, ktorí o astronómii už niečo vedia, totiž nie je také jednoduché. A tak sme sa radili, telefonovali, rozposlali pozvánky a ani sme sa nenazdali a bolo to tu... 17. septembra 2011 presne o 7.00 h sme vyštartovali autobusom od budovy planetária v Prešove. Dodržiavanie presného času v takomto prípade bolo veľmi dôležité, keďže program bol veľmi bohatý a cesta do cieľa dlhá. Prvá zaujímavá zastávka bola v Krakove. Kto v tomto meste ešte nebol, vrelo odporúčam. Je to nádherné poľské mesto nad riekou Vislou s množstvom pozoruhodností. My sme si vybrali návštevu kostola sv. Petra a Pavla, kde sme mali dohodnutú prezentáciu experimentu potvrdzujúceho otáčanie Zeme okolo svojej osi prostredníctvom tzv. Foucaultovho kyvadla. Samotný kostol je nádhernou sakrálnou stavbou v blízkosti hlavného krakovského námestia, pričom Foucaultovo kyvadlo len umocňuje jeho výnimočnosť. Hodinová prezentácia v podaní Dr. Adama Michalca bola určite mimoriadnym zážitkom pre účastníkov exkurzie, no zďaleka nie jediným, ktorý nás čakal. Len pár minút od kostola sa nachádza Wawelský hrad. To bolo ďalšie miesto, ktoré sme nechceli obísť. Keďže hrad slúžil ako sídlo poľských kráľov viac ako 500 rokov, uchoval si svoje významné postavenie nielen v histórii poľského národa, ale je aj veľmi frekventovanou turistickou destináciou. Návštevu Krakova sme ukončili krátkou prechádzkou po historickom centre a onedlho nás už autobus viezol do Niepolomic. Riaditeľ observatória Mgr. Jagla nás srdečne privítal a po výdatnej večeri na Niepolomickom zámku sme zasadli do prednáškovej sály tunajšieho observatória. Vo svojej prezentácii nás riaditeľ oboznámil s ich bohatou astronómickou popularizačnou činnosťou, ktorá je zameraná najmä na miestnu mládež. Ich špecialitou sú cesty za zatmeniami Slnka, ktorých majú na konte už neúrekom: napríklad zatmenia v Turecku, Číne, na Sibíri a najnovšie pripravujú cestu za zatmením do Japonska, ktoré má nastať v roku 2012. Všetky tieto cesty, ktorých sa zúčastňovala aj niepolomická mládež, sú starostlivo



zdokumentované množstvom fotografií a dokumentárnych filmov.

Na druhý deň po raňajkách sme sa stretli s pracovníkom observatória Mgr. Januszom Niciewiczom, ktorý nás zaviedol do kupoly observatória, kde sme si prezreli projekciu Slnka prostredníctvom ďalekohľadu. Vo svojej prednáške nám predstavil „vesmír v kočke“. V novučičkom niepolomickom planetáriu (planetárium bolo otvorené iba 2 dni – od 16. 9. 2010) sme si mohli prezrieť jeden z ich prvých audiovizuálnych programov.

Program nášho podujatia sme dodržali podľa plánu a niektorí účastníci len s úsmevom poznamenali, že aj počasie bolo ako na objednávku.

Naše poďakovanie patrí poľským kolegom za ich mimoriadnu ústretovosť. A my sa s členmi našej prešovskej pobočky SAS pri SAV sa tešíme na ďalšie zaujímavé zážitky pri návštevách hviezdárni a planetárií, a možno nielen na Slovensku.

Aktivita bola finančne podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja.

**Renáta Kolivošková,
HaP Prešov**

Na 16. zjazde Slovenskej astronómickej spoločnosti pri SAV zvolili nové orgány spoločnosti



Odstupujúci predseda Dr. Zverko blahoželá novozvolenému Dr. Hricovi. Foto: P. Rapavý

Zjazd SAS pri SAV

16. riadny zjazd Slovenskej astronómickej spoločnosti pri SAV sa uskutočnil 22. – 23. septembra 2011 v priestoroch Štátnej vedeckej knižnice v Banskej Bystrici za účasti vyše 30 delegátov jednotlivých odbočiek, ktorí zhodnotili činnosť Spoločnosti od 15. zjazdu v roku 2007 a určili jej ďalšie smerovanie.

Zjazd bol súčasťou konferencie (Kuriózne spektrá – J. Zverko, História pozorovania meteorov v Banskej Bystrici – D. Očenáš, Od založenia sekcie po Park tmavej oblohy Poloniny – P. Rapavý, Kolaps a okno vo vyučovaní prírodných vied – M. Znášik, L. Kornoš, Zo života jednej odbočky – P. Begeni/D. Jančušková), ktorá poukázala na niektoré vedecké výsledky, dosiahnuté úspechy Spoločnosti, no poukázala napríklad aj na negatívny vývoj vo vyučovaní prírodovedných predmetov. Delegátov pobavili aj vtipné kreslené postery na fyzikálne témy zo zbierky L. Neslušana.

Správa o činnosti (L. Hric) bola dostatočne podrobná a venovala sa práci organizačnej, vedecko-výskumnej, edičnej, popularizačno-vzdelávacej aj spolupráci s inými organizáciami.

Z bohatej činnosti boli vyzdvihnuté úspechy Astronómckej olympiády (AO), činnosť Sekcie ochrany pred svetelným znečistením (SOPZ), Medzinárodný rok astronómie a expedície za zatmeniami Slnka. Úspešní riešitelia olympiády sa pravidelne zúčastňujú Medzinárodnej olympiády z astronómie a astrofyziky, kde získavajú popredné ocenenia, vrátane tých najvyšších. Práca nadšencov SOPZ vyvrcholila v roku 2010 vyhlásením Parku tmavej oblohy Poloniny. Podrobná správa bude zverejnená na stránke Slovenskej astronómckej spoločnosti.

Finančné prostriedky na činnosť spoločnosti boli získané aj od Agentúry na podporu výskumu a vývoja (AO) či v rámci programu Grundtvig (Predstavenie rannej európskej fotografie).

Positívom bolo konštatovanie, že záujem o členstvo v Spoločnosti má stúpajúci charakter a členská základňa sa rozrastá. Spoločnosť má 168 členov, z toho 14 čestných.

Správa predsedu revíznej komisie (M. Znášik) odporučila udeliť odstupujúcim funkcionárom absolutorium.

Za zjazde boli zvolené orgány spoločnosti. Predsedníctvo Hlavného výboru: Dr. L. Hric – predseda, Dr. M. Znášik – podpredseda, Dr. R. Gális – vedecký tajomník, Mgr. E. Kundra – hospodár.

Hlavný výbor: P. Rapavý, M. Vidovenc, J. Zverko, P. Ďuriš, S. Kaniansky, D. Očenáš, L. Kornoš. Revízna komisia: doc. Bahýl – predseda, Mgr. Gallová, Dr. M. Hajduková ml.

Zjazd vyjadril znepokojenie nad vývojom situácie vo vyučovaní prírodovedných a technických predmetov na základných a stredných školách SR. Za čestného člena bola zvolená RNDr. Olga Zibrínová, CSc., prvá riaditeľka hviezdárne v Banskej Bystrici.

Novozvoleným funkcionárom prajeme v ich práci veľa síl, vytrvalosti a nadšenia, aby sa úspešne začaté projekty darilo rozvíjať napriek nedostatku finančných prostriedkov, aby sa pochopenie významu astronómie a jej prínosu pre vedu ale i rozvoj osobnosti mladého človeka stalo adekvátnejšie a našlo svoju podporu v spoločnosti.

Príjemné stretnutia a pracovné rozhovory dotvorili atmosféru zjazdu a delegáti sa rozchádzali s dobrým pocitom z množstva vykonanej práce i s rozhodnutím čo najviac ju spropagovať, aby sa Slovenská astronómcká spoločnosť i astronómia viac zviditeľnila.

Pavol Rapavý



Slovenská výprava bezprostredne po odovzdaní medailí. (zľava) Dr. M. H. Bartolomejová, M. Račko, M. Kulich s bronzovou medailou, Dr. L. Hric, P. Kosec so zlatou medailou, M. Gašpárek, D. Imrich a Mgr. M. Vidovenec.

Žité kovy z Poľska

V dňoch 25. augusta až 3. septembra 2011 sa konala medzinárodná olympiáda z astronómie a astrofyziky v Chorzowe v susednom Poľsku. Zdá sa, že nás šťastena neopúšťala, pretože napriek nedostatku finančných prostriedkov sme sa mohli olympiády zúčastniť v plnom počte, čiže 5 študentov, 2 vedúci skupiny a 1 pozorovateľ. Zo študentov iba Peter Kosec, študent Gymnázia L. Štúra v Trenčíne, mal skúsenosti s medzinárodnými olympiádami, ostatní študenti ako Matúš Kulich, študent Gymnázia v Detve, Miroslav Gašpárek, študent Súkromného slovensko-anglického gymnázia v Žiline, Michal Račko z Gymnázia J. Lettricha v Martine a Dominik Imrich, študent Gymnázia na Konštantínovej 2 v Prešove, boli na medzinárodnej olympiáde prvý raz.

Študenti boli ubytovaní v hoteli v Chorzowe, nie až tak ďaleko od planetária, kde celá olympiáda prebiehala. Vedúci 29 skupín z 26 štátov sa tohto roku stretli v hoteli „U dobrego Pasterza“ v Krakove vo veľmi priateľskej atmosfére. Vedúcimi slovenskej skupiny boli Dr. Ladislav Hric, pracovník Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici, Dr. Mária Hricová Bartolomejová zo Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV a Mgr. Marián Vidovenec, pracovník Slovenskej ústrednej hviezdárne v Hurbanove. Tento rok olympiády bol pre nás v duchu ešte väčšieho pracovného nasadenia, pretože pribudla skupinová úloha, ktorá bola tiež pomerne náročná, a museli sme ju pre našich študentov jasne interpretovať v našom národnom jazyku. Skôr ako sme začali úlohy pre študentov prekladať, poľskí organizátori zorganizovali pre vedúcich exkurziu do planetária v Chorzowe a poukazovali nám nielen priestory, kde mali študenti riešiť úlohy, ale aj prístroje, ďalekohľady, pomôcky a kalkulačky slúžiace na výpočty, miesto pre pozorovanie praktickej úlohy a praktickú úlohu v planetáriu.

Úlohy boli veľmi náročné nielen teoretické, ale aj praktické a obzvlášť náročná bola úloha z dátovej analýzy od profesora Krainera, ktorý sa celý život venuje (O – C) diagramom zákry-

tových premenných hviezd. Úloha bola sťažená tým, že príslušná hviezda mala primárne i sekundárne minimum veľmi podobné.

Organizátori zabezpečili aj priame vysielanie televízneho obrazu z miestnosti v určenom čase keď študenti riešili úlohy. Okrem stretnutí, kde organizátori predstavovali navrhnuté príklady a vedúci ich prekladali do národných jazykov, prebehli aj voľby, a to voľba nového prezidenta medzinárodnej olympiády z astronómie a astrofyziky, ktorým sa stal Dr. Chatief Kunjaya z Indonézie a post generálneho sekretára zaujal Dr. Greg Stachowski z Poľska.

Čakanie na výsledky olympiády po vyriešení úloh študentmi a po namáhavom moderovaní vedúcich boli napäté, aj keď nám sa moderovalo pomerne dobre a často i v poľskom jazyku. Z výsledkov, ktoré sme si zaznamenávali počas moderovania, sme vedeli, že budeme mať aspoň jednu medailu, ale ešte sme netušili akú, pretože úlohy boli veľmi náročné a študenti zápasili aj s časovým limitom a samozrejme, aj s dávkou adrenalínu. Pre nás prvým prekvapením bol pri vyhlasovaní víťazov počas ceremónie s udeľovaním medailí Matúš Kulich, ktorý si išiel po zasluženú bronzovú medailu. Po nástupe strieborných medailistov, keď sa na pódiu neobjavila slovenská zástava, bolo jasné, že táto olympiáda pre nás nedopadla až tak zle, a že tento rok prinesieme na Slovensko ďalšie zlato. Vtedy sa už aj Petrovi Kosecovi z Trenčianskeho gymnázia pozdvihla náhoda a objavil sa mu slabý úsmev na tvári, keď zaznelo jeho meno pri vyhlasovaní zlatých medailí. Tohtoročné Petrovo zlato z Poľska má oproti minuloročnému azda väčšiu váhu, keďže to bola zatiaľ najťažšia olympiáda a navyše si obhájil svoje 4. miesto študenta astronómia vo svete.

Po eufórii z olympiády v Poľsku sme sa vrátili do reality na Slovensku. Napriek tomu, že sme sa tešili z úspechov našich študentov, ťaží nás veľký problém: Kde vziať aspoň pre troch našich študentov 3000 eur na letenky do Brazílie, aby sa mohli zúčastniť na medzinárodnej olympiáde z astronómie a astrofyziky v roku 2012 v Rio de Janeiro?

Dr. Mária HRICOVÁ BARTOLOMEJOVÁ,
Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV,
Dr. LADISLAV HRIC, Astronomický ústav SAV

Park tmavej oblohy žije!

Prvý Park tmavej oblohy Poloniny bol z iniciatívy SZAA slávnostne vyhlásený v Svine podpisom memoranda zúčastnených organizácií 3. decembra 2010 (*Kozmos 1/2011*). Zem ešte nedokončila ani svoj ďalší obchod okolo Slnka a nadšenci sa snažili.

V septembri bol vydaný plagát Parku s komplexnou textovou časťou o prírodných a kultúrnych zaujímavostiach, nechýbajú ani vhodné pozorovacie miesta a turistické či ubytovacie možnosti. Plagát spracoval P. Begeni a P. Rapavý. Na jeho vydaní sa podieľala SÚH Hurbanovo, Vihorlatská hviezdárňa a SZAA. Na týchto miestach môžu vážni záujemcovia tento plagát aj získať.

Propagačný materiál Parku bo vydaný aj v anglickej verzii vďaka finančnej pomoci Slovenskej astronomickej spoločnosti, a za obcou Uličské Krivé bola inštalovaná nová veľkorozmerová obojstranná informačno-propagačná tabuľa. Tento projekt SZAA bol podporený Nadáciou Orange.



Inštalácia tabule.

Tabuľa je venovaná zaujímavostiam na 49. rovnobežke, ktorá Parkom prechádza. Ak by sme sa po nej vydali, navštívili by sme napríklad historické centrum Prešova, Spišský hrad, najväčšie letisko Ch. de Gaulla v Paríži či dlhú hranicu medzi USA a Kanadou. V Uličskom Krivom je unikátna drevená cerkva svätého archanjela Michala a kaplnka I. Čokinu. V katastri obce je aj jedinečný prales Rožok (od roku 2007 zapísaný v Zozname svetového dedičstva UNESCO) a mnoho ďalších zaujímavostí. Jedinečnosti Polonín je však možné vychutnať si nielen cez deň ale najmä počas noci, pod najtmavšou oblohou na Slovensku, plnou hviezd nad hlavou.

Vydané materiály sú dostupné na stránke <http://svetelneznecistenie.sk>.

Ak chcete s nami spolupracovať či podporiť nás, budeme len radi.

Text a foto: **Pavol Rapavý**

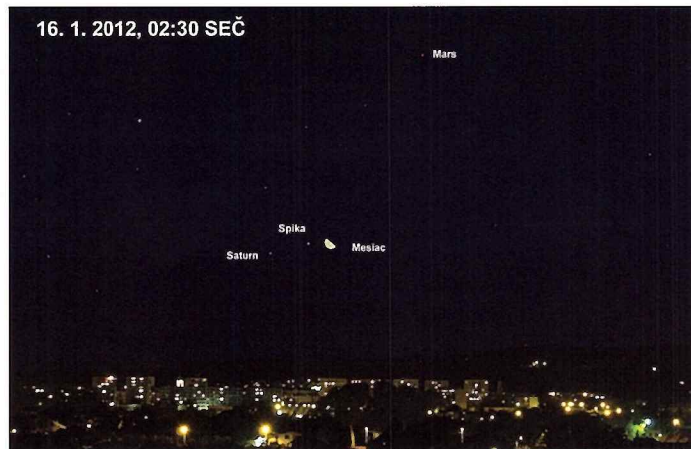
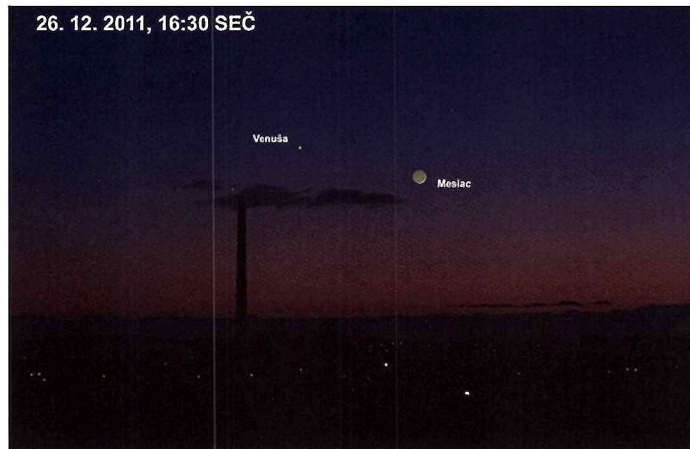


Presné označenie 49. rovnobežky.

December 2011 – január 2012

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári



V večernú oblohu skrášľia brilantná Venuša, takmer celú noc bude neprehliadnuteľný aj Jupiter, okrem večera aj zjasňujúci sa Mars a nad ránom už bude nad obzorom aj Saturn. Decembrové úplné zatmenie Mesiaca uvidíme síce len čiastočne, no jeho malá výška nad obzorom má svoju výhodu pre fotografov. Právú žatvu budú mať azda aj milovníci komét a asteroidy pripraví niekoľko zaujímavých zoskupení s objektmi nočnej oblohy. Ak si k tomu všetkému ešte pripočítame aktivitu meteorických rojov, tak nás čakajú dva skvelé mesiace.

Planéty

Merkúr je uhlovo blízko pri Slnku a zapadne ešte počas občianskeho súmraku, a keďže je v malej fáze, je nepozorovateľný. 4. 12. je v dolnej konjunkcii, avšak po nej sa presunie na rannú oblohu a jeho viditeľnosť sa bude rýchlo zlepšovať. Koncom prvej dekády je na konci nautického súmraku už vo výške 5° ako objekt 1,5 mag a 23. 12. v najväčšej západnej elongácii (21,8°) s jasnosťou -0,4 mag. V tomto období by sme ho mali vidieť bez problémov. V deň elongácie bude pod ním aj úzky kosáčik Mesiaca, čo iste zaujme aj majiteľov fotoaparátov. Po elongácii sa začne zvoľna uhlovo približovať k Slnku a v polovici januára vychádza na začiatku občianskeho súmraku (-0,4 mag), neskôr zanikne na presvetlenej oblohe.

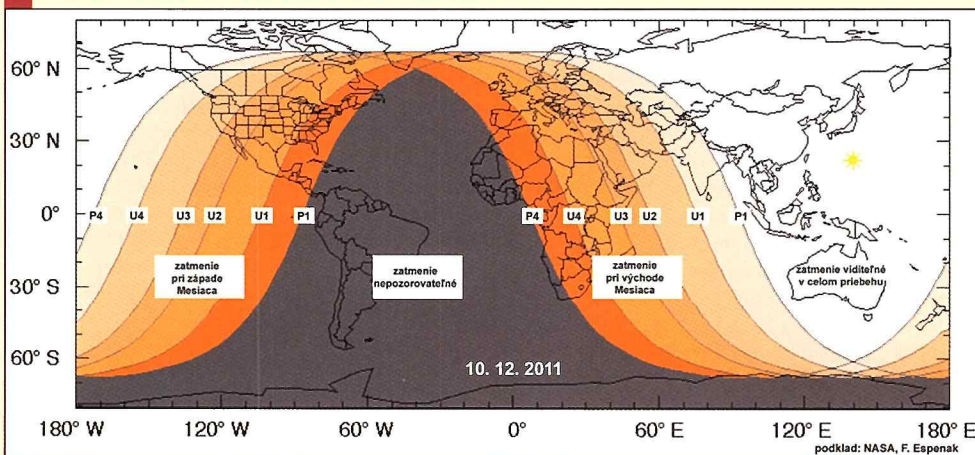
Venuša (-3,9 až -4,1 mag) sa konečne dostáva uhlovo ďalej od Slnka a skrášľuje večernú oblohu.

Začiatkom decembra je na konci občianskeho súmraku vo výške 7° a necelý stupeň južnejšie je λ Sgr (2,8 mag), podľa ktorej si môžeme všimnúť jej vlastný pohyb medzi hviezdami. O dva dni neskôr už bude 2,5° východnejšie a južne od guľovej hviezdokopy M 22 (5,1 mag). Ešte lepšie si pohyb Venuše všimneme okolo 6. – 8. 1., keď bude prechádzať ponad hviezdy γ Cap (3,7 mag) a δ Cap (2,9 mag). 13. 1. si v ďalekohľade v dostatočným zorným polom môžeme pozrieť súčasne Venušu s Neptúnom, nakoľko ich bude deliť len 1,1°.

Konjunkcie s Mesiacom 27. 12. a 26. 1. nebudú nejako tesné, no vzhľadom na jasnosť oboch telies skrášľia večernú a časť nočnej oblohy, keďže zapadnú až počas astronomickej noci. Nakoľko je Venuša v tomto období od nás ďalej ako Slnko, v ďalekohľade ju uvidíme vo fáze 0,9 až 0,7; jej zdanlivý uhlový priemer sa zväčší z 12 na 15".

Mars (0,7 až -0,5 mag) vychádza hodinu pred

Zatmenie Mesiaca 10. 12. 2011



Najbližšie úplné zatmenie Mesiaca je 23. zatmením (zo 71 zatmení) série saros 135. Pri ostatnom júnovom prechádzal Mesiac v blízkosti stredu zemského tieňa, teraz sa doň ponorí len nakrátko a tak úplná fáza bude trvať len 51 minút (veľkosť zatmenia je 1,11) a od nás uvidíme len jej koniec. Výhodnejšie na tom sú pozorovatelia na východnom Slovensku, kde Mesiac vychádza skôr.

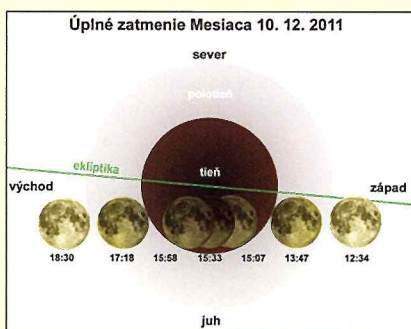
Zatmenie v celom jeho priebehu bude pozorovateľné z Austrálie, východnej a juhovýchodnej Ázie, väčšiny Pacifiku, Aljašky a časti Kanady.

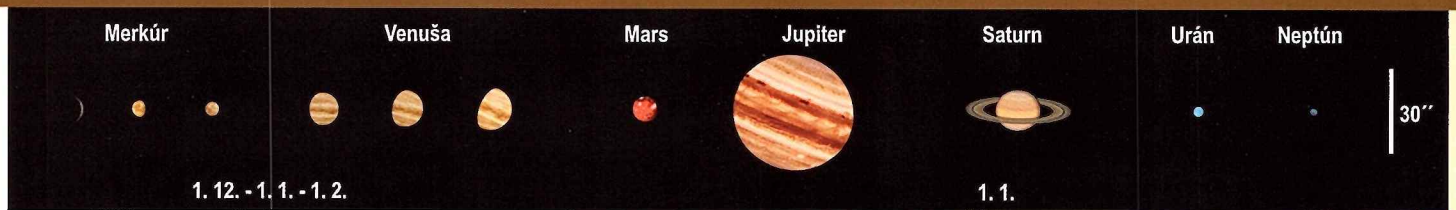
Pri tomto zatmení môžeme vhodne využiť malú výšku Mesiaca nad obzorom a získať tak zaujímavé fotografie pekne sfarbeného Mesiaca s vhodným popredím, ktorý bude na veľmi zaujímavom hviezdnom pozadí v Býkovi. Vpravo nájdeme Hyády s Aldebaranom, nad ním vyššie Plejády a vľavo hore Povožníka s jasnou Kapellou. Z planét nad východom upúta Jupiter a nad západným obzorom jasná Venuša.

Najbližšie zatmenie Mesiaca 4. 6. 2012 (fáza 0,37) od nás pozorovateľné nebude a polotieňové zatmenie 28. 11. 2012 (fáza 0,93) nastane taktiež pod obzorom, Mesiac vychádza u nás až po jeho maximálnej fáze. Z nášho územia uvidíme najbližšie čiastočné zatmenie vo veľmi malej fáze (fáza 0,02) 25. 4. 2012 a úplné (fáza 1,28) až 28. 9. 2015. **Pavol Rapavý**

Priebeh zatmenia (pre polohu Rimavskej Soboty)

	SEČ	výška Mesiaca nad obzorom [°]	výška Slnka nad obzorom [°]
začiatok polotieňového zatmenia	12:34	-18	17
začiatok čiastočného zatmenia	13:47	-14	13
začiatok úplného zatmenia	15:07	-5	4
maximálna fáza	15:33	-1	1
koniec úplného zatmenia	15:58	2	-2
koniec čiastočného zatmenia	17:18	13	-15
koniec polotieňového zatmenia	18:30	24	-27





polnocou v Levovi ako červenastý objekt s jasnosťou 0,7 mag, 15. 1. sa presunie do Panny. Do konca januára sa jeho viditeľnosť zlepší, nad obzor sa dostane už o 20. hodine. 25. 1. je v zastávke a začne sa medzi hviezdami pohybovať späťne (k západu). Priblíži sa k nám z 1,32 na 0,81 AU, jeho uhlový priemer sa zväčší zo 7 na 12", čo je však pomerne málo na sledovanie jeho albedových útvarov. Konjunkcie s Mesiacom 17. 12. a 13. 1. sú nevyrazné, vzdialenosť bude len okolo 9". Z hľadiska fázy Mesiaca je výhodnejšia tá prvá, no keďže Mars je už dostatočne jasný, iste potešia obe.

Jupiter (-2,8 až -2,4 mag) je v Baranovi, no už 5. 12. sa presunie do Rýb. 26. 12. je v zastávke, začne sa pohybovať v priamom smere a 8. 1. sa vráti späť do Barana.

Je neprehliadnuteľnou ozdobou nočnej oblohy, začiatkom decembra zapadne až o 4. hodine a koncom januára o polnoci. Už tričtvrtim uvidíme jeho štyri najväčšie mesiace a v ďalekohľade zaujme jeho spoštený disk s výraznými oblačnými pásmi aj Veľkou červenou škvrnou.

Konjunkcie s Mesiacom 6. 12., 3. 1. a 30. 1. nie sú najtesnejšie (okolo 4"), no vzhľadom na jasný Jupiter zaujmú. Fáza Mesiaca bude stále menšia, pri poslednej konjunkcii bude pred prvou štvrtou.

Saturn (0,8 – 0,6 mag) je nad obzorom ráno v Panne, vychádza po 3. hodine, jeho viditeľnosť sa však zlepšuje a koncom januára už vychádza pred polnocou. Juhozápadne od Saturna bude Spika a ich vzdialenosť sa zväčší zo 4,7 na 7,2". Už v malom ďalekohľade uvidíme jeho široko roztvorené prstence, ktoré pozorujeme zo severnej strany. Ich skutočná krása však vynikne len pri dostatočnom zväčšení; zaujme Cassiniho delenie. 15. 12. uplynie 45 rokov od Dolfusovho objavu Janusa, jedného z jeho najzaujímavejších mesiacov. Janus má viazanú rotáciu a kedysi s mesiacom Epimetheus tvorili pravdepodobne jedno teleso.

Konjunkcie s Mesiacom 20. 12. a 16. 1. sú nevyrazné, len okolo 7".

Urán (5,8 – 5,9 mag) je v Rybách, zapadne hodinu po polnoci, koncom januára však už o 21. hodine. Do 10. 12. sa pohybuje späťne, potom sa jeho pohyb medzi hviezdami zmení na priamy. Vlastný pohyb je možné počas oboch mesiacov dobre sledovať porovnaním s hviezdou SAO 128569 (6,3 mag), od ktorej bude 13. 1. 13" severne. V ďalekohľade ho pomerne ľahko zidentifikujeme ako malý zelenkastomodrý kotúčik.

Konjunkcie s Mesiacom 4. 12., 31. 12. a 28. 1. budú nenápadné, so vzájomnou vzdialenosťou len okolo 5".

Neptún (7,9 – 8,0 mag) je vo Vodnárvi, zapadá 2 hodiny pred polnocou, koncom tohto obdobia už po 18. hodine. 1. 12. bude severne od neho Mesiac pred prvou štvrtou, ďalšie konjunkcie nastanú 28. 12. a 25. 1. Konjunkcia s Venušou 13. 1. je opísaná vyššie. Na oblohe ho nájdeme už malým ďalekohľadom 1,5" severne od α Aqr (4,3 mag) ako pokojne svietiaci namodravý bod, pri dostatočnom zväčšení aj ako kotúčik s priemerom 2".

Mesiac a jeho meniaci sa uhlový rozmer si môžeme zdokumentovať 16. 1. (posledná štvrt, prízemie 17. 1.) a 31. 1. (prvá štvrt, odzemie 30. 1.) a 24. 1. sa pokúsme vyhľadať tenučký kosáčik Me-

siaca. Pol hodiny po západe Slnka bude vo výške takmer 10", takmer rovnakom azimute ako zapadlo Slnko a len 32,3 hodiny po nove. Kosáčik bude prekvapivo úzky, z Mesiaca budú osvetlené len 2 %.

Úplné zatmenie Mesiaca bude od nás pozorovateľné len čiastočne, viac je v samostatnom prípevku *na strane 38*.

22. 12. Slnko dosiahne najjužnejšiu časť ekliptiky, nastane **zimný slnovrat**, po ňom sa začne presúvať severnejšie, noci sa začínajú skracovať.

5. 1. bude **Zem v perihéliu**, minimálnej vzdialenosti od Slnka, len 0,98328 AU.

Trpasličie planéty

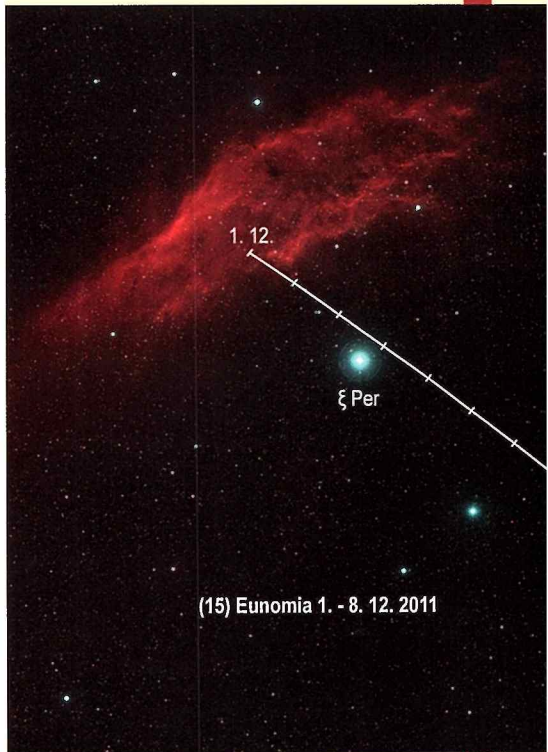
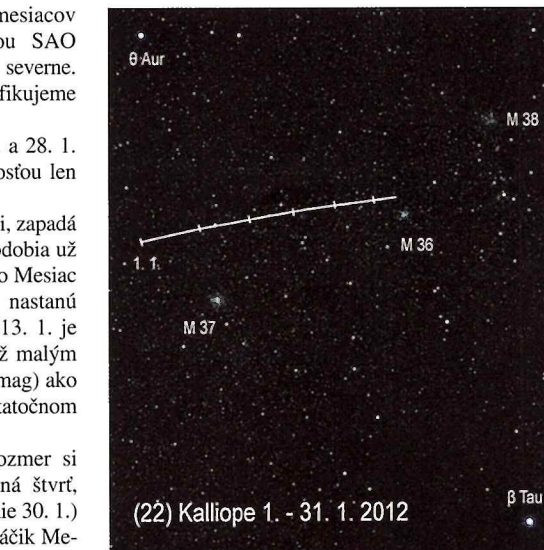
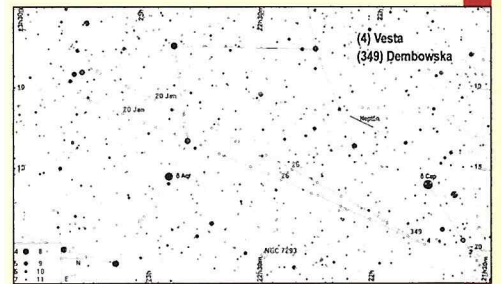
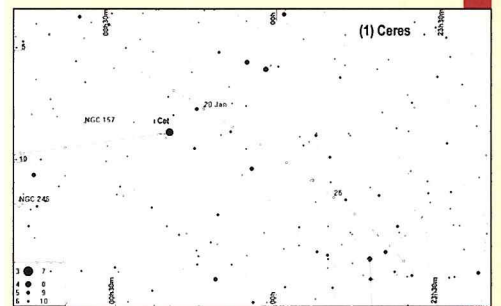
(1) **Ceres** (8,8 – 9,2 mag) sa presunie z Vodnára cez Veľrybu do Rýb. Zapadá ešte pred polnocou, jeho viditeľnosť sa však skrúti a koncom januára zapadá o 21. hodine. Uhlovo sa k Slnku priblíži zo 100 na 54", jej vzdialenosť od nás sa zväčší z 2,61 na 3,37 AU.

(134340) **Pluto** (14,3 mag) je v Strelcovi, a nakoľko je 29. 12. v konjunkcii so Slnkom, je nepozorovateľný. Dva dni po konjunkcii bude od nás najďalej 33,135 AU.

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (80) Sappho (3. 12.; 10,2 mag), (12) Victoria (5. 12.; 10,5 mag), (198) Ampella (15. 12.; 10,8 mag), (109) Felicitas (18. 12.; 10,8 mag), (22) Kalliope (24. 12.; 10,0 mag),

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida (1) Ceres				
1. 12.	23 ^h 34,2 ^m	-15°13,6'	8,8	99,5
6. 12.	23 ^h 36,4 ^m	-14°36,1'	8,8	95,3
11. 12.	23 ^h 39,1 ^m	-13°56,6'	8,9	91,2
16. 12.	23 ^h 42,2 ^m	-13°15,2'	8,9	87,2
21. 12.	23 ^h 45,7 ^m	-12°32,0'	9,0	83,2
26. 12.	23 ^h 49,5 ^m	-11°47,5'	9,0	79,3
31. 12.	23 ^h 53,7 ^m	-11°01,5'	9,1	75,6
5. 1.	23 ^h 58,1 ^m	-10°14,4'	9,1	71,8
10. 1.	00 ^h 02,9 ^m	-09°26,2'	9,1	68,2
15. 1.	00 ^h 07,9 ^m	-08°37,2'	9,2	64,6
20. 1.	00 ^h 13,2 ^m	-07°47,4'	9,2	61,1
25. 1.	00 ^h 18,6 ^m	-06°56,9'	9,2	57,6
30. 1.	00 ^h 24,3 ^m	-06°05,9'	9,2	54,2





Kométa 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková z dielne Martina Gembece, ktorý ju exponoval 1. 10. ráno (Canon 30Da, Celestron ED 80/600 + Vixen 0,67x, 8x3 min, ISO 800). Najjasnejšia hviezda na snímke má 5,6 mag (44 Leo) a chvost má dĺžku asi 2,5°.

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida kométy Garradd (C/2009 P1)				
1. 12.	17 ^h 30,5 ^m	+20°39,0'	7,6	45,2
6. 12.	17 ^h 30,3 ^m	+21°17,9'	7,6	44,9
11. 12.	17 ^h 30,3 ^m	+22°03,7'	7,5	45,3
16. 12.	17 ^h 30,3 ^m	+22°57,2'	7,5	46,2
21. 12.	17 ^h 30,4 ^m	+23°59,0'	7,4	47,8
26. 12.	17 ^h 30,3 ^m	+25°10,4'	7,4	49,8
31. 12.	17 ^h 30,2 ^m	+26°32,4'	7,4	52,3
5. 1.	17 ^h 29,8 ^m	+28°06,3'	7,3	55,3
10. 1.	17 ^h 29,0 ^m	+29°53,7'	7,3	58,7
15. 1.	17 ^h 27,8 ^m	+31°56,4'	7,2	62,4
20. 1.	17 ^h 26,0 ^m	+34°16,6'	7,2	66,4
25. 1.	17 ^h 23,3 ^m	+36°56,4'	7,2	70,8
30. 1.	17 ^h 19,4 ^m	+39°58,1'	7,1	75,4

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida kométy P/Levy (P/2006 T1)				
1. 12.	22 ^h 34,5 ^m	+34°57,0'	9,3	103,9
6. 12.	22 ^h 42,2 ^m	+39°22,5'	9,1	101,0
11. 12.	22 ^h 52,5 ^m	+31°40,0'	8,8	98,4
16. 12.	23 ^h 05,4 ^m	+29°45,4'	8,5	96,0
21. 12.	23 ^h 21,2 ^m	+27°32,4'	8,3	93,9
26. 12.	23 ^h 40,3 ^m	+24°52,5'	8,0	92,2
31. 12.	00 ^h 03,3 ^m	+21°34,4'	7,7	90,8
5. 1.	00 ^h 30,4 ^m	+17°24,3'	7,5	90,1
10. 1.	01 ^h 02,2 ^m	+12°09,1'	7,3	90,0
15. 1.	01 ^h 38,7 ^m	+05°44,2'	7,1	90,9
20. 1.	02 ^h 19,3 ^m	-01°33,8'	7,0	92,8
25. 1.	03 ^h 02,5 ^m	-09°01,6'	7,1	95,5
30. 1.	03 ^h 46,2 ^m	-15°44,6'	7,2	98,6

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida kométy 21 P/Giacobini-Zinner				
26. 12.	19 ^h 48,3 ^m	-04°30,5'	11,8	29,2
31. 12.	20 ^h 06,9 ^m	-04°38,6'	11,6	28,3
5. 1.	20 ^h 26,2 ^m	-04°43,1'	11,4	27,5
10. 1.	20 ^h 46,1 ^m	-04°43,9'	11,2	26,7
15. 1.	21 ^h 06,4 ^m	-04°41,1'	11,0	26,0
20. 1.	21 ^h 27,3 ^m	-04°34,9'	10,9	25,4
25. 1.	21 ^h 48,5 ^m	-04°25,2'	10,7	24,9
30. 1.	22 ^h 10,0 ^m	-04°12,3'	10,6	24,5



Kométa C/2009 P1 (Garradd) 21.10.2011. Canon 30D, Celestron ED 80/600 + Vixen 0,67x, 10x4 min, ISO 1600. Najjasnejšia hviezda vľavo je SAO 103106 (5,6 mag), plazmový chvost je dlhší ako 1°. Foto: Martin Gembec

(39) Laetitia (12. 1.; 10,0 mag), (356) Liguria (29. 1.; 11,0 mag).

Najjasnejšia ešte stále ostáva (4) Vesta, zapadá vo večerných hodinách. 9. 12. sa presunie z Kozorožca do Vodnára a len o niečo severnejšie od nej sa bude pohybovať aj (349) Dembowska (11,1 až 11,3 mag).

Niekoľko asteroidov sa priblíži k objektom nočnej oblohy, čo bude iste inšpirovať majiteľov vhodnej fotografickej techniky.

(198) Ampella bude prechádzať 27. – 30. 12. popred jasnú, no riedku otvorenú hviezdokopu NGC 1746 (6,1 mag) a (22) Kalliope prejde 6. 1. 13° severne od veľmi peknej, jasnej otvorenej hviezdokopy M 37 (5,6 mag). Svoju januárovú púť Aurigou skončí necelý polstupeň severovýchodne od ďalšej hviezdokopy M 36 (6,0 mag).

(15) Eunomia, ktorá sa v uplynulom období pohybovala v blízkosti hmlovin Kalifornia, sa od nej definitívne vzdialí, no do polovice decembra ešte môžeme získať zaujímavé fotografie. Asteroid má 7,9 mag, do 15. 12. zoslabne len o 0,3 mag.

13. 1. prejde (433) Eros (8,9 mag) 20' západne od špirálovej galaxie NGC 3338 (11,6 mag) a o 2 dni neskôr 45' od M 95 (10,6 mag). Na tomto zaujímavom asteroide (13x13x33 km) objavenom 13. 8. 1898 C. G. Wittom pristála 12. 2. 2001 sonda NEAR Shoemaker.

Kométy

Na jasné kométy je toto obdobie vcelku priaznivé, podobne ako to predošlé, keď nás potešila aj „naša“ kométa 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková, ktorá v maxime jasnosti bola v Levovi skvelým objektom pre fotografov, viditeľná už triédrom.

Zimnú oblohu spestrí ďalšia relatívne jasná kométa C/2009 P1 (Garradd), objavená 13. 8. 2009 G. J. Garraddom na observatóriu Siding Spring. Presúva sa severne súhvezdím Herkulesa, bude v dosahu menších prístrojov a na konci tohto obdobia dosiahne podľa nominálnej predpovede 7 mag. Doterajší vývoj jasnosti je priaznivý, preto je možné, že v maxime jasnosti ju na dostatočne tmavej oblohe uvidíme aj voľným okom, nakoľko bude možno jasnejšia ako 6 mag. Aj menej skúsení pozorovatelia ju nájdu, keďže 29. 12. prejde tesne, len 7' západne od červenej hviezdy Misam (λ Her, 4,4 mag) a 25. 1. v rovnakej vzdialenosti od bielej ρ Her (4,5 mag). Mimoriadna šanca pre fotografov bude 3. 2., keď sa kométa priblíži na pol stupňa k jasnej guľovej hviezdokope M 92.

P/2006 T1 (Levy) bola ešte koncom septembra slabšia ako 20 mag, na svoju objavovú snímku teda ešte len čaká. Pri poslednom návrate v roku 2006 bola jasnejšia ako 10 mag a podľa nominálnej predpovede by začiatkom decembra mala mať 9,3 mag a po polovici januára dokonca 7 mag. V období maximálnej jasnosti bude vo Veľrybe a zapadať až o polnoci.

Pod 12 mag sa dostane v decembri aj 21P/Giacobini-Zinner, uhlovo je však pomerne blízko Slnka, no keďže geometrické podmienky sú priaznivé, začiatkom astronomického noci bude 26. 12. ešte vo výške 11 stupňov. Zjasňuje a ako objekt 10,6 mag bude začiatkom astronomického súmraku na konci januára vo výške 11 stupňov. Táto periodická kométa s obežnou dobou 6,6 roka je materskou

kométou meteorického roja Drakonidy, ktorý mal nezvyčajne vysokú aktivitu 8. októbra. Perihéliom prejde 11. 2 2012

Meteory

Predpoveď októbrových Drakoníd nesklamala, prepočítaná frekvencia dosiahla 300 meteorov, u nás bolo pozorovanie poznačené značnou nepriazňou počasia a rušením svetom Mesiaca.

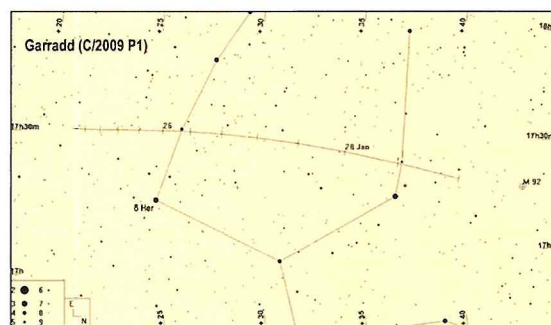
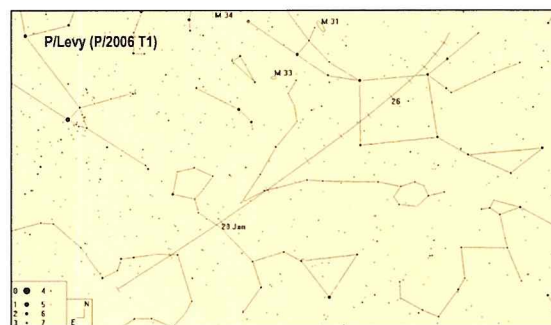
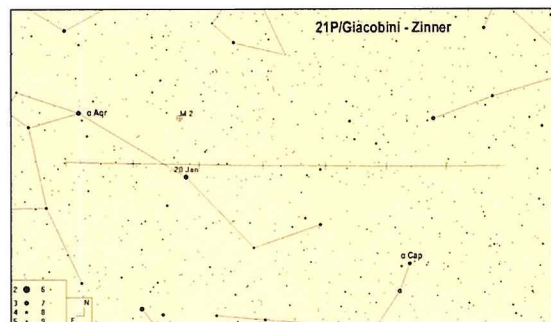
V decembri a januári majú maximá Monocerotidy a σ Hydridy počas splny, Koma Berenicidy sú na tom len o niečo lepšie.

V pracovnom zozname IMO je zaradený aj rok decembrové Leo Minoridy s maximom 20. 12. a frekvenciou 5. Pozorovaní je málo.

Geminidy majú lepšie podmienky počas maxima len zvečera, no to je radiant ešte nízko. Neskôr bude pozorovanie rušiť Mesiac 4 dni po splne. Pomerne široké maximum nastane medzi 2. – 23. hodinou. Nakoľko Geminidy sú pravidelným aktívnym rojom, pozorovateľov, ktorých neodradí chlad decembrovej noci, budú aj pri presvetlenej oblohe odmenení dostatočným počtom relatívne pomalých a jasných meteorov.

„Vianočné“ Ursidy majú pozorovacie podmienky ideálne, Mesiac je 24. 12. v nove. Z tohto roja je pomerne málo pozorovaní, čo je spôsobené nielen nepriazňou počasia, ale asi aj nižšou aktivitou pozorovateľov. Vysoká aktivita bola v rokoch 1945 a 1986, o niečo nižšia (ZHR 30 – 35) aj v posledných rokoch (1988, 1994, 2000, 2006, 2007 a 2008).

Materská kométa roja 8P/Tuttle prešla príslním 26. 1. 2008. Modelovaním vlákien meteorického prúdu sa zaoberal E. Lyytinen a J. Vaubaillon a predpoklad zvýšenej aktivity je 22. 12. o 17,2 SEČ



Meteorické roje december 2011 – január 2012)

Roj	Aktivita	Max.	λ_{sol}	α [°]	δ [°]	V_{inf}	r	ZHR
severné Tauridy (NTA)	20. 10. – 10. 12.	12. 11.	230°	58°	22°	29	2,3	5
Monocerotidy (MON)	27. 11. – 17. 12.	9. 12.	257°	100°	+08°	42	3,0	2
σ Hydrídy (HYD)	3. 12. – 15. 12.	12. 12.	260°	127°	+02°	58	3,0	3
Geminidy (GEM)	7. 12. – 17. 12.	14. 12.	262°2	112°	+33°	35	2,6	120
dec Leo Minoridy (DLM)	5. 12. – 4. 2.	20. 12.	268°	161°	+30°	64°	3,0	5
Koma Berenicidy (COM)	12. 12. – 23. 1.	16. 12.	264°	175°	+18°	65	3,0	3
Urzydy (URS)	17. 12. – 26. 12.	23. 12.	270°7	217°	+76°	33	3,0	10
Kvadrantidy (QUA)	28. 12. – 12. 1.	4. 1.	283°16	230°	+49°	41	2,1	120

a okolo 22. hodiny. Frekvencia však aj v tomto prípade bude len okolo 15 meteorov za hodinu. Radiant je cirkumpolárny, kulminuje nad ránom, a preto ak pozorovateľov neodradia chladné noci, môžu získať cenné pozorovanie.

Kvadrantidy, prvý aktívny roj v roku, bude dobre pozorovateľný až nad ránom po západe Mesiaca, ktorý je tri dni po poslednej štvrti. Maximum na-

stane 4. 1. až počas dňa (medzi 8. – 9. hod.), no už predtým bude frekvencia dostatočne vysoká, radiant v kulminácii. Kvadrantidy sú stredne rýchle s vysokým podielom jasných meteorov, frekvencia v maxime býva 120, mení sa však medzi 60 – 200.

Pavol Rapavý

Kalendár úkazov a výročí (december – január)

dátum	SEČ
1. 12. 11,9	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,8° južne)
2. 12. 10,9	Mesiac v prvej štvrti
2. 12.	100. výročie (1911) narodenia G. Davidsona
3. 12.	asteroid (80) Sappho v opozícii (10,2 mag)
4. 12. 4,8	Merkúr v prízemí (0,67835 AU)
4. 12. 6,0	konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 5,2° južne)
4. 12. 9,9	Merkúr v dolnej konjunkcii
4. 12.	190. výročie (1821) narodenia E. W. Tempela
5. 12. 7,1	Merkúr v príslní (0,3075 AU)
5. 12.	asteroid (12) Victoria v opozícii (10,5 mag)
6. 12. 2,2	Mesiac v odzemi (405 414 km)
6. 12. 16,3	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4,3° južne)
8. 12.	180. výročie (1831) narodenia F. A. Bredichina
9. 12.	maximum meteorického roja Monocerotidy (ZHR 2)
9. 12.	70. výročie (1941) narodenia A. Lackovičovej
10. 12. 15,5	úplné zatmenie Mesiaca
10. 12. 15,6	Mesiac v splne
10. 12. 16,1	Urán v zastávke, začne sa pohybovať priamo
12. 12.	maximum meteorického roja σ Hydrídy (ZHR 3)
14. 12. 2,9	Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo
14. 12.	maximum meteorického roja Geminidy (ZHR 120)
14. 12.	465. výročie (1546) narodenia T. Brahe
15. 12.	asteroid (198) Ampella v opozícii (10,8 mag)
15. 12.	45. výročie (1966) objavy mesiaca Saturnovho mesiaca Janus (A. Dolfus)
13. 12.	maximum meteorického roja Koma Berenicidy (ZHR 3)
16. 12.	185. výročie (1826) narodenia G. Donattioho
17. 12. 5,8	konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 8,7° severne)
18. 12. 1,8	Mesiac v poslednej štvrti
18. 12.	asteroid (109) Felicitas v opozícii (10,8 mag)
20. 12. 5,3	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 7,0° severne)
20. 12.	maximum meteorického roja decembrové Leo Minoridy (ZHR 5)
21. 12.	45. výročie (1966) štartu Luny 13
22. 12. 4,0	Mesiac v prízemí (364803 km)
22. 12. 6,5	zimný slnovrat
22. 12.	100. výročie (1911) narodenia G. Rebera
23. 12. 3,0	konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 3,2° severne)
23. 12. 4,6	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (21,8°)
23. 12.	maximum meteorického roja Ursidy (ZHR 10)
24. 12. 19,1	Mesiac v nove
24. 12.	asteroid (22) Kalliope v opozícii (10,0 mag)
24. 12.	250. výročie (1761) narodenia J.-L. Ponsa
26. 12. 12,4	Jupiter v zastávke, začne sa pohybovať priamo
26. 12.	110. výročie (1901) narodenia P. van de Kampa
27. 12. 7,8	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 5,3° južne)
27. 12.	440. výročie (1571) narodenia J. Keplera

28. 12. 23,8	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 5,2° južne)
29. 12. 8,7	Pluto v konjunkcii so Slnkom
31. 12. 7,8	Pluto v odzemi (33,13468 AU)
31. 12. 11,7	konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 4,9° južne)
1. 1. 10,9	Mesiac v prvej štvrti
2. 1. 21,6	Mesiac v odzemi (404 578 km)
3. 1. 3,0	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 4,3° južne)
4. 1. 8,3	maximum meteorického roja Kvadrantidy (ZHR 120)
5. 1. 1,5	Slnko v prízemí (0,98328 AU)
7. 1.	70. výročie (1942) narodenia V. Rušina
8. 1.	425. výročie (1857) narodenia J. Fabriciusa
8. 1.	70. výročie (1942) narodenia S. W. Hawkinga
9. 1. 8,5	Mesiac v splne
10. 1.	130. výročie (1882) narodenia E. J. Delportea
11. 1.	140. výročie (1872) narodenia V. Hajtsa
11. 1.	225. výročie (1787) objavenia mesiacov Titania a Oberon (W. Herschell)
12. 1.	70. výročie (1942) narodenia M. Mayora
12. 1.	asteroid (39) Laetitia v opozícii (10,0 mag)
13. 1. 16,7	konjunkcia Venuše s Neptúnom (Venuša 1,1° južne)
13. 1. 23,2	konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 8,9° severne)
16. 1. 10,1	Mesiac v poslednej štvrti
16. 1. 17,2	konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 6,7° severne)
17. 1.	125. výročie (1887) narodenia H. H. Niningera
17. 1. 22,3	Mesiac v prízemí (369 887 km)
17. 1.	200. výročie (1812) narodenia D. G. Licharda
18. 1. 6,7	Merkúr v odslni (0,4667 AU)
18. 1.	110. výročie (1902) narodenia S. Liptáka
19. 1.	165. výročie (1747) narodenia J. E. Bodea
20. 1.	170. výročie (1842) narodenia M. Thege-Konkolého
22. 1.	420. výročie (1592) P. Gassendiho
23. 1.	čínsky nový rok
23. 1. 8,6	Mesiac v nove
23. 1.	80. výročie (1932) narodenia I. Chromeka
24. 1.	130. výročie (1882) narodenia H. D. Babcocka
25. 1. 1,6	Mars v zastávke, začne sa pohybovať späť
25. 1. 9,0	konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,6° južne)
26. 1. 12,5	konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuša 5,6° južne)
27. 1.	45. výročie (1967) havárie Apolla 1 (G. Grissom, E. White, R. Chafee)
28. 1. 1,1	konjunkcia Urána s Mesiacom (Urán 5,0° južne)
29. 1.	asteroid (356) Liguria v opozícii (11,0 mag)
30. 1. 11,7	konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 3,6° južne)
30. 1.	Mesiac v odzemi (404 323 km)
30. 1. 17,3	Merkúr v odzemi (1,4147 AU)
31. 1. 5,2	Mesiac v prvej štvrti
7. 2. 10,0	Merkúr v hornej konjunkcii
7. 2. 22,9	Mesiac v splne

Tabuľky východov a západov (december – január)

Slnko

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

Mesiac

	Východ	Západ
1. 12.	11:28	22:48
6. 12.	13:15	3:04
11. 12.	16:38	7:56
16. 12.	22:24	10:38
21. 12.	3:32	12:58
26. 12.	8:31	18:07
31. 12.	10:33	23:47
5. 1.	12:50	3:58
10. 1.	17:47	7:49
15. 1.		9:57
20. 1.	4:48	13:26
25. 1.	7:55	19:18
30. 1.	9:46	

Merkúr

	Východ	Západ
1. 12.	7:47	16:11
6. 12.	6:46	15:38
11. 12.	5:58	15:08
16. 12.	5:37	14:48
21. 12.	5:35	14:37
26. 12.	5:44	14:31
31. 12.	5:58	14:31
5. 1.	6:14	14:34
10. 1.	6:30	14:42
15. 1.	6:44	14:54
20. 1.	6:56	15:11
25. 1.	7:05	15:31
30. 1.	7:11	15:55

Venuša

	Východ	Západ
1. 12.	9:28	17:27
6. 12.	9:33	17:37
11. 12.	9:37	17:48
16. 12.	9:39	18:00
21. 12.	9:38	18:13
26. 12.	9:36	18:27
31. 12.	9:32	18:42
5. 1.	9:27	18:57
10. 1.	9:21	19:12
15. 1.	9:13	19:26
20. 1.	9:05	19:41
25. 1.	8:56	19:55
30. 1.	8:46	20:08

Mars

	Východ	Západ
1. 12.	22:58	12:37
6. 12.	22:49	12:22
11. 12.	22:40	12:07
16. 12.	22:30	11:52
21. 12.	22:19	11:36
26. 12.	22:08	11:20
31. 12.	21:55	11:03
5. 1.	21:41	10:47
10. 1.	21:26	10:29
15. 1.	21:09	10:12
20. 1.	20:51	9:54
25. 1.	20:31	9:35
30. 1.	20:09	9:16

Jupiter

	Východ	Západ
1. 12.	14:06	3:53
6. 12.	13:46	3:32
11. 12.	13:25	3:10
16. 12.	13:05	2:49
21. 12.	12:45	2:29
26. 12.	12:25	2:09
31. 12.	12:05	1:50
5. 1.	11:46	1:31
10. 1.	11:27	1:13
15. 1.	11:07	0:55
20. 1.	10:48	0:37
25. 1.	10:29	0:20
30. 1.	10:11	0:03

Saturn

	Východ	Západ
1. 12.	3:12	14:07
6. 12.	2:55	13:48
11. 12.	2:38	13:30
16. 12.	2:20	13:11
21. 12.	2:03	12:52
26. 12.	1:46	12:33
31. 12.	1:28	12:14
5. 1.	1:10	11:56
10. 1.	0:51	11:37
15. 1.	0:32	11:18
20. 1.	0:14	10:59
25. 1.	23:51	10:39
30. 1.	23:32	10:20

Urán

	Východ	Západ
1. 12.	13:02	1:07
6. 12.	12:42	0:47
11. 12.	12:22	0:27
16. 12.	12:03	0:08
21. 12.	11:44	23:45
26. 12.	11:24	23:26
31. 12.	11:04	23:06
5. 1.	10:45	22:47
10. 1.	10:25	22:28
15. 1.	10:06	22:09
20. 1.	9:47	21:51
25. 1.	9:27	21:32
30. 1.	9:08	21:13

Neptún

	Východ	Západ
1. 12.	11:57	22:06
6. 12.	11:38	21:47
11. 12.	11:18	21:28
16. 12.	10:59	21:09
21. 12.	10:39	20:50
26. 12.	10:20	20:30
31. 12.	10:01	20:12
5. 1.	9:42	19:53
10. 1.	9:22	19:34
15. 1.	9:03	19:15
20. 1.	8:43	18:57
25. 1.	8:24	18:38
30. 1.	8:05	18:19

Astroleto v DOMINE

Tohtoročné leto bolo v Centre volného času, elokované pracovisko DOMINO v Košiciach, skutočne bohaté na množstvo zaujímavých astronomických podujatí. Len v planetáriu sa uskutočnilo 20 programov pre deti z táborov a záujemcov z radov širokej verejnosti. Väčšina z nich sa konala v rámci projektu „S ďalekohľadom na cestách“. O tom, že projekt sa stretol s veľkým záujmom svedčí aj fakt, že doteraz bolo zorganizovaných 77 podujatí, na ktorých sa zúčastnilo vyše 4 500 účastníkov. Okrem podujatí v planetáriu sa tri podujatia realizovali v Škole v prírode v Kysaku, jedno v Mníšku nad Hnilcom a jedno v košickej ZOO.

Expedíciu **Kaprikornidy 2011** uskutočnili členovia Amavet klubu ASTRO od 22. do 31. júla na obecnej chate v Mníšku nad Hnilcom. Počasie bolo premenlivé a daždivé. Desiatka pozorovateľov využila chvíľky s jasnou oblohou na pozorovanie Slnka, Saturna, Jupitera a objektov hlbokého vesmíru. Pozorovať meteory z roja Kaprikornid sa podarilo len počas 2 nocí.

Druhá expedícia, **Perzeidy 2011** (1. – 7. 8.), bola určená pre členov Klubu astronómov PALLAS, deti krúžku Galileo a ďalších účast-



Účastníci expedície Perzeidy 2011 v Mníšku nad Hnilcom.

níkov z radov širokej verejnosti, celkovo 13 pozorovateľov. Počas expedície bolo počasie stabilnejšie, a tak sa pozorovatelia mohli venovať aj astrofotografii, pozorovaniu vesmírnych objektov a meteorov roja Perzeid. Okrem nočnej oblohy zaujala aktivita v slnečnej chromosfére pri pohľade novým slnečným ďalekohľadom.

Tretia pozorovateľská expedícia **Aurigidy 2011** vyplnila záujemcom posledný víkend letných prázdnin od 1. do 4. 9. Bola zameraná na pozorovanie Aurigid, Mesiaca, Jupitera a ďalších vesmírnych objektov. Aurigidy 2011 boli podujatím Amavet klubu ASTRO, na ktorom sa zúčastnilo 7 pozorovateľov.

Koncom augusta sa uskutočnili ešte dve zaujímavé akcie. V noci z 26. na 27. 8. to bola **astronomická nočná stanovačka** v košickej zoológickej záhrade. V rámci tohto projektu sa uskutočnila aj **exkurzia** pre piatich výhercov korešpondenčnej súťaže na pracoviskách Astronomického ústavu SAV v Starej Lesnej, Skalnatom Plese a Lomnickom štíte.

Leto sa skončilo 23. 9. a práve v tento deň sa v DOMINE uskutočnila vernisáž výstavy fotografií projektu „S ďalekohľadom na cestách“. Na podujatie, ktoré bolo súčasťou medzinárodnej akcie **Noc výskumníkov**, zavítalo približne 400 návštevníkov. Bola to vydarená bodka za bohatým a úspešným Astroletom 2011 v Domine.

Peter Kaňuk,
pracovník planetária CVČ el.p.DOMINO

Projekt „S ďalekohľadom na cestách“ bol podporený Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0091-09.



Pred hviezdárničkou v Rožňave.

ESA po osemnásty raz

16. – 22. 7. 2011

Ebicykel Slovenských astronómov (ESA), ktorý sa išiel v druhej polovici júla, sa pýšil rekordným počtom účastníkov. Dohromady sa na tejto akcii zúčastnilo 20 ľudí a z toho 18 cyklistov (rovnaký počet ako ročník tohto podujatia). Tento ročník sme nazvali *Stredný východ* a trasa viedla z Partizánskeho cez Plášťovce, Rimavskú Sobotu, Rožňavu, Telgárt, Závadku nad Hronom, Zvolenskú Slatinu a naspäť do Partizánskeho.

Prvá etapa končila v Plášťovciach, čo je jedna z najstarších obcí na Slovensku. Našli sa tam stopy osídlenia z mladšej doby bronzovej. Ležia len pár kilometrov od Dudiniec. Tu sme mali zabezpečené ubytovanie v areáli jazdeckej školy Oldoranč, ktorý je akoby takou menšou ZOO. Nájdete tam rôzne druhy zvierat, no hlavnou prioritou sú kone, na ktorých si môžete aj zajazdiť.

Nasledujúci deň viedla naša cyklotrasa cez Veľký Krtíš, Dolnú Strehovú, Rapovce a vodnú nádrž Kurinec. Tam nás očakával riaditeľ hviezdárne Pavol Rapavý. Absolvovali sme tam aj obhliadku astroparku a hviezdárne, a príjemný večer sme ukončili pri ohnisku. V tomto sparnom dni sme najazdili takmer 125 kilometrov.

Tretí deň našej cyklotrasy (pondelok) nás čakal najhorší úsek cesty – z Rimavskej Soboty do Tornale a ďalej až do Rožňavy. Cesta do Tornale bola nepríjemná a frekventovaná, tak sme ju prešli na jeden záťah. V Tornali sme sa zastavili pri prameni minerálnej vody Gemerka, kde sme sa občerstvili pred ďalšou cestou. Pokračovali sme cez Plešivec do Rožňavy. V Rožňavskej hviezdárni nás privítal pracovník Gemerského osvetového strediska pán Lorinčík. Má na starosti úsek astronómie v znovu otvorenej hviezdárni. Mali sme tu pripravený bohatý a zaujímavý program, ktorý sa skončil až neskoro v noci.

Štvrtý deň nášho putovania nás čakala cesta cez Slovenský raj. V tento deň nás podľa predpovede meteorológov očakávali prvé dažde tohtoročného ebicykla. Začínali sme pohodovou cestou do Dobšinej, po ktorej nasledoval výjazd na Dobšinský kopec. Ešte v peknom počasí sme sa mohli zhora pokochať pohľadmi do doliny na Dobšínú a okolie. Potom sme sa zviezli do Dediniek k Palmanskej Maši. Po obede sme vyrazili smerom na Dobšinskú ľadovú jaskyňu. Pri Dobšinskej jaskyni sa ohlásili prvé dažďové prehánky a kto neplánoval návštevu jaskyne, pokračoval ďalej. Zakrátko sme museli pre dažď aj tak zastaviť na ranči za Dobšín-

skou ľadovou jaskyňou. Prehánka bola krátka a tak sme mohli pokračovať ďalej. Za Pustým poľom sme sa pristavili pri prameni Hrona. Tu sme zažili neočakávané stretnutie s pánom Bahylom zo Zvolenskej Slatiny, ku ktorému sme mali doraziť za dva dni. Nasledoval krátky zjazd do Telgártu, kde sme v miestnej základnej škole nocovali. A dobre sme urobili, že sme dorazili tak zavčasu. Už pri príchode sa spustila búrka, ktorá potom pokračovala celú noc.

Ráno bolo ešte zamračené, síce bez dažďa, ale s očakávanými odpoľudňajšími búrkami. Keď sme sa pobalili a naraňajkovali, vyrazili sme do Šumiaca. Od Šumiaca skupina odvážlivcov vyrazila hore do oblakov zakrývajúcich Kráľovu hoľu. Stúpanie po asfálte bolo celkom prijateľné, ale neskôr po kamenistej ceste to bolo horšie a tak sme niektoré úseky aj potlačili. Len niektorí cyklisti sa vyviezli až na vrchol. Väčšinu trasy sme sa predierali hmlistými oblakmi a na vrchole nás očakával navyše silný vietor. Pred príchodom do Šumiaca sa spustil dažď a tak sme všetci skončili v miestnom pohostinstve. Potom sme sa vydali cestou do Závadky nad Hronom, keď nás aj po ceste osviežovali drobné prehánky. Po príchode do ZŠ v Závadke viedla naša prvá cesta do bazéna. Keď sme odtiaľ vyľiezli, tak sme neverili vlastným očiam. Krásne sa vyjasnilo a tak sme aspoň z diaľky mohli vidieť Kráľovu hoľu.

Vo štvrtok nás čakala cesta do Zvolenskej Slatiny, kde býva pán Bahýl, hviezdár, ktorý si postavil vlastnú hviezdáreň. Počasie bolo zas zamračené s dažďovými prehánkami. Cez Banskú Bystricu Dolnú Mičinú a Čerín sme dorazili do etapového miesta Zvolenskej Slatiny zavčasu. Vo Zvolenskej Slatine nás už očakával pán Bahýl. Jeho hviezdáreň s kupolou sme zbadali už od cesty. V nej má ďalekohľad Celestron Schmidt-Cassegrain s priemerom 25 cm. Ale k tomu sme sa dostali až neskôr. Prvé, čo nás očakávalo, bolo milé privítanie v rodinnom prostredí a občerstvenie. Zamračené počasie nám síce neumožnilo pozorovať oblohu, ale to nás neodradilo, aby sme po skupinkách absolvovali prehliadku hviezdárničky a jej zázemia.

Ráno náš pelotón vyrazil po trase cez Zvolen, Žiar nad Hronom, Žarnovico do cieľa nášho cyklistického putovania, do Hviezdárni v Partizánskom. V tomto roku sme najazdili takmer 650 km a prekonali veľa výškových metrov.

Ján Horňák

Vo Zvolenskej Slatine u pána Bahýla.



V kupole hviezdárne v Rimavskej Sobotě.





Letná škola

mladých slnečných fyzikov a geofyzikov v Tatrách

Slnko je hnacím motorom nielen pozemského, ale aj kozmického počasia. Tento pomerne mladý pojem označuje stav plazmy (jej hustotu, rýchlosť, ionizáciu), magnetického poľa a úroveň žiarenia, ako aj ich zmeny v priestore medzi Slnkom a okolím Zeme nad jej atmosférou. Zatiaľ čo pozemské počasia ovplyvňuje biosféru, kozmické počasia vplyva na technosféru ako súbor technologických prostriedkov využívaných modernou spoločnosťou. Tým máme na mysli energosústavy, komunikáciu, dopravu, navigáciu, satelity a kozmické lode s posádkou. Štúdium, pochopenie zákonitostí a predpovedanie kozmického počasia sa stalo samostatnou astrofyzikálnou disciplínou s priamym využitím.

Medzinárodná iniciatíva pre kozmické počasia ISWI (<http://iswi-secretariat.org/>) je medzinárodný program spolupráce v oblasti výskumu Slnka a kozmického počasia. V rámci tohto programu sa Astronomický ústav Slovenskej akadémie vied v Tatranskej Lomnici stal v dňoch 21. až 27. augusta dejiskom európskej letnej školy o kozmickej vede, určenej mladým slnečným fyzikom a geofyzikom: 2011 ISWI – Europe Summer School in Space Science.

Školu viedlo 25 lektorov z 11 krajín, ktorí poskytli 46 študentom z 15 európskych a 12 mimo-európskych krajín intenzívny kurz zameraný na získanie nových poznatkov v kozmickej fyzike, ako aj odovzdanie skúseností so spracovaním a interpretovaním údajov z pozemských a kozmických observatórií, určených na pozorovanie Slnka, kozmického počasia, ionosféry a magnetosféry Zeme. Prezentácie lektorov sú na jej webovej stránke v odkaze na program školy http://stara.suh.sk/id/iswi/summer_school/.

Slovenskými spoluorganizátormi letnej školy boli Centrum kozmických výskumov: vplyvy kozmického počasia v Astronomickom ústave SAV v Tatranskej Lomnici a Slovenská ústredná hviezdáreň v Hurbanove. Šéfororganizátorom školy

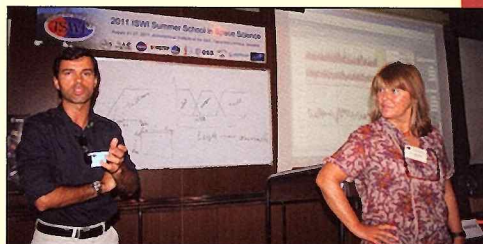
bol prvý z autorov tohto článku, ktorý je zároveň aj národným koordinátorom ISWI pre Slovenskú republiku.

Myšlienka usporiadať letnú školu na Slovensku vznikla vlni počas 20. celoštátneho slnečného seminára (*viac Kozmos 4/2010, str. 24 – 25*). Jeho účastníkom bol aj Dr. Gopalswamy z NASA/GSFC, ktorý navrhol ako miesto konania ISWI školy práve Slovensko. Ďalší účastník slnečného seminára Dr. Rybák tento návrh podporil s tým, že dejiskom školy by sa mohol stať Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici, ktorý má pre tento účel vhodné školiace priestory a krásna tatranskej prírody zanecháva v každom zahraničnom účastníkovi trvalé dojmy. Ponuka Dr. Gopalswamyho bola oficiálne prijatá koncom minulého roka a od marca tohto roka sa naplno rozbehli organizačné práce súvisiace s organizáciou školy. Predtým však bolo potrebné vyriešiť kľúčový problém každého väčšieho podujatia, ktorým sú financie. Letná ISWI škola by sa nemohla uskutočniť bez významnej finančnej podpory sponzorov. Medzi nimi je na prvom mieste NASA, ktorá prispieva najväčším dielom financií do medzinárodného programu ISWI. Ďalšími sponzormi ISWI školy boli organizácie SCOSTEP/CAWSES-II, ICTP v Trieste (Taliansko), Slovenská fyzikálna spoločnosť, EADS-ASTRIUM (Nemecko) a Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung – AEF E.V. (Nemecko). Európska kozmická agentúra ESA prekvapila organizátorov i účastníkov štedrým darčekom konferenčných a reprezentačných materiálov. Všetkým sponzorom patrí naše poďakovanie. Na záver ešte dodajme, že vlaňajšia letná ISWI škola bola v Etiópii a budúročná je plánovaná v Indonézii.

RNDr. IVAN DOROTOVIČ, CSc.,
Slovenská ústredná hviezdáreň Hurbanovo
Mgr. JÚLIUS KOZA, PhD.,
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica



Účastníci letnej školy v prednáškovej sále Astronomického ústavu SAV.



A. Falcao (vľavo) a R. A. Ribeiro z Universidade Nova de Lisboa, UNINOVA-CA3 (Caparica, Portugalsko) počas prednášky o moderných metódach spracovania údajov.



J. Rybák (vľavo) vysvetľuje účastníkom exkurzie podrobnosti o koronálnom multikanálovom polarimetri CoMP, ktorý je inštalovaný na jednom z dvoch koronagrafov Observatória Lomnický štít.



Medzinárodných charakter letnej školy potvrdzuje aj táto fotografia. Zľava: G. Sindhuja (India), H. S. Ahmed (Egypt), C. Baumann (Nemecko), M. Zapiór (Poľsko), F. I. Laskar (India).

Spoločná fotografia účastníkov letnej školy (23. augusta 2011).





Plevník 23. 9. 2011, Newton 200/1000, 13×320 s, ISO-1600; mierny opar.



Plevník 21. 4. 2011, Newton 200/1000, 37×320 s, ISO 800; jasno.

Supernova v M 101

O výbuchu supernovy v galaxii M 101 som sa dozvedel od svojho priateľa Fera Michálka, ktorý sleduje internet pozornejšie ako ja. Keďže som túto galaxiu fotografoval ešte pred výbuchom, napadlo mi, že by to bolo celkom vhodné a aj názorné (najmä pre prácu v rámci môjho astronomického krúžku) zdokumentovať túto udalosť. Prikladám dve fotografie: jednu pred výbuchom supernovy a druhú po výbuchu. Škoda len, že konštrukcia mojej hviezdárne mi nedovolila pri fotografovaní po výbuchu supernovy urobiť viac expozícií – ramená galaxie sú tam v porovnaní s prvou fotografiou trochu „chudobnejšie“.

Obe fotografie boli urobené nemoifikovaným Canonom 350 D a spracované programom Deep Sky Stacker.

Marián Mičúch