

Číslo 3

* jún - júl 2014 *

Ročník 45

* Cena 1,80 €



KOSMOS

Astrofoto 2013



**Život okolo
malých hviezd**

**Hráškové mozgy
a utajené
dimenzie**

**Metánové
rieky
na Titane**

**Astronomické
súradnice**

Inflácia, gravitačné vlny i multiverzum...?

Čo vyplýva z údajov ďalekohľadu BICEP2

Reliktové žiarenie je tým najvzdialenejším a zároveň najstarším, aké vo vesmíre môžeme detegovať. Tvorí hranicu pozorovateľného kozmu v priestore i čase. Je záznamom dokumentujúcim stav vesmíru, keď od jeho vzniku uplynulo iba 380 000 rokov. Ako však ukazujú najnovšie pozorovania, reliktové žiarenie môže priniesť svedectvo aj o udalostiach, ktoré nastali ešte omnoho skôr, tesne po zrodení času. Vedecký tím rádioteleskopu BICEP2 odhalil v reliktovom žiareni nevýrazný, no charakteristický vzor polarizácie, ktorý by mohol byť prvým priamym dôkazom primordiálnych gravitačných vĺn, generovaných počas inflačného rozpínania vesmíru iba desatinu bilióntiny bilióntiny bilióntiny sekundy po Veľkom tresku.

Vesmír začal svoju existenciu vo „veľkom štýle“. Pred 13,8 miliardami rokov vzišiel z nepredstaviteľne horúceho a hustého stavu počas udalosti, ktorú označujeme ako Veľký tresk. Ako sa vesmír rozpínal, chladol. No ešte 380 000 rokov po Veľkom tresku bola teplota taká vysoká, že vesmír bol vyplnený nepriehľadnou zmesou hmoty a žiarenia. Až keď teplota klesla pod 2 970 K, rekombináciou vznikli neutrálne atómy ľahkých prvkov, vesmír sa stal priehľadný a od tohto okamihu sa hmota a žiarenie začali vyvíjať svojimi vlastnými cestami. Zatiaľ čo hmota sa v priebehu vekov pod vplyvom gravitácie organizuje do objektov najrôznejších veľkostí – od nadkôp galaxií až po hviezdy a planéty, fotóny v dôsledku rozpínania vesmíru chladnú a dnes tvoria jeho mikrovlnné pozadie. Reliktové žiarenie je teda tepelným pozostatkom Veľkého tresku a jeho objav (Arno A. Penzias a Robert W. Wilson, Nobelova cena za fyziku 1974) sa stal priamym dôkazom tejto horúcej a hustej fázy evolúcie vesmíru.

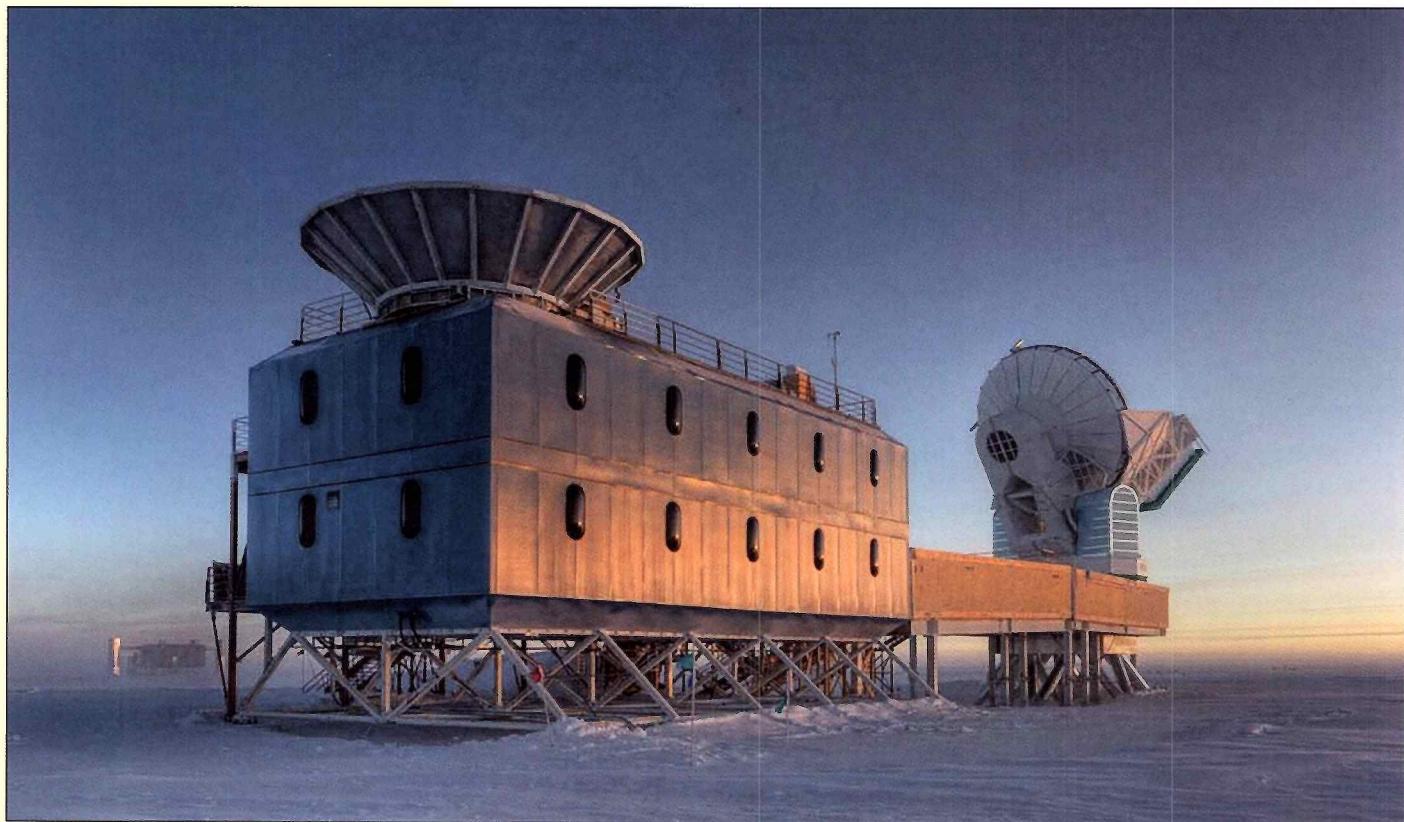
Pôvodná teória Veľkého tresku však nevedela vysvetliť niektoré základné vlastnosti vesmíru: prečo je geometria priestoru tak blízka plochej, keď existujú aj ďalšie možnosti? Prečo je reli-

kové žiarenie také izotropné, keď v čase jeho vzniku bol vesmír príliš mladý, aby si jeho jednotlivé časti „zladili“ svoju teplotu a hustotu? Elegantným riešením týchto a ďalších problémov sa stalo rozšírenie teórie Veľkého tresku o fazu evolúcie vesmíru, počas ktorej sa jeho rozpínanie exponenciálne urýchliло.

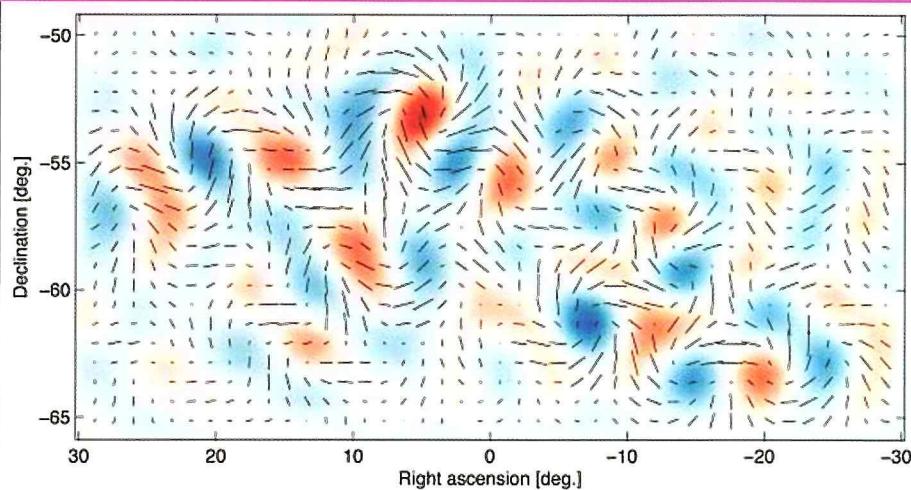
Inflácia?!

Celý pozorovateľný vesmír vzišiel z mikroskopickej, kauzálnie previazanej oblasti, ktorej veľkosť sa behom zlomku sekundy fantasticky zväčšila (aspieň 100 biliónov biliónov-krát). Kedže dnes je horizont tejto oblasti omnoho ďalej ako hranice pozorovateľného kozmu, javí sa nám nás vesmír plochý a rovnorodý. S myšlienkovou inflačnou rozpínania vesmíru prišiel v roku 1980 Alan Guth (Massachusetts Institute of Technology – MIT) a časom boli rozpracované aj komplexnejšie teórie, napríklad model chaotickej inflácie Andreja Lindeho (Stanfordská univerzita).

Model inflačného rozpínania neboli vedeckou komunitou bezyhradne akceptovaný. Aj keď žiadne kozmologické pozorovania infláciu vesmíru nevylučovali, chýbal presvedčivý priamy dôkaz. Ako však pozorovať udalosť, ktorá sa



DarkSectorLab (DSL), ktorý sa nachádza iba 1,2 km od geografického južného pólu, je vybavený dvomi rádioteleskopmi: BICEP2 (vľavo) a South Pole Telescope (vpravo).
Foto: Steffen Richter, Harvardova univerzita



Gravitačné vlny generované infláciou spôsobujú nevýrazný, no charakteristický vzor polarizácie, ktorý sa odstaloil do reliktového žiarenia. Tento pozostáva z vírov (tzv. B-módy polarizácie) v smere i proti smeru chodu hodinových ručičiek. Úsečky reprezentujú intenzitu a orientáciu polarizácie v jednotlivých bodech na oblohe.

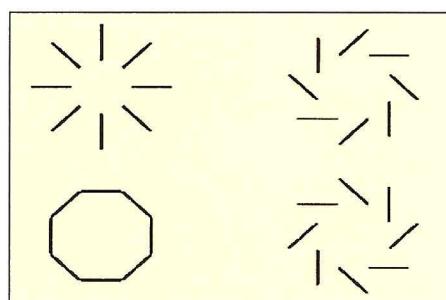
(BICEP2, Harvardova univerzita)

odohrala v čase, keď mal vesmír len 10^{-37} s? Našťastie inflácia bola taká ohromná, že otriasla základmi samotného vesmíru a jej dozvuky ovplyvnily udalosti, ku ktorým došlo vo vývoji vesmíru omnoho neskôr. Bola zdrojom tzv. primordiálnych gravitačných vln, ktoré sú dnes príliš slabé, aby sme ich vedeli detegovať priamo. No v čase 380 000 rokov po Veľkom tresku bolo toto vlnenie časopriestoru dosťatočne intenzívne, aby sa v podobe charakteristickej vzorky polarizácie odstaloilo do reliktového žiarenia. Ide však o extrémne slabý signál a mikrovlnné pozadie vesmíru je ovplyvnené aj množstvom iných mechanizmov.

Vesmír dnes obsahuje v každom centimetri kubickom asi 400 reliktových fotónov, ktorých vlastnosti sú mimoriadne rovnorodé. Začiatkom 90. rokov 20. storočia však sonda COBE (Cosmic Background Explorer, NASA, hlavný výskumník George Smoot a John Mather, Nobelova cena za fyziku 2006) odhalila veľmi malé odchylinky teploty (na úrovni desiatok milióntín Kelvina) reliktového žiarenia. Tieto boli spôsobené drobnými variáciami hustoty hmoty v mladom vesmíre, z ktorých behom miliárd rokov vznikla velkoškálová štruktúra vesmíru.

Gravitačné vlny?

Teplotné variácie sa prejavujú aj v tzv. E-módoch polarizácie reliktového žiarenia, ktoré boli po prvý raz pozorované v roku 2002 pomocou interferometra DASI. Okrem týchto zrkadlovo symetrických módov však vzor polarizácie môže mať podobu pravo- alebo ľavotočivých vírov (tzv. B-módy), ktoré vznikajú dvoma spôsobmi. Jeden z nich je spôsobený gravitačným šošovkováním E-módov polarizácie. Reliktové žiarenie od okamihu svojho vzniku putovalo vesmírom 13,8 miliardy rokov. Počas svojej cesty prechádzalo v blízkosti medziľahlých galaxií a kôp galaxií a ich gravitačné pôsobenie čiastočne pozmenilo polarizáciu reliktového žiarenia a skrútilo ju do podoby vírov (B-módov). Tento efekt bol po prvýkrát pozorovaný v roku 2013. Druhý spôsob je tiež zapríčinený gravitáciou, no tento raz gravitačnými vlnami, ktorých zdrojom bolo inflačné rozpínanie vesmíru. A práve objav týchto B-módov polarizácie reliktového žiarenia spôsobených primordiálnymi gravitačnými vlnami bol ohlášený 17. marca 2014 vedeckým tímom, ktorý analyzoval dátu získané rádioteleskopom



Módy polarizácie žiarenia: zrkadlovo symetrické, tzv. E-módy (vľavo), vpravo a vľavo točivé „víry“, tzv. B-módy (vpravo).

BICEP2 (Background Imaging of CosmicExtragalacticPolarizationtelescope).

BICEP2 je druhou fázou spoločného programu, ktorý koordinujú hlavní riešenia zo štyroch inštitúcií: John Kovac (Harvardova univerzita), Clem Pryke (Minnesotská univerzita), Jamie Bock (Kalifornská technická univerzita) a Chao-Lin Kuo (Stanfordova univerzita). Samotný rádioteleskop je vybavený 512 supravodivými mikrovlnnými detektormi a je umiestnený na observatóriu DSL (Dark Sector Lab), ktoré sa nachádza na Amundsenovej-Scottovej polárnej stanici len 1,2 km od geografického južného pólu. Samotná analýza dát získaných počas pozorovania v rokoch 2010 – 2012 bola mimoriadne náročná. Zamerala sa na elimináciu všetkých možných náhodných, ako aj systematických javov, ktoré by mohli ovplyvniť získané výsledky: od vplyvu použitej aparátury, až po kontamináciu spôsobenú medziľahlými objektmi a prachom v kozmickom priestore. Napriek tomu, že ide o veľmi slabý signál, vplyv gravitačných vln na polarizáciu reliktového žiarenia bol určený s pomerenou vysokou istotou (viac ako 5 s). Navyše, ak tieto detegované gravitačné vlny boli skutočne spôsobené infláciou, táto bola ešte mohutnejšia a nastala o niečo skôr, ako sa pôvodne predpokladalo.

Vesmír v novom svetle

Výsledky získané vedeckým tímom rádioteleskopu BICEP2 však nevypovedajú len o udalostiach, ktoré sa odohrali vo vesmíre krátko po jeho vzniku. Ich význam presahuje rámec kozmológie a majú dôsledky na celú (teoretickú i experimentálnu) fyziku až po hranice s filozofiou.

Albert Einstein takmer pred sto rokmi predpovedal existenciu gravitačných vln. Zároveň však zistil, že toto vlnenie samotného časopriestoru bude také nepatrné, že pravdepodobne ho nebude možné nikdy detegovať. Prvým nepriamym dôkazom existencie gravitačných vln bol objav skracovania obežnej períody binárneho pulsaru PSR B 1913+16 v dôsledku ich vyžarovania. (Za tento objav dostali Russell Hulse a Joseph Taylor Nobelovu cenu za fyziku v roku 1993). Objav B-módov polarizácie je ďalším nepriamym dôkazom ich existencie a potvrdením inflačnej hypotézy. Navyše, ak inflácia, ktorá samotná je kvantovým javom, generovala pozorované primordiálne gravitačné vlny, znamená to, že aj gravitácia, podobne ako ostatné prírodné sily, má tiež kvantový charakter.

Zo získaných výsledkov ďalej vyplýva, že teplota vesmíru počas inflácie zodpovedá energiám elementárnych častic na úrovni 10^{16} GeV, čo je asi biliónkrát vyššia energia, než aká sa dosahuje pri zrážkach častic v LHC (Veľký hadrónový urýchľovač). Výskum polarizácie reliktového žiarenia nám tým umožňuje študovať správanie sa hmoty v podmienkach, ktoré nie sú dosiahnutelné v žiadnom laboratóriu na svete. Navyše, podľa Teórie veľkého zjednotenia pri tejto energii možno dochádza k zjednoteniu troch zo štyroch základných prírodných sôl – elektromagnetickej, slabej a silnej jadrovej sile. V neposlednom rade, ak získané výsledky potvrdzujú model chaotickej inflácie, znamená to, že nežijeme len na planéte obiehajúcej okolo hviezdy, ktorá je len jednou zo stoviek miliárd v našej Galaxii a tá je len jednou zo stoviek miliárd galaxií v pozorovateľnom vesmíre. Aj celý nás vesmír je tiež len jedným z mnohých v omnoho väčšom a pestrejšom multiverze vesmírov.

Napriek tomu, že ide o fascinujúce výsledky posúvajúce horizonty nášho poznania vesmíru, ich akceptovanie vedeckou komunitou možno očakávať až po dôkladnej kontrole použitých metód spracovania a analýzy pozorovacích dát (práve prebieha recenzovanie pôvodných vedeckých článkov) a tiež po ich overení pomocou iných experimentov. Veľmi slubnou sa zdá byť zhoda s pozorovaniami predchádzajúcej verzie experimentu (BICEP1), ako aj s predbežnými výsledkami prístroja Keckarray, ktorý začal pracovať na Južnom póle v decembri 2012. Tento prístroj je vybavený ešte väčším počtom (2 560) ešte citlivejších detektorov a pozoruje reliktové žiarenie na iných frekvenciach ako jeho predchodcovia. Veľké očakávania vedeckov tiež smerujú k pozorovaniams vesmírnej sondy Planck (ESA), ktorých výsledky analýzy zameranej na polarizáciu reliktového žiarenia by mali byť publikované ešte v tomto roku. Otvorenou otázkou tiež ostáva, či zdrojom detegovaných gravitačných vln bola skutočne inflácia, alebo boli spôsobené iným fyzikálnym mechanizmom. Ak však budú výsledky výskumu vedeckého tímu rádioteleskopu BICEP2 potvrdené, pôjde o veľkolepý, historický objav, ktorý sa vo vede podarí len raz za niekoľko desaťročí. A ocenenie jeho významu vedeckou komunitou bude nepochybne zahŕňať aj letenky do Štokholmu...

Doc. RUDOLF GÁLIS
Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach



Obálka

Miroslav Grnja: Parhélia a dotykový oblúk. Dátum a čas expozície: 14. 6. 2013, exp. 1/1250 s. Canon EOS 400D DIGITAL. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a bola ocenená 2. miestom.

Viac na stanach. 34 – 35.



Ocenenie pre Astronomický kalendár 2014

Astronomický kalendár na rok 2014 (autor Ladislav Druga, grafická úprava Milan Lackovič), ktorý vydala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, získal 3. miesto v súťaži *Najkrajší kalendár Slovenska 2014*. Súťaž, ktorú každoročne vypisuje Klub fotopublicistov Slovenského syndikátu novinárov a Štátnej vedeckej knižnice v Banskej Bystrici, vyvrcholila odovzdávaním cien 1. 4. 2014 v priestoroch Štátnej vedeckej knižnice v Banskej Bystrici.

KOZMOS

populárno-vedecký astronomický časopis

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Ivan Dorotovič, CSc. a RNDr. Drahomír Chochol, DrSc.

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. IČO vydavateľa: 00 164 852. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Mgr. Marián Vidovenec. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@extra.sk * **Redakčná rada:** RNDr. Ivan Dorotovič, CSc., doc. RNDr. Mária Hajdúková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčák, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribulová, PhD., RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. * **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. * **Vychádzka:** 6 × do roka. Neobjednané rukopisy nevracíame. * **Cena jedného čísla** 1,80 € (45,00 CZK). Pre abonentov ročne 9,60 € (250 CZK) vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slpost.sk. * **Predplatiteľia:** 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 34, tel. 00421-02 49 111 204. Podávanie novinových zásielok povolené Riadielkom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozsíruje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P.O. Box 732, 110 00 Praha 1. * Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštu, s.p. OZSeč Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 15. 5. 2014 * ISSN 0323 – 049X

Časopis Kozmos si môžete objednať aj na e-mailovej adrese redakcie kozmos@extra.sk (uveďte meno, adresu, prípadne telefónický kontakt).

Stelárna astronómia...

- W49A: obrovská hviezdomopa s. 6
- Zvláštna sústava dvoch bielych trpaslíkov s. 6
- Masívne kopy galaxií... s. 7
- Mliečna cesta má štyri ramená s. 7
- Mikrovaráz s nezvykle výkonnou čierou dierou s. 9
- Počasie na hnedých trpaslíkoch s. 9
- Molekuly argónu-36... s. 10
- Rekordné vzplanutie žiarenia gama s. 11
- Našli Američania časticu tmavej hmoty? s. 11

Život okolo malých hviezd

- Astronomy s. 12 – 15
- Objavili objekt Thorne-Zytkow? s. 24
- Prečo sú niektoré hviezdy väčšie ako iné? s. 24
- Zvláštny objekt v sústave hviezdy ROX 42B s. 25
- Ako sa formujú dvojhviezdy? s. 25

Podujatia

- Kolofota 2014 Stanislav Kaniansky s. 31

Astrofoto 2013

- Hodnotenie a víťazné práce Drahoslava Výbochová s. 1, 34, 35 a 48
- Podmienky súťaže Astrofoto 2014 Drahoslava Výbochová s. 35
- Csereho astronomické dni Jozef Kríštofovič s. 35
- Seminár pri príležitosti 45. výročia otvorenia Pomaturitného štúdia astronómie Ladislav Černý a Drahoslava Výbochová s. 46
- Krst knihy Úvod do dejín astronómie Ladislav Druga s. 46

Servis Kozmosu

Astronomické súradnice

- Peter Zimníkval s. 26 – 29
- ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA – 21 s. 21
- Najnovší prieskum Galaxie** Milan Rybansky s. 32 – 33
- Slniečná aktivita (február – marec 2014) Ivan Dorotovič s. 33
- POZORUJTE S NAMI Obloha v kalendári (jún – júl 2014) Pripravil Pavol Rapavý s. 42 – 45
- Kalendár úkazov a výročí Pavol Rapavý s. 45
- Tabuľky východov a západov (jún – júl 2014) Pavol Rapavý s. 45

Kozmológia

Inflácia, gravitačné vlny i multiuniverzum...?

Rudolf Gális s. 2 – 3

Hráškové mozgy a utajené dimenzie

Bild der Wissenschaft s. 16 – 19

Extrasolárne sústavy

- Prvý objav predpovedanej exoplanéty s. 5
- Planéty okolo hnedých trpaslíkov? s. 5
- Bizarná exoplanetárska sústava s. 8

Slniečná sústava

Vesmírna sonda Rosetta tesne pred cielom

Ján Svoreň s. 30

Metánové rieky na Titane

Astronomy s. 20 – 23

Na Titane nastáva jar s. 20

Moria a jazerá na Titane s. 21

Reportáz

Kde môžeme privítať letný slinovrat?

Ladislav Hric s. 36 – 37

Misia na „Mars“

Michaela Musilová s. 38 – 41

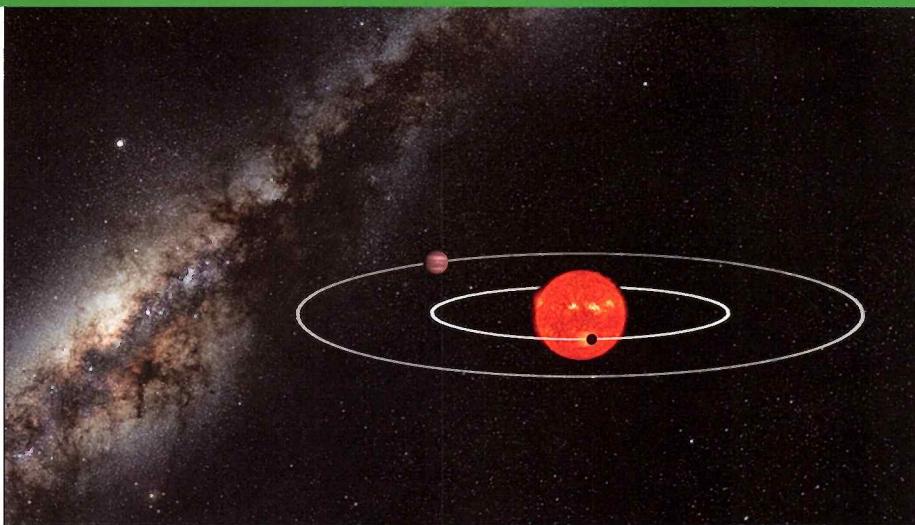


Rôzne

Úspešná misia M. R. Štefánika v Ekvádore Ivan Dorotovič s. 31

Album pozorovateľa

Jupiter vo februári 2014 Marián Mičík s. 47



Ilustrácia planetárnej sústavy okolo hviezdy Kepler-88.

Prvý objav predpovedanej exoplanéty

Tím európskych astronómov sa pokúsil overiť existenciu „nevíditeľnej“ exoplanéty Kepler-88 c. Tento objekt bol jedným z vyše 3500 kandidátov na exoplanéty, ktoré boli zaznamenané počas misie vesmírneho ďalekohľadu Kepler.

Kepler počas štyroch rokov preskúmal stáčisíce hviezd a v 3500 prípadoch zaznamenal periodické zákryty. A to napriek tomu, že zdaleka nie všetky potenciálne planéty prechádzali pred svojimi hviezdami v zornom lúči ďalekohľadu.

Aj tieto „nevíditeľné planéty“, ak obiehajú okolo tej istej materskej hviezdy, na seba gravitačne pôsobia. V sústavách s viacerými planétami sa gravitačné interakcie prejavia poruchami, oneskorenými, alebo predčasnými zákrytmi. Tie-to poruchy dokážu vedci zmerať pomocou systé-

mu TTV (transit timing variations), ktorý sa osvedčuje najmä v sústavách s viacerými planétami, až po telesá s parametrami Zeme. Pomocou TTV možno detegovať aj prítomnosť „nevíditeľných“ exoplanéti.

Už dávnejšie vieme, že okolo hviezdy Kepler-88 obieha exoplanéta Kepler-88 b, pri ktorej zaznamenávali také silné poruchy, že si vyslúžila prezývku „kráľ zákrytových variácií“. Už z prvých meraní vyplynulo, že v sústave by mali kružiť najmenej dve planéty s rezonanciou 2 : 1. (Períoda obehu neviditeľnej planéty je presne dvakrát dlhšia ako períoda vnútornej planéty.) Konfigurácia pripomína vzťah Zeme a Marsu, kde Mars obehne okolo Slnka za bezmála dva roky.

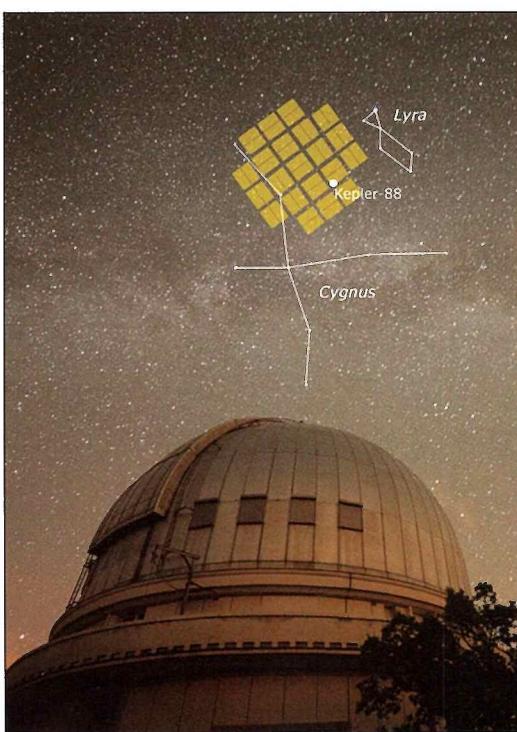
Pomocou merača rýchlosťi SOPHIE zmerali rýchlosť planéty Kepler-88 c. Hmotnosť neviditeľnej planéty bola v zhode s predpovedou TTV. Po prvý raz sa tak podarilo overiť hmotnosť neviditeľnej planéty, objavenej analýzou zákrytov, pomocou inej metódy.

TTV čoraz častejšie využívajú na detekciu neviditeľných planét i na výskum sústav s viacerými planétami. TTV doteraz využili na určenie hmotností viac ako 120 exoplanét objavených ďalekohľadom Kepler v 47 planetárnych sústavách. Medzi nimi s hmotnosťou Zeme.

Možnosť nezávislého overovania významne uľahčuje štatistické analýzy sústav s viacerými planétami. Prispieva k lepšiemu pochopeniu dynamických interakcií a formovaniu planetárnych systémov.

Prvou planétou, ktorú objavili vďaka jej gravitačnému pôsobeniu na inú planétu (Urán), bol Neptún. Francúzsky matematik Urbain Le Verrière vypočítal, že poruchy obežnej dráhy Uránu spôsobuje rezonancia 2:1 s dovtedy neznámou planétou. Jeho výpočty využil Johann Gottfried Galle, ktorý objavil Neptún v septembri 1846.

Poznámka: SOPHIE je francúzsky prístroj, rýchlomer, ktorý dokáže zmerať rýchlosť pohybu exoplanéty až po rýchlosť pohybu priemerného bicyklistu. SOPHIE využili pri štúdiu 20 „keplerovských“ exoplanét.



Kupola na hvezdárni Haute-Provence Observatory (Francúzsko). V kupole je inštalovaný 1,93 m ďalekohľad so spektrogramom/rýchlomerom SOPHIE.

Planéty okolo hnedých trpaslíkov?

Astronómovia z Carnegie Institution for Science získali mimoriadne presné údaje o najblížej „hnedej dvojhviezde“, ktorú tvorí pár hnédych trpaslíkov. Z údajov vyplynulo, že v sústave sa pohybuje tretí objekt s parametrami obrej planéty.

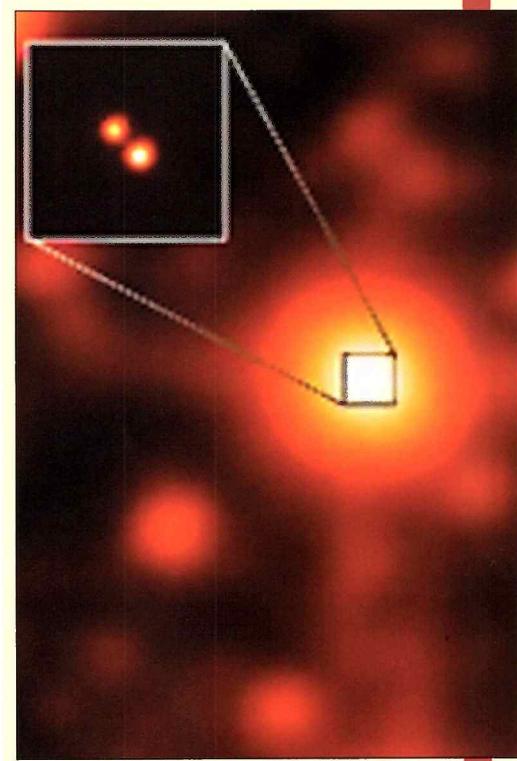
Hnedí trpaslíci sú nedozreté/degenerované hviezdy, ktorých hmotnosť nepresahuje 8 % hmotnosti Slnka. Sústavu Luhman 16AB, vzdialenosť 6,6 svetelných rokov, objavili v januári 2013 a hned po objave sa do jej skúmania zapojilo niekoľko tímov.

Tím H. Boffina pri ESO zistil, že obaja hnédí trpaslíci majú hmotnosť 30 až 50 J. (Slnko má hmotnosť 1 000 J.)

Obe telesá delí iba 450 miliónov kilometrov. (Trojnásobok vzdialenosťi Slnka/Zem.) Vzhľadom na to, že majú takú nízku hmotnosť, okolo spoločného tažiska obehnú až za 20 rokov! Vedci pomocou prístroja FORS2 na ďalekohľade VLT/ESO (Mount Paranal) fotografovali dvojicu raz za týždeň v priebehu dvoch mesiacov. Mimoriadne presné údaje im umožnili objaviť aj počas takého krátkeho času nepatrné poruchy (v rozsahu niekoľkých miliohlukových sekúnd) v pohybe oboch telies.

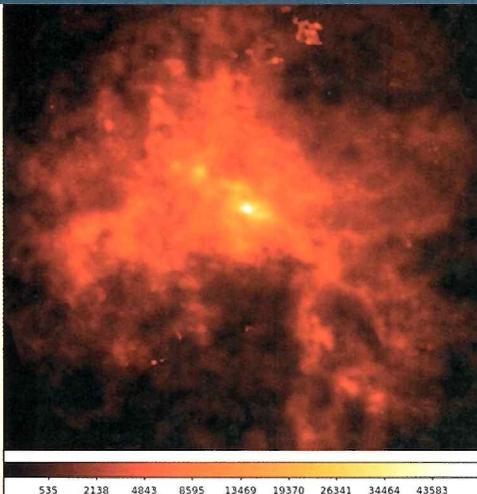
Zaznamenané poruchy svedčia o tom, že v sústave sa pohybuje tretie teleso, ktoré vplyva na pohyb jedného alebo oboch hnédych trpaslíkov. Ide najskôr o planétu s doboru obehu dva mesiace až jeden rok.

Astronomy & Astrophysics



Hnedá dvojhviezda, dvojica hnédych trpaslíkov Luhman 16AB.

Astronomy & Astrophysics



Na snímke rádioteleskopu SMA vidíme hustý molekulový plyn v centrálnej oblasti W49A. Jasnejšie oblasti sú hustejšie. V najjasnejšej oblasti (s priemerom 3 svetelné roky) je plyn s hmotnosťou 50 000 Sínk.

W49A: obrovská hviezdkopa

Hmlovina W49A môže byť jedným z najväčších tajomstiev našej Galaxie. Táto oblasť, kde sa rodia hviezdy, žiarí 100-krát jasnejšie ako hmlovina v Orióne. Zahaluje ju však taká mohutná prachová obálka, že vo viditeľnej a infračervenej oblasti z nej uniká iba nepatrné množstvo žiarenia.

Do tejto kolísky mladých hviezd nedávno prenikol SMA (Smithsonian Submillimeter Array), rádiový interferometer, ktorý tvorí sústava 8 antén operujúcich na frekvenciach 150 až 700 GHz. Z údajov vedci výčítali, že aktívnu oblasť W49A vyvíjajú prúdy plynu.

W49A, vzdialá 36 000 svetelných rokov, sa nachádza na opačnej strane Mliečnej cesty. Je príkladom zvláštneho typu hniezda s búrlivou hviezdotvorbou, aké sme doteraz pozorovali iba v aktivných galaxiach, kde vzniká stokrát viac hviezd ako v Mliečnej ceste.

V jadre W49A je obrovská, kompaktná hviezdkopa. Vyše 100 000 hviezd sa tiesni v priestore s priemerom 10 svetelných rokov! V rovnakom priestore okolo našej Slnečnej sústavy je iba 10 hviezd. O niekoľko miliónov rokov bude hviezdkopa vo W49A taká preplnená ako guľová hviezdkopa.

SMA objavil celú sieť vláken, ktorími do vnútra W49A prúdi plyn. Vlákná do istej miery pripomínajú prítoky veľkej rieky na Zemi. Vlákná na W49A sa spájajú do troch veľkých prúdov smerujúcich do jadra, kadiaľ (rýchlosťou 2 km/s) prúdi hmota, ktorú nabálujú hviezdy.

Mimoriadna hustota spomaľuje rozpad hviezdkopy W49A. Väčšina hviezdkôp v disku našej Galaxie sa rýchle rozpadá a pod vplyvom gravitačných sil sa od seba vzdialuje. I kvôli tomu na našom okoli nenájdeme hviezdy podobné Slnku. Vedci výpočítali, že táto kompaktná hviezdkopa sa udrží pohromade niekoľko miliárd rokov.

SMA zmapoval vo W49A molekulárny plyn s doteraz najväčším rozlíšením. Ukázalo sa, že centrálna oblasť hviezdkopy (s priemerom 30 svetelných rokov) je 100-krát hustejšia ako priemerný molekulový oblak v Mliečnej ceste. Vedci odhadli, že hmlovina obsahuje plyn (najmä molekuly vodíka) s hmotnosťou milióna Slnku.

Astronómovia predpokladajú, že architektúra W49A nie je výnimco. Rovnakú štruktúru by mali mať všetky masívne zoskupenia hviezd. Výskum hviezdkopy bude pokračovať.

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

Zvláštna sústava dvoch bielych trpaslíkov

Niekedy okolo 50. rokov minulého storočia upútala astronómov zvláštna hvieza v súhvezdí Poľovných psov. O mnoho rokov neskôr sa ukázalo, že tento objekt, AM CVn, je dvojhviezda. Oba objekty obehnú okolo spoločného fažiska za 18 minút. Teoretici predpokladali, že táto sústava generuje gravitačné vlny, záhyby v časopriestore, ktoré predpovedal už Albert Einstein.

AM CVn predstavuje odvtedy osobitú triedu objektov, kde biely trpaslík nasáva hmotu z veľmi kompaktného objektu, podľa všetkého tiež z bieleho trpaslka. (Biele trpaslíky sú hustými pozostatkami po Slnku podobných hviezdoch, ktoré na sklonku života skolabujú do objektu s priemerom Zeme.) Medzičasom vedci objavili ďalšie dvojhviezdy typu AM CVn. Vo všetkých prípadoch zložky dvojhviezdy obehnú spoločné fažisko za menej ako hodinu. V jednom prípade dokonca za 5 minút!! Pre porovnanie: Merkúr obehne okolo Slnka za 88 dní.

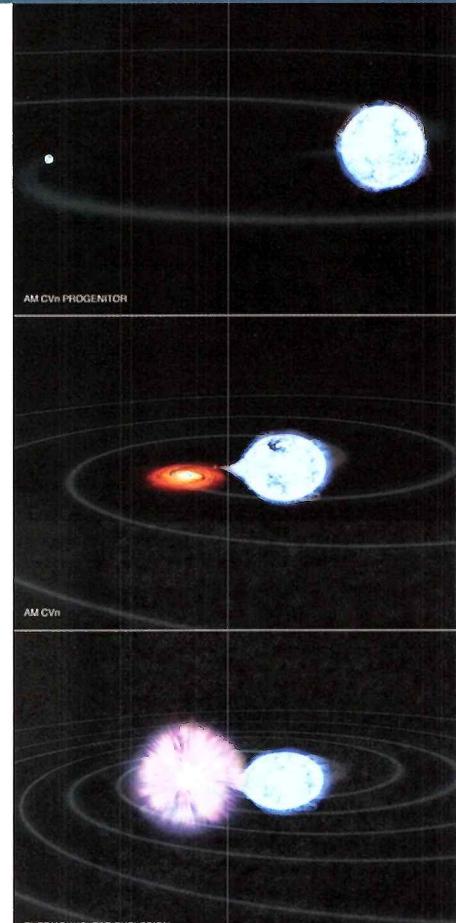
Ako sa tieto dvojhviezdy vyvinuli? Vedci začali skúmať známe dvojhviezdy v optickej a röntgenovej oblasti s cieľom vypátrať, ako sa známe sústavy dvojhviezdz premenili na sústavy typu AM CVn.

Dve dvojhviezdy, J0751 a J1741, preskúmali vesmírne röntgenové ďalekohľady Chandra a XMM-Newton. Pozorovania v optickej oblasti zabezpečili menšie ďalekohľady v Texase a na Novom Zélande.

Tri ilustrácie (*na strane vpravo hore*) znázorňujúvývoj tejto dvojhviezdy. Na hornom obrázku vidíme bieleho trpaslka (*vpravo*) s hmotnosťou $1/5$ M Slnka a druhý, oveľa hmotnejší a kompaktejší objekt (tiež biely trpaslík), ktorý má 5-krát väčšiu hmotnosť. (Na rozdiel od Slnku podobných hviezd sú hmotnejšie biele trpaslíky menšie!)

Nakoľko oba biele trpaslíky obiehajú spoločné fažisko, gravitačné vlny spôsobia, že ich obežné dráhy budú čoraz kratšie. Menší a hmotnejší biely trpaslík začne nasávať hmotu z väčšieho, ale menej hmotného spoluúčinku (*obraz v strede*). Proces pokračuje dovtedy, kým sa na hmotnejšiu zložku dvojhviezdy nabalí také množstvo hmoty, že bieleho trpaslka o 100 miliónov rokov zničí termonuklearná explózia.

Ak výbuch zničí väčšiu zložku dvojhviezdy úplne, pôjde o výbuch supernovy typu Ia. Oveľa pravdepodobnejšia je možnosť, že termonuklearná explózia sa objaví iba na povrchu hviezdy, takže hvieza, hoci zjazvená, ostane v podstate nezmenená. Spravidlo vzplanutie má iba 1/10 jasnosti oproti supernove Ia. Vedci ho označujú ako vzplanutie typu Ia supernova, s bodkou pred veľkým I. Takéto

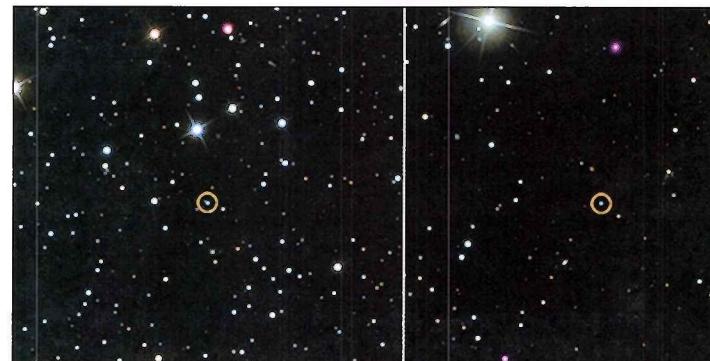


vzplanutia boli pozorované v iných galaxiách, ale J0751 a J1741 sa stali prvými známymi dvojhviezdami, v ktorých sa môže uskutočniť vzplanutie typu Ia.

Optické pozorovania iba približne potvrdili existenciu dvoch bielych trpaslíkov a ich hmotnosť v oboch sústavách. Pozorovania v röntgenovej oblasti vylúčili možnosť, že v oboch systémoch je neutrónová hvieza. Neutrónová hvieza, ktorá by však nemohla byť matkou sústavy AM CVn, vyžaruje silné röntgenové emisie, ktoré generuje jej silné magnetické pole a rýchla rotácia. Ani Chandra, ani XMM-Newton však röntgenové emisie z oboch dvojhviezd nezaznamenali.

Sústavy AM CVn zaujali vedcov, pretože by mali generovať gravitačné vlny. Tieto vlny zatiaľ neboli zaznamenané, ale vedci veria, že citlivé prístroje ich v blízkej budúcnosti budú detegovať. Tým by sa otvorilo nové okno pre pozorovateľov vesmíru.

Royal Astronomical Society Letters;
Chandra Press Release



Snímky dvojhviezd J0751 a J1741.

Masívne kopy galaxií...

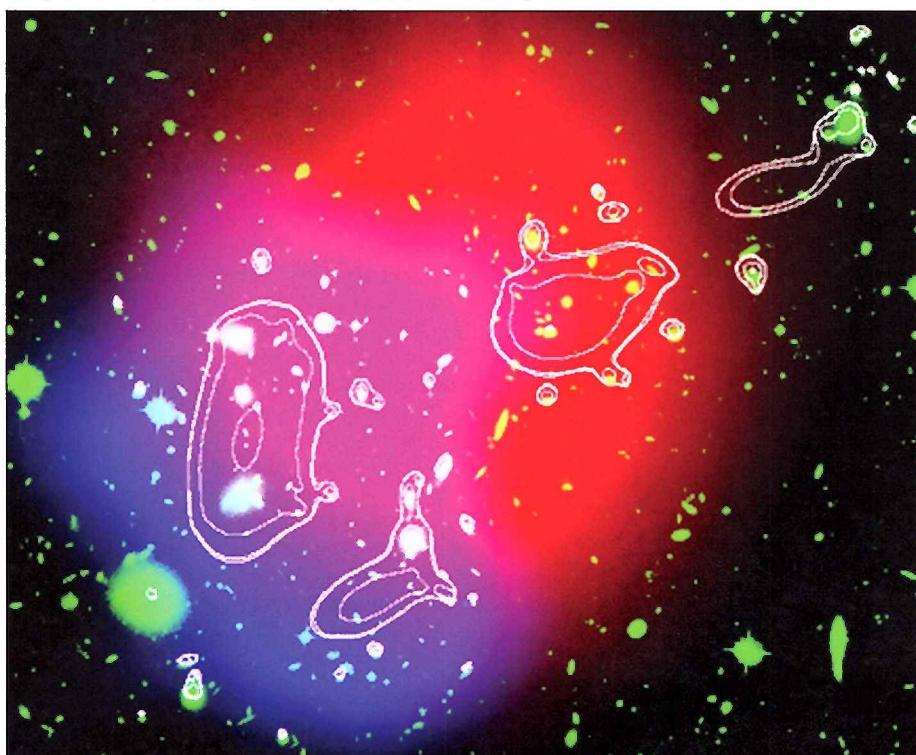
...sú klúčom k overeniu kozmologických teórií. Americkí vedci z Caltech a JPL detegovali po prvý raz pri individuálnom objekte takzvaný Sunajev-Zeldovič (SZ) kinetický efekt, teda zmenu v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia (CMB), ktorú spôsobili interakcie s masívnym, pohybujúcim sa objektom!

MACS J0717,5+3745 je mimoriadne dynamická kopa galaxií, milión miliárdkrát hmotnejšia ako Slnko a 1000-krát hmotnejšia ako Mliečna cesta. Tvoria ju tri, relativne statické subkopy (A, C a D) a subkopa B, ktorá sa vnára do väčšej kopy galaxií rýchlosťou 3 000 kilometrov za sekundu.

Subkopa B prenikne postupne až do centra veľkej kopy galaxií, ale pôsobenie gravitácie ju časom z nej vypudí, alebo pribrzdí do takej miery, že sa uhniedzi niekde medzi kopami A, C a D. Správanie subkopy B je v súlade so štandardným kozmologickým modelom. Pozorovaním kopy galaxií MACS J0717,5+3745 na rozličných vlnových dĺžkach získali vedci údaje, ktoré sa zdali byť (kým ich neanalyzovali vo svetle teórie kinetického SZ efektu) prinajmenšom nezvyklé, ak nie záhadné.

Dvaja ruskí fyzici, Rašid Sunajev a Jakov Zeldovič už v roku 1972 predvídal, že sa raz podarí pozorovať deformácie v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia (CMB) po interakciach so spŕškou voľných elektrónov. (CMB je dosvit po big bangu.) Tieto voľné elektróny sú prítomné v plyne, ktorý vypĺňa priestor medzi kopami galaxií. Tento plyn je taký horúci (100 miliónov stupňov Celzia), že sa jeho atómy po istom čase rozpadnú. Podľa Sunajjeva a Zeldoviča by sa mali fotóny CMB pod vplyvom elektrónov s vysokou energiou v médiu medzi kopami rozptylovať za sprivedu merateľného vzplanutia energie.

Na optickej snímke z HST (zelená farba) kopy galaxií MACS J0717,5+3745 a mapami štyroch subkôp na frekvenciach 140 GHz (červená) a 268 GHz (modrá). Neprítomnosť signálu 268 GHz v subkope B (druhý balík hmoty sprava hore) je vyvolaný kinetickým Sunajev-Zeldovičovým efektom.



Tento úkaz, známy ako termálny SZ efekt, podporili v ostatných desaťročiach viaceré pozorovania. Vedcov preto neprekvapilo, keď pri MACS J0717,5+3745 objavili príznaky tohto efektu. Neskôr však získali zvláštne údaje z Caltech Submillimeter Observatory (CSO), ktorý meral žiarenie z kopy na dvoch frekvenciach: 140 GHz a 268 GHz. Jednoduchou extrapoláciou možno z údaja 140 GHz (pri zohľadnení termálneho SZ efektu) predpovedať údaj 268 GHz. V prípade pozorovaní subkopy B na frekvencii 268 GHz však k tomu na veľké prekvapenie nedošlo!

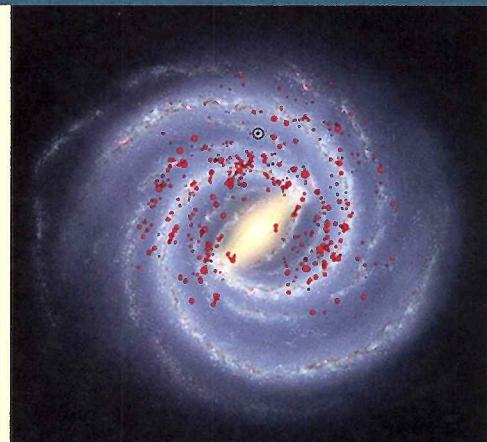
Po týždňoch rozpakov sa vedci rozhodli zmerať rýchlosť subkopy B vzhľadom k zvyšku kopy. S cieľom zistieť, či kinetický SZ efekt môže vysvetliť rozpor medzi údajmi 140 GHz a 268 GHz. Ukázalo sa, že môže!

Aj kinetický SZ efekt, tak ako termálny SZ efekt, sa objavuje po interakciách extrémne horúcich elektrónov s vysokou energiou s fotónmi CMB v plyne média medzi kopami. Ibaže: pri kinetickom efekte na fotóny nepôsobí teplo elektrónov (vygenerované ich chaotickým pohybom), ale ich pohyb v priestore, ktorý je rovako rýchly ako rýchlosť materskej subkopy. Veľkosť efektu je priamo úmerná rýchlosťi elektrónov. V tomto prípade aj rýchlosťi subkopy B.

,Využitím kinetického efektu na meranie rýchlosťi celej kopy vzhľadom k rozpínajúcemu sa vesmíru, môžeme sa čo nevidieť dozvedieť, aký mechanizmus zrýchľujúce sa rozpínanie vesmíru generuje,“ vyhlásil fyzik Sunil Golwala, riaditeľ Caltech Submillimeter Observatory na Havajských ostrovoch.

Hodno pripomienuť, že ešte pred preskúmaním kopy galaxií MACS J0717,5+3745 najhodnotnejšie indície pôsobenia kinetického SZ efektu poskytli štatistiké štúdie veľkého počtu galaxií a kôp galaxií, ktoré podrobne preskúmali tímy okolo Atacama Cosmology Telescope a Sloan Digital Survey. V tomto prípade však kinetický SZ efekt potvrdil prieskum jediného objektu.

Astrophysical Journal



Rozloženie masívnych hviezd v Mliečnej ceste podľa najnovejšej štúdie anglických a amerických vedcov. Polohu našej Slnčnej sústavy označuje čierny krúžok.

Mliečna cesta má štyri ramená

Ani astronómovia nevedia, ako naša Galaxia vyzerá, lebo žijeme v jej vnútri. Jej skutočný tvar však môžu rekonštruovať najmä dôkladným pozorovaním hviezd, ktoré náš hviezdy ostrov vytvárajú a spresňovaním ich skutočných vzdialenosť od Zeme. Spresňovanie štruktúry Mliečnej cesty prispieva k pochopeniu procesov utvárajúcich typické špirálové galaxie a mapuje oblasti, kde a kedy sa hviezdy formujú.

Už v 50. rokoch sa vedci pokúsili zmapovať Mliečnu cestu pomocou rádioteleskopov, ktoré preskúmali oblaky plynu, kde sa nové hviezdy rodia. Vo vyslednej správe sa hovorí, že Galaxia má štyri veľké ramená. Pred desiatimi rokmi začal Mliečnu cestu monitorovať kozmický dalekohľad Spitzer v infračervenej oblasti. V roku 2008 sme sa dozvedeli, že tento dalekohľad objavil 110 miliónov dovtedy neznámych hviezd, ale potvrdil existenciu iba dvoch špirálových ramien. (Spitzer dokáže rozlíšiť iba oveľa chladnejšie hviezdy s menšou hmotnosťou (podobné Slnku), ktoré sú oveľa početnejšie ako masívne hviezdy.)

Najnovšia štúdia sa zamerala iba na 1650 najmasívnejších hviezd, ktoré vytipovali z prehliadky Red MSX Survey (RMS). V tomto prípade mapovali oblohu v blízkej IR-oblasti. Do projektu sa zapojilo niekoľko rádioteleskopov v Austrálii, USA a v Číne. Vedcom sa podarilo spresniť údaje o vzdialenosťach a jasnostiach masívnych hviezd v Galaxii, čo umožnilo zmapovať aj ich rozloženie v disku Galaxie. Po analýze údajov sa ukázalo, že Galaxia má naozaj štyri ramená.

Masívnych hviezd je oveľa menej ako ich menej hmotných sestier, pretože po uplynutí zhruba 10 miliónov rokov zanikajú. Hviezdy s menšou hmotnosťou žijú podstatne dlhšie, takže kým zaniknú alebo sa premenia, obehnú okolo jadra Galaxie velačká. Preto sú v disku Galaxie oveľa rozptýlenejšie.

Gravitácia v dvoch hviezdnych ramenach, ktoré preskúmal Spitzer, dokáže v nich udržať väčšinu hviezd, čo však o ďalších dvoch ramenach neplatí. Ibaže aj v týchto vzdialenejších ramenach je dostatočne hustých oblakov, v ktorých sa formovali a formujú masívne hviezdy.

Inventúra rozloženia mladých, masívnych hviezd v celej Galaxii bola úspešná. Astronómovia spresnili predstavy o štruktúre Mliečnej cesty, objavili v nej oblasti, v ktorých sa rodí najviac hviezd, a potvrdili model štyroch špirálových ramien.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, University of Leeds

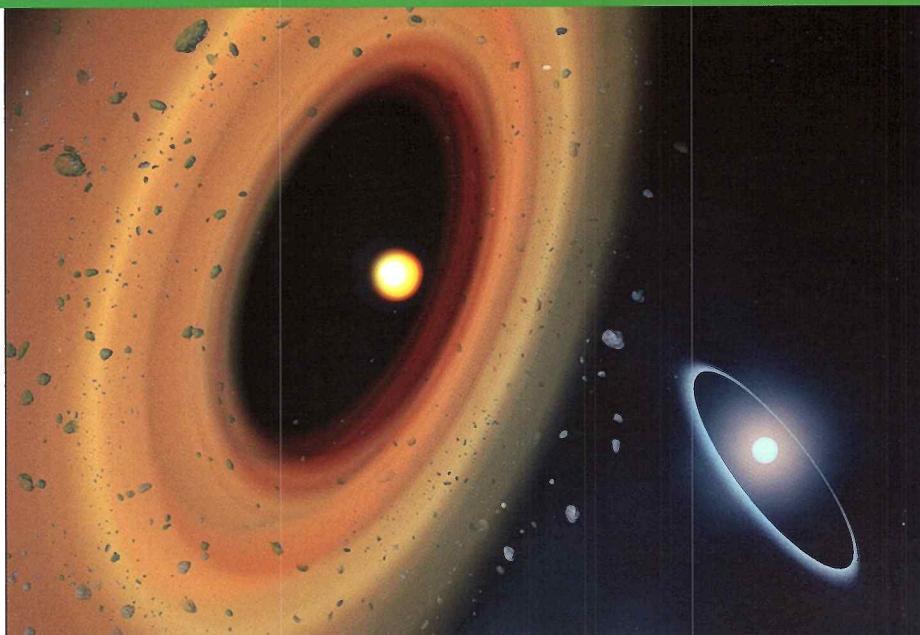
Bizarná exoplanetárna sústava

Blízka hviezda Fomalhaut A má popri našej Slnečnej sústave najznámejší planetárny systém. Okrem planét objavili pri nej aj prstenec komét. To však nie je všetko: astronómovia nedávno objavili, že aj najmenšia hviezda trojhviezdy Fomalhaut (Fomalhaut C), má vlastný prstenec komét.

Fomalhaut A je jednou z najjasnejších hviezd na oblohe. Táto bielomodrá hviezda sa na severnej oblohe objavuje nad južným obzorom v jeseni. Fomalhaut C (označovaný aj ako LP 876-10) je slabý červený trpaslík, ktorého bez ďalekohľadu nerozlíšime. (Objavili ho v októbri minulého roku.)

Jasná hviezda Fomalhaut A sa stala jedným z hlavných objektov sledovaných Hubblevým vesmírnym ďalekohľadom (HST), protože vedci chceli preskúmať prstenec komét a získať snímku planéty Fomalhaut b, krúžiacej okolo druhej hviezdy systému. (Veľkými písmenami sa označujú hviezdy, malými planéty.)

Nový objav môže byť klúcom k záhadám okolo systému Fomalhaut. Po prvý raz sa podarilo objaviť dva prstence komét vo viachviezdom systéme, pričom obe hviezdy s prstencom komét delí 2,5 svetelného roku. Ide o jeden z najvoľnej-



Ilustrácia systému trojhviezdy Fomalhaut. Nedávno objavená hviezda Fomalhaut C s prstencom je vľavo. Hviesda Fomalhaut A s prstencom je vpravo. Prstenec okolo Fomalhaut A má tvar elipsy, čo naznačuje opakovanie interakcie oboch hviezd v minulosti.

ších systémov, ktoré sa kedy objavili. Prečo majú hviezdy Fomalhaut A a Fomalhaut C prstence komét?

Obežné dráhy prstencu komét a planét okolo Fomalhaut A sú eliptické. To, že nie sú kruhové, znamená, že sa pôvodná dráha zmenila po blízkych stretnutiach s inými telesami, buď s doteraz neobjavenou planétou, alebo s jednou z hviezd Fomalhaut B či C.

Objav prstence komét okolo C je dôležitý, pretože blízke interakcie nielenže dokážu sformovať prstenec do podoby elipsy, ale ho aj významne zjasňujú. Najmä tým, že po každej interakcii sa počet kolízii komét v prstenci podstatne zvyší, čím sa uvoľňujú veľké množstvá prachu a ľadu. Jasnosť prstence komét pri oboch hviezdach (A a C) svedčí o tom, že nedávno došlo k ich významnému priblíženiu.

Vedci sa spôsobitkou nazdávali, že systém hviezd Fomalhaut A bol narušovaný vnútornou planétou. Zdá sa, že rovnaký efekt mohla vyvolať aj gravitácia malej hviezd.

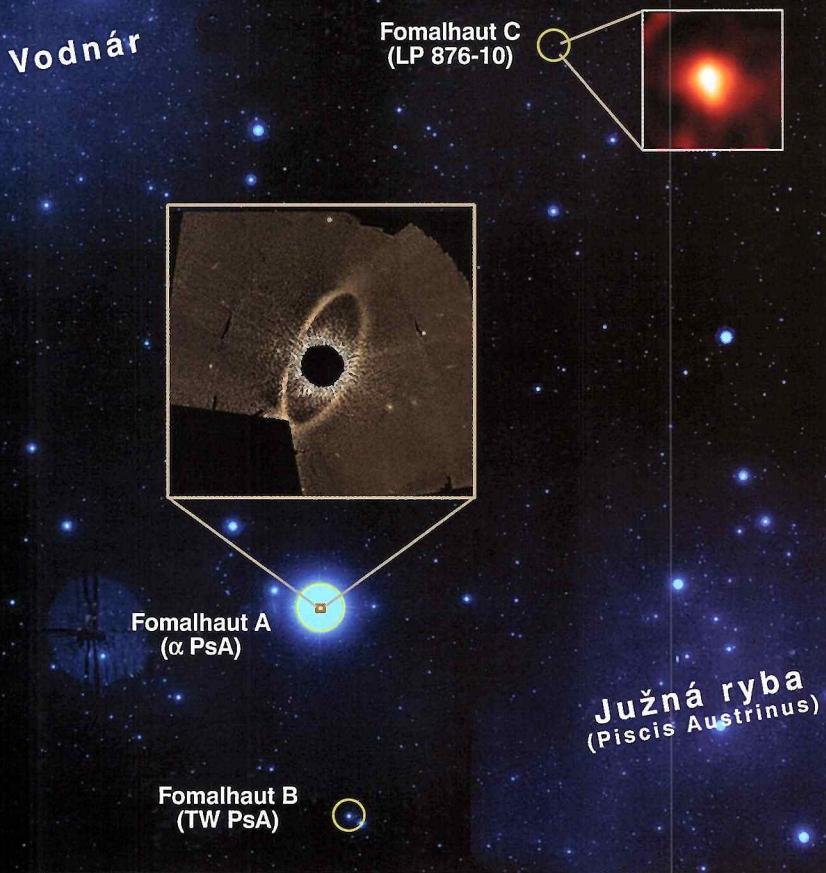
Kométa ISON, ktorá sa nedávno po blízkom obelete okolo Slnka rozpadla, bola možno nameraná do vnútra Slnečnej sústavy po interakcii s nejakou hviezdou v dávnej minulosti. Blízke interakcie troch hviezd v systéme Fomalhaut mohli opakovane uvoľňovať komety s prstenca smerom k hviezdam. Ak okolo hviezd Fomalhaut A či C krúžia obývateľné planéty, domorodci musia byť podchvíľou svedkami kozmických ohňostrojov.

Vesmírny ďalekohľad Herschel, ktorý mapoval oblohu v IR-vlnových dĺžkach, v apríli minulého roku ukončil svoju misiu. (Minulo sa mu hélium, ktoré chladilo prístroje.) Misia skončila sedem mesiacov pred objavením hviezdy Fomalhaut C, tretej zložky trojhviezdy. Na snímkach z roku 2011 však vedci našli dostatok údajov.

Počas ostatných rokov objavil tím prstence komét okolo mnohých hviezd až do vzdialenosťí niekoľkých stoviek svetelných rokov. Fomalhaut C spôsobitkou považovali za osamelého červeného trpaslíka s prstencom komét. Takéto objavy sú veľmi zriedkavé. Až po zistení, že aj táto hviezda je zložkou trojhviezdy Fomalhaut, začali premyšľať o vzťahoch medzi oboma hviezdami. Záhada eliptického prstence okolo Fomalhaut sa zdala byť vyriešená.

Vedci overujú hypotézu blízkych stretnutí hviezd na počítači. Prečo nemá kometárny prstenec aj Fomalhaut B, ostáva záhadou. Ak simulácie potvrdia to, čo astronómovia pozorujú, dozvedia sa ako interakcie hviezd môžu vplyvať na formovanie a vývoj planetárnych sústav.

Royal Astronomical Society



Takto vyzerá trojhviezda Fomalhaut zo Zeme. V štvorcí (vpravo hore) vidíme zväčšeninu nedávno objaveného prstence okolo hviezdy Fomalhaut C na IR-vlnových dĺžkach (Herschel). Vo velkom štvorcí (uprostred) vidíme zväčšeninu oveľa väčšieho prstence komét okolo Fomalhaut A (optická snímka z HST). Nakolko rozlišovacia schopnosť na infračervených vlnových dĺžkach je menšia, rozmery prstence okolo Fomalhaut C odhadli iba približne.

Mikrovazar s nezvykle výkonnou čiernej dierou

Mikrovazar je čierna diera obklopená obálkou horúceho plynu. Plyn zohrievajú dva protismerné výtrysky z disku v blízkosti čiernej diery. Výtrysky vznikajú vtedy, keď hmota, špirálujúca do čiernej diery, dosiahne kritickú rýchlosť a hustotu. Výtrysky pôsobia ako gigantické rozprávače plynu.

Štúdium mikrovazarov poskytuje vedcom údaje o vývoji mladého vesmíru, o tom, ako rýchle kvazary rastú, akou energiou pôsobia čierne diery na svoje okolie. Najsilnejším mikrovazaram v Mliečnej ceste je objekt SS433. Medzinárodný tím však nedávno v blízkej galaxii M83 objavil mikrovazar MQ1, ktorý je 10-krát silnejší.

Astrónomovia už objavili niekoľko kompaktných objektov s parametrami MQ1, ale nedokázali odhadnúť veľkosť čiernej diery, ktorá ich výkon generuje. V tomto prípade sa im to podarilo. Vedci pomocou niekoľkých ďalekohľadov zistili, že čo do veľkosti, ide o štandardnú, malú čiernu dieru. O niečo menšiu, ako teoretici predpokladali.

O to viac ich prekvapila sila výtryskov, nepriemeraná parametrom galaxie. Objav pomohol vedcom pochopíť a kvantifikovať silný efekt, ktorým výtrysky čiernej diery pôsobia na okolity plyn tým, že ho zohrievajú a rozptylujú.

Zdá sa, že v prvých fázach vývoja galaxií (pred 12 miliardami rokov) musela vo vesmíre pôsobiť neznáma sila, pretože v tom čase bolo objektov s parametrami MQ1 podstatne viac. V dnešnom vesmíre ide skôr o ojedinelé objekty.

Čierna diera v kvazare MQ1 má priemer iba 100 kilometrov. Celá štruktúra tohto objektu (podľa údajov z HST) je však oveľa väčšia ako Mliečna cesta. Výtrysky z MQ1 rozprášujú plyn až do vzdialenosťi 20 svetelných rokov.

Čierne diery majú rôzne veľkosti. Delíme ich na stelárne čierne diery (s hmotnosťami pod 70 hmotnosťami Slnka) a na supermasívne čierne diery, niekoľko miliónkrát hmotnejšie ako Slnko. Taká čierna diera hniezdi aj v jadre našej Galaxie.

MQ1 je stelárna čierna diera, ktorá sa sfornovala po zániku masívnej hviezdy. Objekt objavili počas pozorovania galaxie M83, vzdialenej 15 miliónov svetelných rokov. V galaxii je niekoľko miliónov hviezd. Galaxiu zmapovalo niekoľko vesmírnych ďalekohľadov: HST v optickej oblasti, Chandra na röntgenových fekvenciách, Australia Telescope Compact Array a VLA na rádiových vlnách.

Galaxia M83 sa nachádza na južnej oblohe, v juhozápadnom cípe dlhého súhvezdia Hydra. Iluminuje ju najmä žiarenie starších hviezd. Jadro jasne žiarí aj v röntgenovej oblasti, čo prezrádza vysokú koncentráciu neutrónových hviezd i rodiacich sa, mladých hviezd. Galaxia patrí do skupiny galaxií, kam aj aktívna galaxia Centaurus A.

HST Press Release



Takto môže vyzeráť počasie na hnédych trpaslíkoch.

Počasie na hnédych trpaslíchkoch

Nad chladným povrchom nedozretých, degenovaných hviezd sa môžu preháňať hurikány a preskupujúce sa polia oblačnosti. Podľa údajov z vesmírneho ďalekohľadu Spitzer zúri takmer na každom hnedej trpaslíkovi najmenej jedna gigantická búrka, priponímaču Velkú červenú škvru na Jupiteri. Zmeny jasnosti rotujúcich hnédych trpaslíkov umožňujú rozlíšiť oblasti s oblačnosťou od tých, nad ktorými nijaké oblaky nie sú.

Hnedí trpaslíci sa formujú tak ako hviezdy. Až do chvíle, keď sa v ich okolí minie hmota, ktorú nabálujú skôr, ako nadobudnú hmotnosť, umožňujúco zapálenie jadrových reakcií v ich jadrach. Do istej miery pripomínajú Jupiter. Búrky na ich povrchu sú však oveľa silnejšie, vetry oveľa prudšie, blýskavice oveľa intenzívnejšie ako na obriech planétach. Na hnédych trpaslíchkoch neprší voda. Na to sú príliš horúce. Vedci však predpokladajú, že počas búrok prší na povrch horúci piesok, sol' a kvapôčky roztaveného železa!

Vedci v rámci programu „Počasie na iných svedoch“ skúmali v infračervenej oblasti spektra 44 hnédych trpaslíchk, ktoré sa otáčajú okolo svojej osi za menej ako 20 hodín. Na polovici telies súboru zaznamenali zreteľné zmeny jasnosti. Napriek tomu, že zdáreľa nie všetky skúmané objekty sú k Zemi optimálne privrátené (navyše, viaceré búrky mohli byť počas pozorovania na odvrátenej strane), vedci usudili, že na väčšine, ak nie na všetkých hnédych trpaslíchkoch, zúria gigantické hurikány.

Prieskum priniesol aj iné prekvapenie: niektorí hnedi trpaslíci rotujú oveľa pomalšie, ako sa predpokladalo. Podľa teórie by tieto objekty mali počas formovania a kolapsu nadobudnúť veľmi rýchlu rotáciu, ktorá by sa ani po uplynutí miliónov rokov nemala spomaľovať. Pomalú rotáciu vedci predbežne vysvetlili nevedia, vyuvinuli však niekoľko hypotéz: buď sa hnedi trpaslíci formujú doteraz neznámym spôsobom, alebo ich rotáciu spomaluje gravitácia zatiaľ neobjavenej planéty na blízkej obežnej dráhe.

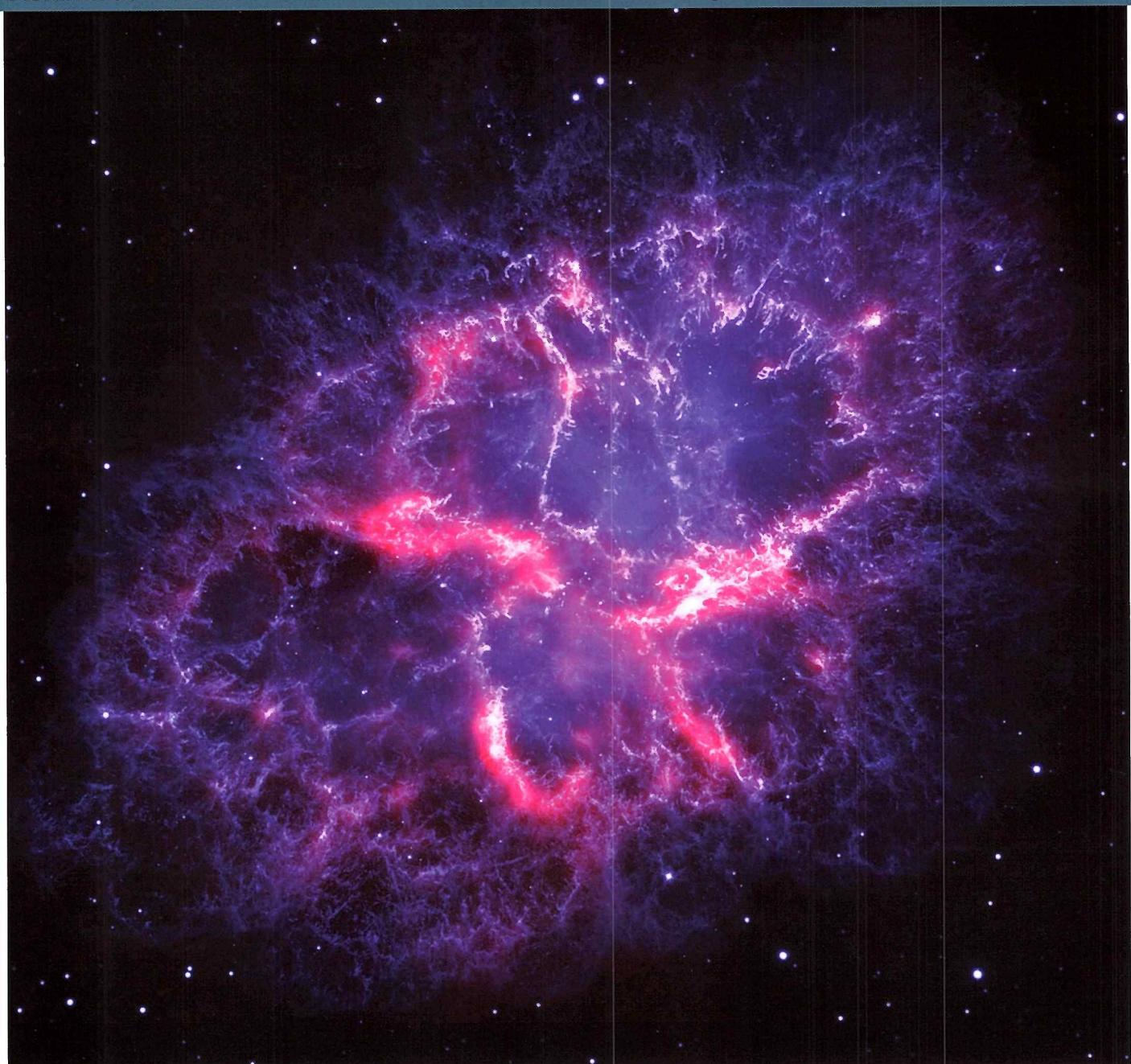
Nové poznatky rozšírili nielen znalosti o hnédych trpaslíchkoch, ale aj o ich „menších súrodencov“, obriech plynových planétach. Vedci, ktorí študujú počasie na hnédych trpaslíchkoch, dozvedia sa viac aj o počasí na exoplanétach, ktoré sa v žiare materskej hviezdy oveľa ľahšie skúmajú.

Vesmírny ďalekohľad Spitzer krúži okolo Zeme vo výške, kde už tepelné žiarenie zo Zeme nepôsobí. Preto citlivosť jeho prístrojov dokáže rozlíšiť aj zmeny jasnosti hnédych trpaslíchk.

University of Western Ontario/NASA



Galaxia M83, v ktorej objavili a preskúmali doteraz najsilnejší mikrovazar MQ1. Žltkasté jadro galaxie žiarí vpravo hore. V jadre hniezdi stelárna čierna diera s priemerom 100 kilometrov.



Krabia hmlovina v modrom, viditeľnom svetle.

Molekuly argónu-36...

...detegovali po prvý raz v otvorenom vesmíre, v Krabej hmlovine. Tím z University College London (UCL), vedený M. Barlowom, využil citlivé IR-prístroje na Herschelovom vesmírnom dalekohľade. V ďalekej IR oblasti získali údaje o oblastiach chladného plynu a prachu. Najvzácnejším úlovkom bolo spektrum iónov hydridu argónu. Objav podporil teóriu o prírodnom formovaní tohto vzácneho plynu.

Herschel, určený na detegovanie v ďalekej infračervenej oblasti, je momentálne najväčším vesmírnym dalekohľadom. (Medzičasom svoju misiu ukončil.) Barlowov tím sa zameral najmä na niekoľko jasných pozostatkov po výbuchoch supernov. Jedným z nich bola Krabia hmlovina. Objav argónu je významný, pretože vedci ne-predpokladali, že atómy argónu môžu vytvárať molekuly, dokonca v takých nepriaznivých podmienkach, aké panujú v Krabej hmlovine.

Horúce objekty, napríklad hviezdy, jasne žiaria vo viditeľnom svetle. Chladnejšie objekty, napríklad oblaky prachu v hmlovine, žiaria najmä na infračervených vlnových dĺžkach, ktoré atmosféra Zeme pohlcuje.

Z infračervených spektier sa dá ľahko vyčítať prítomnosť molekúl, najmä údaje o ich rotácii. Napríklad, keď sa k sebe priblížia dva atómy, oba rotujú okolo spoločného tažiska. Rýchlosť ich rotácie závisí od špeciálnych, kvantifikovaných frekvencií, ktoré vedci dokážu detegovať.

Prvky sa môžu vyskytovať v niekoľkých odlišných verziách, v izotopoch, ktoré majú v atómových jadrach rozličný počet neutrónov. Vlastnosti izotopov sa navzájom podobajú, odlišujú sa iba nepatrne inou hmotnosťou. Tento rozdiel hmotnosti ovplyvňuje rýchlosť rotácie. A rýchlosť rotácie prezrádza, ktoré izotopy sa v molekule vyskytujú.

V žiareni niektorých oblastí Krabej hmloviny objavili analytici extrémne silné vrcholky intenzity okolo hodnôt 618 a 1235 gigahertz (GHz). Po preskúmaní databáz sa ukázalo, že jedinou možnosťou sú emisie zo rotujúcich molekulár-

nych iónov hydridov argónu (ArH^+). Navyše, jediným izotopom argónu, ktorého hydrid môže rotovať, je argón-36.

Zdá sa, že energia neutrónovej hviezdy v jadre hmloviny ionizovala argón, ktorý sa spojil s molekulálm vodíka. Tak vznikol ArH^+ .

Objav vedcov prekvapil aj preto, že pri objaveniach nových druhov molekúl vo vesmíre sú ich odtlačky v spektrách príliš slabé. V tomto prípade však boli typické čiary výrazné. Vedcov potešilo, že ich objav potvrdil dávnejšie výpočty, podľa ktorých medzi prvkami, ktoré sa zrodia výbuchom supernovy, by malo byť veľa argónu-36 a nijaký argón-40. Analýza spektier z Krabej hmloviny tento predpoklad potvrdila.

Dominantným izotopom argónu na Zemi je argón-40, ktorý vzniká v horninách počas rádioaktívneho rozpadu draslíka.

Prvý objav molekuly argónu vo vesmíre nadvážuje na dlhú tradíciu výskumu vzácnych plynov na Kalifornskej univerzite. Argón i ďalšie plynov objavil na UCL už koncom 19. storočia William Ramsay.

Science

Rekordné vzplanutie žiarenia gama

Je to úkaz, s ktorým si teoretici nevedia rady. Koncom apríla 2013 mohutné vzplanutie žiarenia gama (GRB) zalarmovalo nielen prístroje na vesmírnych ďalekohľadoch Fermi a Swift, ale aj pozemské posádky okolo robotických ďalekohľadov RAPTOR, CARMA (pracujúci na milimetrových vlnách), röntgenového NuSTAR ďalekohľadu a ďalších, vyše päťdesiatich teleskopov na celej Zemi.

Vedci zaznamenali vzplanutie gama zo zdroja GRB 130427A, najdlhšieho a najenergetickejšieho vzplanutia všetkých čias. Hoci hlavné vzplanutie trvalo iba 20 sekúnd (čo je typická dĺžka pre tzv. dlhé vzplanutia gama), prístroje detegovali gama žiarenie aj počas ďalších dvadsiatich hodín.

Dva z tisícok fotónov, ktoré počas tohto času detegoval Fermi sú problematické. Prvý zaznamenali 19 sekúnd po vzplanutí. Druhý sa objavil o 225 sekúnd neskôr. Energia oboch fotónov vedcov ohromila: prvý mal 73, druhý 95 miliárd elektrónvoltov. Boli to fotóny s najvyššimi energiami, aké sa kedy zaznamenali.

Fotóny s takými energiami by podľa teórie nemali existovať. Podľa štandardného modelu sa dlhé GRB objavujú po kolapse veľmi masívnych

hviezd. Keď sa hvieza zrúti a formuje sa čierna diera, vznikne výtrysk, ktorý v priebehu niekoľkých sekúnd prenikne vonkajšími vrstvami hviezdy. O niečo neskôr vnikne do obálky hmoty, ktorú z umierajúcej hviezdy vynesli hviezdne vetry. Rýchlosť elektrónov vo výtrysku sa blíži k rýchlosťi sveta. Elektróny letia okolitými magnetickými poliami uvoľňujúc zadržanú energiu v podobe synchrotrónového žiarenia.

Bez ohľadu na to, ako rýchle tieto elektróny okolo magnetických siločiar špirálujú, energia, ktorú uvoľňujú, je gigantická. Podľa jednej štúdie (A. Maselli z INAF-IASF v Palerme) tie isté elektróny, ktoré v prvej fáze vytvorili fotóny, môžu uvoľniť ďalšie vzplanutie po opakovaných zrážkach so svojim potomstvom.

Podľa inej štúdie (Ch. Dermer z Naval Research Laboratory) je možné, že GRB produkujú fotóny na dva spôsoby. Ak je tomu tak, mali by sme zaznamenať skok v počte fotónov, vytvorených na úrovni rôznych energií (napríklad ovela viac gama fotónov ako röntgenových fotónov). Na druhej strane, ak je celé spektrum, od optického sveta až po fotóny gama s ultravysokou energiou hladké, znamená to, že všetky fotóny sú produktom jediného mechanizmu.

Aký by to mal byť mechanizmus? Vedci zvažujú, či by to mohli byť siločiary magnetického pola, ktoré zavádzajú horúci plyn okolo formujúcej sa čiernej diery. Nevylúčili ani synchrotrónový model. Všetci však tušia, že to bude mechanizmus, s akým sa ešte nestretli.

Science



Našli Američania časticu tmavej hmoty?

Tmavá hmota tvorí viac ako štvrtinu (26 %) hmoty vesmíru. Predpokladá sa, že práve táto tajomná substancia podstatne ovplyvňuje formovanie galaxií, hviezd, ba možno aj života. Doteraz ju však nikto priamo nepozoroval.

Na marcovom sympózium Kalifornskej univerzity prezentovali američki fyzici 190 kolegom z celého sveta niekoľko analýz, ktoré účastníci interpretovali ako možný dôkaz existencie častic tmavej hmoty. Prístroje detegovali časticie s energiou 30 miliárd elektrónvoltov. O objave referoval fyzik David Cline, profesor Kalifornskej univerzity (UCLA), jeden z najuznávannejších znalcov tmavej hmoty na svete.

Prvý nepriamy dôkaz o existencii tmavej hmoty objavili v údajoch, ktoré získal v 1933 ďalekohľad na hore Mount Wilson (nad Los Angeles). V ostatných rokoch vývoj citliviejsích prístrojov umožnil v rámci teoretických modelov hľadanie častic tmavej hmoty aj na extrémne nízkych úrovniach rozlíšenia.

Jedna skupina sa zamerala na tmavú hmotu v Mliečnej ceste. Vesmírny ďalekohľad Fermi (NASA), v spolupráci s Goddardovým centrom pre vesmírne lety a urýchľovačom SLAC sa sústredil na žiarenie gama, ktoré tvoria fotóny s vysokou energiou. Jedným zo zdrojov žiarenia gama by mohla byť tmavá hmota. Presnejšie vzájomné, slabé interakcie častic tmavej hmoty. Niektoré modely existenciu signálov tmavej hmoty, ktoré zachytil tím profesora Clinea, pripúšťajú. Iné tímy však zatiaľ podobné signály nezachytili.

Astronómovia využívajú ovela väčšie detektory tmavej hmoty, ktoré by mohli detegovať tmavú hmotu priamo: v USA, v Kanade i v Číne. Trojtonový Xenon 3, sedemtonový LUX-ZEPLIN a päťtonový DarkSide. Cline tvrdí, že tieto detektory zachytia signály tmavej hmoty už do piatich rokov.

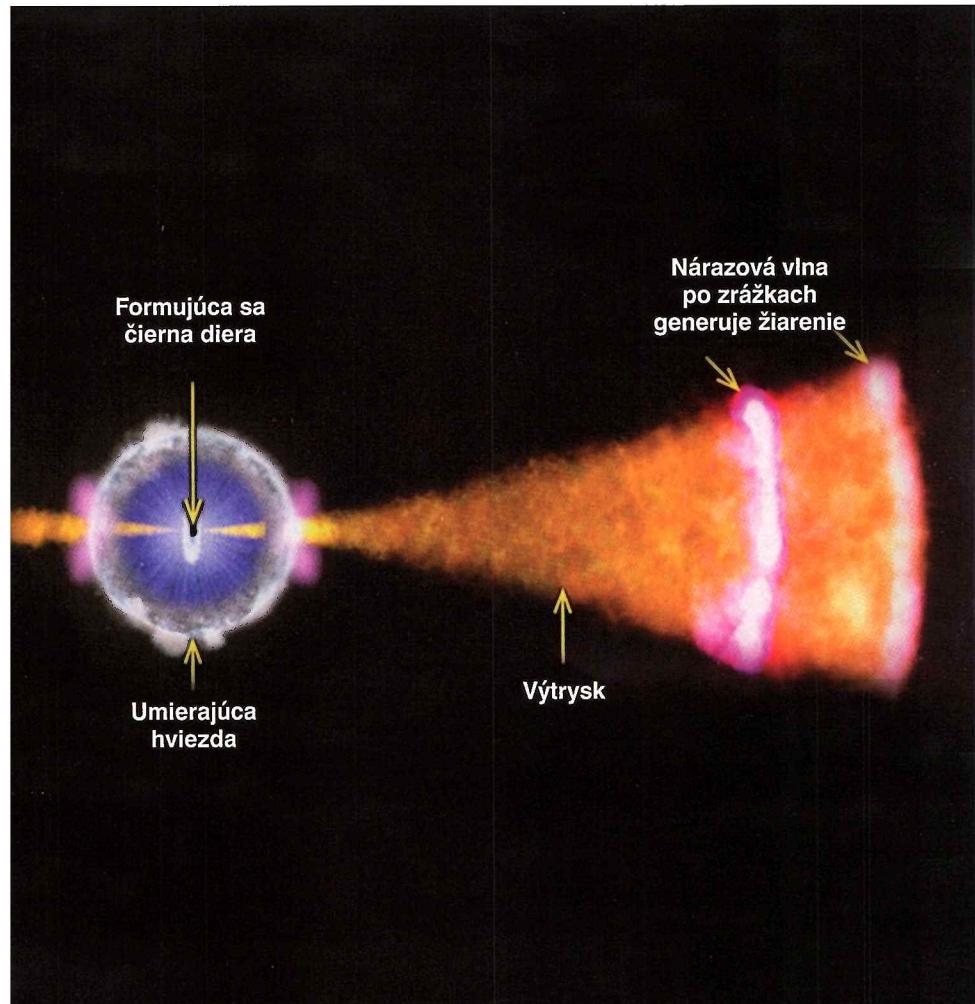
Podľa teoretikov tvoria tmavú hmotu masívne časticie, ktoré s normálnou hmotou iba veľmi slabě interagujú. Nazývajú sa, že sa zrodili počas big bangu. Nazývajú ich WIMP-y (slabo interagujúce masívne časticie). Predpokladajú, že WIMP-y priebežne prechádzajú aj našou Slnčnou sústavou.

Slabnou metódou pátrania po tmavej hmote je detekcia interakcií WIMP-ov so xenónom, argónom a inými prvkami (napríklad germániom) v podzemných laboratóriach. Hoci tieto prístroje zatiaľ signál s energiou 30 miliárd elektrónvoltov nezachytili, ich výsledky nevyvračajú ani extrémny údaj z ďalekohľadu Fermi.

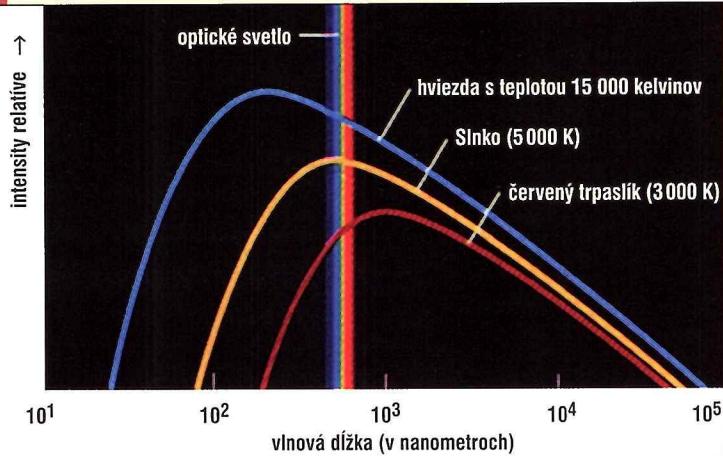
Dôležitú úlohu pri hľadaní tmavej hmoty zohráva aj objav Higgsovo bozónu. Viacerí vedci na sympózium v súvislosti s týmto objavom diskutovali o možnosti existence nielen WIMP-ov, ale aj axiónov, sterilných neutrín a ďalších možných časticach tmavej hmoty.

Sympózium o tmavej hmote na UCLA sa koná každé dva roky. V roku 1998, práve na tomto sympózium, zverejnili dôkazy o čoraz rýchlejšom rozšírení vesmíru, čo Cline považuje za jeden z najväčších objavov v dejinách vedy. Na najbližšom sympózium, v roku 2016, bude vraj záhadu tmavej hmoty vyriešená.

UCLA Press Release

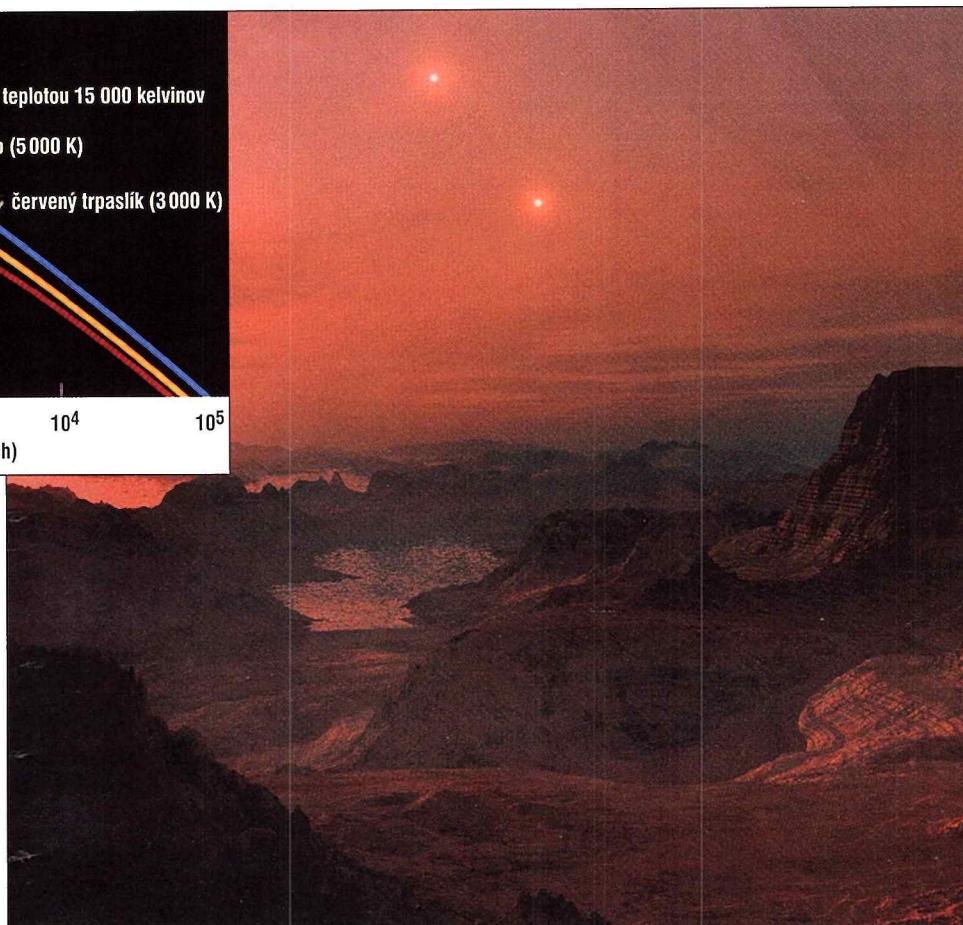


Život okolo malých

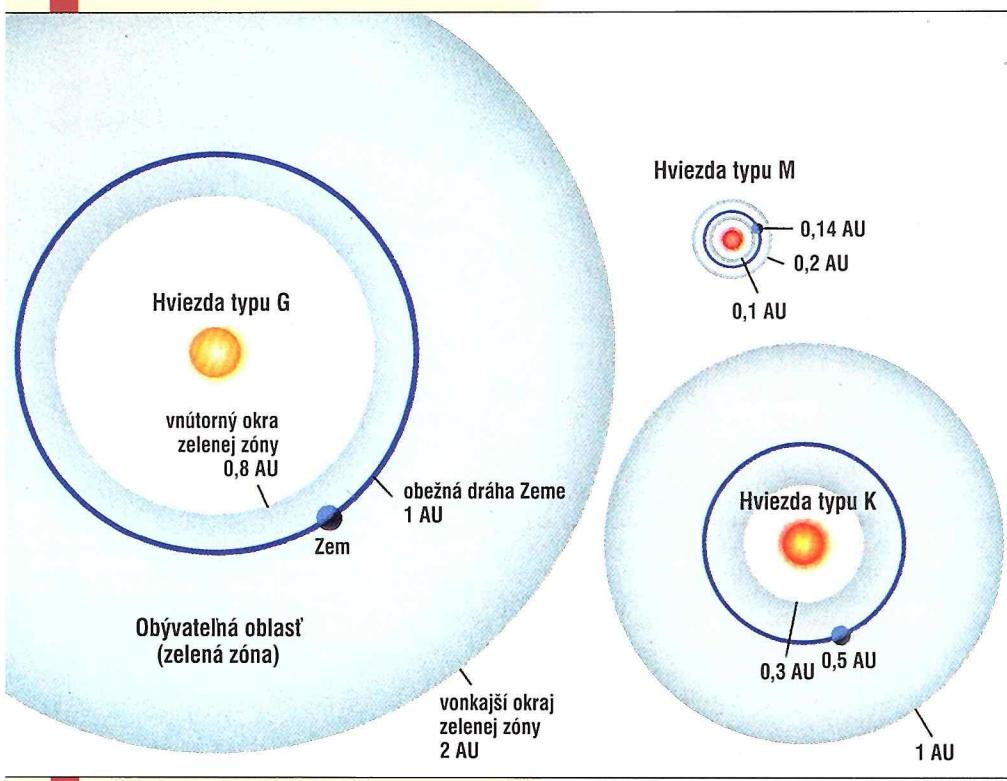


Farba hviezdy závisí iba od jej teploty. Hviezda je „čierne teleso“ – tmavý objekt s konštantnou teplotou. Čierne teleso emituje žiarenie v celej šírke spektra, ale jeho maximum, zodpovedajúce jeho farbe, je tým modrejšie, čím je hviezda teplejšia. Červení trpaslíci sú červení, pretože teplota ich povrchu je nízka.

Zelená zóna je priestor, v ktorom sa voda udrží v kvapalnom skupenstve. Čím väčšia hviezda, tým väčšia zelená zóna. Porovnajte zelenú zónu okolo hviezdy typu G (Slnko) so zónami okolo menšej hviezdy typu K a červeným trpaslíkom, hviezdom typu M. Zelená zóna okolo červeného trpaslika sa rozprestiera vo vzdialostiach 0,14 a 0,1 AU.



Ilustrácia znázorňuje zapadanie červeného trpaslika nad terestrickou planétou Gliese 667Cc, ktorá obieha okolo neho. Desiatky miliónov takýchto planét obiehajú malé, slabé, ale rozvoj života neohrozujúce hviezdy.



Lovci mimozemšťanov zo SETI sa zamerali na červených trpaslikov. Zdá sa, že okolie týchto malých hviezd je pre vznik a vývoj života až po inteligentné bytosti mimoriadne priaznivé. Vyše 50 rokov zameriavali svoje rádioantény najmä na Slnku podobné hviezdy. Boli presvedčení, že ak sa život na našej planéte zrodil v sústave hviezdy typu G, bude to tak aj na terestrických exoplanetách kružiacich okolo ďalších hviezd tohto typu. Existujú však oveľa početnejšie populácie hviezd, okolo ktorých panujú priaznivé podmienky pre život: červení trpaslíci.

Väčšina hviezd, ktoré rozlíšime na oblohe voľným okom, sú obri a superobri. Majú viac ako 10-násobnú veľkosť ako Slnko, sú oveľa jasnejšie. Jasnosť a hmotnosť hviezd sa nezvyšujú lineárne. Desaťkrát väčšia hvieza má až 3 000-krát vyššiu jasnosť. Preto superobri na oblohe dominujú, hoci sú zriedkaví. Predstavujú nanajvýš 0,2 % z celkového počtu hviezd v našej Galaxii.

Pomer veľkosti a jasnosti hviezd sa však prejavuje aj inakšie. Malý červený trpaslík s hmotnosťou desaťiny Slnka má jasnosť iba 0,08 Slnka.

hviezdy

Preto sa červení trpaslíci ľahko objavujú a pozorujú. Bez dalekohľadu sa nedajú rozlišiť. Najblížím červeným trpaslíkom je Barnardova hvieza, vzdialenosť 6 svetelných rokov, s magnitúdou 9,5. Proxima Centauri je ešte bližšia, ale rozlišuje sa ešte ľahšie, pretože má magnitúdu 11.

Červení trpaslíci sú malé hviezdy, ale v Galaxii dominujú. Astronómovia vypočítali, že 74 % hviezd v našom segmente Mliečnej cesty sú červení trpaslíci. Tieto malé hviezdy sa na hmotnosti Galaxie podielajú väčším percentom ako ktorýkoľvek iný typ hviezd.

Vedci zo SETI zatiaľ červených trpaslíkov prehliadali. Nazdávali sa, že niektoré ich vlastnosti neumožňujú vznik vyšších form života.

Negatívne vlastnosti červených trpaslíkov

Predovšetkým, vyžarujú málo energie. Ak okolo nich krúžia obývateľné planéty s vodou v kvapalnom skupenstve, museli by krúžiť okolo hviezdy po bližšich obežných dráhach ako Merkúr okolo Slnka. Blízka obežná dráha má však aj nevýhody. Planéta, ktorá sa ocitne na takejto dráhe, sa ocitne v slapej pasci, podobne ako Mesiac voči Zemi. Periody rotácie a obehu sa upravia tak, že jedna strana planéty bude k hviezde privrátená stále tou istou stranou, zatiaľ čo na druhej, odvrátenej, bude panovať večná noc.

Dôsledok: klimatický armagedon. Na odvrátenej strane by atmosféra zamrzla a nasnežila by na povrch planéty. Atmosféra, hoci dopĺňaná ovzduším z privrátenej, horúcej strany, by postupne zredla do takej miery, že by sa v nej vyššie formy života neudržali.

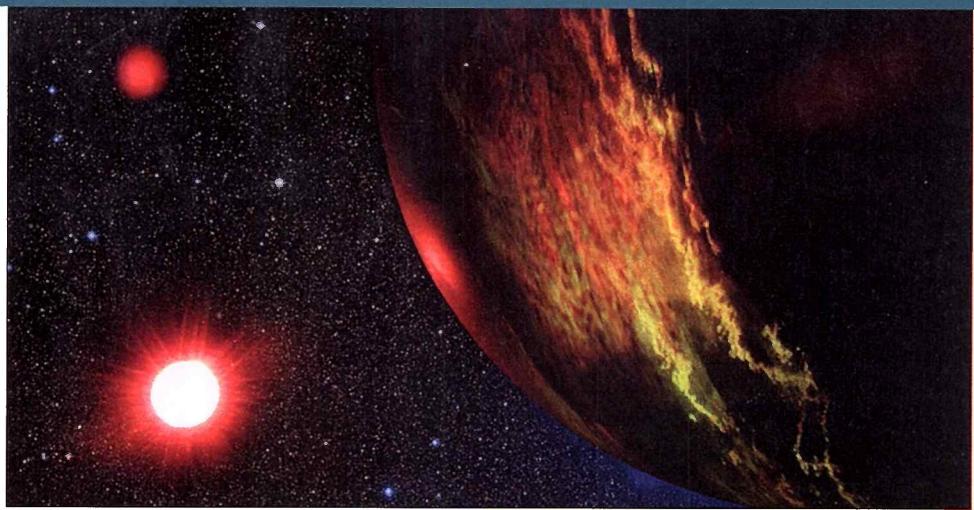
Je tu aj iný problém. Povrchová teplota červených trpaslíkov sa pohybuje od 3 150 °C po 3 260 °C. Fotosféra Slnka je podstatne teplejšia: 5 540 °C. Nízka teplota povrchu spôsobuje, že sa jej žiarenia posúva smerom k červenému okraju spektra. Takéto hviezdy vyžadujú iba málo modrých fotónov s vysokou energiou. Bez nich, aspoň podľa niektorých vedcov, nie je možná fotosyntéza.

Okrem toho zelený pás, zóna vhodná pre život, je okolo týchto hviezd neobyčajne úzky. Z toho vyplýva, že pravdepodobnosť, že by sa niektorá planéta sústavy ocitla práve v priaznivej zóne, je pomerne nízka.

No najväčším ohrozením života sú drsné podmienky v priestore okolo týchto hviezd. Povrch týchto hviezd je nepokojojný. Z jeho povrchu sa občas šíria do okolia veľké výrony plazmy. Vznik a vývoj života je v takýchto podmienkach sťažený.

Pás života

Ludia zo SETI spájajú najväčšie obavy so slapej zámkom. Podľa najnovších údajov sú však predstavy o planéte bez atmosféry, kde je na odvrátenej strane zamrznutý oceán a na druhej rozpálené horniny, prinajmenšom naivná. Každá atmosféra, hoci o polovicu redšia ako tá naša,



sa dokáže pred zmrznutím uchrániť. Veľké rozdiely teploty medzi privrátenu a odvrátenej stranou totiž výrazne zmierňujú nízke vetre a prúdy vzduchu vo veľkých výškach, takže prenos tepla z horúcej na studenú pologolu neustáva.

Americkí astronómovia preskúmali podrobne modely atmosféry na takýchto planétach už pred dvanaásťimi rokmi. Najskôr overili jednoduchý model atmosfér s prevládajúcim oxidom uhličitým. Ak majú tieto namodelované planéty aspoň 10 % hmotnosti atmosféry Zeme, na odvrátenú stranu sa dostane také množstvo tepla, že k zamrznutiu ovzdušia nedôjde. Ak by bola atmosféra o niečo hustejšia, voda v oceánoch, na celej planéte, by ani nevrela, ani by nezamrzla.

Navýše: oceány by rozhýbali ďalšie mechanizmy, ktoré by zabránili tepelným extrémom. Tak ako Golfský prúd dopravuje teplo z tropov do Anglicka a Škandinávie, podobné prúdy na trpasličích planétach by zabránili vytváraniu ľadovcov, tvrdých ako žula.

Vedci z University of Chicago vypočítali, že planéty v slapej zámku, ktoré majú vodu, by na teplej, privrátenej strane produkovali hustú obláčnosť. Tým by sa teploty na privrátenej strane znížili. Tento mechanizmus počet obývateľných planét okolo červených trpaslíkov výrazne zvyšuje.

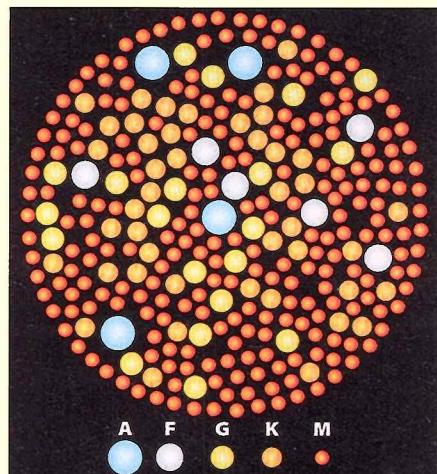
Naše predstavy o planétach červených trpaslíkov sa teda zásadne zmenili. Namesto bipolárnych planét, bez atmosféry, pokrytých na jednej strane púšťami, na druhej zamrznutými moriami, vystúpili z modelov telesá, na ktorých život možný je. Lenže iba v relatívne úzkom pásme, na rozhraní privrátenej a odvrátenej pologule, kde sa v priateľskej teplote udrží tekutá voda a hustá obláčnosť.

Ak v týchto oázach vznikol život, mohol sa uchytiť a adaptovať rozličným, možno neočakávaným spôsobom. Bez strieda-

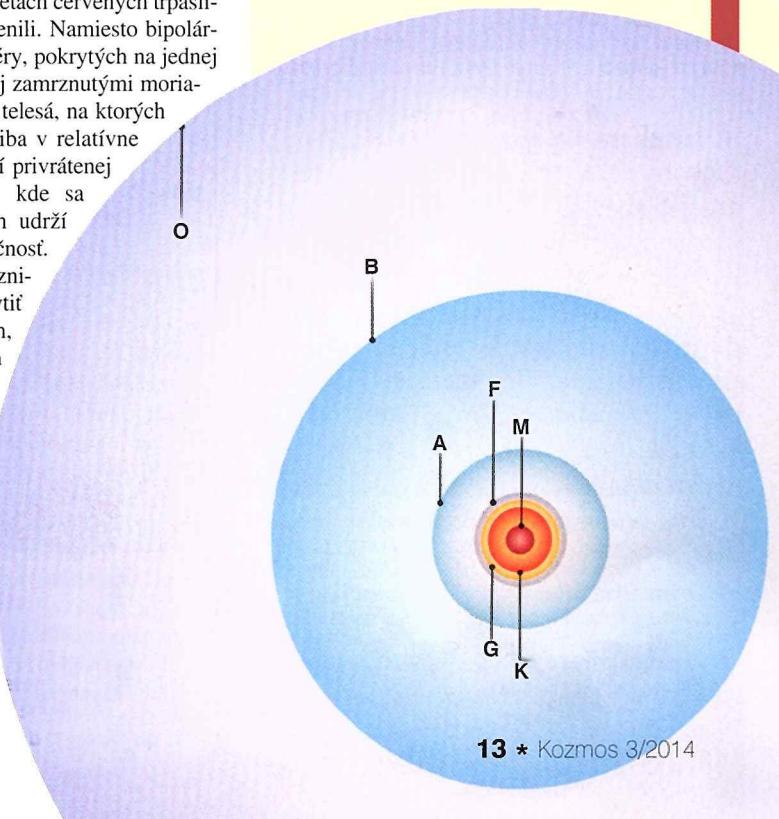


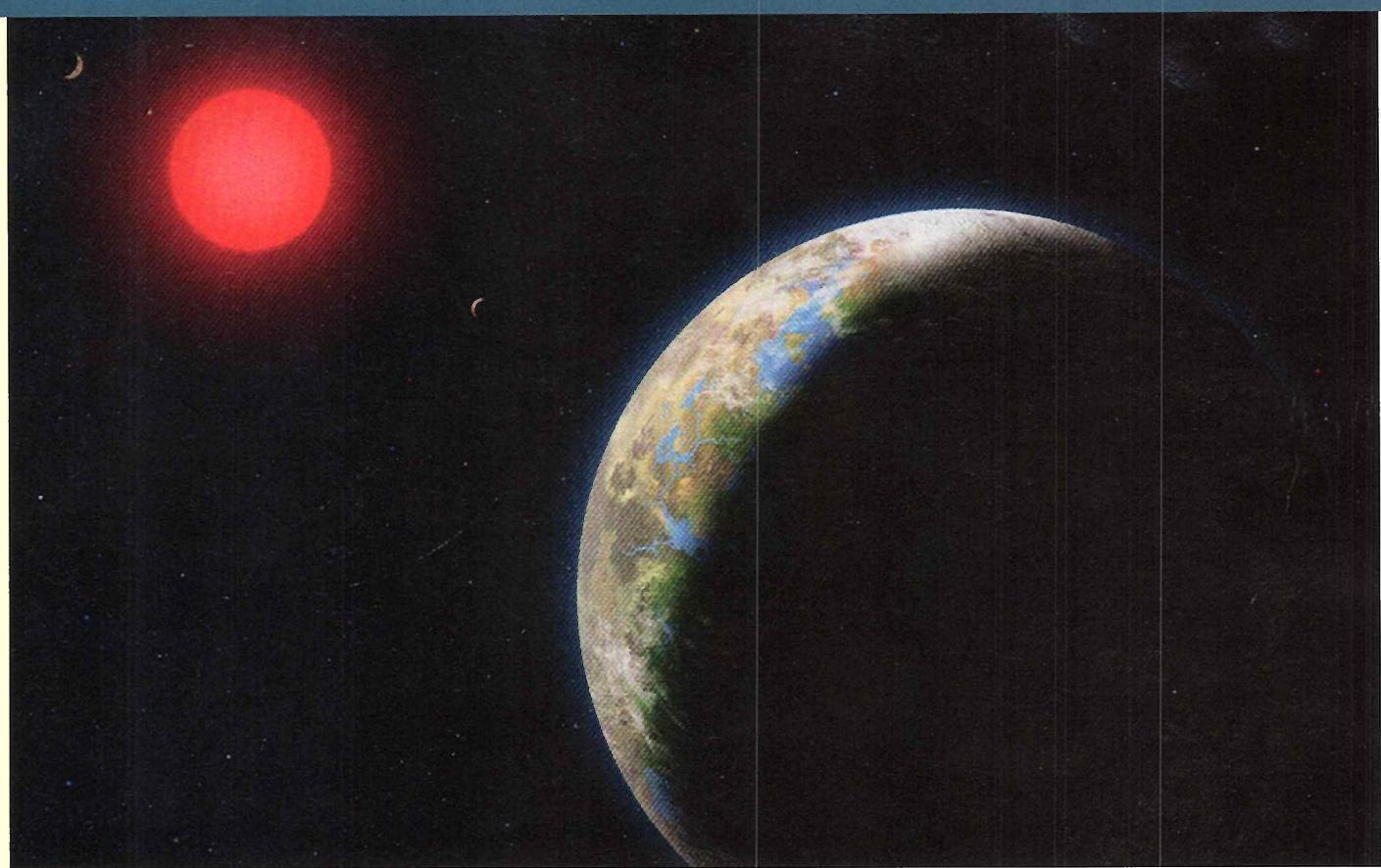
Cervené trpaslíky (hviezdy typu M) majú iba desatinu hmotnosti hviezdy typu G (Slnko). Hviezdy typu O sú 16-krát masívnejšie ako hviezdy typu G. Červené trpaslíky, aspoň v našom segmente Galaxie, tvoria až 75 % hviezdnnej populácie.

Planéta, kružiaca okolo červeného trpaslíka, nemusí mať vhodné podmienky pre život na celom povrchu. Ak sa ocitla v slapej zámku otočí sa okolo vlastnej osi za rovnaký čas, ako obeheňuje hviezdu. K hviezde bude privrátensia stále tou istou stranou. Na opačnej, odvrátenej strane je večná noc. Na takom telesu sa život môže rozvíjať iba v úzkom pásme, po oboch stranách rozhrania dňa a noci.

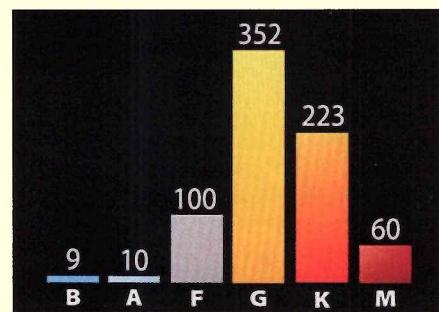


Vedci z Research Consortium of Nearby Stars zmonitovali priestor do vzdialenosť 32,6 AU od Zeme. Od roku 2000, keď sa projekt začal, zvýšil sa počet známych červených trpaslíkov (hviezdy typu M) o 25 %.

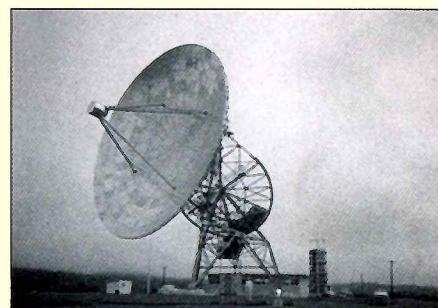




Okolo červeného trpaslíka Gliese 581 obieha planéta s hmotnosťou 1,37. Krúži uprostred zelenej zóny. Hviezdu obehne za 37 dní.



Z doteraz objavených exoplanét najviac obieha Slnku podobné hviezdy, pretože lوفي exoplanét predpokladali, že práve tam ich treba hľadať. Ukazuje sa však, že rovnako dobré prostredie pre vznik a vývoj života môže byť aj na planétoch okolo červených trpaslíkov, ktorých je 10-krát viac.



Prvý pokus o nadviazanie kontaktu s mimozemskými civilizáciami uskutočnil v roku 1960 Francis Drake. Použil ďalekohľad Howard Tatel Telescope (30m) v Green Banku (Západná Virginie). Pozoroval dve Slnku podobné hviezdy: Tau Ceti a Epsilon Eridani. Nijaké signály nezachytil. Jeho nasledovníci (aj v rámci SETI) sa však celé desaťročia zameriavalí na dvojníkov nášho Slnka.

nia dní a noci i sezón sa rastliny môžu rozvíjať neprestajne. Ak Slnko zotrvava stále na jednom mieste, nie je potrebné skúmať tvar a polohu listov či iných svetlo pretvárajúcich útvarov. Prípadní obyvatelia by však mohli priebežne využívať slnečnú energiu. Pravdaže, v závislosti na fixnej polohe Slnka, nízko či vysoko nad obzorom.

Z telies polapených v slapovom zámku najlepšie poznáme Mesiac. Je celkom sterilný. Z toho by vyplývalo, že planéta, ktorá neručuje rýchlosť ako trvá jeden jej obeh okolo hviezdy, nie je vhodným miestom na vznik a rozvoj inteligentného života. Opak je pravdou.

Nezamírajúce zóny

Zistili, či červení trpaslíci majú obývateľné planéty a koľko takýchto planét je, nie je ľahké. V našej Slnečnej sústave je zelená zóna pásom, ktorý vymedzuje vzdialenosť 0,8 až 2,0 AU od Slnka. Rozprestiera sa od Venuše až po Mars. Zelené zóny okolo červených trpaslíkov sú podstatne užšie: majú nanajvýš niekoľko desaťín AU, takže väčšina z nich je asi prázdna. Pravdepodobnosť sformovania planét v protoplanetárnom disku v takej úzkej zóne je rádovo nižšia.

Ako je to v našej Slnečnej sústave? Vnútorné, terestrické planéty sú nahustené, medzi obrími planétami zívajú ovela väčšie, prázne priestory. Pomocou vesmírneho ďalekohľadu Kepler monitorovali vedci 3897 červených trpaslíkov. UKázalo sa, že 64 týchto trpasličích hviezd má planéty, pričom 16 % zo tohto súboru má v zelenej zóne Zemi podobné teleso! Keď vedci tieto údaje extrapolovali na celú Galaxiu, (kde z 200 miliónov hviezd je 75 % červených trpaslíkov), vyšlo im, že okolo nich krúži niekoľko stoviek miliónov obývateľných planét!!

Okrem červených trpaslíkov sa vedci sústredili

jú aj na hviezdy typu G a K. Lovci planét, medzi nimi i najúspešnejší z nich, Geoff Marcy, analyzovali údaje z Keplera. Zistili, že 22 % z monitorovaných hviezd G a K má planétu v zelenom pásu. To by znamenalo ďalších 9 miliárd obývateľných svetov.

Najnovšie analýzy a údaje vedcov okolo SETI posmelili. Vypočítali, že žiarenie z červených trpaslíkov, využiteľné fotosyntézou, má iba 5 až 25 % intenzity slnečného žiarenia. Ale aj to stačí, aby na týchto telesách, za prítomnosti tekutej vody, mohli vegetovať aj také rastliny ako ryža, pšenica a rôzne druhy zeleniny.

Nie je však fotosyntéza ako fotosyntéza. Zatiaľ čo väčšina rastlín využíva infražiarenie na vlnovej dĺžke 670 nmetrov, rozličné druhy baktérií dokážu využívať žiarenie aj na vlnových dĺžkach 900 nmetrov. Toto žiarenie s nižšou energiou (blízka-infračervená časť spektra) vyžarujú aj červení trpaslíci. Takže ak živé organizmy na ich planétoch vznikli, darwinovská evolúcia mohla búrlivo prebiehať aj tam.

Čo sa týka vzplanutí, biológovia predpokladajú, že život sa im môže prispôsobiť. Vo vode, pod skalami alebo pod ochranným štítom ako mušle. Okrem toho sa organizmy vybavené receptormi môžu po zaznamenaní intenzívnejšieho žiarenia utiahnuť do úkrytu. Inou možnosťou, ktorú využívajú aj niektoré pozemské baktérie, je schopnosť opravy UV-žiareniom poškodenej DNA.

Vedci strávili viac ako desaťročie študovaním variability červených trpaslíkov. Zistili, že vzplanutia sú nanajvýš zriedkavé. V optickom svetle sú zmeny zanedbateľné. Intenzita žiarenia sa nezvýši ani o 2 %. Červení trpaslíci emitujú sice aj škodlivé röntgenové žiarenie, ale iba kým nedosiahnu vek 100 miliónov rokov. Po búrlivej mladosti sa väčšina z nich upokojí. Navyše, vzplanutia na týchto telesách sú krátke. Netrvajú ani hodinu.

Extrémodifom sa na Zemi darí aj prostredia, ktoré nie sú priaznivé pre život. *Deinococcus radiodurans* je baktéria, ktorá znesie 1000-krát silnejšiu radiáciu ako človek, príčom škody na DNA si vie sama opraviť. Prežije aj dehydrovanie, kyselinové kúpele i mimo-riadne vysoké/nízke teploty. Takéto baktéria môžu vegetovať aj v oveľa drsnnejších podmienkach, ako panujú na Zemi.

Možnosti SETI

Programy SETI, či už na optických, alebo rádiových vlnách, sú zamerané na vtipované objekty. Napríklad projekt Phoenix (1995 až 2004) bol zameraný na 1000 blízkych, väčšinou Slnku podobných hviezd. Červených trpaslíkov je 10-krát viac ako hviezdy typu G, takže ak na lístine vtipovaných objektov sú iba trpaslíci, hviezdy sa v priemere priblížia. Ak si vtipujete 1 000 Slnku podobných hviezd, priemerná vzdialenosť červených trpaslíkov sa zníži o polovicu. Prípadný signál mimozemšťanov by bol štyrikrát silnejší, teda by sa ľahšie detegoval.

Nízka intenzita žiarenia červeného trpaslíka je pre život výhodná. Životnosť Slnku podobných hviezd je zhruba 10 miliárd rokov. Červení trpaslíci vyžarujú menej energie a dožívajú až 100 miliárd rokov! Vo vesmíre sú to oázy „večného ohňa“, pretože každý červený trpaslík, ktorý sa po big bangu sformoval, je ešte pomerne mladá hvieza.

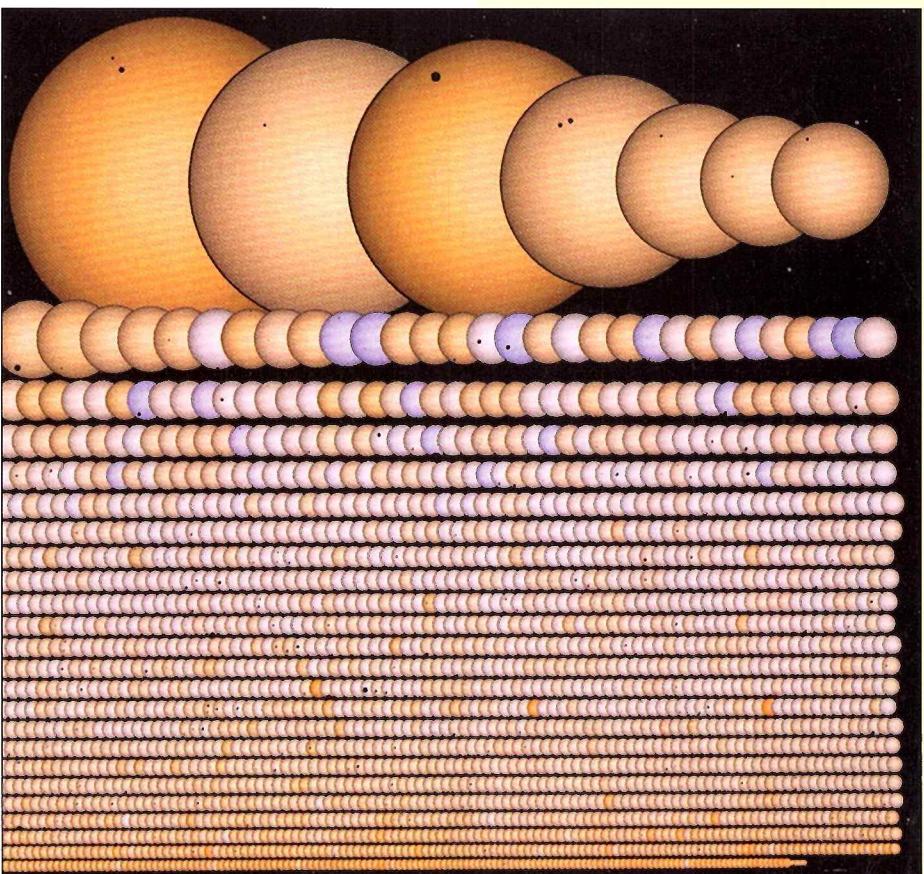
Červené trpaslíky vlastne vek nemajú. Planéty okolo Slnku podobných hviezd (tie v zelenom páse), sú obývateľné nanajvýš 6 miliárd rokov. Planéty okolo hviezd typu O či A sotva pol miliardy rokov. Pri červených trpaslikoch môžeme objavíť planétu s vekom až 10 miliárd rokov.

Dlhá životnosť má viac nesporných výhod. Počas prvých 3 miliárd života na Zemi boli všetky organizmy mikroskopické. Inteligentný život sa na Zemi začal prejavovať iba pred 7 miliónmi rokov. (Zvyšky hominida v Čade, ktorý už vyrábal nástroje a šperky.) Teda po uplynutí 4,5 miliardy rokov. Ak uvážime, že narastajúca intenzita žiarenia zo Slnka premení Zem na neobývateľnú planétu už o miliardu rokov, človek sa objavil na svete na poslednú chvíľu.

Hominidi na červených trpaslikoch majú na vývoj, až po potrebu komunikovať s inými civilizáciami, oveľa viac času. Ak je v priemere obyčajný červený trpaslík starší o niekoľko miliónov rokov ako bežná hvieza typu G, na rovnakom počte trpaslikov by malo byť viac rozvinutých civilizácií.

Dnes vieme, že 16 (z doteraz preskúmaných) červených trpaslikov má Zemi podobnú planétu. Predpokladajme, že na 10 z nich sa po uplynutí 5 miliárd rokov vyvinuli inteligentné bytosti. Teda na jednom z desiatich. Z toho vyplýva, že vo vzorke 700 červených trpaslikov by najmenej na jednom mali byť inteligentní mimozemšťania.

Charbonneau a Doyle sú presvedčení: „Ak by sme boli obyvateľmi planéty, kružacej okolo červeného trpaslíka, fažko by sme uverili, že život môže byť aj na Slnku podobných hviezdach. Asi by sme iné civilizácie hľadali iba na červených trpaslikoch.“



Vesmírny dalekohľad Kepler objavil stovky exoplanét a tisíce kandidátov na exoplanéty. Obrázok znázorňuje sústavy hviezd podľa veľkosti a farby (teploty). Vedci vďaka údajom z Keplera objavujú okolo malých hviezd čo-raz viac planét.

Hráškové mozgy a utajené dimenzie

M-teória je bizarná, ale napriek tomu jediná zo všetkých teórií, ktorá môže prispieť k úplnému pochopeniu vesmíru.

Eduard Witten, pôvodne historik, dnes renomovaný fyzik, ovláda matematiku lepšie ako väčšina matematikov. To si jeho konkurenti uvedomili už vtedy, keď v jeho prácach k teórii kvantového pola a supersymetrie objavili zásadné matematické inovácie. Medzinárodná matematická únia mu za tieto práce udelaila v roku 1990 Fieldsovú medailu. Najvyššie matematické vyznamenanie, ktoré udeľujú iba vedcom, ktorí ešte nemajú 40 rokov. Mimochodom Witten je dodnes jediným fyzikom, ktorému sa táto pocta

dostala. Jeho vplyv na matematiku je dodnes zásadný. V roku 1995 sa stal Witten hviezdom v obci strunových teoretikov. Podaktorí ho považujú za nového Einsteina. Prednáška, ktorú prečítal v roku 1995 na strunovej konferencii v Los Angeles, rozpútala „druhú strunovú revolúciu“.

Strunová pätorakosť

Prvá strunová revolúcia povýšila v roku 1984 teóriu strún na významného kandidáta teórie kvantovej gravitácie. Touto teóriou sa zaoberala čoraz viac fyzikov, pretože štandardný model časticovej fyziky sa medzičasom otriasa. Vedci hľadajú „novú fyziku“, ktorá by obmedzenia a otvorené problémy štandardného modelu prekonala. Do strunovej teórie sa vkladajú najväčšie nádeje.

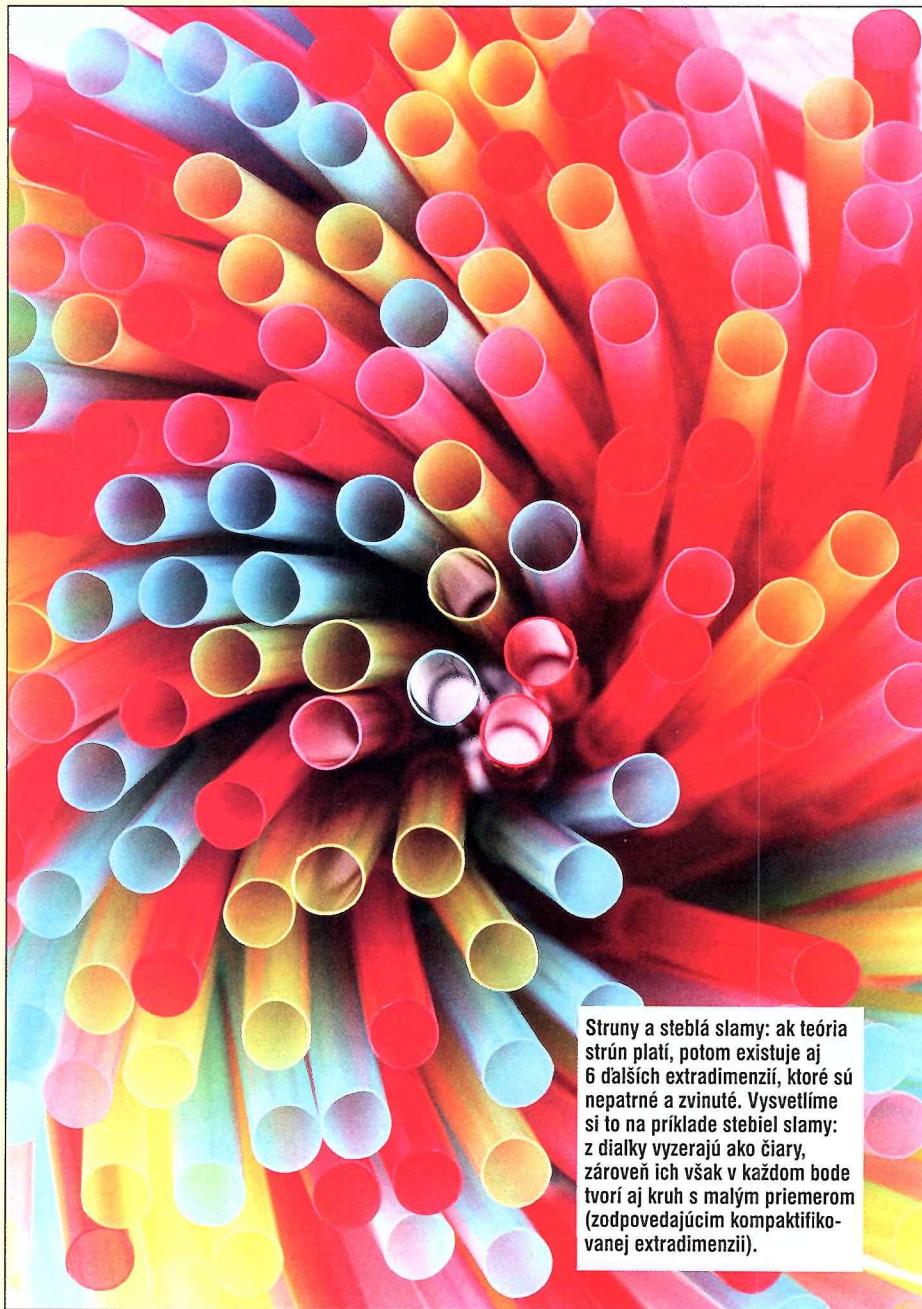
Od 80. rokov vedci vedia, že existuje najmenej päť variantov, ktoré sa nijako neprekryvajú. Ktorý z nich platí? Táto nejednoznačnosť do istej miery podkopávala nádeje na vytvorenie teórie všetkého. Vynoril sa aj ďalší problém. Už pred prvou strunovou revolúciou fyzici vedeli, že teória strún v dôverne známom, trojrozmernom priestore nefunguje. Ba čo viac, vyžaduje si najmenej šesť ďalších dimenzií. Nie je to predstava z ríše sci-fi. Logicky vyplýva zo samotnej teórie. Inakšie by nemohla isté efekty vesmíru opísat bez narušenia symetrie v procesoch, ktoré sprostredkujú slabé interakcie (popri elektromagnetizme, silných jadrových interakciách a gravitácii štvrtá základná sila), ktoré okrem iného vplývajú aj na rádioaktívny beta-rozpad. Toto narušenie symetrie sa prejavuje hodnotami rozpadu niektorých častíc s krátkou životnosťou. (Okrem iných K- a B-mezónov.)

Ak sú predpokladané dodatočné dimenzie reálne, kde sa nachádzajú? Okrem výšky, šírky a hĺbky štvrtý rozmer priestoru nepoznáme. O ďalších šestich ani nehovoriač.

Kompaktné a všadeprítomné

Extradimenzie však nemusia byť veľké. Aj keby sa dokázali „skompaktifikovať“ v jedinom bode, v makrokozme by boli neviditeľné. Matematici to dokážu presne opísť, ale ľudským zmyslom, navyknutým na trojrozmerný priestor, sa taká predstava nepozdáva.

Kompaktifikáciu možno vysvetliť pomocou steba slamy: ak ho pozorujeme z diaľky, vynímame ho ako jednoduchú čiaru. Vtedy má iba jeden rozmer. Ak sa steblo prizrieme zblízka, vnímame ho ako rúrku. Kruh prierezu steba predstavuje zároveň jednu „rozvinutú“ extradimensiu. V teórii strún by však mali byť aj ďalšie dimenzie. Dodatočné dimenzie sú však oveľa menšie ako priemer steba v porovnaní s jeho dĺžkou. Okrem toho steblo slamy vnímame





Vrchol abstrakcie: podobne ako vrcholky hôr vyčnievajú z oblakov, tak sa z hmly fyzikálnych nevedomostí vynára päť teórií superstrún. Vedcom je jasné, že musia mať spoločný základ. Obrysute takejto základnej teórie (M-teória) sa vedci iba pokúšajú načrtiť.

v priestore, zatiaľ čo veľké a malé dimenzie teórie strún priestor iba vytvárajú.

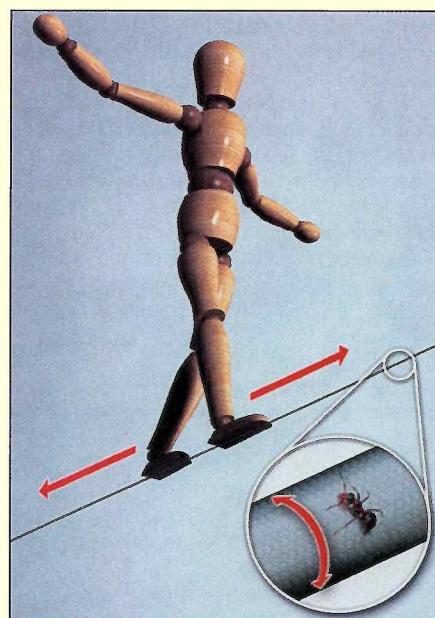
Einstein, Kaluza a Stein

Myšlienka extradimenzí nie je výmyslom strunových teoretikov. Majú úctyhodnú minulosť: matematik Theodor Kaluza už v roku 1919 dokázal, že rovnice pola všeobecnej teórie relativity možno prepojiť s Maxwellovými rovnicami teórie elektromagnetizmu. Pravdaže, iba v päť-

rozmerom časopriestore. Kaluza tak postavil základ hypotetickej, všetko zjednocujúcej teórie pola (nazývanej aj „svetový vzorec“), ktorú Einstein až do smrti hľadal. Kaluzov výsledok na Einsteina hlboko zapôsobil: „Skláňam sa pred krásou a smelosťou vášho myslenia.“ A presadil, aby sa Kaluzova práca v roku 1921 publikovala.

Kaluza navrhhol, aby si fyzici privolali na pomoc novú, piatu dimenziu s cieľom vyvinúť jed-

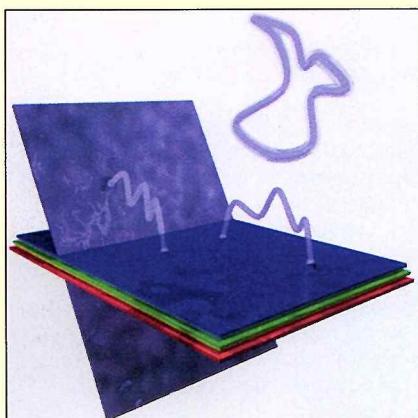
Smelý výkon



Fyzika vyšších dimenzií je vedeckou akrobaciou mimo ľudskej predstavivosti. Extra-dimenzie totiž ľudske zmysly nevnímajú. V dôverne známom svete sa môže tanecník na lane pohybovať iba jednorozmerne, pozdiž lana. Nepatrne, zvinuté extradimenzie sú prečo neschodné, čo však možno neplatí pre niektoré častice a struny, ktoré môžeme porovnať s mravcom, pohybujúcim sa lanom po špirále.

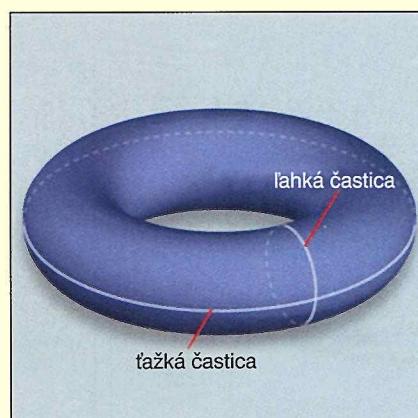
Brány, struny, gravitóny

Podľa M-teórie existujú nielen jednorozmerné struny, ale aj viacrozmerné brány. Otvorené struny, ktoré tvoria hmotu, sú s týmito bránami prepojené. Zavreté struny môžu extradimensiaľnom priestore zo zjata brán uniknúť. Možno je gravitácia preto ovela slabšia ako ostatné tri sily, lebo ju prenášajú gravitóny. Tieto hypoteticke častice (uzavreté struny) nie sú totiž polapené v kletke nášho 4-rozmerného časopriestoru, ale prenikajú aj do ďalších dimenzií.



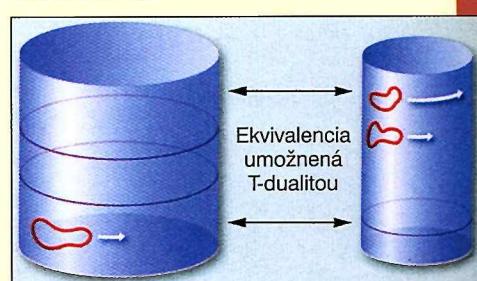
Dĺžka a hmotnosť

Struny a brány sa môžu okolo extradimenzí usporadúvať rozličným spôsobom a vytvárať tak rozličné druhy hmoty. Ak takéto dodatočné dimenzie znázorníme ako kruhy v prstenci, vznikne pozdĺžna struna, ktorá sa vinie okolo celého torusu (ťažká častica) a kolmá struna (lahká častica). Kompaktifikované dimenzie teórie strún sú sice oveľa zložitejšie, ale myšlienka, že dĺžka do istej miery zodpovedá hmotnosti, je matematicky mimoriadne elegantná.



Zvláštne symetrie

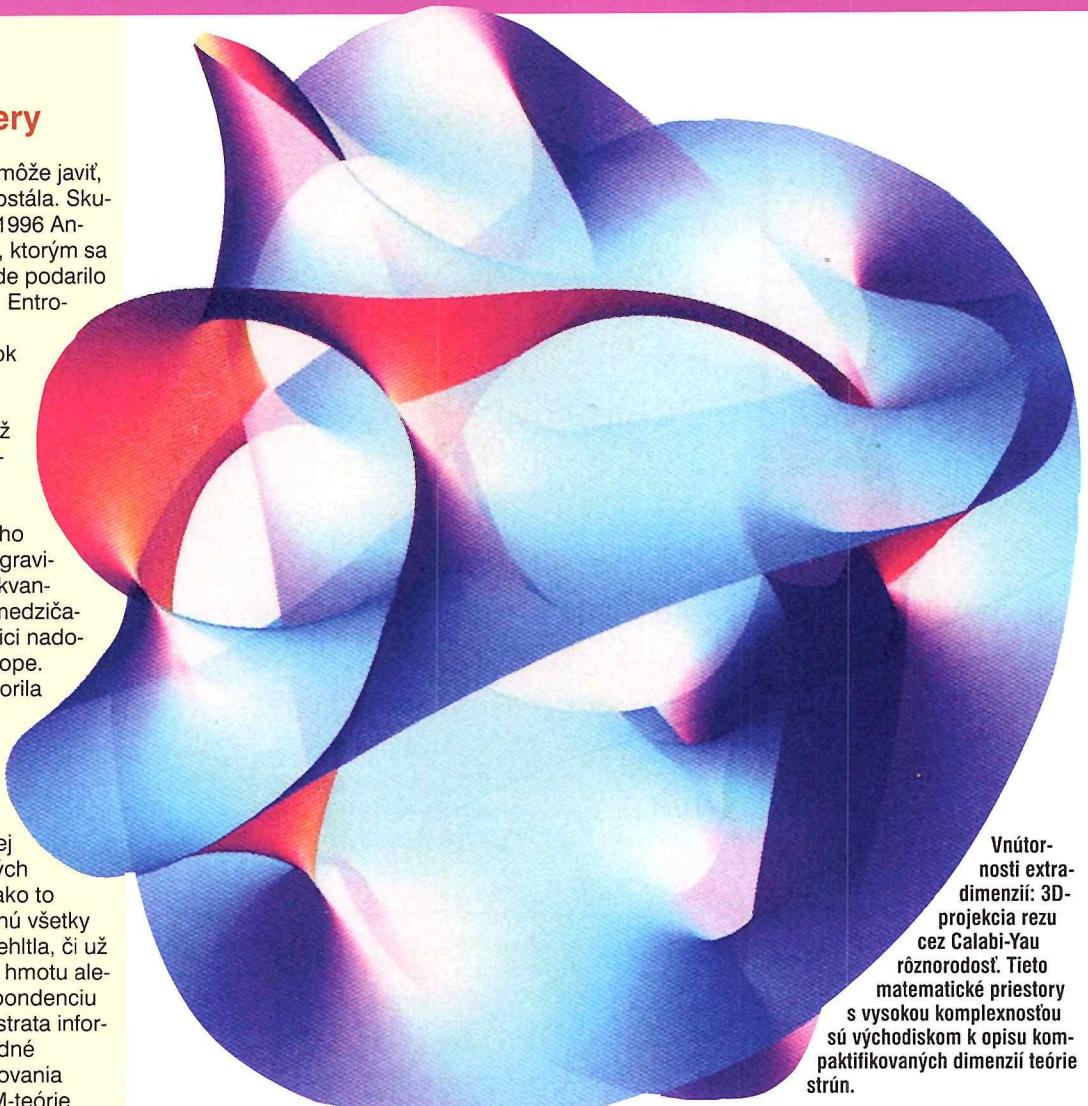
Duality sú zvláštne matematické (symetrické) vzťahy medzi zdanivo oddelenými fenoménmi. V jednej strunovej teórii môžu zodpovedať časticiam so silnými interakciami, v inej strunovej teórii časticiam so slabými interakciami. (S-dualita: „silný“ / „slabý“.) To znamená, že častice či teórie sú napokon rovnaké! To isté platí pre T-dualitu ($T =$ topologický či toroidálny): v tomto pripade sa môžu extradimenzie s nerovnakou velkosťou (podľa ich „vnútorného“ polomeru) navzájom prelínať. Pomalé struny s malým impulzom, ktoré sa vinú okolo veľkej extradimenzie (polomer R) zodpovedajú rýchlym strunám s rovnakou hmotnosťou v malej dimenzií (polomer $1/R$). Takto možno rozličné teórie strún navzájom transformovať.



M-teória a čierne diery

Akočkolvek bizarnou sa M-teória môže javiť, v niekolkých testoch bravúrne obstála. Skutočný prelom uskutočnili v roku 1996 Andrew Strominger a Cumrun Vafa, ktorým sa v rámci M-teórie v jednom prípade podarilo odhadnúť entropiu čiernych dier. Entropia je mierou neusporiadanosť fyzikálneho systému. Ich výsledok sa zhodoval s tým, ku ktorému ovela konzervatívnejším spôsobom dospel Stephen Hawking už v roku 1974. V práci, ktorá sa začala dejín fyziky.

Hawkingovi chýbal iba mikroskopický opis „informačného obsahu“ čiernej diery. Kvantová gravitácia slučiek (možná alternatíva kvantovej teórie gravitácie) dospela medzičasom k rovnakému výsledku. Fyzici nadobudli istotu, že sú na správnej stope. Strunová, prípadne M-teória, otvorila okrem toho aj ďalšie možnosti riešenia paradoxa straty informácií pri čiernych dierach, ktorý Hawking sformuloval v roku 1976. Problém je v tom, že aj čierne diery sa vo vzdialenej budúcnosti pôsobením kvantových procesov nadobro vyparia. Tak ako to Hawking vypočítal. Pritom zaniknú všetky informácie, ktoré čierna diera prehľtila, či už išlo o protóny alebo elektróny, o hmotu alebo antihmotu, o lúbotnú korešpondenciu alebo daňové priznanie. Takto strata informácií by porušila základné prírodné zákony, napríklad aj zákon zachovania energie. V rámci teórie strún či M-teórie možno ukázať, že sa informácie zachovajú. Tento názor si medzičasom osvojil aj Hawking.



Vnútornosti extra-dimenzí: 3D-projekcia rezu cez Calabi-Yau rôznorodosť. Tieto matematické priestory s vysokou komplexnosťou sú východiskom v opisu kompakifikovaných dimenzí teórie strún.

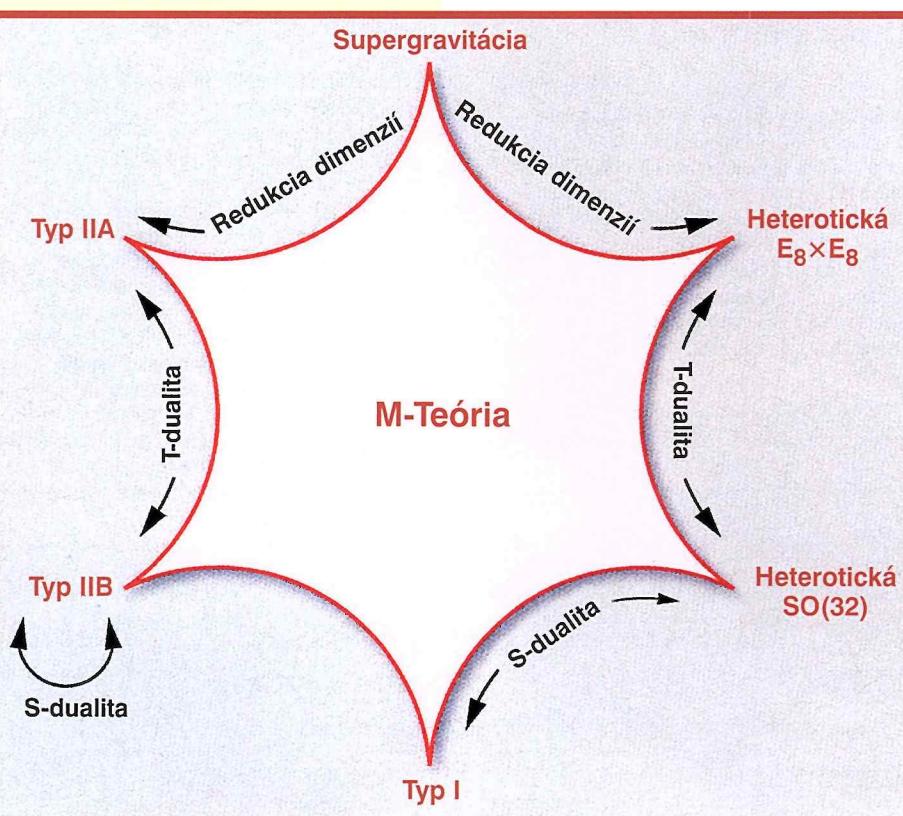
notnú fyzikálnu teóriu. Upozornil, že vzhľadom na úspechy matematiky je ľahké uveriť, že všetky tie (čo do formálnej jednoty ľahko prekonateľné vzťahy) by boli iba hromy nevyspytateľnej náhody. Presne tak dnes argumentujú aj teoretici strún: teória je vo svojej matematickej podobe príliš krásna na to, aby nebola aj pravdivá.

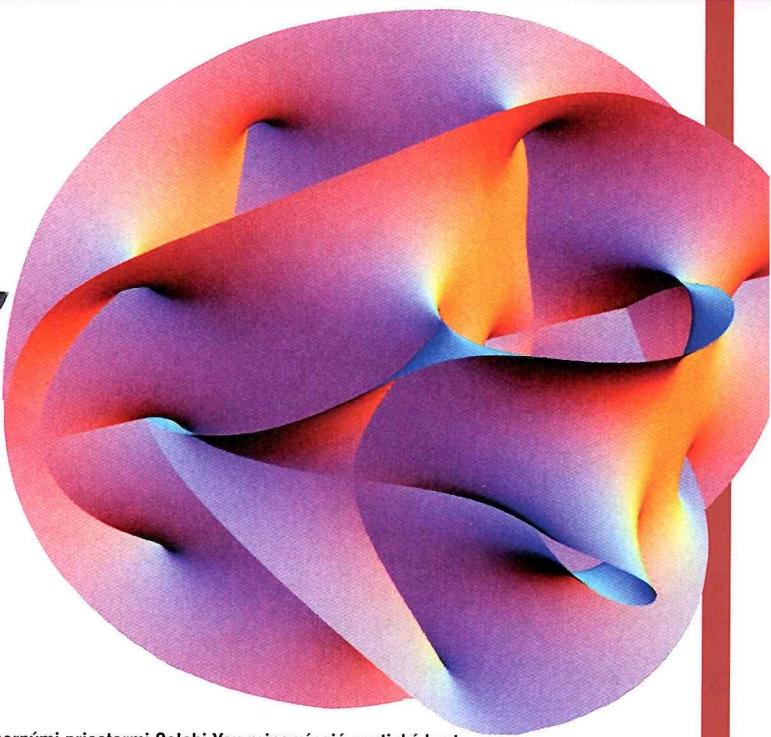
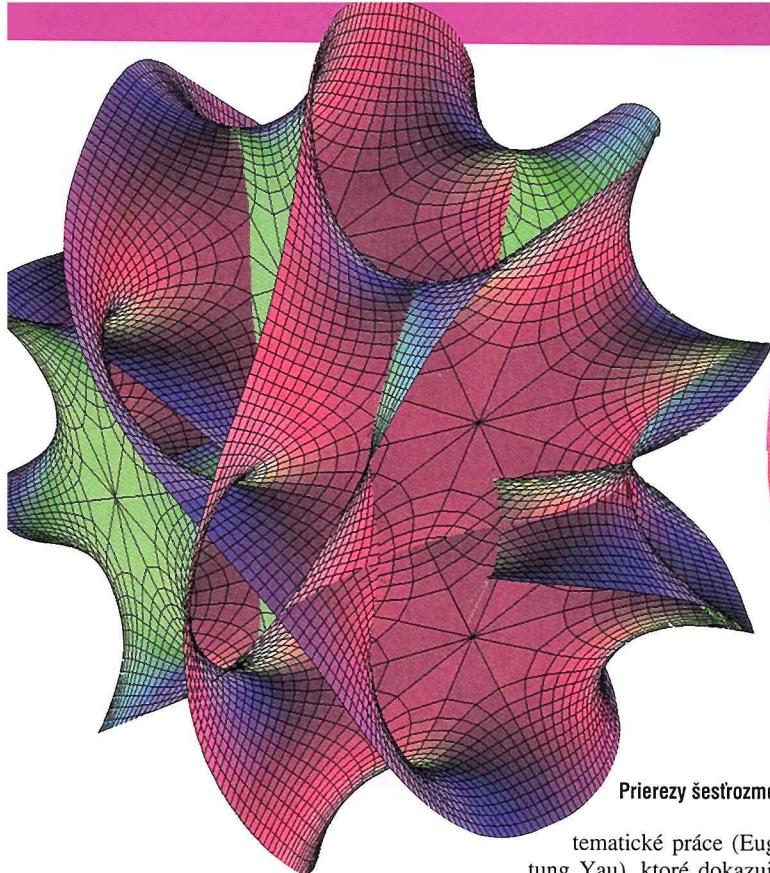
Kritické dodatočné dimenzie

„Či sa Kaluzove idey potvrdia, nevedno, ale aj tak sú geniálne,“ vyhlásil svojho času Einstein. V každom prípade po objave silnej a slabej jadrovej sily, zoči-voči vynárajúcej sa kvantovej teórii bolo čoraz jasnejšie, že „teória všetkého“, či „vzorec sveta“ musí byť podstatne obsiahlejšia, ako sa predpokladalo. Navyše, Kaluzove dodatočné dimenzie kolegovia podrobili kritike.

Majstrovska teória

Obrys teórie všetkého sa dajú zatiaľ načrtiť iba neurčito. Prelomom by bol dôkaz, že päť známych 10-rozmerných teórií superstrún a 11-rozmerná teória supergravitácie (klasická, supersymetrická teória gravitácie, teda nijaká kvantová či strunová teória) sú navzájom prepojené takzvanými matematickými dualitami. Zároveň vytvárajú hranice všeobecnej teórie. Táto 11-rozmerná M-teória opisuje okrem strún aj viacrozmerné brány. Vedci ju považujú za jediného kandidáta teórie všetkého.





Prierezy šesťrozmernými priestormi Calabi-Yau pripomínajú exotické kvety.

Výhrady o niekoľko rokov neskôr oslabil švédsky fyzik Oskar Klein. Práve on „vymyslel“ kompaktifikáciu: piata dimenzia je nepozorovateľná, pretože je zvinutá.

Einsteinovi sa táto myšlienka zapáčila. V roku 1928 ju odobril v článku, ktorý vyvolal búrlivé diskusie.

Strunová teória je však oproti dobre usporiadaným extradimensiám z dieľne Kaluza/Klein hotovou džungľou. Až Witten našiel zo slepej uličky východisko. Inšpirovali ho viaceré ma-

tematické práce (Eugenio Calabi či Shing-tung Yau), ktoré dokazujú, že takzvané Calabi/Tau rôznorodosti majú práve tie očakávané vlastnosti (napríklad supersymetriu), ktoré môžu opísť štandardný model základných častic.

Poznámka: Tento udivujúci poznatok zviditeľňuje závratné hlbiny matematických abstrakcií. Pre tých, ktorí na to majú: Priestor Calabi-Yau je kompaktná Kählerova rôznorodosť so strácajúcou sa pravou Chernovou triedou a ekvivalentná s $SU(n)$ -holonómiou, alebo širšie definovanou holomorfňou ($n;0$) – formou či plochou metriky bez Ricchiho zakrivenia. Jasné ako facka?

Príloha pre expertov: krátky prehľad teórie strún

| Názov strunovej teórie | Vlastnosti |
|--|--|
| Bozónová | s uzavretými a otvorenými strunami; nijaké fermióny či SUSY; nestabilná |
| Typ I | s uzavretými i otvorenými strunami, skupiny symetrie $SO(32)$, izolujúca, neorientovaná; so slabou i silnou silou; SUSY so supernábojom |
| Typ IIA | s uzavretými i otvorenými strunami; otvorené končia D-bránami ($s = 0, 2, 4, 6$, alebo 8 dimenziami); asymetricky vibrujúce, nehmotné fermióny nie sú chirálne (vykazujú zrkadlovú symetriu); izolujúce; bez silnej a slabej sily; SUSY s dvomi supernábojmi |
| Typ IIB | s uzavretými i otvorenými strunami; otvorené končia v D-bránach ($s = -1, 1, 3, 5$ až 7 priestorovými dimenziami); asymetricky vibrujúce, nehmotné fermióny sú chirálne (nevýkazujú zrkadlovú symetriu); izolujúce; bez silnej i slabej sily; SUSY s dvomi supernábojmi |
| Typ HO = heterotická $SO(32)$ | iba uzavreté struny, ktorých pohyby dolava i doprava sa odlišujú (preto sú heterotické); supravodivé, orientované; so silnou i slabou silou; SUSY so supernábojom |
| Typ HE = heterotická $E_8 \times E_8$ | iba uzavreté struny, ktorých pohyby dolava a doprava sa odlišujú (preto sú heterotické); supravodivé, orientované; so silnou i slabou silou; SUSY so supernábojom |

Existuje šesť strunových teórií. Prvá je bozónová. Vyžaduje existenciu 22 dodatočných priestorových dimenzií a opisuje iba bozóny (časticie, ktoré prenášajú silu). Päť ďalších teórií je realistickejších, pretože zahŕňajú aj fermióny (časticie hmoty), ale nijaký tachyon s imaginárnu hmotnosťou, ktorý vedie k nestabiliti a k nekonzistentnému modelu. Tieto teórie vyžadujú „iba“ šesť extradimensií a všetky ústia do supersymetrie (SUSY) medzi bozónmi a fermiónmi. Ukázalo sa, že tieto strunové teórie sú matematicky príbuzné, teda by mali byť súčasťou všeobecnej M-teórie.

Pestrost a revolúcia

Calabi-Yau kompaktifikácie mali však isté slabiny: riešenia teórie strún sa ukázali byť až odstraňujúco mnohoraké. Nielen preto, že o pravdu bojovalo hneď päť strunových teórií. Joseph Polchinski, Petr Hořava a ďalší fyzici zverejnili znepokojujúci objav: okrem jednorozmerných strún opisujú strunové teórie aj viacrozmersné útvary, takzvané p-brány.

Písmeno p vyjadruje počet dimenzií, slovo „bran“ je odvodené od „membrány“, pretože dvojrozmerné 2-brány pripomínajú práve tieto pružné blany. (Ide zároveň aj o slovnú hračku: p-bran sa v angličtine vyslovuje ako „pea brain“, čiže hráškový mozog.)

V roku 1995 však Witten dokázal, že struny, p-brány, calabi-Yau rôznorodosti i ďalšie odlišné verzie strunovej teórie do seba zapadajú, ako by boli súčasťami dômyselnej, gigantickej skladacieky. Navyše sa ukázalo, že všetky také rozdielne teórie strún sú na neuverenie príbuzné a sú matematicky rovnocennými časťami vyššej, 11-rozmernej teórie. Indický strunový teoretik Ashoke Sen (jeden z najvýznamnejších fyzikov novej generácie) však uprednostňuje názov U-teória. U ako ur, über, ultimativ, underlying, unified. Po slovensky: prvotná, nadradená, posledná, základná, zjednocujúca.)

Okoľo významu písmena M sa dodnes vedú živé debaty. Podľa najrozličnejších výkladov vyjadruje toto M „membrány“, „matrix“, „majestát“, „mystérium“, „mágiu“, ba dokonca „matku všetkých teórií“.

Záhadu teórie M

V každom prípade túto teóriu aj zasvätení fyzici chápou iba čiastočne a spekulatívne. Má však neslychanú matematickú eleganciu a znenepokojujúce dôsledky. Stephen Hawking tvrdí: „M-teória je jediným kandidátom na úplnú teóriu vesmíru.“ Iba jedno ho znepokojuje: „Je táto teória naozaj úplná?“

Bild der Wissenschaft

Metánové rieky na Titane

Pred deviatimi rokmi pristála na Titane sonda Huygens. Planetológovia boli nadšení. Už od 70. rokov súčasť predpokladali, že na Titane sa môže vyskytovať metán v kvapalnom skupenstve, snímky a údaje zo sondy Huygens však prekonali všetky očakávania. Už na prvých (optických) snímkach objavili meandrujúce koryto rieky ústiacej do veľkého jazera.

Sonda Huygens sa už dávno odmlčala, ale sonda Cassini, ktorá ju k Titanu dopravila, sa k najväčšiemu mesiacu Saturna pravidelne vracia. Vedci zo snímk poskladali takmer úplnú mapu Titanu s početnými metánovými riekami, jazerami, moriami. Ba čo viac, sú presvedčení, že na Titane existuje kolobej metánu, pripomínajúci kolobej vody na Zemi. Podľa niektorých pripomína toto tmavé, chladné teleso Zem v jednom z raných štadií vývoja, ktorý ustrnul.

Na Titane nastáva jar

Titan je zvláštny svet. Teplota na jeho povrchu dosahuje až mínus 179 °C. Obloha nad mesiacom je tmavooranžová. Nad povrchom sa preháňajú mrazivé vetry, ale tie hladinu jazier na Titane nesčeria. Hladiny sú aj vo vetre hladké ako zrkadlo. Prístroje na sonda Cassini zmerali, že výška ich hladín sa mení nanajvýš o 3 milimetre. Najmenšie výkyvy zaznamenali na jazere Ligeia: iba 1 milimeter.

Tieto údaje vedcov prekvapili. Na Titane sú rozsiahle polia dún (vysokých až 100 metrov) ktoré viesť neprestajne premiestňuje a formuje. Vedci z Cornell University (USA) vyvíjajú model, ktorý by mal objasniť, prečo vetry na Titane nedokážu jazerá rozvlniť.

Titan je bezmála taký veľký ako Merkúr. Rok na Titane trvá 30 pozemských rokov. Sonda Cassini počas ostatných rokov pravidelne monitoruje dlhú zimu na severnej pologuli Saturnovho mesiaca. Onedlho začne v týchto končinách jar. Pre planetológov, najmä tých, ktorí študujú klímu na vybraných telesách Slniečnej sústavy, nastane najvzrušujúcejšie obdobie.

Čo sa stane, keď sa intenzita slnečného žiarenia na severnej pologuli začne zo dňa na deň zvyšovať? Začnú sa s príchodom leta vyparovovať? Nastane obdobie metánových dažďov, ktoré budú objem kvapaliny v jazerach zvyšovať? Zosilnejú vetry do takej miery, že vyplovajú na jazerach vlnobitie, ba prípadne aj hurikány?

Vedci odhadujú, že vo všetkých zmapovaných jazerach na Titane je 300-krát viac uhlovodíkov ako na Zemi. Je to však iba približný, podľa všetkého veľmi redukovaný odhad, pretože skutočný objem uhlovodíkov budú môcť vedci vypočítať iba vtedy, keď sa im podarí zmerať hĺbky všetkých väčších jazier. Doteď sa podarilo zmerať iba hĺbkou najpriezračnejšieho metánového jazera Ligeia: 160 metrov. Hlbky ostatných veľkých jazier sa nepodarilo radarom zmerať, pretože ich vypĺňa menej priezračná zmes uhlovodíkov. Výdatné dažďe i zvýšené vlnobitie v nastávajúcim období meranie sotva ulahčia.

Cassini Press Release

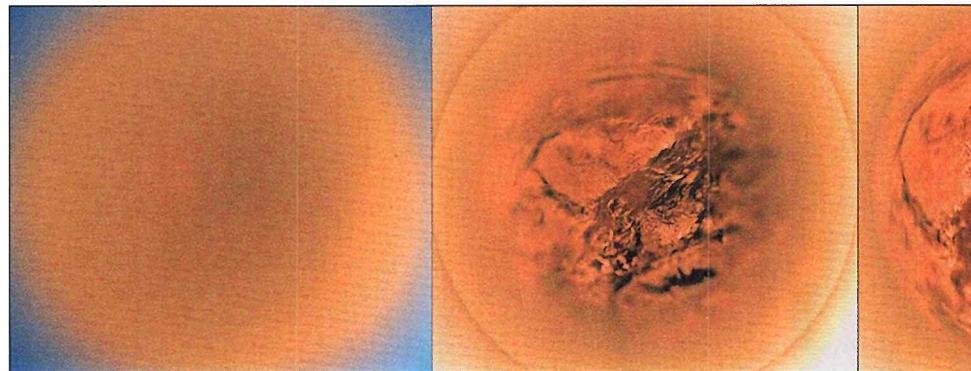
sa dozvedeli, že mesiac obala hustá atmosféra, ktorá vyvoláva ilúziu, že teleso je menšie, ako naozaj. Dnes vieme, že Titan má priemer 5 150 kilometrov. Je teda väčší ako Merkúr. Keby okolo Slnka krúžil po vlastnej obežnej dráhe, považovali by sme ho za planétu.

Ešte v 70. rokoch, pred misiou sond Voyager, vedci nevedeli, aké je zloženie Titanovej hustej atmosféry. Jedni predpokladali, že v nej dominuje metán, iní boli presvedčení, že dusík. Iba zopár vedcov tvrdilo, že podmienky na Titane pripútajú aj existenciu oceánov. Väčšina planetológov takú predstavu považovala za utopiu.

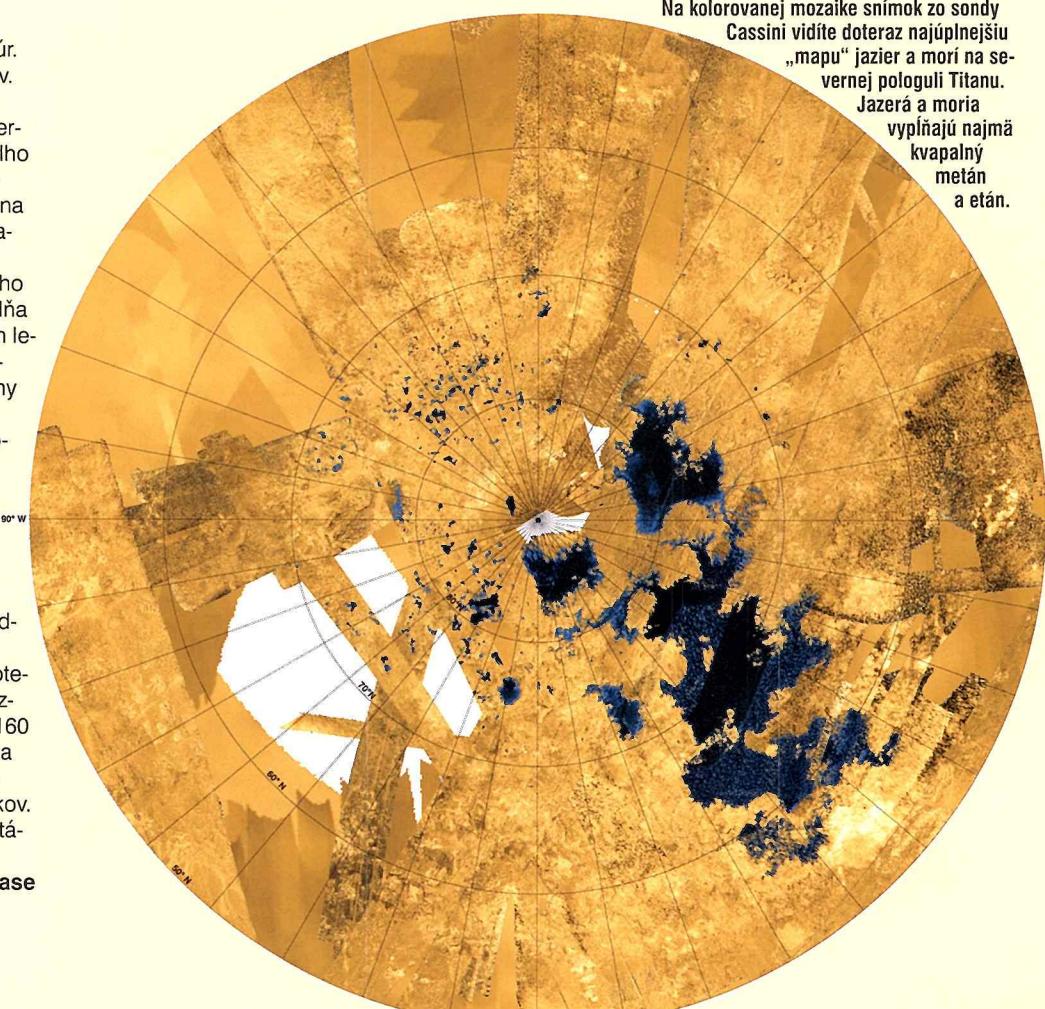
V novembri 1980 obletela Titan sonda Voyager 1. Priblížila sa k nemu na 6 490 kilometrov. Zo snímk vedci vyčítali, že teleso obala 200 kilometrov hrubá atmosféra a nad ňou vrstva

Čo bolo pred sondami?

Titan objavil v roku 1655 holandský astronóm Christian Huygens. V polovici 20. storočia sme



Na kolorovanej mozaike snímk zo sondy Cassini vidite doteraz najúplnejšiu „mapu“ jazier a morí na severnej pologuli Titanu. Jazerá a moria vypĺňajú najmä kvapalný metán a etán.



sadzí, ktoréj výška sa mení v rozpätí 380 až 500 kilometrov nad povrchom. Zloženie atmosféry: 95 % tvorí dusík, zvyšných 5 % najmä metán. Teplota na povrchu: mínus 178 °C. Tlak: o 50 % vyšší ako na Zemi.

Z údajov sondy Voyager vyplynulo, že tieto podmienky sú priam ideálne pre existenciu uhľodíkov v kvapalnom skupenstve, najmä metánu a etánu. Už vtedy sa pripúšťalo, že na Titane existuje kolobeh týchto plynov, ktoré sa vyparujú, tvoria oblaky, čo môže vyvolávať búrky s metánovým daždom. A kvapalný metán steká zo svahov do riek, ktoré ústia do veľkých metánových jazier.

To však boli až do misie Cassini iba hypotézy.

Nehostinné teleso

Sonda Huygens pristála na povrchu, ktorý pripomína suché koryto rieky. Na snímkach, získaných z rozličných výšok pred pristátím sa objavili meandre, ústiacie do tmavej oblasti, pripomínajúcej jazero.

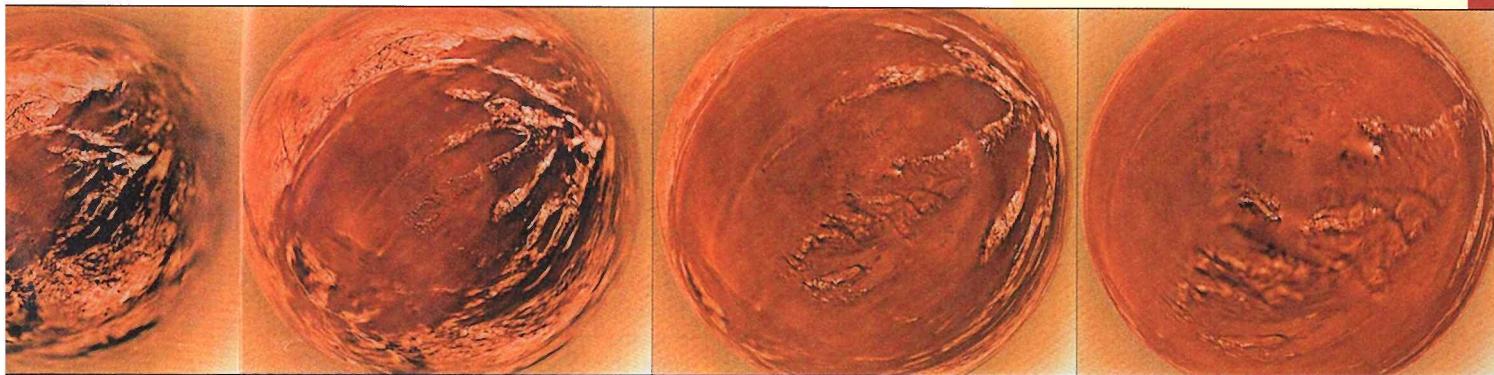
Planetológov zaujali najmä dve snímky. Na prvej videli kľukaté koryto s mnohými prítokmi, podobné povodiam pozemských riek. Na druhej snímke hlavné koryto nemeandruje: pripomína skôr kanál, ktorého smer sa mení v uhloch, podobne ako tektonické trhliny. Ale aj toto „koryto“ ústi do jazera.

Počas ostatných rokov oblieala sonda Cassini mesiac zhruba stokrát. Zmapovala jeho povrch vo viditeľnej i infračervenej oblasti. Senzory radaru „prehmatali“ viac ako 50 % jeho povrchu.

Optická a infračervená kamera majú pomerne malé rozlíšenie, takže snímky i spektrá nie sú najkvalitnejšie. Navyše, hustá atmosféra Titanu významne znížuje výkon týchto prístrojov. Zato radar dokáže preniknúť aj cez vrstvy sadze a mapovať terén s rozlíšením 350 metrov.

Analýza snímkov ukázala, že Titan pripomína Zem iba morfológiou povrchu. Napríklad, kôru mesiaca pokrýva vodný ľad, ktorý je vzhľadom

Túto snímku Titanu exponovala sonda Voyager 2, keď koncom augusta 1981 mesiac oblieťala. Vzdialenosť: 2,3 milióna km. Detaily povrchu nevidíme, pretože prístroje na palube sondy nedokázali „nazrieť“ pod vrstvu sadzí nad atmosférou.



Moria a jazerá na Titane

Saturnov mesiac Titan je telesom, ktoré zo všetkých ostatných objektov Slnčnej sústavy najviac pripomína Zem. Navyše, je jediným telesom okrem Zeme, na povrchu ktorého sa vyskytuje kvapalina (metán a etán v tekutom skupenstve). Ba zdá sa, že na tomto telesu existuje aj kolobeh metánu.

Sonda Cassini sa počas ostatného blízkeho obeletu Titanu zamerala na jeho severnú pologuľu, kde je najviac morí a jazier. Vedcom sa pomocou radaru podarilo vytvoriť doteraz najpodrobnejšiu mapu tejto oblasti. Na dobrej pomoci im boli aj snímky z predchádzajúcich obeletov, exponované z iných uhlov. Po spracovaní snímkov sa podarilo vytvoriť „mapu“, na ktorej sú okrem malých jazier aj dve najväčšie moria: Kraken a Ligeia.

Po rokoch výskumu začínajú planetológovia chápať, do akej miery kvapaliny, plyny a pevné látky navzájom na Titane interagujú. Čím viac údajov o prebiehajúcich procesoch vedci získavajú, tým väčšia podobnosť so Zemou sa z celkového obrazu vynára.

Vedcov prekvapilo, že takmer všetky jazerá na Titane sa vyskytujú v oblasti 900×1800 km. Iba 3 % jazier sa nachádza mimo tejto oblasti. Istým prekvapením je aj rozložnosť najväčšieho mora Kraken s množstvom zálivov i „fjordov“.

Prečo sa jazerá a moria na Titane vyskytu-

jú práve v tejto oblasti? Zo snímkov vyplýva, že práve tam je zloženie dna jazier, ako i topografia okolitého terénu najpriaznivejšie pre zhromažďovanie kvapalín. Tu sa v dávnej minulosti vytvorilo aj jazero Lake Lahontan, pripomínajúce jazero Tahoe v Kalifornii, kde sa v deformovanej kôre vytvorili veľké trhliny, naplnené tekutinou.

Hĺbku mora Ligeia zmerali pomocou metódy, ktorú úspešne použili aj pri analýze údajov z Marsu. More má hĺbku 170 metrov. More Ligeia sa tak stalo prvým morom/jazierom, ktorého hĺbku sa podarilo presne zmerať, nepochybne preto, že tekutina, ktorá ho vyplňa je oveľa prieľadnejšia ako v iných bazénoch. Radarový signál ľahko prenikol až na dno a odrazil sa od neho, čo vedci nečakali. Merania ukázali, že more Ligeia je prinajmenšom na jednom mieste hlbšie ako jazero Michigan na hraniciach Kanady a USA.

Aj posledné údaje potvrdili, že väčšinu tekutiny v jazierách a moriahach tvorí metán. Pripomína skvapalnený plyn na Zemi. Vedci sa pokúsili vypočítať celkový objem kvapalín na Titane. Tím z Cornell University odhadol celkové množstvo uhľodíkov na 9000 km^3 , čo je 40-krát viac, ako objem overených ložísk nafty na Zemi!

Nakolko sa na severnej pologuli Titanu bliží leto, vedci očakávajú záplavu nových údajov.

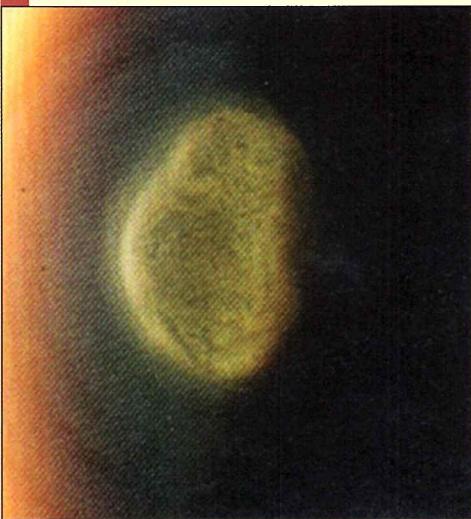
Cornell University Press Release



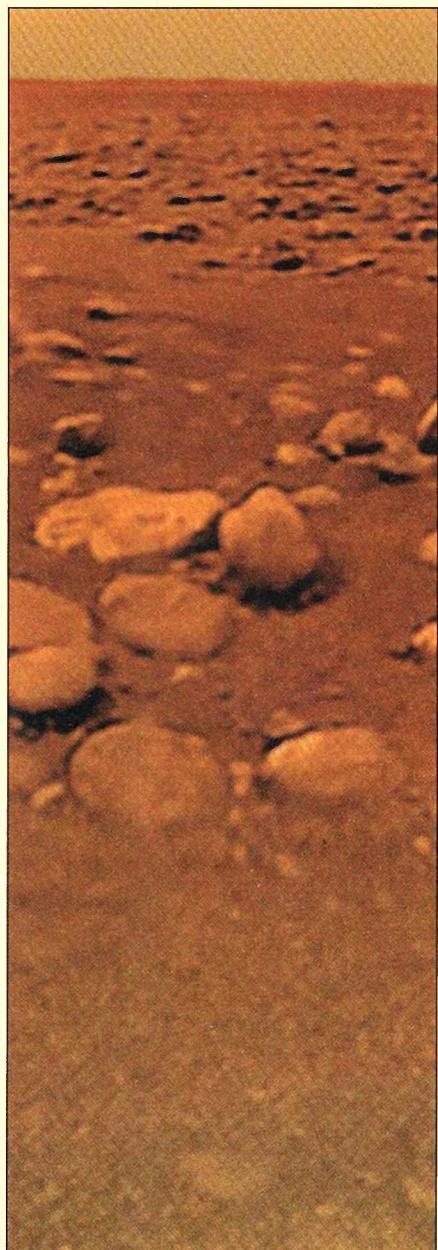
Prvé optické snímky povrchu Titanu. 14. januára 2005 ich exponovala sonda Huygens, ešte pred pristátím na povrchu. Zlava doprava vidíme rovnaký povrch z rozličných výšok: 150 km; 20 km; 6 km; 2 km; 0,6 km; a 0,2 km.



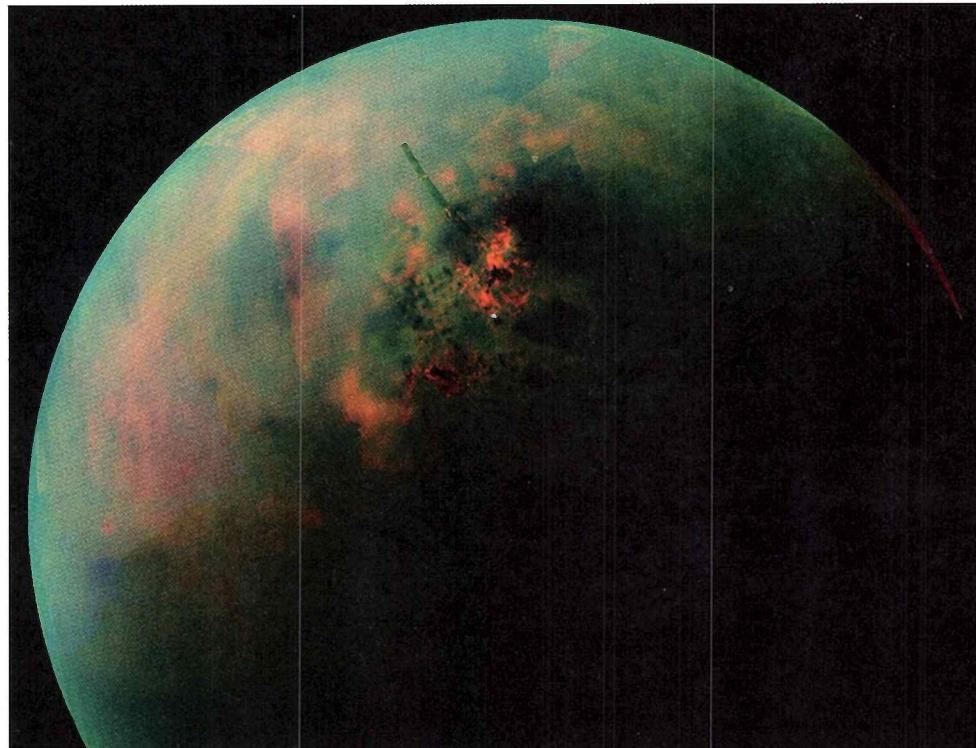
Titan na snímke sondy Cassini s krútnavou nad južným pólem (dole). Modrú obrubu oranžovej gule Titanu tvorí mohutná atmosféra. (Foto: 25.6. 2013.)



Detail krútnavy nad južným pólom Titanu. Farby zodpovedajú skutočnosti. Tako vyzerá južný pól pred príchodom zimy.



Jediná optická snímka z povrchu Titanu: kamene v popredí majú priemer 15 cm. Dátum: 14. január 2005.



Infračervená snímka Titanu zo sondy Cassini. Zelená farba prezrádza podložie vodného ľadu, ktorý pokrýva väčšinu mesiaca. Z oranžových oblastí sa vyparuje metán. Dátum: 12. september 2013.

na nízku teplotu tvrdý ako žula. Kvapalný metán však vodu nerozpúšťa, takže metánové riečky a rieky povrch príliš nemenia. Ľad odoláva ako súdržné, skalnaté podložie.

Geológovia vedia, že voda na Zemi v priebehu tisícročí povrch významne menila a mení. Erózia spôsobuje aj kvapalný metán na Titane. Vedci objavili stopy erózie dokonca na ľadovom podloží. Objavili aj nevelké okrúhle kamene, ktoré prúdy metánu unášajú, obrusujú a ukladajú ako sedimenty. Takže aj na Titane sú rozsiahle údolia, riečištia, ba aj kaňony.

Krajina jazier

Na snímkach zo sondy Cassini objavili tmavé plochy, ktoré označili za jazerá. Niektoré z nich boli naplnené kvapalinou, iné čiastočne vyschnuté. Do niektorých ústili klukaté korytá, iné pripomínali skôr impaktné krátery či kaldery, do ktorých stekala kvapalina z okolitých svahov.

Porovnaním snímkov vedci zistili, že Ontario Lacus, najväčšie jazero na južnej pologuli Titana (priemer 235 km) vysychá. Počas rokov 2005 až

2009 ustúpila kvapalina od pôvodného pobrežia až o 10 kilometrov. V inej oblasti objavili niekoľko jazier, ktoré sa náhle vytvorili po búrkach. Tieto jazerá však neskôr povysychali.

Skutočný pôvod týchto „jazier“ sa však z radarových snímkov nedá jednoznačne určiť. Pri radare sa jasnosť odrazu mení podľa povahy terénu. Hladký povrch jazier je tmavý. Jasný biely terén zväčša znamená, že povrch je chaotický, nerovný, poprehýbaný.

Ale ani na tieto charakteristiky sa vedci nemôžu vždy spoľahnúť. Napríklad údolia mnohých riek a jazier sa zdajú byť oproti okolitému terénu jasné. Vedci sa nazdávajú, že radarová jasnosť na týchto snímkach prezrádza zväčša vyschnuté riečištia a jazerá, naplnené štrkom a kameňmi s priemerom niekoľkých centimetrov. Podľa tohto scenára tečie metán iba v úzkych korytách, ktoré sa klukatia rozličnými časťami širokých údolí, plných nánosov. Presne tak vyzerajú suché riečištia na americkom juhozápade. Aj tam sa v hojnom počte vyskytujú okrúhle kamene a balvany, ktoré premiestňujú a obrusujú



Z preskupujúcich sa obláčností nad Titanom prší metán. Na snímke vľavo oblasť nedaleko rovnika (13. máj 2007). Ďalšie dve snímky sú z 15. januára 2011. Jasné škvarky na strednom a pravom obrázku prezrádzajú nízku obláčnosť nad oblasťou, kde práve pršalo.

sezónne prívaly vód. Po daždoch korytá, často až po ústia, vysychajú.

Cierne meandrujúce riečišťa sú tvrdšími orieškom. Jedna z mnohých teórií tvrdí, že hlboko zarezané korytá sa zdajú byť na radarových snímkach tmavé iba preto, že strmé okolité svahy skúmaný terén zatierajú.

Iná možnosť: usadeniny na dne korýt majú štruktúru piesku. Pripomínajú hladké piesočné pláže, vymodelované zo suchého jemného snehu, teda usadenín, ktoré metánová rieka unáša a ukladá počas obdobia dažďov.

Vylúčiť sa nedá ani možnosť, že korytá sú tmavé preto, že v nich preteká kvapalný metán. Z doteraz získaných údajov nemožno rozhodnúť, ktorá z týchto teórií platí. Záhadou sú aj meandrujúce korytá. Na Zemi ich brehy vystužujú korene rastlinstva, takže sa ich tvar (z veľkého nadhladu) mení iba nevýznamne. Na Titane však rastliny nie sú. Napriek tomu sa korytá riek v priebehu ostatných rokov vobec nezmenili. Ani v tých, ktorími kvapalný metán priebežne, alebo len po bûrkach preteká. Mechanizmus, ktorý brehy korýt stabilizuje, je neznámy.

Dažde a záplavy

Rozvetvené riečišťa i jazerá s meniacou sa výškou hladiny predpokladajú dažde. Hoci kolobeh metánu na Titane (vyparovanie, zrážky, toky) pripomína Zem, väčšinu detailov tohto cyklu (výdatnosť a časť zrážok) vedci nepoznajú. Jedno je takmer isté: vzhľadom na to, že Titan dostáva od Slnka oveľa menej energie ako Zem, množstvo zrážok by malo byť oveľa menšie. Dažde sú zriedkavejšie, ale asi trvajú dlhšie a môžu byť aj výdatnejšie.

Pomocou údajov zo sond Cassini a Huygens vedci vypočítali, že počas najsilnejších búrok môže v priebehu iba 2 hodín spadnúť na povrch Titana až 250 centimetrov metánu. Počas najväčších búrok na Zemi naprší za hodinu iba 30 centimetrov vody.

Zaujímavé je aj porovnanie so suchými oblasťami na Zemi, kde niekedy celé roky nezaprší, ale po výdatnom daždi sa cez suché korytá prevalia prívaly vód. Na Titane sú takéto záplavy ešte mohutnejšie. Počas jedinej megabúrky môže na povrch mesiaca padnúť takmer kvapalného metánu, že sa všetky korytá a jazerá naplnia až po okraj.

To sú však extrémy. Z údajov Cassini vyplýva, že nad niektorými oblastami Titanu môže po celé mesiace iba mrholiť.

Nikto nevie, ako často a s akou výdatnosťou sa tieto dažde objavujú. Najviac búrok sa počas misie Cassini objavovalo vo vysokých šírkach južnej pologule. V rokoch 2005 až 2009 tam vrcholilo leto, takže práve tieto oblasti boli vystavené najintenzívnejšiemu slnečnému žiareniu. Búrkové oblaky sa nahromadili a rozptýlili v priebehu dvoch hodín.

Začiatkom roku 2009 skončila zima na severnej pologuli. Intenzita slnečného žiarenia počas nasledujúceho obdobia silnela, pribúdalo búrok. Zmeny sú však pomalé, pretože každá sezóna na Titane trvá sedem rokov.

Nejasná vizia

Najväčšou záhadou sú však rieky. Hustá, začadená atmosféra Titanu znižuje rozlišovaciu schopnosť prístrojov. Bez ostrých optických fotografií sa vedci musia spoliehať iba na

radarové snímky, ale z tých už vyčítali takmer vsetko.

Optické snímky s vysokým rozlíšením expoноvala iba sonda Huygens, ktorá prenikla vrstvami sadzí. Na snímkach rozložili aj objekty s priemerom 20 metrov. Snímky z okolia miesta pristátia ukázali plochu planiny pokrytú námosťou štrku. Námosť tvorili kamene s priemermi 2,5 mm až 15 centimetrov.

Takže okrem riek na fotografiách zo sondy Huygens na radarových snímkach nevidíme rieky, ale skôr široké údolia. Či nimi priebežne alebo občas preteká kvapalný metán, vedci nedokážu zistiť.

Naďalej, slabé rozlíšenie spôsobuje, že väčšina dôležitých detailov na povrchu mesiaca je neviditeľná a bližšie neurčiteľná. Napríklad z radarových snímok sa dá iba ľahko zistiť sklon väčšiny korýt. V niektorých prípadoch sa údolia kľukatia z jasných oblastí (teda z hôr) do tmavých oblastí, teda suchých či vlhkých jažerných prieplavov. Radar sice funguje aj ako výškomer, ale ten také malé rozdiely nedokáže rozlíšiť.

Efektívnejší výskum Titánu môžu zabezpečiť iba sondy s citlivejšími prístrojmi. Na papieri je už niekoľko misií: sonda, ktorá by v rozličných výškach krúžila okolo mesiaca; balón, naplnený horúcim médiom, ktorý by sa pohyboval v atmosfére celé roky; i čln, ktorý by pristál na niektorom jazere, križoval ho 30 dní a pritom získaval najzroložnejšie údaje.

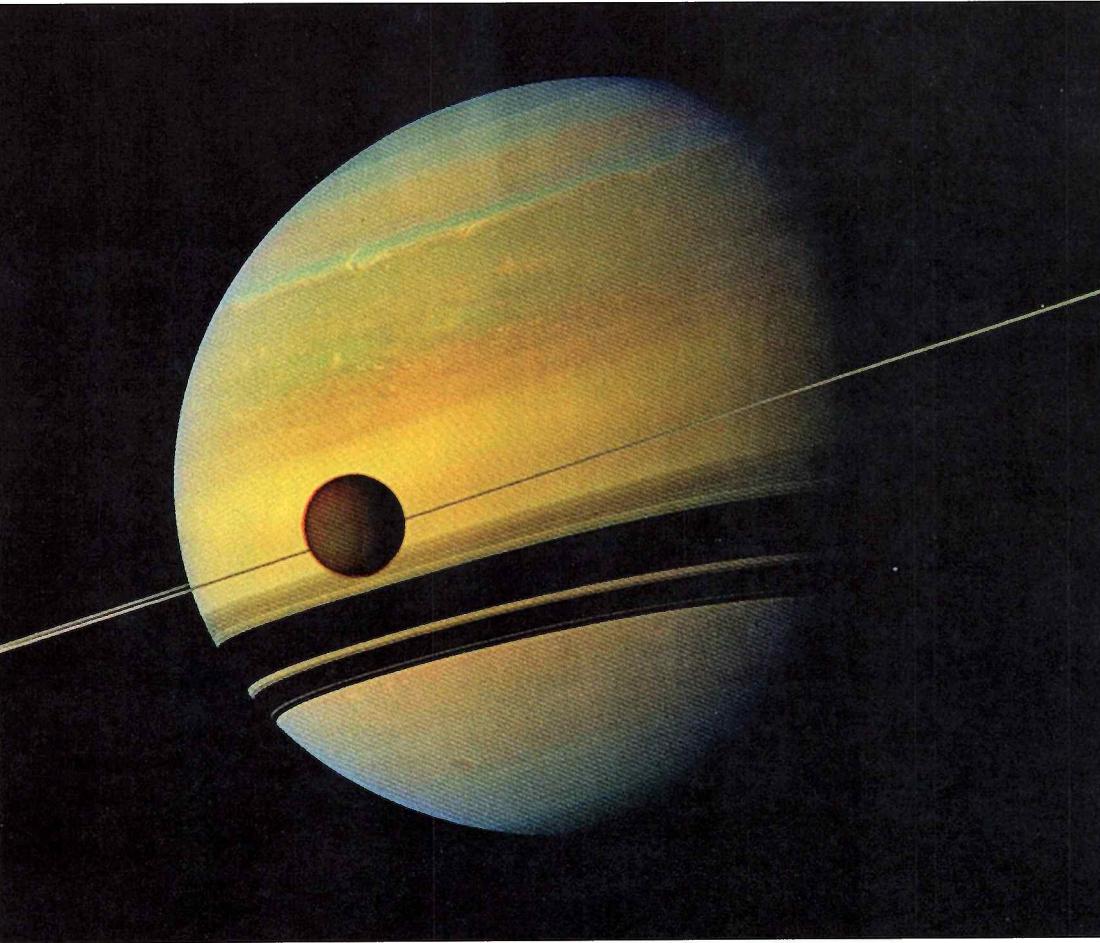
Napriek tomu, že má NASA menej prostriedkov, misia na Titan má (popri misii na Európu) najvyššiu prioritu. V roku 2011, keď sa schvaľoval program na budúcich desať rokov,

nová generácia prístrojov vyvíjaných pre Titan bola ešte v plienkach, takže prednosť dostali iné projekty.

Misia sondy Cassini skončí v roku 2017. Medzičasom vypustia k Saturnu sondu, ktorá sa spustí do atmosféry obrej planéty a bude získávať údaje, až kým ju narastajúci tlak nezničí.

Kedy sa na Titan vrátia sondy novej generácie nevedno. Dovtedy rieky Titanu ostanú nezmopované, neprekúmané, tajomné...

Astronomy,
február 2014



Titan na obežnej dráhe okolo Saturna za prstencom, ktorého tieň padá na povrch obrej planéty. Fotografiu v skutočných farbách expoноvala sonda Cassini zo vzdialenosťi 778 000 km. Dátum: 6. mája 2012.



Neutrónová hviezda.

Objavili objekt Thorne-Zytkow?

Už v roku 1975 uverejnili astronómovia Kip Thorne a Anna Zytkow štúdiu, v ktorej predpovedali možnosť, že veľká hviezda, umierajúci červený obor, môže počas finálneho rozpínania pohliť aj neutrónovú hviezdu, ktorá dovtedy, spolu s ňou, obiehala spoločné ľažisko. Tak by mala vzniknúť hviezda, v ktorej jadre by sa ocitla malá hviezda. Na prvý pohľad by sa od iných hviezd ničím neodlišovala, ale žiarila by inakšie a jej spektrum by malo prezrádzať unikátné chemické zloženie.

Odvtedy vedci objavili viacerých kandidátov na objekt Thorne-Zytkow, ale ani v jednom prípade sa nová identita nepotvrdila.

Vedci z University of Colorado objavili nedávno v Malom Magellanovom objekte hviezdu, ktorá emituje molybdén, lítium a rubídium. Všetko prvky, ktoré teória pri hypotetickom objekte predpovedala. Thorne a Zytkow predpokladali, že tieto prvky po prerušení jadrových reakcií v jadre červenejho obra, museli preniknúť do jeho vrchnej atmosféry nezvyčajnými cestami.

Objekt objavili v rámci prehliadky 22 objektov v oblaku. Využili pritom jeden z dalekohľadov Magellan (a jeho zrkadlo s priemerom 21 stôp), ktorý pracuje v púšti Atacama (Čile).

Vedci predpokladajú, že objekty typu Thorne-Zytkow objavia aj v Mliečnej ceste, hoci zatiaľ neobjavili ani len kandidáta. Napokon ani v prípade hviezdy z Malého Magellanovho oblaku si ešte nie sú načistom. V spektrách najslubnejšieho kandidáta na objekt Thorne-Zytkow objavili zatiaľ menšie zastúpenie tých prvkov, ktoré teória predpovedala.

HST Press Release

Prečo sú niektoré hviezdy väčšie ako iné?

Masívne hviezdy (nad 8 hmotnosťí Slnka) sú pre stelárnikov záhadou. Prečo sú také veľké, keď drivivá väčšina hviezd v Mliečnej ceste je podstatne menšia a má podstatne nižšiu hmotnosť? Astronómovia preskúmali pomocou rádioteleskopu ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) jadra niektorých najtmavších, najchladnejších a najhustejších oblakov v Mliečnej ceste, aby našli vysvetlenie tejto záhady.

Tieto objekty, infračervené tmavé oblaky (IDC), sa nachádzajú vo vzdialosti 10 000 svetelných rokov v súhvezdiach Orol a Štíť. Nakoľko sú jadra týchto oblakov husté a hmotné, gravitácia plyn akumuluje a normálne sa v nich rodí veľa Slnku podobných hviezd. Tieto oblaky sú však prázdne. Nie sú v nich hviezdy. Ak sa však v balíkoch hmoty ani po nabalení kritického množstva nerozbehli jadrové reakcie, teda nesformovali sa Slnku podobné hviezdy, musí existovať sila, ktorá pôsobí proti gravitácii oveľa dlhšie. Až dovtedy, kým sa nenabalí také množstvo hmoty, ktoré umožní vznik masívnych hviezd.

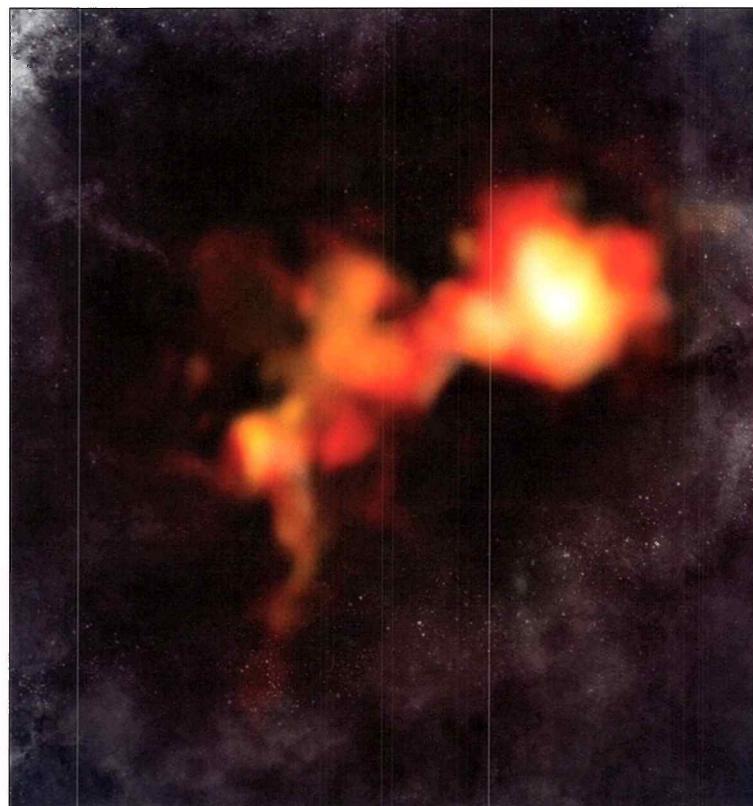
Priemerné Slnku podobné hviezdy sa rodia ako husté, ale relativne malé koncentrácie vodíka, hélia a niektorých stopových prvkov vo velkom molekulovom oblaku. Zárodočné jadro nabafuje vzápäť plyn z okolia, hmota sa vplyvom gravitácie v centrálnej oblasti zahustuje. Tento mechanizmus umožňuje vznik akréčneho disku, v ktorom sa niekedy môžu sformovať planéty. Keď sa naakumuluje kritické množstvo hmoty, v jadre sa spustia jadrové reakcie a nová hviezda sa rozsvieti. Silné hviezdné vetry z mladej hviezdy ďalšie nabalovanie hmoty prenášia.

Takto sa sformovala väčšina hviezd v našej Galaxii? Aký proces však umožnil formovanie masívnejších hviezd? Ak by nejaká dodatočná sila v oblakoch nepôsobila, všetky hviezdy v Mliečnej ceste by mali rovnaké parametre. Inou možnosťou je, že existujú dva mechanizmy formovania hviezd: jeden umožňuje zrod Slnku

podobných hviezd, druhý formovanie masívnejších hviezd.

Medzinárodný tím astronómov nazrel pomocou rádioteleskopu ALMA do vnútra oblakov, v ktorých nie sú hviezdy, s cieľom detegovať spektrálne čiary deutéria (izotop vodíka), ktoré podstatne zvyšuje teploty v týchto oblakoch. Deutérium je dôležité, pretože sa spája s viacerými molekulami aj v chladnom prostredí. Vo chvíli, keď sa mladé hviezdy prebúdzajú a zahrevajú okolity plyn, deutérium sa rýchle stráca. Nahrádzajú ho častejšie sa vyskytujúce izotopy vodíka.

ALMA detegovala v „prázdnych“ oblakoch veľké množstvá deutéria, z čoho vyplýva že oblaky sú chladné a hviezdy sa v nich nevysky-



Na obrázku sú údaje z ALMA premietnuté do obrázku pozadia. Údaje vymedzujú dve hlavné jadra zviditeľnené emisiami molekulového iónu N_2D^+ (dva atómy dusíka, jeden atóm deutéria). Jadro vpravo je jasné a okrúhle, čo naznačuje, že sa v ňom formuje masívna, osamelá hviezda, zriedkavý úkaz v materniciach hviezd. Druhé jadro je fragmentované, čo znamená, že sa v ňom formuje viacero hviezd s nižšou hmotnosťou. Fragmentácia je v oblakoch, kde prebieha hviezdotvorba, normálnym procesom.

tújú. To naznačuje, že nejaká neznáma, proti gravitácii pôsobiaca sila zabraňuje jadru skolaťať skôr, ako nabalí také množstvo hmoty, z ktorého sa môžu sformovať masívnejšie hviezdy. Mohli by to byť silné magnetické polia.

Vedci takto objavili objekty pripomínajúce kolísky, v ktorých sa sformovali Slnku podobné hviezdy. Tieto oblaky sú však desať až stotásobnej hmotnejšie. To by znamenalo, že veľkosť a hmotnosť materských oblakov sú pre formovanie masívnych hviezd rozhodujúcejšie, ako samotný proces nabalovania. Až ďalšie pozorovania a merania, najmä po skompletizovaní sústavy ALMA na 66 antén, môže túto hypotézu potvrdiť, alebo vyvrátiť. A odhalí podstatu záhadnej sily, ktorá formovanie masívnych hviezd umožňuje.

ALMA Press Release

5.6. Galaxie v hlubokém vesmíru

Na výzkumu galaxií v hlubokém vesmíru se v současné době podílejí docela významně četní dobrovolníci díky projektu, který začal rozmluvou K. Schawinského s C. Lintottem v jedné britské hospodě v r. 2006. Schawinski totiž v té době měl za sebou vizuální prohlídku obrazů 50 tisíc galaxií z přehlídky *SDSS*, která však těch obrazů galaxií nashromázdila bratu milion. Schawinski si stěžoval, že obrazy galaxií jsou tak různorodé, že na jejich rozumnou počítacovou klasifikaci se nedá napsat dostatečně kvalitní klasifikační program. Díky vlastní úmorné ruční a oční snaze poznal, že úplné vytěžení veškerého skvělého materiálu z přehlídky takříkajíc manuálně by nestihl za celý svůj život. Z jejich rozmluvy vyplynul nápad inspirovaný už dlouholetým úspěchem programu *SETI@Home*, kdy data z rádiových přehlídek radioteleskopu v *Arecibu* zpracovávají podle dodaného programu dobrovolníci z celého světa při běhu svých osobních počítaců naprázdno. Podobný úspěšný byl projekt *Stardust@Home*, kdy na 20 tis. dobrovolníků klasifikovalo zrníčka prachu zachycená v aerogelu stejnojmenné kosmické sondy během blízkého průletu u komety *Wild 2* v lednu 2004 a navrácená v přistávacím pouzdru sondy v lednu 2006. Do náročného vyhledávání a klasifikace mikroskopických zrníček se totiž velmi úspěšně a rychle zapojili dobrovolníci z celého světa doslova svýma očima a postupně vylepšovanou zkušeností.

Oba autoři nakonec sepsali program pro manuální klasifikaci tvarů a dalších charakteristik galaxií (rozvíjení spirálních ramen ve směru či protisměru hodinových ručiček, stupně koncentrace jasnosti vůči středu galaxie, výskyt temných mračen ap.) a odhadli, že když se do projektu zapojí na 5 tisíc dobrovolníků, stihnou za 3 roky klasifikovat všechny galaxie v programu *SDSS*, pokud každou galaxii bude klasifikovat nezávisle aspoň 5 osob. Program **Galaxy ZOO** vystavili na internetu 11. července 2007 a po třech hodinách příslušný server spadl, protože byl zahlcen zájemci o připojení do projektu. Po připojení dalších serverů přišlo během prvních 12 h na 20 tis. klasifikací, po dvou dnech provozu přibývalo klasifikací tempem 60 tis/h a za 10 dnů měli v databázi 8 milionů klasifikací!

Během 9 měsíců vznikla pod vedením D. Darga aj. první publikace projektu *Galaxy ZOO* na základě klasifikace 1 milionu galaxií, přičemž v té době byla každá galaxie v databázi *SDSS* klasifikována již 38krát! Díky tak výtečné spolupráci dobrovolníků s profesionály se podařilo mimo jiné nalézt na 3 tisíce galaxií, které se navzájem srázejí. **Katalog srážek** je homogenní až pro červený posuv 0,1, tj. do vzdálenosti 400 Mpc od nás. Přitom se podařilo objevit řadu do té doby neznámých subtypů galaxií i naprosto anomální případy.

K. Mastersová, která vedla zpracování přívalu dat, tak zjistila, že samotné určení *barvy galaxií* (spirály jsou modré a eliptické galaxie červené) na rádnou klasifikaci nestačí, že neméně důležitá je právě jejich **morfologie**. Před astronomy se jakoby kouzlem otevřel neuvěřitelně pest्रý svět galaxií, jež spolu navzájem interagují gravitací, slapy, splýváním až kanibalismem i zvýšenou či naopak potlačovanou tvorbou nových pokolení hvězd, na čemž se překvapivě aktivně podílejí geometricky miniaturní černé veledíry s hmotností menší než 1 % úhrnné hmotnosti dané galaxie usazené v centru soustavy.

Podle *tvaru drah hvězd* v galaxiích se mění morfologie galaxií od krásně rozvinutých spirál přes zestárlé eliptické galaxie, v nichž už hvězdy nevznikají, až po trpasličí galaxie, kompaktní galaxie s překotnou tvorbou hvězd a další **speciální případy**. Když holandská učitelka hudby Hanny Van Arkelová objevila v rámci projektu *Galaxy ZOO* v r. 2007 galaxii připomínající zelený hrášek (*Hanny's Voorwerp*), ukázala tím, že mohou existovat útvary naprostě atypické. (Nyní se soudí, že zelený hrášek je ozářen světlem výtrysku z kvasaru *IC 2497*, který se už před 200 tis. lety vypnul, ale jeho světlo ještě stále ozařuje 30 kpc dlouhý proud plynu, jenž je už v menší vzdálenosti od kvasaru neviditelný.) Dnes už jsou těch zelených hrášků známy stovky.

Samotní dobrovolníci si totiž zřídili **diskusní fórum**, v němž si navzájem sdělují své zkušenosti a tak se vytvořilo unikátní společenství, jež svou soustavnou prací výrazně přispívá k pokroku astronomie na velmi náročném poli zkoumání hlubokého vesmíru. Odborníci se shodují, že tato spolupráce profesionálů s dobrovolníky má dobré vyhlídky i do budoucnosti, např. při klasifikaci více než 2 milionů galaxií zobrazených *HST* v rozpětí 75 % dosavadní věku vesmíru (projekt **Hubble Zoo**).

Podle S. Chakrabartiho lze popsat **vývoj galaxií** pomocí jediného parametru, jímž je *plošná hustota neutrálního vodíku*. Galaxie se totiž vyvíjejí díky vlastní gravitaci, oběžné rychlosti hvězd vůči těžišti soustavy, akreci materiálu ze zárodečného hala, ale také splýváním menších protagalaxií hierarchickou cestou. Tempo tvorby hvězd se řídí zpětnou vazbou mezi gravitačními nestabilitami v halu a disku a výskytem supernov, jež naopak brzdí vznik dalších generací hvězd.

A. Tutukov a A. Fedorova ukázali, že v **intergalaktickém prostoru** kup galaxií se může nalézat poměrně velké množství hvězd; minimálně 15 % a možná i 50 % z celkového počtu hvězd ve všech galaxiích dané kupy. Vznikají například v proudech intergalaktického plynu, které obtékají klasické diskové galaxie bohaté na plynoucí složku, anebo vinou rozpadu sféroidálních galaxií s nízkou celkovou hmotností, v nichž proběhla překotná tvorba hvězd. Uprostřed kup pak zmíněné husté proudy intergalaktického plynu dokáží vyměst z málo hmotných rychle se pohybujících diskových galaxií jejich plyn a ten pak slouží jako stavební materiál pro **intergalaktické hvězdy**. Nejsilnější dodavatelem nových pokolení intergalaktických hvězd jsou však jednak blízké průchody a jednak průniky galaxií bohatých na plyn, takže právě v centrálních partiích kupert, kde je největší koncentrace galaxií, vznikají též nejsnadněji intergalaktické hvězdy.

A. Tutukov aj. se zabývali hydrodynamickou simulací následků centrální **srážky dvou diskových galaxií** v polárním směru. Pokud k rychlosti srážky dojde při vzájemné rychlosti $<100 \text{ km/s}$, galaxie se slijí, ale při vyšší rychlosti až 500 km/s se hvězdy prostoupí, zatímco interstelární plyn se ohřeje a zabrzdí. Pokud se ohřátý plyn dokáže rychle ochladit, vznikne tak nová samostatná galaxie. Při rychlostech srážky $>500 \text{ km/s}$ zůstává zbrzděný interstelární plyn příliš horký a rozptýlil se v intergalaktickém prostoru, který je tím obohacen o těžké prvky, které byly rozmetány do prostoru během průletu galaxií vinou četných výbuchů supernov. Obecně platí, že *při srážce diskových galaxií se zvyšuje tempo tvorby hvězd až o dva rády* proti hodnotám v osamělých galaxiích též hmotnosti.

A. Cattano aj. zjišťovali, jakými cestami *nabývají dospělé galaxie svou hmotu*. V podstatě jde o dva klíčové mechanismy, **akreci plynu** z okolního intergalaktického prostoru a **splývání s trpasličími galaxiemi** díky vzájemné gravitační vazbě. Množství akreovaných baryonů závisí na hmotnosti hala galaxie a na stáří galaxie. *Baryonová složka galaxií* však roste odlišně od hmotnější složky *skryté látky*, protože rázový ohřev při splývání galaxií a výtrysky z černé veledíry v jádře galaxie potlačují další akreci, jakmile hmotnost hala galaxie přesáhne 1 $\text{T}M_{\odot}$.

Hala galaxií vznikají v důsledku gravitačních nestabilit v prvních hustotních fluktuacích v raném vesmíru. Hala však přestanou růst, pokud je zbylý okolní plyn příliš horký a hvězdy v halu již vzniklé vyplivují mocným hvězdným větrem plyn zpět do intergalaktického prostoru. Tyto teoretické simulace velmi dobře souhlasí s pozorovanými strukturami vesmíru v přehlídce *SDSS*. To též znamená, že galaxie s hmotnostmi $>100 \text{ GM}_{\odot}$ mohou nabírat další hmotu pouze vzájemným splýváním, zatímco pro méně hmotné galaxie převažuje přibírání hmoty akrecí plynu, kdežto splývání jsou vzácná.

R. Bouwens aj. uvedli, že pokrok ve studiu hlubokého vesmíru pokračuje neobyčejně úspěšně, protože zejména díky *HST* pozorujeme již více než 6 tis. galaxií, které jsou zobrazeny tak, jak vypadaly 0,9 – 2,0 mld. let po velkém třesku (červené posuvy z v intervalu 6 – 3). Zásluhou vytrvale opakovánmu snímkování **pole HUDF** pomocí infračervené kamery *WFC3/IR* se tak podařilo objevit rekordně vzdálenou galaxii **UDFj-39546284** se $z = 10,3$ (460 mil. let po velkém třesku). Galaxie o hmotnosti jen 1 % hmotnosti naší Galaxie má nepatrnou jasnost 29 mag v infračerveném pásmu $1,6 \mu$, což znamená, že tempo tvorby hvězd v této epoše bylo o řad nižší, než pro pozdější epochu $z = 8$ (660 mil. let po v.t.). Prakticky to znamená, že epoха *rostoucí tvorby hvězd a galaxií započala zhruba 300 mil. let* ($z = 14$) a stoupala plynule až do plochého maxima ($2,7 \pm 0,4$) mld. let od vzniku vesmíru.

Už předtím byla v poli *HUDF* identifikována galaxie **UDFy-38135539** s červeným posuvem 8,6 (vzdálenost 4,05 Gpc; 600 mil. let po velkém třesku), jež má podle P. Dayala a A. Ferrary hmotnost jen 850 MM_\odot a hvězdy staré jen 50 – 80 mil. roků, jejichž metallicita dosahuje 3 – 12 % metalicity sluneční. Hvězdy tam vznikají tempem až $3,7 \text{ M}_\odot/\text{rok}$.

P. Capak aj. objevili pomocí přehlídky *COSMOS* (2 čtv. stupně oblohy v poloze *1000+0230* v souhvězdí *Sextantu*) velmi hmotnou **prakupu galaxií** s červeným posuvem 5,3 (1,1 mld. let po v.t.; vzdálenost 3,8 Gpc), která má lineární průměr $>13 \text{ Mpc}$ a minimální hmotnost $>400 \text{ GM}_\odot$. Spektra pořízená pomocí spektrografu *DEIMOS 10m Keckova teleskopu* ukázala, že prakupa obsahuje 50 GM_\odot molekulového plynu a vykazuje rekordně rychlé tempo tvorby hvězd $1,5 \text{ kM}_\odot/\text{r}$ (!) v dobré shodě s teoretickými modely vznikání galaxií a hvězd v raném vesmíru.

Podobně R. Gobat aj. objevili pomocí rentgenové družice *Newton* již dobře vyvinutou kupu galaxií **CL J1449+0856 (Boo)**. Spektra pořízená pomocí *VIMOS VLT ESO, NICMOS HST a Keckova 10m teleskopu* ukázala červený posuv 2,1, tj. vzdálenost kupy 3,2 Gpc a její stáří 3,3 mld. let po velkém třesku. Rentgenový zářivý výkon kupy $7.10 \cdot 10^{36} \text{ W}$ je úctyhodný a hmotnost hala kolem kupy dosahuje až 80 TM_\odot , což je srovnatelné s naší lokální nadkupou galaxií v *Panně*. Autoři odtud vyvozují, že již v raném vesmíru byly kupy podobně vyvinuté jako ty daleko mladší.

R. Foley aj. našli pomocí *10m radioteleskopu SPT v Antarktidě* během přehlídky na frekvencích 95 GHz (3,2 mm), 150 GHz (2 mm) a 220 GHz (1,4 mm) na 2,5 tis. čtv. stupních jižní oblohy tis. dosud vůbec největší a **nejhmotnější kupu galaxií** v poloze *2106-5844*. Objev pak potvrdili také díky radioteleskopu *ACT* v poušti *Atacama v Chile*. Na základě těchto měření se pak podařilo kupu dohledat také v rentgenovém pásmu spektra pomocí družice *Chandra*, v daleké infračervené oblasti zásluhou *Spitzerova kosmického teleskopu* a nakonec i opticky pomocí *VLT ESO a 6,5m teleskopu Magellan na Las Campanas*.

Oba optické dalekohledy umožnily změřit i vzdálenost velekupy (2,5 Gpc), protože se podařilo určit červený posuv 1,13 ve spektrech nejjasnějších galaxií. Odtud též vyplynuly údaje o rentgenovém zářivém výkonu velekupy $1,4 \cdot 10^{38} \text{ W}$, teplotě horkého intergalaktického plynu 110 MK (!) a rekordní hmotnosti velekupy $1,3 \text{ PM}_\odot$ (!). Autoři uvádějí, že tato *velekupa pravděpodobně nemá soupeře* po celé obloze a jde tedy o největší konglomerát hmoty, která se během vývoje vesmíru gravitačně soustředila z původních obřích hal prachu, plynu a skryté látky vesmíru.

A. Amblard aj. studovali opticky slabé silně **zaprášené galaxie** v submilimetrových spektrálních pásmech 250 – 500 μm a tak ukázali, že i v nich probíhá překotná tvorba hvězd tempem stovek M_\odot/r . Jelikož se tyto galaxie shlukují do větších souborů, podařilo se ukázat, že je nacházíme tam, kde se koncentrují hala skryté látky vesmíru.

M. Hayes aj. studovali pomocí nové generace spektrografů *VLT ESO obrí plynová mračna atomárního vodíku*, které objevili C. Steidel aj. v r. 2000. Ukázali, že je vidíme ve fázi asi 2,5 mld. let po velkém třesku díky silné emisi v ultrafialové vodíkové čáře Lyman- α . Proto se označují zkratkou *LAB (Lyman Alfa Blobs)*. Mračna bývají často propojena s jasnými infračervenými nebo ultrafialovými galaxiemi, což je dokladem, že v *LAB* se překotně tvoří hvězdy. Jsou poměrně vzácná a svým zářivým výkonem soupeří s nejsvitivějšími rádiovými galaxiemi.

Polarizace světla v centrech *LAB* se blíží nule, ale v radiálním směru postupně stoupá až na 20 % v lineární vzdálenosti 45 kpc od centra. To dělá dojem, že zdrojem emise Lyman- α jsou spíše okolní galaxie, jejichž ultrafialové záření se rozptyluje na horkém plynu H I v *LAB*. Zdroj ohřevu plynu v *LAB* není znám; může jít překotná tvorba hvězd, nebo akrece na černou veledíru v blízké galaxii, ale též ohřev plynu, který je přitahován do rozsáhlých hal skryté látky obklopujících galaxie.

Achillovou patou výzkumu vzdálených galaxií však stále zůstává správné určení jejich **vzdáleností**. Dosud primární metoda pomocí *vztahu Leavittové pro cefidy selhává* jednak proto, že v kosmologických vzdálenostech už cefidy pro jejich relativně nízký zářivý výkon nevidíme, ale též proto, že – jak uvedli L. Hislop aj. – nejde o dostatečně standardní svíčky, protože jejich zářivý výkon ovlivňují rozdíly v metalicitě, zastoupení hélia a stáří cefid. Proto se nyní jako dobrá alternativa jeví možnost určovat vzdálenosti galaxií pozorováním špičky *populace červených obrů*, kde nám pomáhá jak jejich vysoký zářivý výkon, tak také větší počet členů špičky v dané galaxii v porovnání s cefidami. Autoři využili *1,3m australského teleskopu SMT* na observatoři *Siding Spring* k ověření vhodnosti další metody, a to pomocí *vztahu Tullyho a Fischera* (závislost šířky čar ve spektru galaxií na absolutní hvězdné velikosti, tj. na zářivém výkonu). Zjistili, že z takto určených vzdáleností vychází hodnota *Hubbleovy konstanty* rozpínání vesmíru prakticky stejně přesná jako nejlepší výsledky určování vzdáleností pomocí cefid.

5.7. Kvasary a aktivní jádra galaxií (AGN)

A. Kuzmicz aj. objevili rádiový objekt v poloze **J1145-0033**, jehož červený posuv 2,06 (vzdálenost 3,2 Gpc z něj činí vůbec nejvzdálenější rádiově hlučný kvasar). Vyznačuje se obřími rádiovými laloky o průměru 1,3 Mpc a rádiovým tokem $3,9 \text{ mJy}$. Podařilo se ho dokonce identifikovat opticky jako dvojitý zdroj 20 mag, takže jde fakticky o dvě černé veledíry navzájem vzdálené 1,2 Mpc o hmotnostech $1,9 \text{ GM}_\odot$, resp. $1,7 \text{ GM}_\odot$. Sekundární veledíra je však rádiově tichá.

S. Burke-Spoliar prohlédl archivní údaje interkontinentálního interferometru *VLBI* od r. 1980 do r. 2008 pro více než 3 tis. rádiově hlučných galaxií *AGN* s cílem objevit **páry černých veleděr**, které by se snadno rozlišily právě díky rádiovému profilu. Našel však jen jeden takový případ, což znamená, že pokud se vyskytují páry černých veleděr s hmotností $>100 \text{ MM}_\odot$ v lineární rozteči $<2,5 \text{ kpc}$, tak se slijí za $<500 \text{ mil. let}$ po splynutí obou mateřských galaxií.

M. Valtonen aj. ověřovali svůj předpoklad, že v **kvasaru OJ 287** se nalézá pár černých veleděr, jež kolem sebe obíhají po silně výstředné dráze ($e = 0,7$) v periodě 12 let. Poblíž pericentra se pak méně hmotná veledíra prodírá akrečním diskem hmotnější složky a proto dochází k výbuchům dobře pozorovatelným v rádiovém oboru elektromagnetického spektra. Autoři tak dokázali pro období let 1996 – 2010 správně předpovědět čtyři velké a jeden menší výbuch za předpokladu, že stáčení velké poloosy dráhy činí 39° za

oběžnou periodu. A. Beronov a I. Vovk pozorovali *proměnný tok zdroje v pásmu záření gama* s energiemi >10 GeV na tak krátké časové stupnici, že odtud mohli odvodit souvislost příslušného zdroje záření s méně hmotnou veledírou (130 MM_\odot). Jde tedy o klasický úzký relativistický výtrysk záření gama z bezprostředního okolí této veledíry. Primární veledíra má vůbec nejvyšší známou hmotnost (18 GM_\odot), tedy více než v odst. 5.5. zmíněné veledíry v jádřech galaxií *NGC 3842* a *NGC 4889*. A. Graham aj. rozšířili díky novým údajům pro hmotnosti černých veleděr v 64 galaxiích platnost lineárního bilogaritmického vztahu mezi hmotností centrální veledíry a dispersí rychlostí v příslušné galaktické výduti. Pro galaxie s dispersní rychlostí 200 km/s pak vychází hmotnost příslušné veledíry 140 MM_\odot a pro dispersi 300 km/s zhruba 1 GM_\odot .

D. Mortlock aj. studovali vlastnosti velmi jasného kvasaru **ULAS J1120+0641** s červeným posuvem 7,1 (vzdálenost 4,0 Gpc; stáří 770 mil. let po velkém třesku na základě jeho objevu 3,8m infračerveným teleskopem *UKIRT* na *Mauna Kea* a pozorování spektrografem *Gemini-N* a *FORS2 VLT ESO*. Zářivý výkon kvasaru je přitom rekordní (63 TL_\odot), což lze vysvětlit akrecí plynu na černou veledíru o hmotnosti $>2 \text{ GM}_\odot$. Jelikož jde o pozorování z velmi rané epochy vesmíru, musela zmíněná veledíra růst buď častým splýváním méně hmotných černých dér, anebo přímým zhroucením velmi hmotného protostelárního oblaku rovnou na černou veledíru.

Akrece pak vyžaduje zdvojování hmotnosti veledíry každých 50 mil. let, takže od velkého třesku mohla veledíra stihnut nanejvýš 15 takových zdvojení, což se zdá být doslova *na hranici kosmických možností*. To ovšem znamená, že tento kvasar pozorujeme ve fázi **reionizace vesmíru**, jež začala nejdříve v čase 280 mil. let, vrcholila 880 mil. let a skončila v čase 960 mil. let po velkém třesku.

D. Rafferty aj. prohlédli multispektrální údaje o galaxiích s aktivními jádry (AGN) v hlubokém poli rentgenové družice *Chandra* (*CDF-S*) pro objekty ve vzdálenostech 1,0 – 3,6 Gpc. Zjistili tak, že nejsvítivější z nich mají v rentgenovém oboru zářivé výkony $>10^{37} \text{ W}$. Z infračervených měření pak vyplývá úžasné tempo tvorby hvězd až $1 \text{ KM}_\odot/\text{rok}$ (!) a zřejmě právě tehdy rostou rychlým tempem i hmotnosti centrálních černých veleděr.

5.8. Gravitační mikročočky a čočky

J. Skowron aj. zpracovali rozsáhlý pozorovací materiál o jasné (15,6 mag) binární gravitační mikročočce **OGLE-09-BLG-020** v poloze (1804-2931), která zjasnila vzdálenou hvězdu po dobu 121 dnů. Díky dlouhému trvání se na sledování světelné křivky celkem 6 mezinárodních týmů a 10 dalekohledů. Protože šlo o starou (10 mld. let) dvojhvězdu s hmotnostmi složek 0,84 a $0,26 \text{ M}_\odot$, byla soustava fakticky přeurčená, což zvýšilo spolehlivost výsledků. Úhrnná hmotnost dvojhvězdnej mikročočky vzdálené od nás 1,1 kpc dosáhla $1,1 \text{ M}_\odot$ a zesílení jasnosti se týkalo červeného obra v pozadí sp. třídy K s efektivní teplotou 4,6 kK a gravitačním zrychlením na povrchu $\log g = 2,7$. Vlastní příčný pohyb dvojhvězdy probíhá rychlosť 60 km/s v galaktické šířce -4° .

E. Jullo aj. využili **kupu galaxií A 1689** (*Vir*; $z = 0,184$; vzdálenost 690 Mpc) jako gravitační čočku pro zobrazení 24 vzdálených slabých galaxií se spolehlivě určeným červeným posuvem v intervalu 1 – 5 (vzdálenosti 2,4 – 3,9 Gpc). Odtud dostali dosti přesně celkovou hmotnost zářící i skryté látky ve zmíněné kupě ($1,7 \text{ PM}_\odot$), ale též údaje o zastoupení skryté látky ve vesmíru (25 %.). Z týchž dat jim také vyšla stavová rovnice pro skrytu energii: $w = (-0,97 \pm 0,07)$, což potvrdilo názor, že hustota skryté energie ve vesmíru se nemění v čase, čili je to přesně Einsteinem kdysi pokusně zaváděná kosmologická konstanta v rovnících pro rozpínající se vesmír.

Podobně J. Richard aj. objevili pomocí kamer *ACS* a *WFC3 HST* a *SST* jakož i spektrografovi *DEIMOS* *Keckova teleskopu* velmi starou (900 mil. let po velkém třesku) miniaturní (lineární průměr sotva 1 kpc) galaxii s červeným posuvem 6,03 (vzdálenost 3,9 Gpc). Její obraz byl gravitačně zesílen o 2,65 mag (zhruba o rád) a rozštěpen na 5 složek mezilehlou kupou galaxií A 383 (poloha **0248-0332**; $z = 0,19$; vzdálenost 710 Mpc). Úhrnná hmotnost hvězd v této velmi rané galaxii dosahuje pouhých 6 GM_\odot . Autoři soudí, že hvězdy v této galaxii vznikaly již 200 mil. let po velkém třesku.

Oba případy poukazují na velký přínos sledování vzdálených objektů (nejstarších galaxií) pomocí mezilehlých kùp galaxií, protože tak v podstatě zdarma získáváme údaje o tak slabých či vzdálených objektech, na které by nestáčily ani nejcitlivější pozemské či kosmické dalekohledy. Mimo jiné se tak připravuje pùda pro budoucí generaci obřích superteleskopù, které budou mít předem určeny seznam cílù v nejhlubších propastech vesmíru.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné poznatky o stavbě i vývoji vesmíru

S. van den Bergh zjistil, že známý teoretik *G. Lemaitre* dospěl ve své práci z r. 1927 k historicky prvnímu odvození **tempa rozpínání vesmíru**. Použil přitom pozorovacích údajù o vzdálenostech a červených posuvech ve spektru 42 galaxií, jež předtím publikovali E. Hubble, G. Strömgberg a V. Slipher, jež citoval. Ve své francouzsky psané práci o homogenním vesmíru s konstantní hmotností a rostoucím poloměru (*Ann. Soc. Sci. de Bruxelles* 47, str. 49) tak dospěl k hodnotě tempa rozpínání vesmíru **575 km/s/Mpc**. Teprve o dva roky později zveřejnil E. Hubble na základě Slipherových údajù o červených posuvech a vlastních měření vzdáleností 24 galaxií svùj mnohem proslulejší článek (*Proc. Natl. Acad. Sci. 15, no. 3, str. 168*), v némž odvodil tempo rozpínání vesmíru **530 km/s/Mpc**. Jak známo, dnes se tomuto parametru říká *Hubbleova konstanta*, ale historicky přesné by bylo ji nazývat konstantou Lemaitrovou.

Celá záležitost se ještě více zašmodrhalá, když v r. 1931 uveřejnil britský časopis *Monthly Notices RAS* anglický překlad Lemaitrova článku z r. 1927, kde byl výpočet tempa rozpínání vyneschán. Padlo podezření, že to redakce udělala, aby se nemohlo zpochybnit Hubbleovo prvenství, ale americký astronom italského pùvodu M. Livio našel v archivu časopisu Lemaitrùv dopis redakci *Monthly Notices*, v némž sám žádá redakci, aby ten výpočet vyneschala, protože už jsou známa lepší data. Obě zmíněné hodnoty jsou ovšem systematicky přeceněné proti nejnovějším hodnotám této konstanty přibližně 70 km/s/Mpc, což zpùsobilo, že kosmologové dlouho rozpínání vesmíru nevěřili, protože převrácené hodnoty Lemaitrový-Hubbleovy konstanty udávaly příliš nízké stáří vesmíru ($1,7 - 1,8$ mld. let).

S. van den Bergh pak v další studii upřesnil, že určováním *vztahu mezi červeným posuvem galaxií a jejich úhlovým rozměrem* na obloze se jako první zabýval německý astronom C. Wirtz v letech 1922 – 1924. Z měření červeného posuvu pro 42 spirálních galaxií ukázal, že čím je galaxie na obloze menší, tím, vyšší je její posuv. Tento závěr potvrdil v r. 1925 švédský astronom K. Lundmark.

V r. 1928 přijel E. Hubble do Leidenu, kde se o těchto výsledcích dozvěděl; Lemaitrovu studii však patrně nečetl. V r. 1931 společně s M. Humasonem uveřejnil další práci, v níž už měli měření červených posuvů pro dalších 40 galaxií a odtud vyšla Hubbleovi a Humasonovi hodnota $H_{\odot} = 558$ v obvyklých jednotkách. Naproti tomu holandský astronom W. de Sitter dostal nižší odhad $H_{\odot} = 460$, s čímž Hubble ostře nesouhlasil.

A. Hajian kritizoval starší studii V. Gurzadyana a R. Penrose z r. 2010, v níž oba spoluautoři tvrdili, že v sedmiletých datech o **fluktuacích reliktního záření** z družice *WMAP* našli koncentrické kruhové struktury, které považovali za důkaz platnosti domněnky o tzv. *konformální cyklické kosmologii*, tj. že vesmír existoval již před velkým třeskem a prodělával v té době srážky černých veledeř, od nichž se šířily hustotní vlny, jejichž ozvěnou jsou zmíněné koncentrické struktury v současném vesmíru. Hajian tvrdí, že z jeho počítacových simulací problému vyplývá, že zmíněné kruhové struktury jsou pouhé statistické fluktuace, takže měření družice *WMAP* naopak potvrzují **standardní kosmologický model** s prudkou kosmologickou inflací těsně po vzniku vesmíru.

M. Fumagalli aj. objevili pomocí *Keckova teleskopu* ve spektrech vzdáleného kvasaru mezilehlá plynná **mračna čistého vodíku**, takže odtud usuzují, že ještě 2 miliardy let po velkém třesku zůstaly ve vesmíru mezihvězdné kapsy, v nichž je zachován původní materiál z období raného vzniku vesmíru. Podobně se podařilo nalézt nepříliš vzdálené hvězdy, jejichž obsah tzv. kovů (prvky s protonovým číslem větším než 5) je o plné čtyři řády nižší než u Slunce, což svědčí rovněž o tom, že tam dosud neproběhly termonukleární reakce. Domněnka o zastydlých kapsách tak získává na vážnosti.

Ustav Maxe Plancka pro astrofyziku shrnul ve své výroční zprávě hlavní výsledky prvního roku provozu umělé družice *Planck*, primárně určené pro studium jemných fluktuací teploty reliktního záření. Především se podařilo objevit *anomální mikrovlnné záření naší Galaxie*, které je zřejmě způsobeno rychlou rotací elektricky nabitého drobných prachových zrnek. Družice také zmapovala rozložení chladného plynu v Galaxii a potvrdila *Sjunjajevův-Zeldovičův jev* v téměř 220 kupách galaxií, což následně přispělo k inventuře chladného plynu v celém pozorovatelném vesmíru. V atmosférách kup galaxií našel *Planck* velmi **horký plyn** o teplotách řádu 100 MK a v dalekém infračerveném spektrálním pásmu údaje o tempu **tvorby hvězd** v galaxiích v době až před dvěma miliardami let. Všechny tyto údaje jsou nutným předpokladem pro zpracování měření fluktuací reliktního záření poukazující na ranou strukturu vesmíru. Vlivy zmíněného mikrovlnného popředí je totiž nutné velmi opatrně a přesně odečít, abychom dostali spolehlivé údaje o velmi slabém reliktním záření z doby před více než 13,7 mld. let.

V prosinci 2011 pak vyšlo 26 původních vědeckých prací o výsledcích **družice Planck (ESA)**, jež začala měřit v okolí Lagrangeova bodu L₂ soustavy *Země-Slunce* 13. srpna 2009. Vysoké citlivosti obou bolometrů dosáhli technici díky stínění družice solárními panely, které na sluneční straně měly teplotu 384 K, dále chlazením primárního zrcadla na teplotu 36 K a bolometru *LFI* (pásmo 30 – 143 GHz; 10 – 2,1 mm) na 20 K a *HFI* (pásmo 217 – 857 GHz; 1,4 – 0,35 mm) na 93 mK (tentotého bolometr dosáhl rekordu v nejnižší teplotě v celém vesmíru, přirozeně s výjimkou laboratoří nízkých teplot na Zemi). Během prvního roku provozu aparatury *Planck* sledovaly 915 chladných molekulových mračen, téměř 200 kup galaxií s hmotnostmi až 1 PM_⊙ a přes 15 tis. diskrétních zdrojů mikrovlnného záření. Záření všech těchto zdrojů v popředí je nutné pečlivě odčítat při přesném měření fluktuací reliktního mikrovlnného záření.

N. Bosse a A. Majumdar ukázali, že nynější **zrychlené rozpínání vesmíru** povede v budoucnosti ke vzniku *kosmologického horizontu událostí*. Nekohomogenity vesmíru však způsobí, že se tempo rozpínání vesmíru začne následkem toho snižovat a nakonec přejde dokonce ve smršťování vesmíru. Stručně řečeno, *at cokoliv způsobilo zrychlené rozpínání vesmíru, týž mechanismus nakonec vyvolá zpomalení a dokonce smršťování vesmíru*.

6.2. Problém skryté hmoty (skryté látky a energie)

J. Gott III a Z. Slepian uvažovali o hlubší příčině, proč vůbec **skrytá energie** existuje a došli k závěru, že jsou možné dvě varianty: skrytá energie je v podstatě Einsteinova kosmologická konstanta λ , anebo může být projevem téhož fyzikálního mechanismu jako *kosmologická inflace*, která proběhla v nepatrém zlomku první sekundy po velkém třesku. V kosmologii je stavová rovnice pro dokonalou tekutinu zcela určena bezrozměrným parametrem $w = p/\rho$, kde p je tlak a ρ hustota energie. V prvním případě (λ) musí platit $w = -1$, kdežto ve druhém případě (inflace) $w = >-1$. Pokud je $w < -1/3$, začne se vesmír od jistého okamžiku po velkém třesku znovu rozpínat zrychleně.

Pokud je w obecně různé od -1 (tj. může být také $w < -1$), znamená to, že jde o tzv. **kvintesenci** („pátou základní interakci“), která je na rozdíl od neměnné kosmologické konstanty proměnná v čase a dokonce se může během doby změnit z přitažlivé síly na odpuzovou! Pro případ, že by platilo $w < -1$, hrozil by vesmíru v čase asi 50 miliard let po současnosti scénář zvaný *Velký roztrh (Big Rip)*, při němž by se zrychleně roztrhaly nejenom velké struktury vesmíru, ale i molekuly a atomy. Tato varianta kvintesence se obvykle nazývá *fantomová energie*.

Hodnoty w zjištěně různými cestami z dosavadních pozorování jsou v mezích chyby blízké -1 , jenže přesnost těchto měření se pochybuje v nejlepším případě kolem $\pm 10\%$. Zatím nejpřesnější pozorovanou hodnotu $w = (1,03 \pm 0,08)$ odvodili C. Blake aj. na základě rozsáhlé přehlídky rozložení galaxií *WiggleZ* pro tři červené posuvy z (0,44; 0,6 s 0,73; tj. pro vzdálenost 1,4; 1,75 a 2,0 Gpc). Lze však očekávat, že nadcházející přehlídky prostorového rozložení galaxií *SDSS III* zmenší chybu určení w na 3 % a kosmické aparatury *WFIRST (NASA)* a *Euclid (ESA)* by měly dosáhnout přesnosti na 1 %. Opět jsme však svědky kosmologického spiknutí, že úplně jistoty o povaze mechanismu, který dal vznik skryté energii, nebudeme mít nikdy, protože žádná astronomická či fyzikální měření nemohou být zcela bez chyby...

6.3. Základní kosmologické parametry

M. March aj. statistiku kosmologických přehlídek a zjistili, že **standardní kosmologický model** s kosmologickou konstantou a studenou chladnou látkou (Λ CDM) daleko nejlépe vyhovuje všem dosud uskutečněným pozorováním. Tento model je především ve výborné shodě s existencí reliktního záření, s velkorozměrovou strukturou vesmíru, poměrným zastoupením vodíku (deutéria), hélia a lithia i s faktem zrychlujícího se rozpínání vesmíru, objeveným těsně před koncem XX. stol. Model také odpovídá všem předpovědím a výpočtům založeným na obecné teorii relativity.

A. Riess aj. měřili vzdálenosti více než 600 **cefeid** pomocí jejich infračervených světelných křivek v mateřských galaxiích osmi supernov třídy Ia pomocí nové kamery *WFC3 HST*. Mezi nimi byla také galaxie NGC 4258 (= M106; CVn) jejíž vzdálenost (7,2 Mpc) se podařilo změřit trigonometricky díky výskytu mezihvězdného mračna s megamaserovými spektrálními čarami vody v rádiovém oboru (22 GHz) spektra. Tak se podařilo zmenšit relativní střední chybu *první příčky kosmologického žebříku vzdáleností* z 3,5 % na 2,3 %. Odtud pak vychází hodnota Hubbleovy konstanty $H_{\odot} = (74,8 \pm 3,1) \text{ km/s/Mpc}$, tj. s relativní chybou $\pm 4\%$.

F. Beutler aj. využili údajů o prostorovém rozložení galaxií z přehlídky *6dF* ke stanovení hodnoty H_{\odot} z lineární rozteče **baryonových oscilací**, které umožňují nezávisle na ostatních metodách určit tempo rozpínání vesmíru. Z rozteče (457 ± 27) Mpc jim tak vyšla lokální $H_{\odot} = (67 \pm 3) \text{ km/s/Mpc}$, tj. relativní chyba 4,5 %. Ta se zřetelně liší od výše uvedených údajů, takže vzniká podezření, že hlavním problémem budoucího zpřesnění údajů o Hubbleově konstantě bude identifikovat a odstranit *systematické chyby* různých metod.

I. Agafonová aj. zjišťovali pomocí spektrografového *UVES VLT ESO* zastoupení izotopů hořčíku ve dvou absorpčních spektrech ($z = 0,45$ – vzdálenost 1,4 Gpc a $z = 1,58$ – 2,9 Gpc) před kvasarem **HE0001-2340** ($z = 2,28$; vzdálenost 3,3 Gpc) s cílem ověřit, zda se **konstanta jemné struktury δ** nemění v čase.

Z jejich měření vyplývá zatím nejpřesnější důkaz, že konstanta je během posledních 9,6 mld. let stálá v mezích relativní chyby $\pm 3,10^{-6}$.

J. Janssen aj. upozornili na stále neuspokojivý stav v určování hodnoty **gravitační konstanty** v Newtonově zákoně a také v problematické **definici kilogramu** pomocí etalonu uloženého v *Sévres* u Paříže. Navrhují proto přejít na fyzikální definici kilogramu (a také jednotky elektrického proudu – ampéru) využitím *kvantového Hallova jevu*, jenž dává vztah mezi nábojem elektronu a Planckovou konstantou. To by umožnilo snadnější a trvalou reprodukci etalonu i jeho zpřesnění na relativní chybu řádu 10^{-10} .

Jak uvedl B. Luzum aj., *Mezinárodní astronomická unie* na kongresu v *Riu de Janeiru* v r. 2009 zpřesnila „úřední“ hodnotu astronomické jednotky (**AU**) = $(149\,597\,870\,070,0 \pm 3,0) \text{ m}$. P. Harmanec a A. Prša doporučili pro astrofyzikální výpočty používat zpřesněných hodnot pro *poloměr Slunce* (695 508 km), jeho *hmotnost* ($1,988\,547\,10^{30} \text{ kg}$), *efektivní teplotu* (5 779,57 K), a *zářivý výkon* ($3,846\,10^{26} \text{ W}$), protože při současně a budoucí přesnosti astrofyzikálních měření u hvězd a hvězdných soustav už dosavadní přibližná a různě zaokrouhlovaná čísla ohrožují podrobné srovnávání takto počítaných parametrů vzdálených objektů. M. Eremets a I. Troyan dosáhli v experimentu s diamantovou kovadlinou tlaků 260 – 270 GPa a tak zjistili, že při těchto tlacích vzniká **kovový vodík**. To znamená, že v centru *Jupiteru* se kovový vodík opravdu nachází.

6.4. Reliktní záření

N. Jarosik aj. zpracovali výsledky pozorování **fluktuací reliktního záření** a jeho polarizace za 7 let činnosti družice *WMAP*. V multipólovém rozvoji teplot se tak podařilo pozorovat i 3. akustický vrchol a tím zpřesnit čas poslední interakce látky a záření v rozpínajícím se raném vesmíru na 58 tis. let po velkém třesku, což ovšem velmi silně nesouhlasí s dosud uváděnou hodnotou 380 tis. let po velkém třesku. Počáteční **zastoupení hélia vůči vodíku** podle hmotnosti se ustálilo na 32,6 % v dobré shodě se standardním modelem. Relativní zastoupení **skryté energie** na celkové hmotě vesmíru činí 73 %.

E. Komatsu aj. odvodili z týchž dat hornímez celkové **hmotnosti tří módů neutrín** $0,6 \text{ eV/c}^2$, přičemž měření připouštějí ještě 4. mód neutrín, který je předmětem zatím nerozhodné diskuse. J. Dunkley aj. proměřovali v r. 2008 pomocí milimetrového *radioteleskopu ACT* v poušti *Atacama* fluktuace reliktního záření na ploše 296 čtv. stupňů jižní oblohy na frekvencích 148 a 218 GHz (2,0 a 1,4 mm). Dostali tak výborný souhlas s multipólovým rozvojem již citované družice *WMAP* a poměrné zastoupení hélia v raném vesmíru 31 %.

P. Noterdaeme aj. sledovali, jak se zvyšuje **teplota reliktního záření** ve větších vzdálenostech od nás, kdy fakticky vidíme, jakou teplotu mělo reliktní záření před miliardami let. Pomocí spektrografového *UVES VLT ESO* měřili pomocí intenzity mezihvězdných absorpčních čar CO teploty reliktního záření před pěti kvasary ve vzdálenostech 3,0 – 3,6 Gpc. Potvrdili tak s přesností lepší než 3 % vztah pro teplotu T v závislosti na červeném posuvu z: $T = 2,725.(1+z)$, odvozený z předpokladu o *adiabatickém rozpínání vesmíru*. Odtud jim také vyšla dosud nejpřesnější hodnota parametru **stavové rovnice skryté energie** $w = (-0,996 \pm 0,025)$.

6.5. Kosmické záření a magnetická pole

C. Yu nalezl analogii mezi *koronálními výrony hmoty ze Slunce (CME)* a **magnetoférami** kolem neutronových hvězd s extrémně vysokou indukcí magnetického pole na jejich povrchu. Ukázal však, že *magnetary se mohou stát jen neutronové hvězdy s hmotnostmi nižšími než $1,7 M_{\odot}$* , nejspíš však je hornímez rovna jen $1,4 M_{\odot}$. V takových případech může magnetické pole na povrchu neutronové hvězdy dosáhnout až 1 GT a energie v něm utavená se pohybuje k hodnotám až 10^{39} J .

C. Dermer aj. se pokusili o odhad *indukce intergalaktického magnetického pole* na základě horních mezí pro zpoždění TeV paprsků gama ze vzdálených blazarů, které by měly degradovat do pásmu GeV. Za přepodkladu, že blazary svítí konstantním zářivým výkonem, by tato pole mohla dosahovat indukce až $0,1 \text{ aT}$ (10^{-19} T), ale realističtější hornímez je spíše $0,1 \text{ zT}$ (10^{-22} T). K. Dolag aj. uvedli na základě pozorování paprsků gama z blazaru **1ES 0229+200** (vzdálenost 540 Mpc), že *minimálně 60 % intergalaktického prostoru je po dobu až desítek tisíc let vyplňeno magnetickými poli o indukci až $0,1 \text{ aT}$ a v jádrech kup galaxií má toto pole indukci až 3 nT* .

Podle M. Ackermannova aj. mohou být zdrojem **kosmického záření** nejenom vybuchující hvězdy (supernovy), ale také galaktické *superbubliny horkého řídkého plynu* kolem hvězdných asociací, které objevila družice *Fermi* díky jejich záření gama. Autori pozorovali v superbublině kolem asociace žhavých mladých hvězd (*Cyg OB2*) v souhvězdí *Labutě* superbublinu (*Cyg X*) o průměru 50 pc vymetenou díky mocným hvězdným větrům mejméně 500 hvězd o hmotnostech $> 10 M_{\odot}$. W. Bins aj. odhadli stáří asociace na 5 mil. let a našli v ní pozůstatek po anonymní supernově, která vybuchla před 7 tis. lety. Pozorování zdrojů paprsků gama aparaturami *VERITAS* a *HESS* jsou podle názoru autorů nepřímým důkazem, že superbublina vysílá také energetické kosmické záření. Rovněž X. Wang aj. se domnívají, že výskyt zdrojů energetických paprsků gama může sloužit jako upozornění, že v těchto zdrojích vzniká také **kosmické záření extrémně vysokých energií** řádu až 10 EeV.

Dalším potenciálním zdrojem kosmického záření mohou být dle W. Matthewse a a F. Gua ostré vnější okraje rádiových laloků kolem **kupy galaxií v souhvězdí Panny**, neboť tam pozorujeme zvýšený tok rádiového záření těsně sledující lem laloků. Autoři po-važují za pravděpodobné, že tam vznikají relativistické elektrony, ale i protony kosmického záření. G. Vannoni aj. ukázali, že v kupách galaxií dosahuje *indukce magnetických polí* hodnot až 0,1 nT a jelikož tam putují a srázejí se rázové vlny z galaktických větrů, mohou právě tam vznikat urychlené protony s energiemi až 1 EeV a jádra železa s energiemi až 100 EeV, což ostatně souhlasí s údaji o chemickém složení extrémně energetického kosmického záření z observatoře *Pierra Augera v Argentině*.

R. Abbasi aj. využili výsledků velké statistiky (32 mld. mionů) aparatury **IceCube** na jižním pólu během ročního období od května 2009 k odhadu směru příchodu kosmických paprsků z týchž zdrojů (spršky mionů s podstatně lepší přesností $\pm 0,2^\circ$ dávají i skutečnou polohu zdrojů na obloze). Rozložení směru přicházejících mionů není ani v prvním přiblížení izotropní; v údajích jsou patrné struktury o různých úhlových rozmezích, především *dipól*, dále *kvadrupól* i užší struktury s vrcholovými úhly 15° a 30° . Největší nápadné zvýšení toku na úrovni pěs 5 σ se nachází na jižní obloze v poloze 0810-4724 (Vel). V datech je vidět, že galaktické kosmické záření sleduje rotaci lokálního magnetického pole v okolí Slunce a dokonce se zde odráží i oběh Země kolem Slunce.

D. Kosenko aj. ukázali, že nejenergetičtější **supernovy** minulého tisíciletí (*SN 1006 a Tycho 1572*) uvolnily nezanedbatelný podíl kinetické energie výbuchu ve formě **kosmického záření**; u Tychonovy supernovy to mohlo být 10 – 20 % a u supernovy z r. 1006 dokonce 20 – 50 %!

6.6. Astročásticová fyzika

Naprosto nečekaně zasáhl do základního sporu o platnosti kvantové mechaniky a obecné teorie relativity mezinárodní tým pod vedením P. Laurenta, když změřili pomocí aparatury **IBIS** družice **INTEGRAL** rozdíly v polarizaci paprsků gama různých energií, které přicházely od mimořádně jasněho a dlouhého zábleskového zdroje **GRB 041219A** (vzdálenost 1,1 Gpc). Pokud platí teze kvantové mechaniky, že prostor je zrnitý na úrovni *Planckovy délky* (10^{-35} m), měli by totiž naměřit příslušnou závislost směru polarizace na energii fotonů gama, ale to se nestalo. Autoři tak dovozují, že *pokud je prostor vůbec zrnitý, tak až na stupnici 10^{-48} m!* Pokud se tato měření potvrdí, vyhrává jednoznačně teorie relativity nad kvantovou smyčkovou gravitací, teorií strun, holografickým vesmírem a dalšími soudobými spekulacemi o povaze vesmíru založenými na kvantové mechanice.

O. Adriani aj. zveřejnili údaje o spektrech protonů a jader hélia v kosmického záření, které získala italská družice **PAMELA** v letech 2006 – 2008. Na jedné straně tak potvrdili, že silně urychlené protony i jádra pocházejí ze zdrojů v naší *Galaxii*, ale naproti tomu jejich *energetická spektra* vůbec neodpovídají dosavadní teorii urychlování protonů a jader v magnetických polích supernov či pulsarů. Navíc jejich spektra nelze vysvětlit jediným mechanismem; *spektrum pro protony vypadá jinak než pro jádra hélia*. Titíž autoři pozorovali **skládiště antiprotonů** s energiemi 60 – 750 MeV v *Jihoatlantické anomálii*. Antiprotony se tam hromadí díky srážkám energetického kosmického záření s atomovými jádry v zemské atmosféře. Podle měření z družice je jich v Anomálii až o tří řády více, než kolik činí standardní galaktický tok antiprotonů v okolí Země. Družice též nalezla v okolí Země velký **přebytek pozitronů** s energiemi 10 – 100 GeV, což pak nezávisle potvrdila také americká družice *Fermi*.

Americkým fyzikům na urychlovači **RHIC** v *Brookhavenu* se podařilo při energii 62 GeV/nukleon získat srážkami jader zlata 18 jader antialfa, tj. antijader tvořených vždy dvěma antiprotony a dvěma antineutrony, což naznačuje možnost, že by taková antijádra bylo možné občas najít i v kosmickém záření, neboť kosmické urychlovače častic mají nad těmi pozemskými silně navrch. V kosmických paprscích byly již pozorovány *antiprotony* a *antineutrony* jakož i *antihelium 3* (2 antiprotony a 1 neutron).

M. Hori aj. využili decelerátoru antiprotonů v **CERN** k mimořádně přesnému změření poměru hmotnosti antiprotonu a elektronu. Obdrželi poměr 1836,152 674, jenž se s relativní chybou 10^{-7} shoduje s poměrem proton/elektron, takže spekulace o tom, že je mezi hmotností častic a antičastic nějaký rozdíl, prakticky padly pod stůl.

V prosinci 2010 byla na jižním pólu dokončena největší aparatura pro výzkum kosmických neutrín **IceCube** (270 mil. dolarů). V antarktickém ledu v hloubce 1,45 – 2,45 km je zamrzlých 5 160 fotonásobičů na 86 svislých kabelech, jež registrují miony vznikající v ledu při srážkách TeV kosmických neutrín s jádry kyslíku. Z toho důvodu je *IceCube* nejvíce citlivá na mionová neutrina s energiemi > 100 GeV. Hodí se však také na hledání případných sterilních neutrín, studium kosmického záření ultravysokých energií a zkoumání povahy skryté látky vesmíru. Pokud by v naší Galaxii vybuchla supernova, *IceCube* by ji zachytily velmi snadno a mohla by dokonce avizovat astronomům, že elektromagnetické zjasnění během pář hodin se blíží...

Ve prospěch existence silně kontroverzních **sterilních neutrín**, jež by měla interagovat s ostatními česticemi pouze gravitací, svědčí podle M. H. Chana a M. C. Chua výskyt rentgenové čáry 17,4 keV v horkém prstenu plynu obklopujícího jádro *Galaxie*, jak ukázala měření japonské družice *Suzaku*. Prsten má zářivý výkon 10^{33} W, tj. 2 ML_\odot a teplota plynu v něm dosahuje 80 MK. Ještě odvážnější J. Kristiansen a O. Elgaroy dokonce tvrdí, že pokud ve vesmíru existují *dva typy sterilních neutrín*, jak někteří teoretičtí uvažují i jak snad vyplývá i z některých měření v jaderných reaktorech, tak by prý dokonce odpadla potřeba uvažovat o skryté energii. Sterilní neutrina by dokázala vysvětlit pozorované zrychlené rozpínání vesmíru; stáří vesmíru by se však poněkud zmenšilo na $(12,6 \pm 0,3)$ mld. let. Jak patrně samotná koncepce sterilních neutrín má pro fyziku i kosmologii značnou infekční virulenci, jak o tom svědčí i mezinárodní vědecké konference uspořádané v r. 2011 v Ženevě (srpen) a koncem září v *Blacksburgu* (Virginia, USA).

Fyzikální veřejnost byla zajistě šokována, když D. Autiero aj. umístili 22. září 2011 do populární databáze preprintů *arXiv* sdělení, že v experimentu **OPERA** (studium neutrínových oscilací na základně *CERN-Gran Sasso* (730 km) se vzniklá neutrina po-hybovala mírně *nadsvětelnou rychlosť* (zmíněnou vzdálenost urazila o 60 ns rychleji než světlo, kterému by cesta trvala 2,43 ms). Autoři sami uvedli, že nenašli v experimentu žádnou význačnou systematickou chybu a statistická chyba představuje jen ± 10 ns. Proto žádali o pomoc s řešením záhadu ostatní světové odborníky.

Odborníci se rozštěpili na dva tábory. Jedni začali vymýšlet možné příčiny časového urychlení včetně revize fyziky, zatímco skeptici si mysleli, že v experimentu musí být nějaká skrytá chyba. Známý fyzik a popularizátor J. Al Khalili veřejně prohlásil, že pokud se údaj o nadsvětelné rychlosti neutrín potvrdí, sní vlastní trenýrky. Skeptikům též nahrával fakt, že když v únoru 1987 vybuchla proslulá **supernova 1987A** ve *Velkém Magellanově mračnu* (vzdálenost asi 165 tis. sv. let), přišla z daného směru do podzemních detektorů v *Japonsku, USA, Itálii* a tehdejším *SSSR* energetická neutrina jen o 3 h dříve, než se supernova začala zjasňovat. Pokud by platil údaj o nadsvětelné rychlosti z experimentu *OPERA*, tak by musel předstih neutrin ze supernovy dosáhnout

4 roků! O tom, jak vše dopadlo, budu psát v příštím přehledu; mohu však už teď prozradit, že Al Khalili má své trenýrky stále v prádelníku.

Zatímco koncem r. 2011 definitivně skončil proslulý americký urychlovač **Tevatron**, sloužící částicovým fyzikům úspěšně celé čtvrtstoletí, převzal definitivně roli vlajkové lodi světové částicové fyziky rekordně drahý (10 mld. dolarů) **urychlovač LHC** v laboratoři **CERN**. První objev z r. 2011 zajisté nepotěšil příznivce supersymetrické teorie častic (**SUSY**), která předvídá supersymetrické partnery ke každému fermionu. *Tevatron* totiž nenašel žádné známky těchto častic při energiích <379 GeV, ale stejně dopadl i *LHC* při energiích <700 GeV. V dubnu 2011 překonal *LHC* o 17 % rekordní luminositu svazků, kterou do té doby držel *Tevatron*, což bylo klíčové pro urychlení práce směřující k objevu **Higgsova bosonu** teoreticky předpovězeného několika autory již v r. 1964. Od té doby nabíral *LHC* data o srážkách protiběžných protonů čím dálší efektivněji až do konce října 2011, takže v databázi mezinárodní počítacové sítě **GRID** byly uloženy údaje o 500 biliónech srážek; stokrát více než za předešlý rok 2010!

Na konci etapy se pak uskutečnil astronomicky snad ještě významnější experiment se srážkami **iontu olova**, čímž se v těžišti srážek napodobovaly podmínky, které panovaly ve vesmíru v čase 1 pikosekundy po velkém třesku, kdy látkou vesmíru bylo **kvarkové-gluonové plazma**. Experiment **ATLAS** stanovil rozmezí energií 114 – 141 GeV pro dosud hypotetický Higgsův boson a experiment **CMS** 117 – 127 GeV. V povánočním čísle r. 2011 týdeníku *Nature* uvedl komentátor G. Kane, že se oba experimenty pravděpodobně shodly na energii *Higgsova bosonu* kolem 125 GeV.

Koncem roku 2011 byla též pěti uměle vytvořeným prvkům periodické soustavy přidělena oficiální jména a zkratky: 110 – Ds (**darmstadtium**); 111 – Rg (**roentgenium**); 112 – Cn (**copernicium**); 114 – Fl (**flerovium**) a 116 – Lv (**Livermorium**). (Prvky 113 a 115 dosud mají jen pracovní označení.)

6.7. Relativistická astrofyzika

F. Everitt aj. konečně uveřejnil výsledky šestnáctiměsíčních měření efektů obecné teorie relativity pomocí družice **Gravity Probe B** (cena 760 mil. dolarů), která startovala koncem dubna 2004 na slabě výstřednou polární oběžnou dráhu ve výšce kolem 650 km nad Zemí. Cílem měření bylo ověřit poměrně velmi jemné efekty obecné relativity pomocí čtyř ultrapřesných gyroskopů a dalekohledu, který používal zákrytovou spektroskopickou dvojhvězdu *IM Pegasi* (= HD 216489; 5,9 mag; oběžná perioda 25 d; vzdálenost 97 pc) kvůli pointaci s požadovanou přesností $\pm 0,0005''$.

Projekt se potýkal s velkými technickými obtížemi; autor jej navrhl v r. 1959 a od r. 1963 byl přijat, jenže zhotovit příslušné gyroscopy s rotujícími (5 kHz!) křemennými kuličkami pokrytými niobem o průměru <40 mm a hladkostí na 40 atomárních vrstev byl téměř neřešitelný úkol, když vše mělo navíc probíhat v kryostatu se supratekutým héliem při teplotě 2,3 K. Na oběžné dráze se pak rušivě projevoval elektrostatický náboj, jenž vnášel do měření silný šum.

Autor se tak dočkal výsledku až na samém konci své vědecké dráhy a ten rozhodně nesplnil očekávání. Efekt **geodetické precese** byl ověřen s přesností 0,3 % ($6,6'' \pm 0,017''$) a efekt **strhávání souřadnicové soustavy** s přesností jen 19 % ($0,039'' \pm 0,007''$), jenže očekávaná přesnost měla být 0,1 % a 1 %! Teoreticky vypočtené hodnoty podle *OTR* jsou $6,6''$ a $0,041''$, takže, jak patrně, prošla Einsteinova teorie i tímto testem bez ztráty květiny. Koncem roku uveřejnili B. Bertotti aj. podobná měření geodetické precese pomocí sledování rádiových signálů kosmické sondy *Cassini*, když se na obloze promítala do úhlové blízkosti ke *Slunce* (přesnost 0,002 %) a efekt strhávání souřadnicové soustavy se díky laserovým ozvěnám od retroreflektorů na *Měsíci* podařilo ověřit s přesností 0,15 %.

Po dlouhou dobu budily rozpaky zprávy o tom, že kosmické sondy **Pioneer 10 a 11**, které bylo možné díky rádiovým vysílačům na jejich palubě sledovat až do r. 2002, jevily ve velkých vzdálenostech od *Slunce* soustavné odchylky svých trajektorií v porovnání s předpovědí dráhy podle relativistických rovnic, což vedlo některé odvážné autory k domněnkám, že *OTR* pro větší vzdálenosti přesně neplatí. Nyní však S. Turyshev aj. zjistili, že tyto odchylky klesaly úměrně tomu, jak se snižoval výkon radioizotopových generátorů na palubě obou sond. Vyzářované teplo se odráží od nesouměrně umístěných hlavních vysílacích parabol sond a způsobuje měřitelné, leč postupně klesající, odchylky od vypočtené dráhy sond.

Hluboké přehlídky galaxií ve vzdáleném vesmíru čím dál tím přesvědčivěji prokazují, že již v raném vesmíru existovaly v centrech standardních i aktivních galaxií **černé veledíry** velmi vysokých hmotností, takže vznikl problém, jak mohly tak rychle nabrat svou vysokou hmotnost. Zatím nejpodrobnejší studii na toto téma publikovali B. Trakhtenbrot aj., když z přehlídky *SDSS* vybrali 40 galaxií s aktivními jádry (*AGN*) vzdálených od nás přibližně 3,8 Gpc, tj. v mládí 1,3 mld. let po velkém třesku. Zmíněný vzorek se skládal z galaxií rozdílných zářivých výkonů ($2,7 \cdot 10^{39} - 2,4 \cdot 10^{40}$ W), takže v tomto rozmezí obdrželi příslušné rozložení hmotnosti černých veledér v jejich centru: $0,1 - 6,6 \text{ GM}_\odot$ s mediánem $0,84 \text{ GM}_\odot$. Záření z okolí černých děr dosahovalo až 3,9násobku Eddingtonovy luminosity, ale medián byl jen $0,6 \text{ L}_{\text{Edd}}$.

Jelikož černé veledíry v jádřech raných galaxií začínaly růst již v čase necelých 200 milionů let po velkém třesku, mohly skutečně bez problémů dorůst během 1,1 mld. let akrecí a sléváním **intermediálních černých děr** na uvedené vysoké hmotnosti. Tento závěr posiluje i skutečnost, že průměrné hmotnosti černých veledér ve vesmíru starém 2,0 mld., resp. 2,8 mld. let po velkém třesku jsou $3\times$, resp. $9\times$ vyšší; průměrná luminosita naopak klesá. V intervalu 1,1 – 2,8 mld. let po velkém třesku roste hmotnost černých veledér exponenciálně, tj. 2,7krát v násobcích 240 mil. let. Průměrný roční přírůstek hmotnosti černých veledér se v té době pohybuje v rozmezí $4 - 37 \text{ M}_\odot$, což však znamená, že akrece na rostoucí veledíry postupně klesá, anebo probíhá v epizodách, které trvají jen po dobu asi 10 % běhu času. Není divu, že se tak potvrzuje názor, že relativně titerné černé veledíry v centrech galaxií mají tak významný vliv na budoucí osud celých obrovitých galaxií.

C. Nixon aj. ukázali, že **slévání černých veledér** je obtížné, pokud cirkumbinární disk kolem veledér má *prográdní rotaci*, protože vinou rezonancí oběžných dob častic v disku se nedokáže pořádně zmenšit. Naproti tomu *retrográdně rotující disk* nemá rezonanční dráhy a splynutí veledér je pak snadné. Pokud je poměr hmotností černých veledér blízký jedné, ukrajují si z akrečního disku obě složky rovnoměrně a splynou, jakmile se pomocí polárních výtrysků zbaví přebytečného momentu hybnosti. Čas nutný pro splynutí je úměrný poměru $M_2/(dM/dt)$, kde M_2 je hmotnost sekundární veledíry a (dM/dt) je tempo akrece na veledíry. Zvláště v raném vesmíru, kdy pozorování naznačují, že veledíry nabývají na hmotnosti neobyčejně rychle, hrají *retrográdní disky* významnou úlohu.

Ke shodným závěrům dospěli také F. Khan aj., když poukázali na velké obtíže splývajících veledér, jak se zbavit přebytečného momentu hybnosti, což v některých případech znamená, že se splynutí odloží na neurčito, zejména ve sféroidálních galaxiích. Pokud však mají galaxie *trojosou souměrnost*, je možné **splynutí veledér** dostatečně urychlit. Kosmické detektory gravitačních vln nízkých

frekvencí by pak mohly proces slévání přímo pozorovat. Také M. Preto aj. spočítali, že pro trojosé galaxie s podobnou hmotností černých veledér je proces slévání dostatečně rychlý, takže aparatury typu *LISA* by mohly pozorovat ročně desítky i stovku úspěšných splynutí. M. Montesinos Armijo a J. de Freitas Pacheco odhadli, že pohlcení poloviny společného akrečního disku vyžaduje čas 130 – 540 mil. let. Na konci akrece se *disk změní v anuloid* kolem splynuvší černé veledíry, což je typické pro galaxie s aktivními jádry (AGN). Zmíněný časový interval je potvrzován velkým výskytem kvasarů s červeným posuvem 6,5 odpovídajícím času 1,8 mld. let po velkém třesku.

A. Levan aj. popsali zvláštní případ mimořádně svítivého panchromatického **GRB 110328** (= *Sw 1644+57*), jenž družice *Swift* zaregistrovala až čtvrt hodiny po nástupu vzplanutí gama kvůli velmi pomalému nárůstu jasnosti. Proměnný zdroj se podařilo pozorovat rentgenově 25 minut a opticky 2 h po vzplanutí GRB. Optická spektra pořízená teleskopy *GTC* a *Keck* ukázala, že jde o relativně blízký objekt přesně v centru galaxie vzdálené od nás 1,2 Gpc. Odtud vyšla absolutní hvězdná velikost –18,2 mag. Zdroj tak za 12 dnů vyzářil ve všech oborech spektra energii 10^{46} J.

Největším překvapením však bylo archivní měření jasnosti zdroje aparaturou *PTF* na *Mt. Palomaru*, kde byl zdroj též jasnosti zaznamená více než rok před vzplanutím *GRB*. Zdá se, že černá veledíra o hmotnosti možná až 10 GM_\odot v centru zmíněné mateřské galaxie slapově po dobu minimálně roku ničila hvězdu, která se jí připletla do akrečního disku. Ke shodné interpretaci pozorování *Sw 1644+57* dospěli také J. Bloom aj. až na to, že uvažují hmotnost černé veledíry maximálně 10 MM_\odot . Domnívají se, že v dosahu našich přehlídek oblohy je zachytit ročně až 10 obdobných úkazů. Zvlášť zajímavé jsou *energie kosmického záření* rádu až 100 EeV , které se mohou v průběhu takového slapového trhání hvězdy veledírou vyskytnout.

Nejpodrobnější údaje o minulosti celého jevu získali D. Burrows aj., když ukázali, že v rentgenovém pásmu se zdroj začal zjasňovat již od r. 1990 a jeho jasnost se až do r. 2011 zvýšila o 4 řády! Ze zdroje vyzvárá i **relativistický výtrysk** v ultrafialovém, optickém a infračerveném spektru. Během prvních 50 dnů po vzplanutí vyzářil *GRB* energii 2.10^{46} J. Kromě toho B. Zauder aj. pozorovali rádiové záření na frekvencích 1 – 22 GHz, čili zdroj zářil v rekordním rozsahu frekvencí 1 GHz – 10 EHHz, což je záběr přes 10 řádů vlnových délek, resp. frekvencí. Největší podíl na vyzářené energii mají právě pásmá s nejvyššími frekvencemi. Podle autorů se tak otvírají nové možnosti pozorování především pro submilimetrovou soustavu antén *ALMA*, která je schopna takové úkazy zaznamenat až do vzdáleností bezmála 4 Gpc!

Hmotnost černých dér i veledér se dá obvykle stanovit dost přesně, protože hvězdná černá díra se pozoruje díky svému optickému průvodci a v centru galaxií se dá hmotnost veledér rovněž přímo či nepřímo odhadnout celkem spolehlivě. Daleko obtížnějším úkolem je změřit rychlosť *rotace černé díry*, tzv. **spin** obvykle označovaný písmenem *a*. Zatím nejlepší cestou k určení spinu je měřit profil rentgenových spektrálních čar v akrečním disku černé díry. Jak ukázali M. Volonteriová aj., v případě *prográdní rotace disku* je jeho vnitřní okraj blíže k horizontu událostí, než když je rotace disku retrográdní. Rozdíl ve vzdálenosti okrajů prográdního a retrográdního disku může dosáhnout poměru až 1:9. Pokud vznikla černá díra rovnou akrecí, bude rotovat rychle, tj. spin dosahuje hodnot veličiny *a* jen nepatrne nižších než 1. Naproti tomu černé díry a zejména veledíry vzniklé splýváním méně hmotných intermediálních dér mají spiny výrazně nižší.

Dosud nejvyšší spin *a* – 0,98 byl naměřen pro hvězdnou černou díru **GRS 1915+105**, zatímco nejnižší *a* – 0,05 naleží černé díře v rentgenové dvojhvězdě **Cyg X-1**. Mezi černými veleděrami vévodí galaxie **MCG-6-30-15** se spinem veledíry v centru *a* = 0,98. Nejnižší spin 0,60 byl zjištěn pro veledíru v centru galaxie **J2127+5654**. Podle L. Brennemanové se dají spiny určovat také metodou *teplného modelování*. Rentgenová svítivost disku je totiž funkcí teploty a odtud se dá spočítat i poloměr disku a spin černé díry. Budoucí výzkum v tomto oboru počítá s novou generací zobrazovacích rentgenových družic, které plánují v Japonsku, EU i USA.

Navzdory zcela heroickému úsilí experimentátoru zvýšit citlivost dosavadní generace pozemních aparatur na zachycení gravitačních vln (**LIGO** a **VIRGO**) se stále nedáří tyto vlny přímo zaznamenat. B. Burt aj. proto přišli s nápadem využít pro jejich záznam mimořádně *přesných měření period pulsarů* po celé obloze. Ukázali, že taková měření mohou po delší době odhalit gravitační vlny extrémně nízkých frekvencí řádu μHz až nHz . V současné době probíhá severoamerický experiment nanohertzových pozorování na řadě tamějších radioastronomických observatoří, ale výsledky dosud nebyly publikovány. Z. L. Wen aj. ukázali, že v tomto směru bude přínosem budoucí soustava rádiových antén *SKA*, která bude měřit periody pulsarů s přesností ± 10 ns, což by mělo stačit na detekci gravitačních vln, jež podle relativistických výpočtů vysílají v poslední fázi před splynutím rentgenové dvojhvězdy o nízké hmotnosti. Podle K. J. Leea aj. lze již 100 tis. let před splynutím páru černých veledér blížících se po zužující spirále k sobě pozorovat vyzařované gravitační vlny. Mělo by k tomu stačit po dobu pěti let v dvoutýdenních intervalech a s přesností na ± 15 ns měřit periody 20 pulsarů vzdálených od nás 0,5 – 1 kpc.

R. Ahuja aj. ukázali, že Einsteinova teorie slaví úspěchy nejenom v astrofyzice a kosmologii, ale i v našem každodenním životě. Při elektrochemické reakci mezi olovem a sírou v klasických **akumulátorech elektřiny** hrají totiž rozhodující roli velmi rychlé elektrony. Při napětí na svorkách článku 2,13 V připadá 1,8 V na relativistické elektrony. Podobně je nutné používat obecné teorie relativity při výpočtu polohy vašeho vozidla v navigaci *GPS*. Kdyby se totiž poloha počítala pomocí rovnice Newtonovy gravitace, byla by chyba polohy auta na displeji kolem 0,5 km! Tak si, prosím, vzpomeňte na A. Einsteina, až budete příště v mrazu startovat svůj automobil a vydáte se na cestu do Horní Dolní, kde jste ještě nikdy nebyli.

7. Život ve vesmíru

L. Kaltenegger a D. Sasselov připomněli, že koncept **ekosféry** (obydlitelné zóny na planetách či měsících v okolí mateřských hvězd různých typů) použil jako první S. Huang v r. 1959. V r. 1993 J. Kasting aj. upřesnili, že ekosféra by měla mít jako nutné podmínky **pevný (kamený) povrch planety** a na něm možnost výskytu *vody* v *kapalném skupenství*. Nyní však podle autorů přibývají další podmínky a některé se naopak zmírňují. Protože hvězdy obecně ozařují své okolí izotropně, je za ekosféru považováno mezíkruží či spíše *anuloid*, kde je možná teplotav rozmezí bodu mrazu a bodu varu vody, ale na obydlitelnost mají vliv také *rozměry planety* (vhodné jsou planety s poloměrem < $2 R_z$), její *albedo* a velikost *skleníkového efektu* její atmosféry.

D. Waltham ukázal, že pro výskyt života jsou zcela jistě nejnádějnější **osamělé hvězdy slunečního typu**, takže *Země* si skutečně uměla svou mateřskou hvězdu vybrat.

Ve vesmíru jsou ovšem daleko nejpočetnější trpasličí hvězdy s nižší hmotností spektrálních tříd M a K. Ty sice vydrží na hlavní

posloupnosti až 500 mld. let (pro hvězdy s hmotností $0,2 M_{\odot}$), ale jejich ekosféry jsou vinou nízkého zářivého výkonu mateřské hvězdy velmi úzké a jejich planety podléhají snadněji dráhovým poruchám a migracím.

Na Zemi v současné době prosperuje asi *8,7 milionů druhů organismů*. Rod **Homo** je starý 2 mil. let. Naši bezprostřední předchůdci byli *neandertálci*, kteří se objevili již před 400 tis. lety a vyhynuli před 15 tis. lety. Dnešní lidstvo pochází z Afriky, kde se *Homo sapiens* vynořil zhruba před 200 tis. lety. Moderní lidé se však mísili s neandertálci již před 90 tis. až 65 tis. lety. *Homo sapiens* v té době osídlil též *Střední a Blízký východ* a posléze *Čínu* (před 50 tis. lety).

Do Evropy lidé přišli před 45 tis. lety (do Británie před 44 tis. lety), ale v té době se již smísili také s *denisovanými*, kteří žili v jeskyních na Sibiři před 50 až 30 tisíci lety. Denisované se však vyskytovali i v *jihovýchodní Asii*. Jejich pozůstatky staré 40 tis. let byly v r. 2008 nalezeny také v *jižním Rusku*. *Denisované* měli společné geny s domorodci v *Austrálii* a na *Nové Guineji* jakož i s původní negritickou populací na *Filipínách*. Nemají však společné předky s východními *Asiaty* a *Indonézany*.

8. Přístrojová technika

8.1. Optická a infračervená astronomie

Po mnoha odkladech byl v červnu 2011 uveden na *Cerro Paranal* do chodu přehlídkový teleskop **VST** (*VLT Survey Telescope*) systému Ritchey-Chrétien (světelnost f/5,5; aktivní optika) o průměru primárního zrcadla 2,6 m. Podle M. Capaccioliho a P. Schipaniho je schopen pracovat v pásmu od ultrafialové do blízké infračervené oblasti. Jeho hlavní předností je zorné pole o průměru 1 \circ . Projekt *VST* navržený již v r. 1997 jako „ukazovátko“ pro výběr nejzajímavějších terčů osmimetrů *VLT* provázala nepředstavitelná smůla. Primární zrcadlo bylo zničeno během lodní přepravy z Evropy do Chile v r. 2002 a výroba nového zrcadla trvala do r. 2006, jenž v r. 2007 neprošlo optickými testy. Po doleštění v r. 2009 bylo i toto zrcadlo poškozeno mořskou vodou, která na zrcadlo prosákla během lodní přepravy.

Teprve v březnu 2011 se podařilo celý systém zkompletovat, ale už zkušební snímky berou dech. V ohnísku teleskopu je instalována digitální kamera *OmegaCam* s 300 Mpix, složená z mozaiky 32 čipů CCD. Navíc se výborně vybrat místo stavby a tvar kopule, protože průměrný seeing teleskopu *VST* dosahuje neuvěřitelných 0,4" (kamera má rozlišení 0,22"/pixel). *VST* od té doby pořizuje specializované přehlídky oblohy a syrový datový tok během roku dosahuje 30 TB, takže specialisté museli vyvinout složité redukční programy pro optimální zpracování a trvalou archivaci vědeckých údajů.

Nejdůležitější inovací *VLT ESO* v r. 2011 bylo spuštění interferometrického systému **PIONIER**, jenž využívá všech čtyř teleskopů k interferometrii na základně až 130 m, což je nejdelší taková základna na světě. Systém pracuje v blízké infračervené oblasti (1,5 – 2,4 μ m) s uhlovým rozlišením až 0,003".

Budoucí obří evropský teleskop **E-ELT** o průměru složeného hlavního zrcadla 39,2 m bude dle rozhodnutí vedení *ESO* postaven na *Cerro Armazones* v Chile v nadmořské výšce 3 064 m ve vzdálenosti vzdušnou čarou asi 20 km od teleskopů *VLT* na *Paranalu*. S jeho dokončením se počítá v r. 2022 a na jeho financování se má významně podílet i neevropský stát *Brazílie*. Ratifikace dohody o přistoupení *Brazílie* z června 2011 však narazila na odpor v tamějším parlamentu. Ostatně i konkurenční americké projekty (*TMT* o průměru složeného hlavního zrcadla 30 m na *Mauna Kea* a *GMT* tvořeného sedmi 8,4 m zrcadly o efektivním průměru 24,5 m na *Las Campanas* v Chile), které by měly být dokončeny dříve, narážejí na nejistoty v opatření financí, protože jsou budovány s pomocí mecenášů; státní podpora USA nezískaly.

8.2. Velké kosmické teleskopy

HST uskutečnil 4. 7. 2011 své **milionté astronomické pozorování** za 21 let vědeckého provozu. Konkrétně šlo o složenou spektrální expozici dlouhou skoro 24 h (!) pomocí kamery *WFP3* exoplanety **HAT-P-7** (= *Kepler-2b*; Cyg; vzdálenost 320 pc) s cílem najít infračervené pásy vodní páry v její atmosféře. Exoplaneta se řadí k horkým jupiterům (1,8 M_{J} ; 1,4 R_{J} ; oběžná doba 2,2 d; velká poloosa 5,7 mil. km).

Zatímco *HST* je stále v nejlepší technické kondici za celou dobu své existence, *NASA* měla v r. 2011 uhájit pokračování projektu 6,5m infračerveného **kosmického teleskopu Jamese Webba**, protože technické obtíže při jeho konstrukci podstatně zvyšují původně plánované náklady z r. 1997 (1,4 mld. dolarů, tj. 500 mil. dolarů na konstrukci a 900 mil. dolarů na provoz po dobu životnosti teleskopu) s datem startu v r. 2005!. Ve skutečnosti bylo již na konstrukci *JWST* do r. 2011 vynaloženo už 3,5 mld. dolarů a odhad nákladů pro dokončení v r. 2018 se vyšplhal na více než 6,5 mld. dolarů. Sněmovna reprezentantů proto v červenci 2011 odhlasovala zrušení projektu a *NASA* byla v šoku, protože jde mimo jiné o mezinárodní projekt spolufinancovaný *ESA* a kanadskou kosmickou agenturou, tj. celkem 15 států a částkou 1 mld. dolarů.

M. Turner však upozornil, že podobně se zvyšovaly náklady i odkládaly termíny vypuštění *HST*, jehož konstrukce a dosavadní provoz přišel na 13 mld. dolarů (bez nákladů na 5 servisních letů!) a šlo nakonec – jak patrně – o účelně vynaložené peníze. Po rozsáhlém lobbování astronomy i širokou veřejností se podařilo koncem září 2011 díky *Senátu USA* projekt zachránit s tím, že konstrukce nesmí stát více než 8 mld. dolarů a prvních pět let provozu nanejvýš dalších 780 mil. dolarů.

8.3. Mikrovlnná a radiová astronomie

Hůře než *JWST* dopadl kalifornský projekt *ATA* na observatoři *Hat Creek*, kde bylo v r. 2007 instalováno 42 parabol o průměru 6 m ambicezního projektu naslouchání umělým signálům mimozemských civilizací, ale konečným cílem měl být radiointerferometr s 350 parabolami, jenž by ovšem sloužil také běžné radioastronomii v pásmu frekvencí 0,5 – 11,2 GHz. V r. 2011 však Kalifornská universita (UCB) z projektu vycouvala a ten byl následně pro nedostatek financí pozastaven. Koncem roku 2011 se sice podařilo sehnat peníze na jeho pokračování, i když nejspíš už v zamýšleném rozsahu dokončen nebude.

Počátkem roku 2011 byla dokončena výstavba aparatury **LOFAR**, která má své centrum u vesnice *Exloo* v holandské provincii *Drenthe*. Jde o novou koncepci radiointerferometru pracujícího v pásmu metrových vln s nepohyblivými prvky, který se nastavuje na různé části oblohy softwarově. Skládá se z kovových plochých panelů rozmístěných podle určitého schématu na zemském povrchu

a svislých tyčových dipólů. Dipóly zaznamenávají rádiové záření z vesmíru ve frekvenčních pásmu 30 – 80 MHz (10 – 3,7 m), zatímco vodorovné panely pracují v pásmu 120 – 240 MHz (2,5 – 1,25 m). Jednotlivé prvky *LOFAR* jsou rozprostřeny do vzdálenosti až 1 tis. km od *Exlo*, tj. též na území Německa, Francie, Velké Británie a Švédska a jsou propojeny s centrálním počítacem v holandském *Groningen* optickými vlákny.

V polovině července 2011 byla vypuštěna agenturou *Roscosmosradioastronomická anténa Spektr-R* (= *RadioAstron*) s parabolou o průměru 10 m na velmi protáhlou elliptickou dráhu s přízemím 10 tis. km, ale odzemím ve vzdálenosti 390 tis. km. V kombinaci s pozemními radioteleskopy tak bude pracovat na suverénně nejdelších základnách pro radiointerferometrii dlouhých až 350 tis. km, takže dosáhne úhlové rozlišovací schopnosti řádu miliontin úhlové vteřiny.

Podle sdělení W. Wilsona aj. byla zdokonalena australská radiová aparatura **ATC** (*Australian Telescope Compact Array; Narrabri*), pracující ve frekvenčních pásmech 0,3 – 116 GHz, tj. v pásmu 1000 – 2,6 mm. Od r. 2001 tak dokáže souběžně a velmi rychle snímat data ve více spektrálních čarách a měřit i polarizaci rádiového záření na základnách dlouhých až 3 km.

Velmi úspěšně pokračovala výstavba obří mezinárodní (*ESO, USA, Japonsko, Tajvan, Kanada, Chile*) observatoře pro milimetrovou a submilimetrovou astronomii **ALMA** (cena přes 1 mld. dolarů) v chilské poušti *Atacama*. V září 2011 byla ve výšce 5 tis. m n.m. instalována již 16. přesná parabolická anténa (hmotnost 100 t), což umožnilo zahájit zkušební vědecký provoz. Hlavním úkolem observatoře bude studium vesmíru v teplotním pásmu 10 – 50 K s vysokým úhlovým rozlišením i citlivostí, která umožní zkoumat objekty vzdálené od nás přes 4 Gpc.

8.4. Astronomické umělé družice a kosmické sondy

C. Winkler aj. připomněli, že veleúspěšná družice **ESA INTEGRAL** představuje dlouhodobě špičku ve výzkumu kosmu v širokém (téměř 4 řády) pásmu fotonů záření gama s energiemi 3 keV až 10 MeV. Družice odstartovala v říjnu 2002 z ruského kosmodromu *Bajkonur* a dostala se na protáhlou elliptickou dráhu s periodou 72 h s přízemím ve výšce 10 tis. km na Zemí, ale s odzemím plných 154 tis. km, takže po 81 % času se nachází vně *van Allenových pásů* minimálně 40 – 60 tis. km od Země. Detektory na družici pracují s časovým rozlišením milisekund a zorné pole některých přístrojů dosahuje až 100 čtv. stupňů. Družice zásadním způsobem zlepšila naše vědomosti o energetických procesech ve vesmíru, zejména zmapování celé oblohy v anihilační čáře 511 keV páru pozitron/elektron. Díky družici byla objevena nová třída rentgenových dvojhvězd s vysokou hmotností složek (*HMXB*) a také změřena polarizace vysokoenergetických fotonů. Díky studiu založeným na tomto pozorovacím materiálu bylo obhájeno již 74 disertací Ph.D.

Kosmická sonda **Mars Odyssey**, která odstartovala ze Země počátkem dubna 2001 se stala se umělou oběžnicí *Marsu* koncem října téhož roku. Pomocí aerobrzdění se pak dostala na současnou nízkou téměř kruhovou polární dráhu ve výšce 400 km nad povrchem planety s oběžnou dobou 2 h. Mezi lety 2002 a 2004 zmapovala povrch *Marsu* a posléze sloužila též jako retranslační vysílač a příjimač pro vozítka *Spirit* a *Opportunity*. Pomohla také své pokračovatelce sondě **Mars Reconnaissance Orbiter** při úpravě její dráhy aerobrzděním, protože dodávala údaje o okamžité hustotě Marsový atmosféry v různých výškách. V polovině prosince 2010 se stala nejdéle sloužící umělou oběžnicí u planety Sluneční soustavy, když překonala předešlou sondu/oběžnici **Mars Global Surveyor** (9,144 roku).

Ruská sonda **Phobos-Grunt**, která měla odebrat vzorky horniny z Marsova měsíce *Phobos* a přivézt je zpět na Zemi, bohužel selhala, když po vypuštění počátkem listopadu 2011 se nezapálil raketový motor II. stupně.

8.5. Astronomické přehlídky, databáze a katalogy

E. Bernadiniová upozornila na nutnost rozšířit parametrický prostor astronomie o **rychlé časové změny**, abychom měli úplnější informace o přechodných a extrémně krátkých astronomických jevech. Zejména v energetické oblasti >100 MeV se zřejmě vyskytují neobyčejně krátké a silně proměnné úkazy, o nichž máme jen vzácně přesné informace. Například u rychle rotujících milisekundových pulsárů vzniká ve vzdálenostech bilionů kilometrů od neutronové hvězdy silná *rázová vlna*, která urychluje pozitrony a elektrony na energie až 10 PeV. Její interakce s magnetickým a zářivým polem pak vytváří proměnnou hypersonickou pulsarovou mlhovinu. Budoucnost astronomie proto spatřuje v synoptických projektech jako **LSST**, ale data se musejí zpracovávat rychle a automaticky pomocí důmyslného softwaru; časy, kdy astronom seděl u okuláru blinkmikroskopu a porovnával dva snímky téhož zorného pole pořízené v různých časech, jsou nenávratně ty tam. Ideálem budoucnosti se stane jednotná **virtuální observatoř** shromažďující veškerá data o daném kosmickém objektu.

J. Liu aj. poukázali na neuspokojivou situaci v návaznosti **galaktických souřadnic**. První definice z kongresu *IAU* v Moskvě v r. 1958 již zastarala. K reformám došlo v letech 1984 a 1994. Ideální vztahné body jsou **vzdálené extragalaktické rádiové zdroje**, které samy nerotují. Právě tyto zdroje jsou klíčové, protože jejich strikní zavedení do praxe by posunulo přesnost astronomických pozorování na kýžené obloukové mikrovteřiny.

H. Aihara aj. referovali o úspěšné přehlídce **SDSS-III**, která započala v srpnu 2008 pomocí 2,5m zrcadla na observatoři *Apache Point* v Novém Mexiku. Přehlídka zatím pokryla 14,6 tis. čtv. stupňů jižní čepičky *Galaxie*, tj. plnou třetinu celé oblohy, a byla ukončena zveřejněním počítacově přístupného katalogu v lednu 2011. Díky novým detektorům je výrazně kvalitnější než předešlé přehlídky I a II. Podle D. Eisensteina aj. obsahuje údaje o parametrech 1,5 mil. velmi hmotných hvězd a 150 tis. kvasarech ve vzdálenostech 2,0 a 3,4 Gpc od *Slunce*. Podobně byla týmž teleskopem dokončena spektrální přehlídka **SEGUE-II** 29 tis. kvasarů, >240 tis. galaxií a 140 tis. hvězd. Katalogy dávají zatím nejlepší údaje o struktuře *Galaxie*, jejím chemickém vývoji a také o parametrech baryonových oscilací v prostorovém rozložení galaxií a vzdálených kvasarů. Rozsahem jde o opravdu monumentální projekty, jehož význam s časem dále poroste.

Podobně úspěšná je podle M. Szymanského aj. polská přehlídka **OGLE-III** na observatoři *Las Campanas* v Chile pomocí 1,3m reflektoru vybaveného mozaikou CCD o rozměru 8×8 kilapixelů. V letech 2002 – 2009 se tak podařilo na ploše 92 čtv. stupňů získat údaje o polohách a event. změnách jasnosti v optickém a blízkém infračerveném oboru pro 340 mil. hvězd. Jak uvedli D. Graczyk aj., v rámci projektu byl sestaven katalog 26 tis. zákrytových dvojhvězd ve *Velkém Magellanově mračnu* s jasností vyšší než 20 mag ve spektrálním filtru I. Od r. 2009 pak probíhá 4. fáze projektu **OGLE**, která dále rozšíří statistiku proměnných hvězd u nejbližších sousedech naší *Galaxie*.

G. Cusumano aj. zveřejnili **Katalog zdrojů tvrdého rentgenového záření**, který během 4,5 let provozu získala na polovině oblo-

hy aparatura *BAT* na družici *Swift* ve třech pásmech v mezích energií 15 – 150 keV. Katalog obsahuje přes 1 250 diskrétních zdrojů, z nichž jen 19 % patří do naší Galaxie a plná polovina nemá žádný protějšek v katalogu družice *ROSAT* v měkkém oboru rentgenového spektra (<2,4 keV); zato však pro 60 zdrojů (převážně blazarů a aktivních galaxií) nalezli autoři korespondenci s daty aparatury LAT družice *Fermi*, která pracuje v oboru záření gama (0,1 – 100 GeV).

Data z aparatury *BART* družice *Swift*, která nalézá zábleskové zdroje záření gama (*GRB*), shrnuli T. Sakamoto aj. v katalogu **BAT2**, jenž pokrývá období od konce r. 2004 do konce r. 2009 a obsahuje údaje o 476 *GRB*. Oproti katalogu z aparatury *BATSE* družice *Compton* se posunula hodnota energie, v níž průměrné *GRB* září nejvíce, z 320 keV na 80 keV, což je zajisté výběrový efekt (*BART* je citlivější než bylo *BATSE*). V přepočtu do klidových soustav souřadnic spjatých s jednotlivými *GRB*, je však toto maximu posunuto do pásmu 140 – 220 keV. Průměrné trvání *GRB* v datech *BART* činí 19 s. Zatím nejvzdálenějším objektem zachyceným během výbuchu je **GRB 090423** s červeným posuvem $z = 8,2$, tj. ve vzdálenosti 4,0 Gpc (640 mil. let po velkém třesku).

Při vědeckém zpracování stále rostoucího bohatství **statistických údajů o vesmíru** hrají podle C. Lintotta a K. Schawinského významnou úlohu počítacoví nadšenci z celého světa, kteří se zapojili do neméně úspěšného projektu **Galaxy ZOO**, kdy například určují morfologii galaxií nezávislým odhadem jejich tvaru podle instrukcí, které jim poskytují profesionální astronomové. Účastníci projektu si zřídili vlastní internetovou poradnu, kde si vzájemně vyměňují zkušenosti a docilují tak kolektivně jednak daleko vyšší účinnosti klasifikace, než by to dokázal automatický program, a jednak objevují nečekané jevy, na něž jsou všechny počítacové programy krátké.

9. Astronomie a společnost

9.1. Úmrtí

Ralph **Baldwin** (1912 – 2010; krátery na Měsíci); Georgij **Krasinsky** (*1939; nebeská mechanika); Alan **Morwood** (*1945; infračervená astronomie, ESO VLT); Gerard **Onsorge** (*1931; meteory a popularizace astronomie; exil v USA); Norman **Ramsey** (*1915; atomové hodiny, Nobel 1989); Leif **Robinson** (*1939; Sky & Telescope); Jaroslav **Ruprecht** (*1931; hvězdokupy); Ladislav **Sehnal** (*1931; nebeská mechanika; ředitel ASÚ AV ČR); Antonín **Tlamicha** (*1930; sluneční radioastronomie); Ludmila **Weberová** (*1922; časová služba).

9.2. Ceny a vyznamenání

Ve světě:

Jocelyn **BELLOVÁ-BURNELLOVÁ** (G. Reberova m.; pulsary); Enrico **COSTA** a Gerald **FISHMAN** (Shawova c.; GRB); George **EFSATHIOU**, Carlos **FRENK**, Simon **WHITE** (Gruberova c.; kosmologie); Richard **ELLIS** (Zlatá m. RAS; přístroje HST,TMT); Eberhard **GRÜN** (Zlatá m. RAS; kosmický prach); Jan **PALOUŠ** (čestný člen RAS); Saul **PERLMUTTER**, Brian **SCHMIDT**, Adam **RIESS** (Nobelova c. za fyziku; zrychlené rozpínání vesmíru); Lord Martin **REES** (Templetonova c.; spirituální hodnoty); Joseph **SILK** (Balzanova c.; kosmologie); Rašid **SUNJAJEV** (c. Kjótó; reliktní záření); Michael **TURNER** (Darwinova př. RAS; astročisticová fyzika); Alex **VILENKO** (Whithrowova př. RAS; kosmolog. inflace).

Doma:

Stanislav **FOŘT** (5. IOAA; absolutní vítěz); Jiří **GRYGAR** (Nušlova c.; ČAS); Josip **KLECZEK** (Littera astronomica, ČAS); Daniela **KORČÁKOVÁ** (prémie O. Wichterleho, AV ČR); Peter **KOSEC** (5. IOAA; zlatá m.); Viktor **NĚMEČEK** (XVI. MAO; zlatá m. – junioři); Michael **PROUZA** (prémie O. Wichterleho, AV ČR); Jan **VONDRAK** (Dr. h.c.; Pařížská obs.); Jakub **VOŠMERA** (5. IOAA; stříbrná m.); Marek **WOLF** (Kopalova př., ČAS); Olga **ZIBRÍNOVÁ** (čestná členka SAS pri SAV).

9.3. Astronomické observatoře, instituce a společnosti

L. Wang aj. zveřejnili údaje o mimořádně příznivých astronomických parametrech antarktické stanice **Dóm A** (souřadnice $80,37^\circ$ j.š.; $77,35^\circ$ v.d.), která se nachází v nadmořské výšce 4 090 m asi 1 200 km od pobřeží. Teploty v zimě tak klesají téměř k -90° C. Při 128 zimních nocí opakován fotometrovali asi 10 tis. hvězd jasnějších než 14,5 mag v oblasti 23 čtv. stupňů kolem jižního nebeského pólu a našli tak 6krát více proměnných než všechny předešlé přehlídky v Antarktidě dohromady. Kvalita ovzduší zejména pro infračervenou a mikrovlnnou astronomii je zde lepší než v poušti *Atacama* v *Chile*.

Podobně P. Tremblin aj. zkoumali po tří roky kvalitu ovzduší na již více využívané stanici **Dóm C** ($75,10^\circ$ j.š.; $123,35^\circ$ v.d.), jež se vypíná do nadmořské výšky 3 230 m v oblasti antarktické náhorní roviny. Stanice vyniká v zimě prakticky bezvětřím, takže ve spojení s nízkou teplotou pod -80° C a nepatrným obsahem vodní páry (ekvivalent vrstvy 0,1 – 0,3 mm) je ideální místem pro špičkovou infračervenou a mikrovlnnou astronomii minimálně do vlnové délky 0,35 mm a přitom daleko levnějším než na družicích vysoko nad Zemí.

Umisťování astronomických observatoří do vyprahlých oblastí, kde je hodně jasných dnů i nocí, však přináší i rizika. V poslední dekádě byla lesním požárem prakticky zničena australská observatoř na **Mt. Stromlo** (červenec, 2003) a vážně ohroženy slavné kalifornské observatoře **Mt. Wilson** (srpen 2009) i **Mt. Palomar** (listopad 2009) a nejnověji **McDonaldova observatoř** v *Texasu* (červen 2011).

Jak ukázaly příspěvky v 3. čísle 40. ročníku periodika *Contr. Astron. Obs. Skalnaté Pleso*, k velmi dobrým astronomickým stanovištěm ve střední Evropě patří observatoře na vrcholu **Lomnického štítu**, kde se po dobu 65 let konají speciální astronomická, meteorologická klimatologická a čisticová měření. K. Kudela a J. Slivka zde shrnuli údaje o studiu *kosmického záření* za 40 let provozu aparatury *Košicích* i na *Lomnickém štítu* a J. Rybák údaje o astroklimatu.

V září 2011 se v B. Bystrici uskutečnil **16. sjezd Slovenské astronomické společnosti** při SAV, která měla v té době téměř 170 členů. Jejím novým předsedou byl zvolen Dr. Ladislav Hric.

9.4. Letem (nejen) astronomickým světem

V r. 2011 si česká astronomická veřejnost připomněla 100. výročí narození téměř zapomenutého významného českého fyzika a astronoma **Vladimíra Vanda** (*6.2. 1911; †4. 4. 1968). K tomuto výročí vydali A. Šolcová a M. Křížek jeho biografii „*Cesta ke*

hvězdám a do nitra molekul“, z níž vybírám některé momenty. Prvním vědeckým zájmem vysokoškoláka Vanda se totiž stal výzkum proměnných hvězd – po Z. Kopalovi převzal vedení sekce proměnných hvězd České astronomické společnosti a společně publikovali *Atlas hvězd proměnných* (1933). Vand vystudoval fyziku na UK v Praze a pod vedením prof. V. Dolejška se zabýval spektroskopí. Od r. 1935 spolupracoval s Antonínem Svobodou v odd. fyzikálního výzkumu firmy Škoda na vojenských projektech. České ministerstvo obrany dokázalo zařídit odjezd manželů Svobodových i dr. Vanda z Protektorátu na začátku května 1939 do Francie.

Po dramatickém útěku z obsazené Francie na kole, v jehož rámci měl Vand ukryté výkresy pro zaměřovače letadel, se dostal do Velké Británie, kde během války pracoval v různých firmách na fyzikálním výzkumu a stal se mj. členem britské Královské astronomické společnosti. Po válce se chtěl vrátit natrvalo do Československa, ale to zhatil komunistický převrat. Už v září 1948 získal dr. Vand britské občanství. Zabýval se pak vývojem mechanických počítaců i rentgenovou krystalografií, kterou také aplikoval ve spolupráci s F. Crickem na určení šroubovicové struktury kyseliny DNA.

V r. 1953 přesídlil do USA, kde začal pracovat ve fyzikálním ústavu Pennsylvánské státní univerzity a stal se zde posléze profesorem krystalografie. Během svého relativně krátkého života publikoval na 160 pracích, z toho 10 v prestižním britském časopise *Nature*, kde také vyšel v r. 1968 jeho nekrolog (*Nat* 218, 6505.). Je po něm pojmenována planetka (129595), objevená na Kleti v r. 1997.

V r. 2011 uplynulo 400 let od Keplerova pražského spisu „*De nive sexangula*“ o šestičetné souměrnosti sněhových vloček, čímž Kepler položil základy krystalografie. Podnětem ke spisu byl tvar sněhových vloček, které mu přistály na kabátečku, když kráčel přes Karlův most a sněžilo. V této práci také Kepler vyslovil domněnku o nejúspornějším využití prostoru stejně velkými koulemi – např. dělovými. O Keplerově genialitě svědčí zajisté skutečnost, že domněnku se podařilo prokázat až v r. 1998 americkému matematikovi Thomasi C. Halesovi po velmi složitém úsilí, které korunoval obsáhlým 120stránkovým (!) článkem v mezinárodním matematickém časopise.

V březnu 2011 se uskutečnila cyklistická výprava organizovaná účastníky spanilé jízdy českých a slovenských cyklistů Ebicykl do Francouzské Polynézie. Expedice na (převážně skládacích) bicyklech byla pojata jako pocta astronomovi PhDr. Milanovi Rastislavovi Štefánikovi (1880 – 1919), jenž v r. 1910 pozoroval na Tahiti Halleyovu kometu a zřídil si tam na Mt. Faiere poblíž Pa-petee hvězdárnu. O necelý rok později pozoroval 28. 4. 1911 na ostrově Vava'u království Tonga úplné zatmění Slunce. Účastníci jízdy Tahicykl 2011 vyjeli na svých minibicyklech na strmý kopec k památníku, který tam vztyčili RNDr. František Kele a PhDr. Miroslav Musil v r. 1994. Určili přesně jeho polohu v souřadnicích GPS (17°32'46" j.š.; 149°33'54" z.d.). Jemný vulkanický černý písek z tahitské pláže pak ebicyklisté přivezli domů a při 28. Ebicyklu Pocta M. R. Štefánikovi v červenci 2011 jej vsypali do Štefánikových památníků na Bradle nad jeho rodnými Košarisky a také u Ivanky při Dunaji, kde v květnu 1919 havarovalo letadlo se Štefánikem a italskou posádkou.

Americký astronom amatér N. Risinger projel a prolétal 100 tis. km, aby pořídil na území USA, ale též Jižní Afriky celkem 37 440 snímků severní i jižní oblohy v pravých barvách, odpovídajících fotopickému lidskému vidění. Soubor dat dosahuje hodnoty 5 Gpix a hodí se pro řadu pozorovacích programů projektů. Astronomové – pozorovatelé jsou zřejmě dobrýmizákazníky leteckých společností, protože podle statistiky běžný astronom pozorovatel nalétá ročně v průměru 37 tis. km.

Podle M. Turnera se stahují černé mraky nad *podporou astronomie ve Spojených státech*. Nesplnila se doporučení minulé dekadické zprávy o rozvoji astronomické techniky a byly zrušeny cenné kosmické projekty hledání gravitačních vln (*LISA*) a rentgenové astronomie (*IXO*). Naproti tomu *ESA*, která má výhodu ve víceletém plánování, postupuje mnohem úspěšněji a systematicky.

Závěr

Jedním z nových rysů posledních let se stala intenzivní spolupráce astronomů amatérů ba i jiných dobrotvolníků s profesionálními astronomiemi pomocí metod sdíleného počítání podle vzoru *SETI@Home*. NASA využívá tzv. *clickworkerů* („klikarů“), tj. dobrotvolníků, kteří např. klasifikují klikáním myší tvar a rozměry kráterů na *Měsíci* či na *Marsu*, ale jiný úspěšný projekt hledá nyní pod mikroskopem v aerogelu sondy *Stardust* stopy zachycených prachových částic uvolněných různými procesy z kometárních jader. R. Benjamin rozjel projekty hledání *bublin horkého plynu* na 440 tisících přehlídkových snímcích celé naší *Galaxie*. 354 tis. dobrotvolníků už našlo na 50 tisíc bublin na 85% rozlohy *Galaxie*. Velmi oblíbený je i projekt *Planet Hunters* (lovci planet) pro ruční prohlídku nepřeberného množství světelných křivek družice *Kepler* s cílem nalézt v tomto materiálu vzácné případy exoplanet, které automatický software nedokázal zjistit. Ukazuje se tedy, že navzdory pokroku ve výpočetní technice i teorii informace mohou sdílené výpočty kvalifikovanými laiky dosáhnout lepších výsledků a tento trend bude v budoucnosti ještě zesilovat.

Astronomický výzkum se v průběhu éry *Žně objevů*, která započala v r. 1966, opravdu významně rozšířil. První přehled zbral pouhých 8 normalizovaných stran na psacím stroji. Poslední předešlý přehled za rok 2010 by měl v přepočtu z počítače na psací stroj již 250 stran. Neobyčejně ztloustly hlavní astronomické časopisy: *Astrophysical Journal a Letters* (vycházejí 3x měsíčně a každé číslo má v průměru 1,2 tis. tiskových stran); *Monthly Notices RAS* (3x měsíčně; 900 stran); *Astronomy a Astrophysics* (2x měsíčně; 900 stran); *Astronomical Journal* (1x měsíčně; 500 str). Podklady pro *Žně objevů* však získávám i čtením vědeckých týdeníků *Nature a Science* a dalších přibližně 15 astronomických a astrofyzikálních časopisů. Za rok se mi tak nahromadí na 1,5 tis. výpisů z časopisů, ale i z konferencí a tiskových zpráv, takže v průměru musím za měsíc prolistovat asi 15 tis. tiskových stran. To je též důvod, proč jsem s psaním přehledů tak opožděn.

M. Hilbert a P. Lópezová odhadli světovou *technickou schopnost ukládat data, sdílet je a počítat s nimi* tak, že sledovali, jak se tyto schopnosti vyvíjely díky 60 různým analogovým a digitálním způsobům zpracování informací v období let 1986–2007. V r. 2007 lidstvo úsporně uložilo 290 exabytů informací, přeneslo komunikačními kanály 2 zettabyty dat a počítače pracovaly úhrnným tempem 6,4 exabyte/s. Schopnost všech počítačů vrostla za r. 2007 proti předešlému roku o 58%! Oboustranná výměna informací se za ten rok zvýšila o 28% a objem uložených informací stouplo o 23%. Od r. 1999 se odehrává většina telekomunikačních přenosů digitálně a analogové přenosy téměř zanikají, protože v r. 2007 už 99,9% přenosů informací se uskutečnilo digitálně. Podobně se vyvíjí i digitální ukládání dat do archivů a databází. Digitální ukládání převýšilo analogové v r. 1990 a v r. 2007 dosáhlo 94%.

Jako citát roku jsem vybral výňatek z projevu bývalého francouzského prezidenta Nicolase Sarkozyho: „*Bez základního vědeckého výzkumu nemohou přijít žádné aplikace. Koneckonců elektřina a žárovka nebyly vynalezeny postupnými inovacemi svíčky.*“

KONEC

Zvláštny objekt v sústave hviezdy ROX 42B

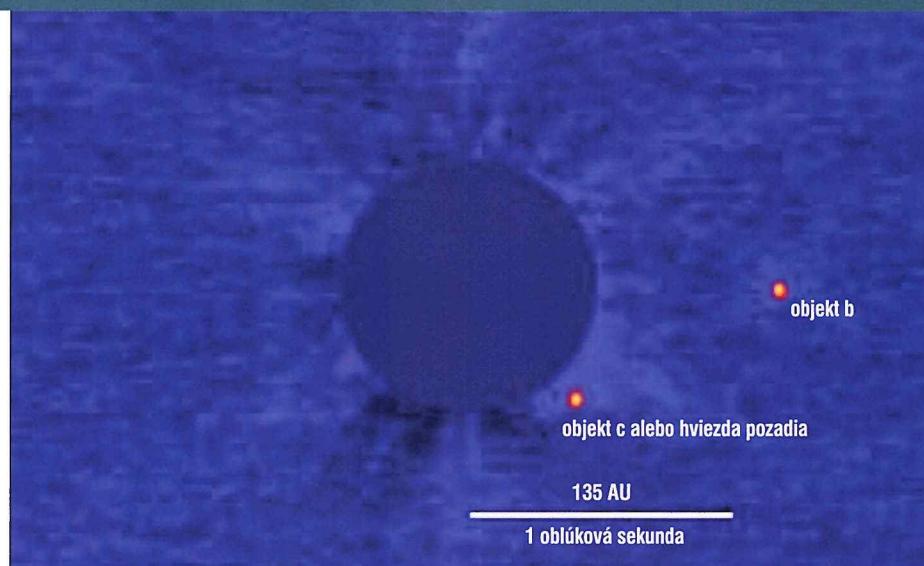
Objavili ho astronómovia z University of Toronto. Ide o objekt, ktorý obieha okolo hviezdy ROX 42B, vzdialenej 500 svetelných rokov. Vedci napriek podrobnému skúmaniu (trvalo 7 rokov) nedokázali zistiť, či je ROX 42B b planéta, alebo iné teleso. Napríklad hnedý trpaslík. Napriek tomu, že získali solídne spektrum, z ktorého sa dá vyčítať jeho hmotnosť, teplota a chemické zloženie.

Objekt má hmotnosť deviatich Jupiterov. Je to hodnota pod limitom, ktorý oddeľuje obrie planéty od hnedých trpaslíkov. Okolo hviezdy ROX 42B však obieha v 30-krát väčšej vzdialosti ako Jupiter okolo Slnka.

Situáciu nemožno porovnať so spormi okolo našho Pluta. Vedci zatiaľ neobjavili planétu s takou hmotnosťou, ktorá by okolo materskej hviezdy krúžila v takej veľkej vzdialosti. Ak je to planéta, ako sa sformovala?

Veľké plynové planéty, také ako Jupiter či Saturn, sa sformovali tak, že sa na pevné jadro nabalovalo veľké množstvo plynu. Podľa teórie je nabalovanie plynu na jdro oveľa efektívnejšie vtedy, keď prebieha bližšie k materskej hviezde.

Podľa inej teórie sa obrie planéty môžu sformovať aj v rozpadajúcom sa protoplanetárnom disku, kde najväčší fragment skolabuje a vytvorí



Na snímke z obreho dalekohľadu Keck je sústava hviezdy ROX 42B. Hviedza je prekrytá maskou dalekohľadu. Objekt ROX 42B b (vpravo) obieha okolo materskej hviezdy vo vzdialosti 150 AU. Objekt vpravo dole môže byť ďalší objekt systému (c), alebo hviezda pozadia.

jadro budúcej planéty. Také procesy môžu prebiehať aj vo väčšej vzdialosti od hviezdy.

Tím objavil vyše 10 mladých objektov s menšími hmotnosťami ako 10-násobok hmotnosti Jupitera. Všetky obiehajú materské hviezdy v zhruhu 15-krát väčšej vzdialosti ako Jupiter Slnko. Ďalšie sú oveľa hmotnejšie a okolo svojej hviezdy obiehajú až v 50-krát väčšej vzdialosti ako Jupiter. Podľa všetkých pravidiel by to nemali byť planéty.

Podľa teórie sa časť týchto objektov mohla sformovať nabalovalím/akréciou jadier. Iné sa podľa všetkého sformovali priamo v zárodočnom, kolabujúcom oblaku plynu, tak ako hviezdy. Medzi týmito populáciami je však veľká

medzera. Zdá sa, že túto medzeru medzi planétami a hnedými trpaslíkmi vyplňajú práve objekty typu ROX 42B b.

Planetológovia neprípustiajú, že by sa tieto objekty mohli sformovať tak ako Jupiter. Na hnedých trpaslíkov majú zasa príliš malú hmotnosť. A či fragmentovanie disku môže prebiehať v takej veľkej vzdialosti od hviezdy, to je otázka. (Musel by to byť naozaj masívny a rozľahlý disk.) Takže sa zdá, že ide o nový typ planét, alebo hnedých trpaslíkov s nízkou hmotnosťou, ktoré sa formujú tak ako väčšie hnedé trpaslíky či hviezdy. Priamo v kolabujúcom prachoplynovom oblačku.

Astrophysical Journal Letters

Ako sa formujú dvojhviezdy?

Pomocou vylepšenej rozlišovacej schopnosti rádioteleskopu VLA objavili vedci pri niekoľkých mladých hviezdach donedávna nerozlísitelných hviezdnych spolupútnikov. Ide teda o dvojhviezdy.

Viem, že pri najmenšom polovica Slnku podobných hviezd je zložkou dvoj- alebo viacnásobných hviezd. Teoretici však iba hádajú, ako sa také sústavy formujú. Odpoved' na túto otázkou môže priniesť iba pozorovanie sústav mladých hviezd v štadiu, keď sa formujú.

Podľa najnovšej teórie sa dvojhviezda zač-

ne formovať vtedy, keď sa okolo fragmentov protohviezdy vytvorí prachoplynový disk. V disku, ktorý obieha okolo dozrievajúcej protohviezdy, sa z fragmentov začína formovať druhá hviezda. Mladé hviezdy z disku neustále nasávajú hmotu, ale zároveň vystrelujú úzke kužeľe hmoty (priponímačce výtrysky), kolmé na disky.

Vedci študovali plynom zahalené mladé hviezdy vo vzdialosti 1000 svetelných rokov od Zeme. V dvoch prípadoch objavili predtým nerozlísrených spolupútnikov v rovine, kde bývajú planetárne disky. V jednom prípade obieha disk okolo dvoch mladých hviezd.

Objav podporil jednu z teórií, ktoré vznik dvojhviezdi vysvetľujú. Už v roku 2006 objavil rádioteleskop VLA dvojhviezu, pričom oko-

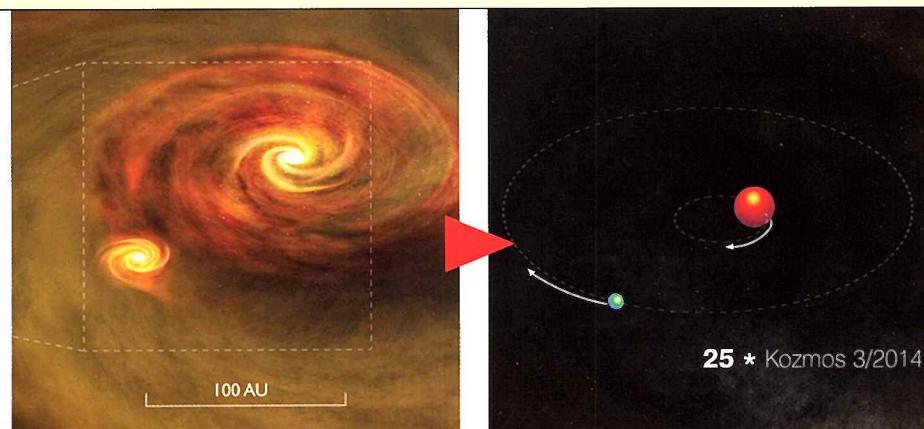
lo každej obiehal disk. Oba disky krúžili v rovnakej rovine! V minulom roku objavili zasa masívny disk krúžiaci okolo protohviezdy a v ňom známky formovania ďalšej hviezdy, druhej zložky budúcej dvojhviezdy. V tom čase už planetológovia vedeli, že okolo väčšiny mladých hviezd obiehajú disky, pričom v mnohých z nich objavili známky formujúcej sa hviezdy.

Po najnovších objavoch je takmer isté, že fragmentácia disku je hlavným, ak nie jediným procesom formovania tesných viachviezdnych sústav.

Objavy umožnila zvýšená citlivosť VLA, najmä na frekvenciach 40 až 50 GHz, na ktorých prach v diskoch okolo mladých hviezd emituje rádiové vlny.

VLA Press Release

Formovanie dvojhviezdi fragmentáciou disku (vľavo) sa začína mladou hviezdou, okolo ktorej obieha prachoplynový disk. Keď sa disk začne rozpadať (pod vplyvom gravitácie hviezdy v kvôli gravitačným procesom, ktoré v ňom prebiehajú), okolo najväčšieho fragmentu sa môže sformovať druhá hviezda. Rodiacia sa hviezda môže nasávať hmotu nie len z vlastného disku, ale aj z vonkajšieho okraja disku staršej sestry. Po sformovaní druhej hviezdy vznikne dvojhviezda, kde obe zložky obiehajú spoločné ľažisko (vpravo). Zvyšky hmoty v oboch diskoch rozptýlia silné vetry z oboch hviezd.



V ľudskej komunikácií je veľmi potrebný opis polohy osoby či predmetu v priestore. Späťatku stačilo jednoduché slovné vyjadrenie, napríklad vľavo, ďalej, pod stromom. Rozširujúcim sa životným prostredím človeka bolo potrebné zaviesť názvy lokalít, až sa časom vytvoril systém adres, ktorý používame dodnes. Systém adres však nemožno použiť v priestore, v ktorom chýba dostatočný výrazných objektov. Toto sa prejavuje najmä na mori. Preto predovšetkým rozvoj moreplavectva si vynútil potrebu opisovať polohu objektov číslami.

Astronomické súradnice

Na opis polohy bodu na priamke stačí jedno číslo. Na priamke definujeme bod, ktorý nazývame počiatok. Súradnica iného bodu je potom číslo zodpovedajúce vzdialenosť tohto bodu od počiatku. Tento systém dobre ilustruje stupnica teplomeru. Na opis polohy v rovine potrebujeme dvojicu čísel, ktoré nazývame súradnice. Najbežnejšie sa používa tzv. karteziánsky súradnicový systém. V rovine definujeme dve navzájom kolmé priamky, ktoré voláme číselné osi a polohu bodu potom opisujeme ako dvojicu vzdialenosťí daného bodu od jednotlivých osí. Na opis polohy v priestore potrebujeme tri súradnice. Zavádzajú sa tri priamky navzájom na seba kolmé, ktoré sa pretínajú v jednom bode. Tento bod nazývame počiatok súradnicovej sústavy. Opis polohy bodu je vyjadrený trojicou čísel, ktoré zodpovedajú jeho vzdialenosťiam od jednotlivých osí. Tento systém sa často používa na opis polôh telies v Slnčnej sústave.

Na opis polohy objektu v rovine teda postačuje dvojica súradníc a dvojica súradníc postačuje aj na opis polohy objektov na guľovej ploche. Práve tento

spôsob často používame v astronómii. Súradnice takéhoto druhu nazývame sférické.

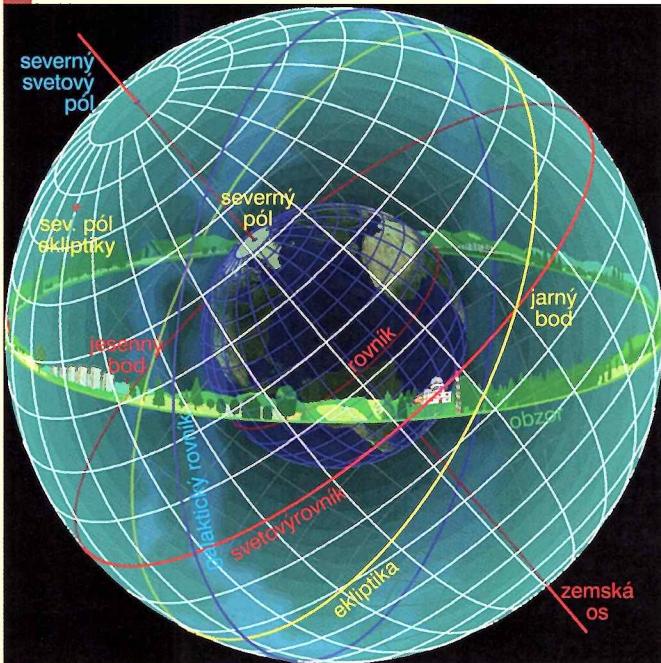
Zemepisné súradnice

Najznámejším druhom sférických súradníc sú všetkým dobre známe zemepisné súradnice. Povrch Zeme pri určitých zjednodušeniac možno považovať za guľovú plochu, teda sféru. Základná rovina, od ktorej sa súradnicový systém odvádzá, je rovina rovníka. Aby bolo možné definovať počiatok súradnicového systému, bol dohodnutý tzv. nultý poludník. Tento bol medzinárodnou dohodou určený ako poludník prechádzajúci hvezdárom v Greenwichi (Anglicko). Uhlovú vzdialenosť poludníka prechádzajúceho daným bodom zemskejho povrchu od nultého poludníka nazývame zemepisná dĺžka. Meria sa proti smeru rotácie Zeme, teda kladne na východ. Nadobúda hodnoty od 0° do 360° alebo od -180° do $+180^\circ$. Často sa označuje aj v tvare kladného čísla ako východná či západná dĺžka, ktorá sa pri číselnom údaji doplňuje anglickou skratkou (napr. 30°E alebo 40°W). Druhou potrebnou súradnicou je zemepisná šírka, ktorá predstavuje uhlovú vzdialenosť bodu od rovníka. Meria sa od 0° do 90° kladne smerom k severnému pôlu a záporne smerom k južnému pôlu. Niekoľko sa tiež označuje ako severná alebo južná zemepisná dĺžka (20°N , 30°S). Aby bolo možné opísť polohu daného bodu na Zemi aj v priestore, súradnice často dopĺňujeme údajom o jeho nadmorskej výške.

Všetky ďalšie sférické súradnice, ktoré v astronómii používame, sú analógiou zemepisných súradníc a líšia sa len definíciou základných rovín, od ktorých sa merajú.

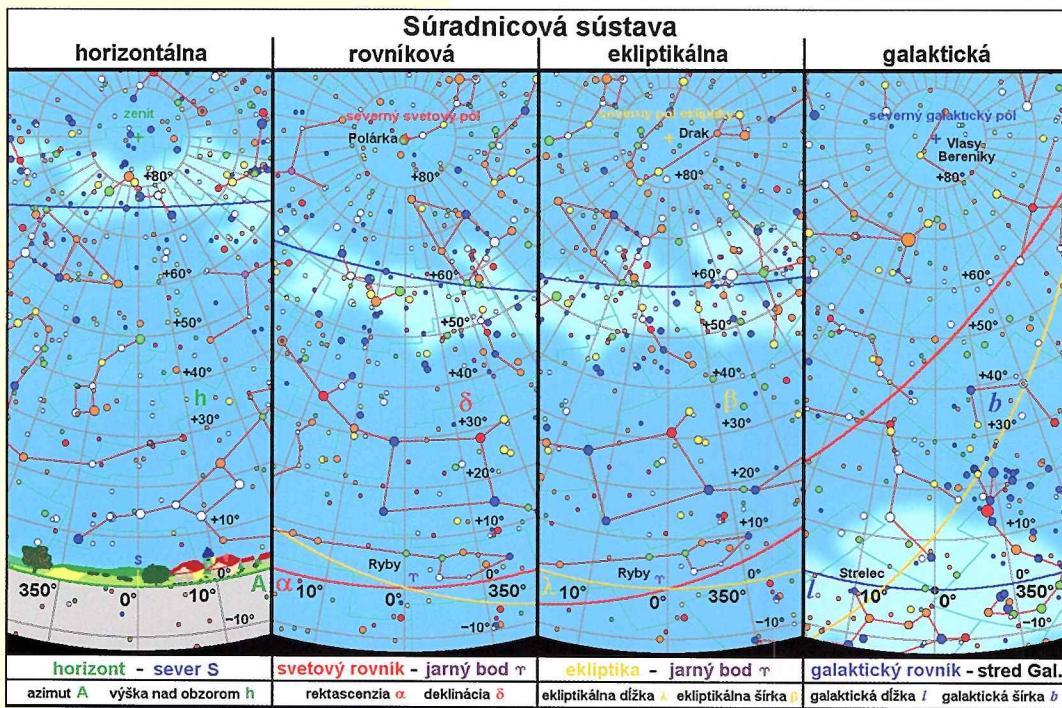
Svetová sféra

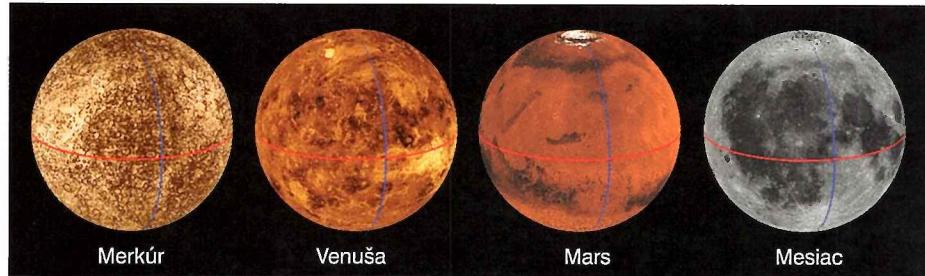
Oblohu vnímame ako guľovú plochu obklopujúcu Zem. Aj keď jednotlivé objekty na nej sú rôzne vzdialenosťne od Zeme, túto vzdialenosť nevýhľadame. Myslenú guľovú plochu nazývame svetová sféra (v staršej literatúre sa označovala ako nebeská sféra). Vodorovná rovina v lubovoľnom bode na povrchu Zeme pretína svetovú sféru v kružnici, ktorú voláme obzor alebo horizont. Táto rovina ju rozdeľuje na dve pologule. Ak neberieme do úvahy miestne vyvýšeniny terénu, teoreticky vidíme vždy polovicu celej oblohy. V skutočnosti vidíme o čosi viac. Príčinou je



Svetová sféra.

Prehľad súradníc na oblohe.





Planetografické súradnice.

ohyb svetla v hustej atmosféri nad obzorom, ktorý nazývame refrakcia. V jej dôsledku sa polohy objektov nachádzajúcich sa blízko pri obzore zdvihajú približne o $0,5^\circ$ smerom k zenitu. Zenit alebo nadhlavník je najvyšší bod obzoru. Oproti nemu leží nadir alebo aj podnožník. Na svetovej sfére zavádzame viaceru významných bodov a kružník. Rovina zemepisného rovníka pretína svetovú sféru v kružnici, ktorú nazývame svetový rovník. Zemská os sféru pretína v dvoch bodoch, ktoré nazývame severný a južný svetový pól. Tiež rovina obehu Zeme okolo Slnka, teda rovina ekliptiky, pretína svetovú sféru v kružnici, ktorú voláme ekliptika. Po tejto kružnici sa na oblohe pohybuje Slnko. Ekliptika a svetový rovník sa pretínajú v dvoch bodoch, ktoré voláme jarný a jesenný bod. Ďalšou významnou kružnicou je meridián alebo miestny poludník. Je to kružnica prechádzajúca severným bodom obzoru, zenitom a južným bodom. Zaujímavou kružnicou je aj galaktický rovník. Tento predstavuje priesčnik roviny Galaxie so svetovou sférou. Na oblohe sa v jeho okolí rozprestiera pás Mliečnej cesty.

Horizontálne súradnice

Tieto súradnice majú ako základnú rovinu definovanú rovinu horizontu. Druhou základnou rovinou je rovina meridiánu. Uhol, ktorý zviera zvislá rovina prechádzajúca objektom na oblohe s rovinou meridiánu, nazývame azimut A. Merieme ho od severného bodu obzoru smerom na východ a vyjadruje sa v stupňoch. Druhá súradnica je výška objektu nad obzorom h. Meria sa kladne smerom k zenitu a záporne pod obzor. V minulosti sa astronomický azimut meral od južného bodu obzoru. Miesto výšky nad obzorom niekedy zavádzame tzv. zenitovú vzdialenosť z. Je to uhlová vzdialenosť objektu od zenitu a platí:

$$z = 90^\circ - h$$

Rovníkové súradnice 1. druhu

Tento systém je obdobou horizontálnych súradníc. Základnou rovinou je tu rovina svetového rovníka. Druhou rovinou je rovina miestneho poludníka (meridiánu). Uhlovú vzdialenosť objektu od meridiánu nazývame hodinový uhol t. Merieme ho kladne od juhu v smere denného pohybu oblohy, teda smerom na západ, a vyjadrujeme ho v hodinách alebo v stupňoch. Prevod je jednoduchý: 24 hodín zodpovedá 360° , teda 1 h zodpovedá 15° . Uhlovú vzdialenosť objektu od svetového rovníka nazývame deklinácia δ . Meria sa v stupňoch kladne smerom k severnému svetovému polu ekliptiky a záporne smerom k južnému. Jednotlivé súradnice sa zvykli tiež nazývať astronomická dĺžka a astronomická šírka. V starých mapách, napríklad v atlasech Hevélia, sa používal práve takýto súradnicový systém

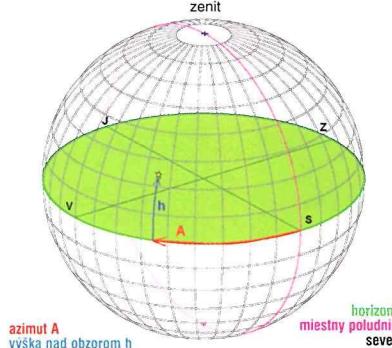
Galaktické súradnice

Galaktické súradnice majú ako základnú určenie rovinu galaktického rovníka. Na oblohe sa okolo tejto kružnice rozprestiera Mliečna cesta. Počiatok tohto systému leží na galaktickom sústavu je viazaná k danému pozorovaciemu

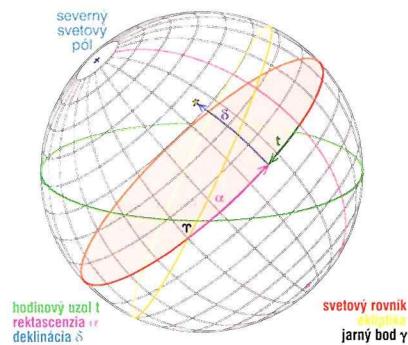
Zemepisné súradnice



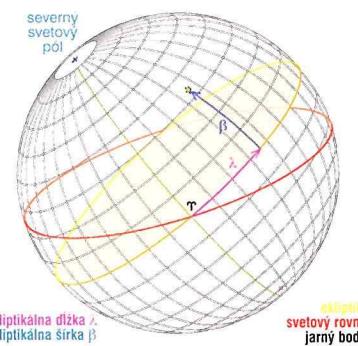
Horizontálne súradnice



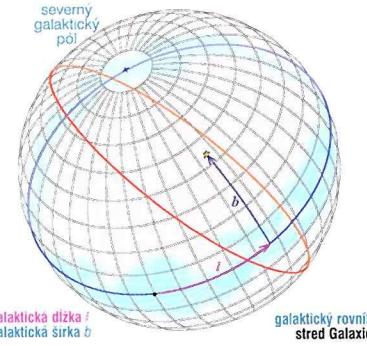
Rovníkové súradnice



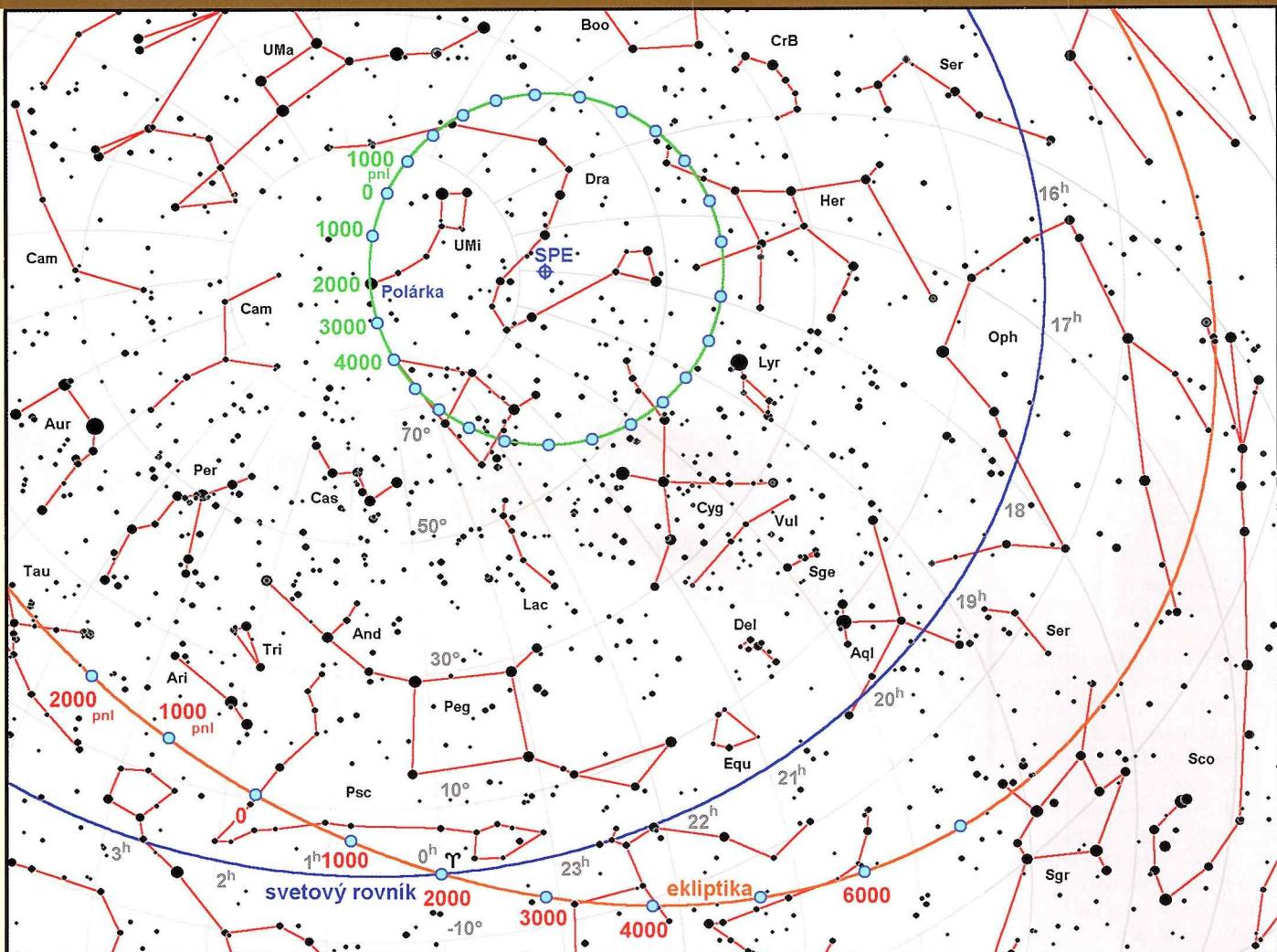
Ekliptikálne súradnice



Galaktické súradnice



Súradnicové sústavy.



Pohyb ekliptiky a severného svetového pólu dôsledkom precesie.

rovníku v bode, do ktorého sa premietá stred Galaxie. Súradnice sú galaktická dĺžka l a galaktická šírka b . Vyjadrujú sa v stupňoch.

Planetografické súradnice

Podobne ako na Zemi, aj pri iných telesách Slnečnej sústavy je potrebné opisovať polohu povrchových útvarov. Poznáme tak napr. se-

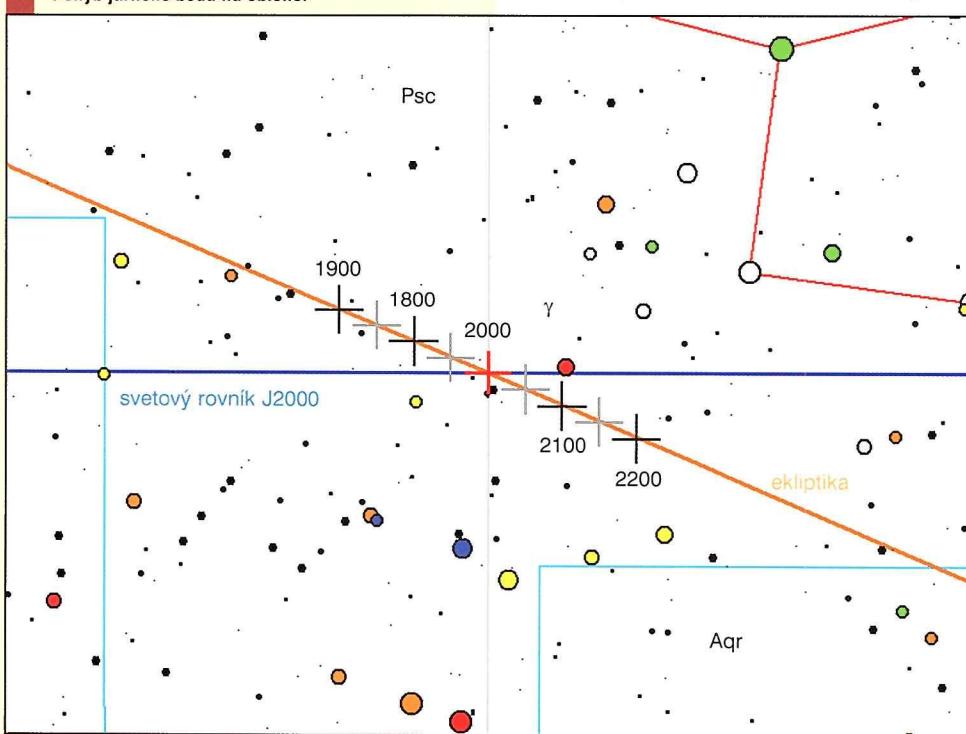
lenografické súradnice (Mesiac), heliografické súradnice (Slnko), jovigrafické súradnice (Jupiter). Planetografické súradnice sú definované podobne ako zemepisné. Základnou rovinou je rovina rovníka daného telesa, na ktorom je definovaný nejaký počiatočný bod. Problém je so zavádzaním súradník na objektoch nemajúcich pevný povrch ako napr. Slnko alebo obrie planéty. Tieto telesá navyše rotujú diferenciálne (rotačná períoda nie je rovnaká na celom povrchu), a tak je nutné zavádzat isté stredné rotačné períody. V prípade Slnka je definovaná tzv. Carringtonova otočka, ktorá zodpovedá rotácií povrchu s heliografickou šírkou 16° . Polohy povrchových útvarov týchto telies (slnečné škvry, Veľká červená škvrna na Jupiteri) nemožno pomocou tohto systému jednoznačne opísť, lebo ich súradnice sa v čase menia.

Transformácie súradníc

Týmto pojmom označujeme prevod z jedného súradnicového systému do druhého. Prevody sa počítajú pomocou transformačných vzorcov. Vzorce sú v tvare trojice goniometrických rovníc. Pri rozličných výpočtoch je často potrebné transformácie používať. Bežným problémom je výpočet východu a západu telies. Na tento účel sa používa prevod z rovníkových do horizontálnych súradníc. V príslušných vzťahoch sa ako výška nad obzorom zadáva hodnota 0° (prípadne $0,57^\circ$, čo zodpovedá refrakcii). Takto vypočítame hodinový uhol objektu v čase východu (západu), z neho potom miestny čas a nakoniec aj hľadaný občiansky čas.

Často je potrebné transformovať ekliptikálne

Pohyb jarného bodu na oblohe.



súradnice na rovníkové. Napríklad polohy Mesiaca sa počítajú z rozvoju ekliptikálnej dĺžky a šírky, teda získavame jeho ekliptikálne súradnice. Pre zobrazenie jeho polôh napríklad do hviezdnej mapy potrebujeme tieto súradnice previesť na rovníkové.

Pravouhlé súradnice

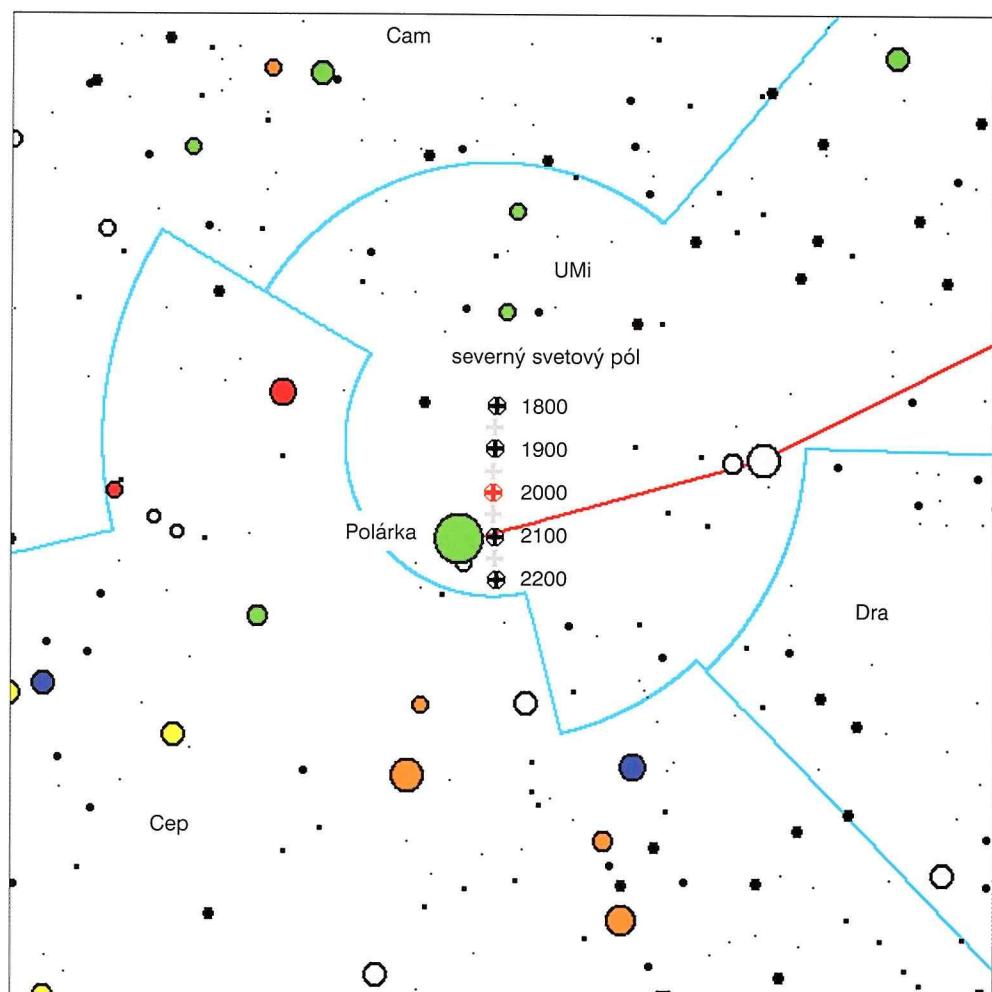
Na riešenie mnohých problémov súvisiacich s transformáciou súradníc je výhodné previesť súradnice (napríklad ekliptikálne) na pravouhlé. Väčšinou používame heliocentrické (ekliptikálne) pravouhlé súradnice, ktorých počiatok leží v strede Slnka. Os x smeruje do jarného bodu a teda leží v rovine ekliptiky. Os y tiež leží v rovine ekliptiky, je na os x kolmá a smeruje k bodu s rektascenziou 90° . Os z je kolmá na rovinu ekliptiky a smeruje k jej severnému pôlu. V týchto systémoch možno opisovať polohy planét a ostatných objektov. Veľmi ľahko môžeme meniť stred súradnicovej sústavy, napríklad previesť súradnice na geocentrické. Ak napríklad heliocentrické súradnice Jupitera sú x_j, y_j a z_j , a Zeme x_z, y_z a z_z , potom geocentricke súradnice Jupitera x_g, y_g a z_g sú dané rozdielmi $x_g = x_j - x_z, y_g = y_j - y_z$ a $z_g = z_j - z_z$. U pravouhlých geocentrických súradníc je niekedy výhodné voliť súradnicový systém v rovine rovníka. Medzi obidvomi sústavami je jednoduchý prevod. Stačí zaviesť rotáciu podľa osi x o hodnotu asi $23,4^\circ$, čo zodpovedá súčasnému sklonu rovníka Zeme k ekliptike. Na rotáciu súradníc sa používa trojica goniometrických rovníc. Transformácie a rotácie súradnicových sústav sa tiež používajú na zobrazenie telies Slnčnej sústavy v počítačových programoch.

Topocentrické súradnice

Častým problémom je prevod geocentrických polôh na topocentrické. Súradnice objektov, napr. planét, Slnka a Mesiaca uvádzané v ročenkách sú geocentrické, teda opisujú ich polohu, v ktoré by sa javili zo stredu Zeme. My však pozorujeme z jej povrchu. Pozorovatelia toho istého objektu v jednom čase môžu byť tak od seba vzdialení o celý priemer Zeme, teda takmer 13 000 km. V dôsledku paralaktického posunu sa pre nich najmä bližšie objekty na oblohu zobrazujú do rôznych oblastí. Najvýznamnejšie sa to prejavuje pri pozorovaní Mesiaca. Pri jeho pozorovaní napr. z okolia severného pólu by bola jeho poloha oproti súčasnému pozorovaniu z južného pólu posunutá na oblohe asi o 2° (4 priemery mesačného disku) smerom na juh.

Zmeny súradníc

Vzhľadom na nepretržité zmeny v našom blízkom aj vzdialom okolí nie je možné dlhodobo zachovať súradnice jednotlivých objektov nemenné. Napríklad na Zemi pohyb tektonických dosiek a z neho vyplývajúce vrásnenie spôsobuje sice malé, no neustále zmeny zemepisných súradníc povrchových útvarov. Na oblohe súradnice najviac ovplyvňuje



Pohyb severného svetového pólu na oblohe.

kužeľový pohyb zemskej osi, ktorý voláme precesia. Zemská os, ktorá v súčasnosti smeruje k Polárke, mení v dôsledku gravitačného pôsobenia Slnka a Mesiaca svoj smer. Severný svetový pôl tak na oblohe opisuje kružnicu s polomerom približne $23,5^\circ$. Celý cyklus trvá 25 725 rokov. V dôsledku pohybu zemskej osi sa na oblohe preklápa aj svetový rovník, čo spôsobuje, že jarný bod sa po ekliptike neustále posúva. Posun je okolo 50 oblúkových sekúnd za rok. V súradnicových sústavach, v ktorých sa polohy merajú od jarného bodu, to spôsobuje nepretržitú zmenu hodnôt súradnic jednotlivých hviezd. Aby sme však mohli zachovať v hviezdnych katalógoch a mapách stále hodnoty súradníc, používame pre dlhšie časové obdobie súradnicový systém, vzťahujúci sa na polohu jarného bodu v jednom konkrétnom dátume. Takýto okamih nazývame ekvinokcium. V súčasnosti sa používajú súradnice vzťahujúce sa k 1. januáru 2000 a označujeme ich J2000.0. Postupom času sa však rozdiely zvýšia natoliko, že bude potrebné prejsť na iné ekvinokcium. Od roku 2025 začneme používať súradnicové systémy vzťahujúce sa na polohu jarného bodu 1. januára 2050.

Ďalší, aj keď menej výrazný, je vplyv nutácie. Zemská os okrem precesie ešte vykonáva akýsi kívavý pohyb s periódom asi 18,6 roka spôsobený gravitačným vplyvom Mesiaca. Hviezdy tak na oblohe okolo strednej polohy opisujú malé elipsy s veľkou polosou asi 9 oblúkových sekúnd. Tieto elipsy sa pre hviezdy v okolí sve-

tových pôlov rozvinú do kružník. Smerom k svetovému rovníku sa splošťujú a v jeho okolí sa premietajú do úsečiek.

O niečo výraznejší vplyv, aj keď tiež malý, má na zmenu súradníc ročná aberácia. Zmena polôh hviezd tu vzniká skladaním pohybu Zeme okolo Slnka a rýchlosťi svetla. V dôsledku aberácie hviezdy tiež opisujú elipsy okolo svojich stredných polôh, tentoraz s veľkou polosou asi $20,6''$, ktoré sú rozvinuté do krúžkov v okolí pôlov ekliptiky. Cyklus trvá 1 rok. Pozoruje sa aj denná aberácia, ktorá je spôsobená rotáciou Zeme, no jej vplyv je tak malý, že ju väčšinou možno zanedbať.

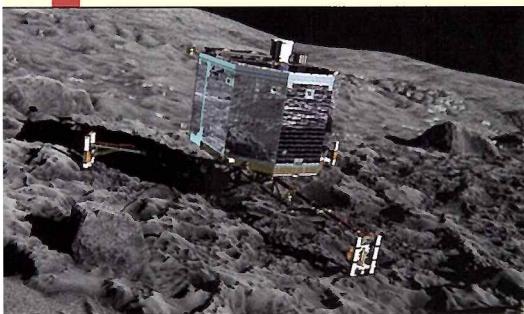
Ďalšou zmenou, za ľudského života prakticky zanedbateľnou, sú zmeny súradníc vyplývajúce z vlastného pohybu hviezd. Táto zmena sa najviac prejavuje pri blízkych hviezdach, no aj tu predstavuje hodnotu len niekoľko oblúkových sekúnd za rok.

Mnohým ľuďom, aj takým, čo sa o astronómii zaujímajú, sa astronomické súradnice javia ako zložité a príliš priponájúce už menej obľúbenú matematiku. Astronómia a ani bežný každodenný život si však bez nich už nemožno ani predstaviť. Napríklad systém navigácie GPS, ktorý je založený práve na veľmi presnom meraní súradníc, prináša čoraz širšie uplatnenie v najrozličnejších oblastiach ľudskej činnosti. Preto je dobré mať aspoň základnú predstavu o tom, ako naše okolie opisujeme čísłami.

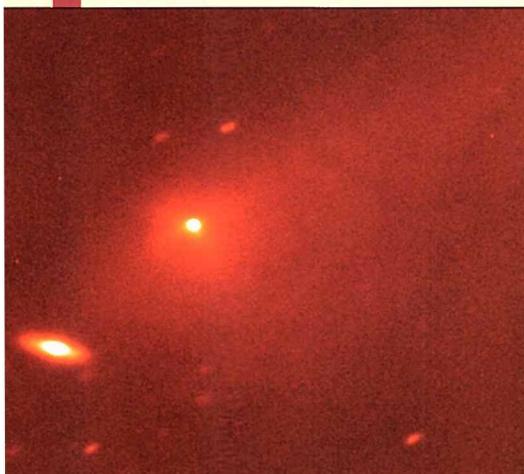
PETER ZIMNIKOVAL



Kométa 67P/Churyumov-Gerasimenko nasnímaná 22. 3. 2003.



Sonda Rosetta vypustí pristávací modul Philae na povrch komety 67P/Churyumov-Gerasimenko.



Kométa 67P/Churyumov-Gerasimenko.

Zaujímavosti o Rosette

- Rosetta dostala meno po úžasnej Rosettskej doske, ktorá bola klúčom k rozlúšteniu egyptských hieroglyfov. Astronómovia dúfajú, že sonda Rosetta bude rovnako klúčom k pochopeniu vzniku Slniečnej sústavy. Pristávací modul Philae je pomenovaný po nílskom ostrove, kde bola doska s nápismi objavená.
- Pôvodne mala byť Rosetta vypustená v januári 2003, pričom cieľom v tom čase bola periodická kométa 46P/Wirtanen s plánovaným stretnutím v roku 2011. Problémy s nosnou raketou Ariane znamenali posun projektu a následne si vynútili aj zmenu cielového objektu.
- V novembri 2007, počas druhého priblíženia k Zemi bola Rosetta chybné považovaná za novo objavený asteroid, pričom dostala aj označenie 2007 VN84. "Objav" sa uskutočnil v rámci štandardného vyhľadávacieho programu (Catalina Sky Survey), pričom bol zaradený do zoznamu objektov nebezpečných pre Zem. Až po niekolkých dňoch si Denis Denisenko všimol podobnosť dráh, čo viedlo k zisteniu, že nejde o asteroid, ale o sondu, ktorá sa k Zemi blíži celkom plánované.

Vesmírna sonda Rosetta tesne pred cielom

Vesmírna sonda Európskej kozmickej agentúry Rosetta je už viac ako 10 rokov na ceste Slniečnej sústavy k svojmu cieľu – periodickej kométe 67P/Churyumov-Gerasimenko. Blížia sa klúčové momenty veľkého ambiciozného projektu – pristátia na kometárnom jadre. Pripomeňme si preto základné ciele a doterajší priebeh experimentu.

Kometárna hmota sa najmenej zmenila od čias jej kondenzácie z protoslniečnej hmloviny, a dokonca sú v nej zachované aj protosolárne zrná. Preto ju môžeme považovať za najprimitívnejší materiál v Slniečnej sústave. Kométy by mohli poskytnúť veľa informácií o zdrojoch, ktoré vytvorili protoslniečnu hmlovinu. Navyše by mali byť schopné povedať nám aj o akrečných procesoch, ktorých výsledkom bolo najskôr vytvorenie prvých planetozímal a neskôr formovanie veľkých planetárnych telies. Štúdium kometárneho materiálu je samo o sebe ľahké, a to práve pre vlastnosti, ktoré ho robia jedinečným prameňom informácií o vzniku Slniečnej sústavy, ako je vysoký obsah prchavých látok a organického materiálu. V skutočnosti je veľmi ľahké získať priame dôkazy o zložení kometárnych prchavých látok, ktoré sú pozorovateľné zo Zeme, a to aj počas pozorovania z bezprostrednej blízkosti. Ich zaznamenanie v skutočnosti závisí na fyzikálno-chemických procesoch, ako napr. sublimácia a interakcia so slnečným žiareniom a slnečným vetrom.

Klúčovou úlohou sondy Rosetta (ESA) je pokus získať pôvodný nezmenený materiál. Realizovať sa má pomocou stretnutia kozmickej sondy s kométou 67P/Churyumov-Gerasimenko. Rosetta sa postupne priblíži ku kometárному jadru počas jeho obehu okolo Slnka. Počas tejto dlhej cesty bude sonda vykonávať nielen komplexný diaľkový prieskum Zeme a analýzu materiálu z jadra a komy, ale uvoľní tiež pristávací modul na povrch komety, aby vykonal vôlec prvé meranie in situ v nedotknutom materiáli pri nízkej teplote a v prostredí mikrogravitácie.

Hlavným vedeckým cieľom misie Rosetta je však štúdium pôvodu kométi, vzťahov medzi kometárnym a medzihviezdnym materiálom a dôsledkov na pôvod a vývoj Slniečnej sústavy. Bonusom naviac je charakteristika niekolkých asteroidov hlavného pásu počas letu sondy k svojmu cieľu. Počas cesty k jadru kométy 67P sonda preskúmala asteroidy 2867 Steins a 229 Lutetia.

Vesmírna sonda Rosetta bude študovať jadro kométy a jeho okolie sprevádzajúc kométu mnoho mesiacov na pred- a po-perihéliovom oblúku dráhy kométy. Vedecké prístroje na sonda budú získavať údaje z meraní „in situ“ z blízkej obežnej dráhy okolo jadra, začínajúc v heliocentrickej vzdialenosťi 3,5 AU a pokračujúc cez perihélium (1,25 AU) až do heliocentrickej vzdialenosťi asi 2 AU. Okrem toho pristávací modul Philae zostúpi na povrch jadra v čase, keď na jadre bude len malá aktivita pre značnú vzdialenosť kométy od Slnka. Analýza takisto čistej kometárnej látky „in situ“ bude vôlec prvou v histórii nášho výskumu kométi. Pristávací modul Philae zistí zastúpenie prvkov, molekúl a izotopov, rovnako ako mnoho fyzikálnych vlastností povrchu a podpovrhových vrstiev jadra kométy. Okrem sledovania kometárneho jadra bude

sonda sledovať zmeny kometárnej komy počas pochuť kométy okolo Slnka, zloženie a vlastnosti častic plynu a prachu, ale tiež dôležité záchytné body pre opis interakcií odohrávajúcich sa v zrážkovej zóne (prechodová vrstva medzi prostredím s prevládajúcimi iónmi kométy a medziplanetárnym prostredím). Bude tiež možné študovať veľmi zložité fyzikálno-chemické procesy v povrchovej vrstve jadra a vnútornej kome (interakcia prachu a unikajúceho plynu), ktoré priamo ovplyvňujú aktivity kométy. Sonda bude vybavená na meranie plazmy a magnetických polí, aby poskytla podrobnejšiu charakteristiku interakcií medzi kometárnou plazmom a slnečným vetrom a medziplanetárnym magnetickým polom.

Rosetta bola vypustená 2. marca 2004 na heliocentrickú dráhu, ktorú ju doviedla späť k Zemi takmer presne o rok neskôr. Tesný prelet popri Zemi vo vzdialenosťi len 1 955 km umožnil prvú významnú zmenu dráhy s využitím zemskej gravitácie. V auguste 2005 bola Rosetta uložená na svoj prvý zimný spánok. Režim hibernácie bol navrhnutý tak, aby sa maximálne predĺžila životnosť klúčových systémov na sonda. Ďalšou dôležitou aktivitou bola druhá zmena dráhy, tentoraz pomocou gravitácie Marsu 25. februára 2007 preletom len 250 km nad jeho povrhom. Ďalšia zmena dráhy pomocou gravitácie Zeme bola úspešne vykonaná 13. novembra 2007 vo vzdialenosťi 5 301 km od zemskejho povrchu.

Dňa 5. septembra 2008 absolvovala Rosetta blízke stretnutie s asteroidom 2867 Steins s relatívou rýchlosťou približne 9 km/sekundu. Tretím a zároveň posledným gravitačným usmernením sondy pomocou gravitácie Zeme 13. novembra 2009 (vzdialenosť 2480 km) získala sonda zložky rýchlosť potrebné pre priblíženie ku kométe. Ešte pred stretnutím s kométou preletela Rosetta 10. júla 2010 okolo asteroidu 29 Lutetia (pozri Kozmos 2010/6). Po tomto stretnutí sa sonda uložila na druhý zimný spánok, z ktorého bola prebudená 23. januára 2014.

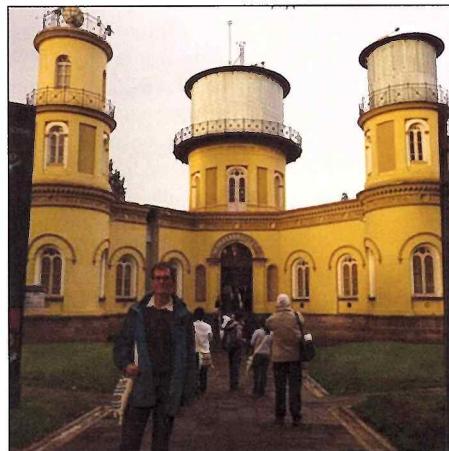
22. mája 2014 sa začne záverečná fáza prípravy na stretnutie s kométou. V tom čase bude sonda 4 AU od Slnka a 3,3 AU od Zeme, a jadro kométy 67P/Churyumov-Gerasimenko bude pravdepodobne viditeľné navigačnými zariadeniami sondy a kamерami. Príchod na obežnú dráhu kométy je plánovaný na august 2014 vo vzdialenosťi 3,4 AU od Slnka a 2,8 AU od Zeme. Rosetta začne globálne pozorovanie a mapovanie jadra, počas ktorého sa sonda priblíži na vzdialenosť niekoľko kilometrov od povrchu. V novembri 2014, vo vzdialenosťi zhruba 3 AU od Slnka, pristane modul Philae na povrchu jadra kométy. Potom budú prebiehať všetky merania pristávacím aj obežným modulom, ktorý bude sprevádzáť jadro až do perihelia (12. augusta 2015) a pokračovať aj na pomerihéliovom oblúku dráhy. Koniec misie je plánovaný na 30. decembra 2015.

Podľa materiálu vedúcej misie prof. Rity Schulzovej spracoval JÁN SVOREN
V budúcom čísle prinesieme podrobnejší opis jednotlivých vedeckých experimentov. Ide o celý arzenál domyselných prístrojov – obežný modul ich má 11 a pristávací modul ďalších 10.

Úspešná misia M. R. Štefánika v Ekvádore

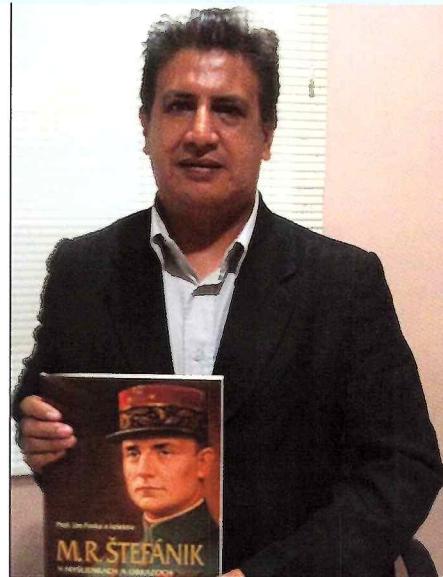
V minulom čísle časopisu Kozmos informoval autor článku o nedávnom pobytu Prof. Lopez z Observatorio Astronomico de Quito (OAQ) v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove. Pri diskusiach s ním sme si pripomienuli okrem iných záležitostí aj to, že Slovensko a Ekvádor nespája len súčasná spolupráca týchto dvoch hvezdárn, ale aj vedecké styky Dr. Milana Rastislava Štefánika s pracovníkmi OAQ, ktoré sa začali v roku 1913.

Poznatky o živote a diele M. R. Štefánika (slovenského astronóma, politika, generála francúzskej armády, diplomata a ministra samostatného Československa) boli sprostredkovane v mnohých monografiách a neustále sa dopĺňajú, hlavne vďaka činnosti Spoločnosti Milana Rastislava Štefánika. V dobe smutného výročia 95 rokov od tragickej smrti M. R. Štefánika je vhodné si pripomieť niektoré detaily jeho poslania a pobytu v Ekvádore. Pred sto rokmi sa politický a ekonomický vplyv USA výrazne rozširoval do Južnej Ameriky. Francúzi chceli tiež preniknúť do tejto oblasti sveta a snažili sa vybudovať vlastnú telegrafickú sieť a sústavu meteorologických staníc v Ekvádre a na Galapágoch. Štefánik, ktorý mal od roku 1912 už francúzske občianstvo, bol vyslaný do tejto krajiny, aby presvedčil ekvádorské politické kruhy o výhodnosti zblíženia sa s Francúzskom. To sa mu vďaka vedeckým skúsenosťiam z predchádzajúceho obdobia práce vo hvezdárni v Meudone a diplomatickému rozhľadu podarilo. Jeho posláním v Ekvádre bolo najmä dohodnúť vedeckú spoluprácu s hvezdárou v Quite a popri tom nadzviazať dôverné styky s poprednými vládnymi činiteľmi v diplomatických otázkach týkajúcich sa hospodárskej pomoci nezávislému republikánskemu Ekvádoru. S vtedajším riaditeľom hvezdárne, Luisom Tufiñom, diskutoval okrem iného aj o projekte zorganizovania astronomickej činnosti na južnej pologuli.



Podvečerná návšteva vo hvezdárni v Quite.

Astronomické observatórium v Quite, ktoré sa nachádza približne 15 km južne od rovníka, patrí k najstarším observátoriam Južnej Ameriky – bolo založené v roku 1873. Bolo to len o dva roky neskôr ako Milulás Konkoly-Thege vybudoval svoju súkromnú hvezdáreň v Hurbanove. Budova observatória v Quite, ktorá sa nachádza v parku Alameda, bola kompletnie obnovená v roku 2009 pod vedením súčasného riaditeľa Ericsona Lopeza. V interéri observatória je inštalovaná významná zbierka vedeckých astronomických prístrojov pochádzajúcich z 19. storočia. Nachádza sa tam aj seiz-



E. Lopez, riaditeľ OAQ, drží v rukách knihu *M. R. Štefánik v myšlienkach a obrazoch*, ktorú dostal do daru pri pobytu v Hurbanove.

mograf a mnoho meteorologických prístrojov. Základnou úlohou observatória, ktoré je súčasťou školy Escuela Politécnica Nacional (EPN), je zabezpečovať astronomický výskum v Ekvádre. Od čias založenia OAQ sa Quito rozrástlo na veľkomesto a hvezdáreň bojuje so svetelným znečistením. Vo vizuálnej oblasti spektra sa preto uskutočňujú astronomické pozorovania iba pre verejnosť a odborný program sa orientuje hlavne na rádiové pozorovanie Slnka, registráciu magnetického poľa Zeme a variacií v jej ionosfére. Bol vypracovaný projekt nového observatória, pre ktoré vybrali lokalitu Jerusalem-Malchingui, asi 1 km severne od rovníka. Realizácia projektu závisí už len od získania dostatočných finančných prostriedkov.

IVAN DOROTOVIČ



Busta Štefánika spolu s textom pripomínajúcim jeho vedeckú spoluprácu s OAQ.

Projekt nového ekvádorského astronomického observatória.



Spoločná fotografia pri informačnej tabuľe pri Starine.

Kolofota 2014

V období prvého jarného novu sa na pozvanie Vihorlatskej hvezdárne v Humennom a Neinvestičného fondu Teleskop opäť streli odborníci a sympatizanti astronomickej obce na seminári Kolofota 2014, konajúceho sa už tradične na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle.

Oproti minuloročným seminárom, keď poveternostná situácia znemožňovala nielen pozorovanie ale aj príchod či odchod účastníkov, sa tentoraz stretnutie odohrávalo uprostred stabilnej tlakovej výše. Takmer bezoblačná obloha, výborná viditeľnosť a príjemné teploty zaručovali vynikajúce podmienky na pozorovanie. Viaceri sme boli zvedaví na ospevovanú tmavú oblohu tohto regiónu. Skutočnosť však prekonala očakávania. Vidieť slabé hviezdy tesne pod siedmou magnitudou a Mliečnu cestu je pre „mestských“ hvezdárov skoro frustrujúce. Nehovoriac o zodiakálnom svetle, ktoré sa posledný večer ukázalo v celej nádhore, vystupujúc od horizontu cez Plejády až po Mliečnu cestu. A to sa observatórium nachádza len na okraji Parku tmavej oblohy, kde ešte čiastočne prenikajú svetlá okolitých obcí a blízkej hraničnej colnice. Nečudo, že ticho noči bolo prerušované len tlmeným buzučím montáži a cvakaním uzávierok fotoaparátov. Všetci sme sa snažili naplno využiť svoju i domácu astronomickú techniku a vzájomne sa povzbudzovať pri pozorovaní.

V denných hodinách prebiehal v priestoroch planetária hlavný prednáškový program, zameraný na metódy detekcie v astronómii. Učastníci boli oboznámení s rôznymi technikami pri snímaní oblohy, s moderným výskumom asteroidov, či s aktualitami v oblasti premenných hviezd. Nechýbali ani informácie o absolvovaných pozorovateľských expediciách, učelená správa o Parku tmavej oblohy a rozprava o ľudskom oku ako jedinečnom pozorovacom orgáne. Program bol doplnovaný o relaxačné a umelecké vstupy s astronomickou resp. fyzikálnou tematikou. Mimoriadnu časťou bola takmer poldenná exkurzia po informačných bodech v Parku tmavej oblohy Poloniny, spojená s návštavou vybraných kultúrnych miest.

Srdcečnosť a pohostinnosť kolonických hvezdárov neostala nič dlžná svojej povesti. Vynikajúca strava, doplnená lahodnými mokmi, len umocňovala priateľskú atmosféru. Čažko sa nám v posledný deň lúčilo nielen s kolegami, ale aj s perfektnou oblohou, avšak dúfajúc, že sa nám niekedy opäť príležitosť podarí zavítať do tohto krásneho a čarovného kúta Skovenska.

Mgr. Stanislav Kanianský
KHaP MH – Hvezdáreň v Banskej Bystrici

Najnovší prieskum Galaxie

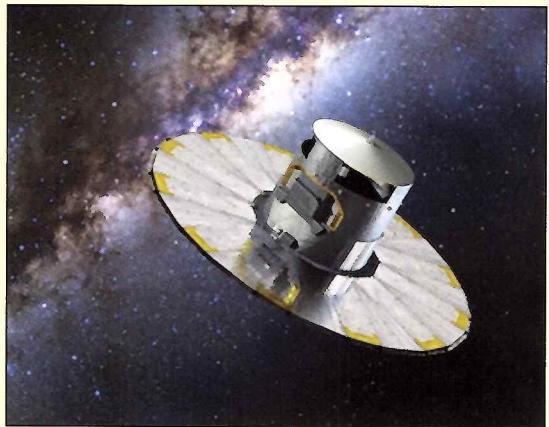
19. decembra 2013 odštartovalo z Európskeho kozmodrómu Kourou vo Francúzskej Guayane kozmické observatórium GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) na 5,5-ročnú „pracovnú cestu“, počas ktorej má okrem iného zmapovať okolo miliardy hviezd v Galaxii, a z tohto materiálu vytvoriť jej najprecíznejší trojrozmerný model.



Štart rakety Sojuz-STB/Fregat-MT, ktorá vyniesla sonda GAIA.



V Lagrangeovom bode L2 sa rovinulo tienidlo s priemerom 10 m, ktoré zakrýva ďalekohľady pred slnečným žiareniom. Na obrázku je laboratórny test tienidla.



GAIA.



Mliečna cesta.

Mliečnu cestu pozorujú ľudia od nepamäti. Podľa gréckej mytológie ide o mater-ské mlieko bohyne Héry, ktoré vyšplechlo pri kojení malého Herakla. Galaxiu sa Mliečna cesta stala postupne, keď bol pomocou výkonnejších ďalekohľadov odhalený jej charakter. Už Galileo sa domnieval, že ide o nahromadenie veľkého množstva hviezd. Avšak až F. W. Herschel (1738 – 1822) pomocou 47,5-cm ďalekohľadu vlastnej výroby dokázal rozoznať jednotlivé hviezdy.

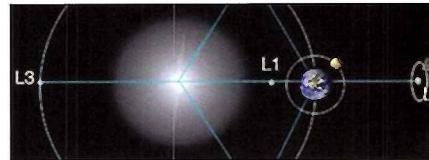
Modele Galaxie sú robene z katalógov polôh hviezd.

Najstarším a najznámejším je Ptolemaiov Almagest z roku 150, ktorý obsahuje polohy 1 025 hviezd, a Katalóg Tycha Braheho z roku 1601, ktorý obsahuje 700 polôh. Z novších treba spomenúť Bonner Durchmusterung (BD), ktorý obsahuje polohy 458 000 hviezd jasnejších ako 10^m , a Henry Draper Catalogue (HD) obsahujúci polohy 225 300 hviezd jasnejších ako $8,3^m$. U nás je známy Bečvářov Atlas Coeli 1950.0, ktorý obsahuje 6 362 hviezd do $6,25^m$. V týchto katalógoch je uvedená, okrem iného, poloha hviezd s presnosťou desatiny oblúkovej sekundy pre deklináciu a desatiny časovej sekundy pre rektascenziu. Najnovšie sú katalógy Hipparcos a Tycho, zostavené na základe meraní družice Hipparcos v rokoch 1989 – 1993, ktoré obsahujú údaje o 118 218 a viac ako milión hviezdach s presnosťou okolo 1 tisíciny obl. sekundy.

GAIA je pokračovaním projektu Hipparcos a jej program sa pripravoval 20 rokov.

Odštartovala 19. decembra 2013 na rakete Sojuz-STB/Fregat-MT. Hmotnosť: 2 030 kg, vrátane 710 kg užitočného zaťaženia, 920 kg servisný modul a 400 kg potravných hmôt.

Po príchode na pozorovacie miesto (vo februári 2014), ktoré je v Lagrangeovom bode L2, sa rovinulo tienidlo s priemerom 10 m. Jeho účelom je zakrývať ďalekohľady pred slnečným žiareniom a zároveň z druhej strany sú na nej fotovoltaické články, ktoré sú zdrojom energie. V tieni sa udržuje



GAIA má pozorovacie miesto v L2.

teplota pod -100°C . Pozorovacie miesto je v Lagrangeovom bode L2, vo vzdialosti približne 1,5 milióna km od Zeme. Pri obehu okolo Slnka postupne sníma objekty na odvrátenej strane.

Gaia má astrometrické poslanie. Z jej meraní, ktoré predpokladá určiť polohy okolo miliardy hviezd, bude možné zostaviť zatial najpresnejšiu trojrozmernú mapu Galaxie.

Počas piatich rokov bude na každom objekte 70 krát meraná jeho poloha, vzdialenosť a zmena jasnosti. Predpokladajú sa objavy tisícov nových nebeských telies takých ako extrasolárnych planét, hnedyň trpaslíkov, prípadne aj mnohých asteroidov vo vnútri Slnečnej sústavy.

V programe je tiež štúdium okolo 500 000 kvazarov a vykonanie nových presných testov všeobecnej teórie relativity.

Pozorovania umožnia vytvoriť výnimcoľne presný trojrozmerný model rozloženia miliardy hviezd v Galaxii aj mimo nej, zmapovať ich pohyb, jasnosť, povrchovú teplotu a chemické zloženie.

Táto obrovská „hviedzna inventúra“ poskytne údaje potrebné na vyriešenie mnohých dôležitých problémov, spojených s pôvodom a vývojom Galaxie.

Môže napríklad identifikovať reliktné hviezdy, ktoré pochádzajú z dávnych zrážok s malými galaxiami. Z mapovania velkoškálových pohybov sa môže dať určiť rozloženie skrytej hmoty, nech už je hocijakého pôvodu, ktorá podľa súčasných predstáv drží Galaxiu pohromadé.

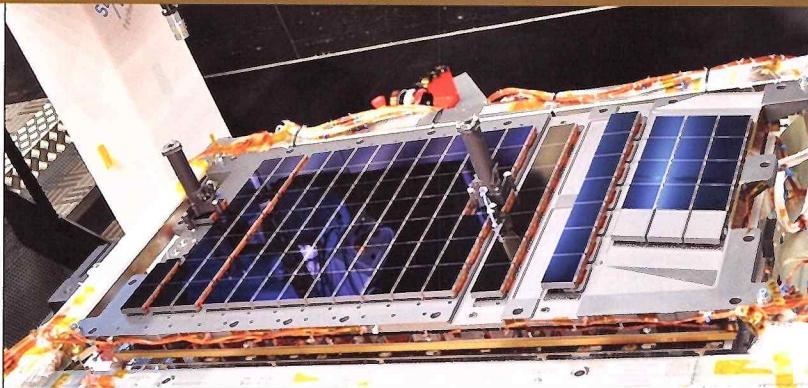
Gaia je vybavená dvomi ďalekohľadmi, ktoré spolupracujú s tromi prístrojami, určenými na presné zmeranie polohy, rýchlosťi a spektrálnej analýzy objektu. BP/RP – modrý a červený fotometer a RVS – spektrometer na meranie radiálnych rýchlosťí.

Ďalekohľady majú neobvyklú konštrukciu, ich primárne zrkadlá majú obdĺžnikový tvar; $1,45 \times 0,5$ m a po odrazoch na sekundárnych zrkadlách dosahuje ich ohnisková vzdialenosť 35 m.

(Záujemci o podrobnejšie informácie sa môžu obrátiť na <http://www.spaceflight101.com/gaia-science-instruments.html>)

GAIA nesie najväčšiu kameru aká bola doteraz v kozmickom priestore použitá. Obsahuje takmer miliardu pixelov. Pre povrchovanie kamery smartfónov obsahuje okolo 10 miliónov pixelov.

V ohniskovej rovine sú uložené CCD



prvky na ploche 104×42 cm. Celkove je tam 106 CCD polí, každé s 4500×1996 px (obrázok hore).

Počas 5,5 ročného pozorovania sa observatórium pomaly otáča, pričom ďalekohľady skenujú celú nebeskú sféru. Detektory opakovane merajú polohu každého objektu, takže zaznamenajú každú pohybovú zmenu. Vzdialenosť (pomerne) blízkych objektov sa merajú s relatívnu presnosťou až 10^{-5} . Ešte aj pri hviezdach blízko galaktického centra, vzdialenosť 9,2 kpc, je zaručená 20 % presnosť merania.

Parametre presnosti sa dosiahnu opakovanymeraním objektov až do 20^m , čo je 400 000-krát menší jas, než môže vidieť nevyzbrojené ľudské oko. Poloha všetkých objektov, ktoré sú jasnejšie ako 15^m bude meraná s presnosťou 24 miliónitn oblúkovej sekundy. Je to porovnatelné s meraním priemeru ľudského vlasu zo vzdialenosťou 1 000 km. Pre porovnanie: pri sonde HIPPARCOS to bolo 20 km.

Korene projektu GAIA treba hľadať v projekte HIPPARCOS (1989 – 1993), pomocou ktorého sa podarilo katalogizovať viac ako 100 000 hviezd s presnosťou na 1 tisícinu oblúkovej sekundy a viac ako 1 milión hviezd s menšou presnosťou. Teraz, po dvadsiatich rokoch má GAIA

v pláne katalogizovať miliardu hviezd s 200 krát lepšou presnosťou.

Projekt bol schválený v roku 2000 ako výlučne európsky – ESA.

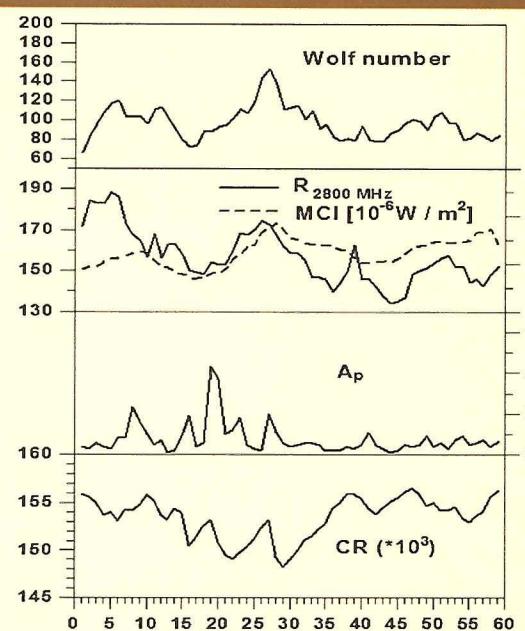
Kontrola objektu GAIA sa vykonáva z európskeho kozmického operačného centra (ESOC) v Darmstadt, v Nemecku, pričom sa využívajú dve príjemacie stanice, jedna v Španielsku (Cebreros) a druhá v Austrálii (New Norcia). Vedeckú činnosť koordinuje európske centrum pre kozmickú astronómiu (ESAC; European Space Astronomy Centre) vo Villafranca, Španielsko.

Plánovaný koniec misie je po 5,5 roku v roku 2019.

Analytické a výpočtové konzorcium (DPAC), na práci ktorého sa zúčastňuje viac ako 400 odborníkov, spracuje namerané dátu do doteraz najväčšieho hviezdneho katalógu. Dátový archív bude obsahovať viac ako 1 petabajt ($1 \text{ Pabajt} = 10^{15}$ bajtov).

Kedže počas piatich rokov bude GAIA pozorovať každú z miliardy hviezd približne 70-krát, znamená to, že v priemere to bude okolo 40 miliónov pozorovaní denne. Je to približne 1 % hviezd Galaxie. 99 % z nich nebolo nikdy presne zmeraných.

**Podľa rôznych zdrojov spracoval:
Milan Rybanský**

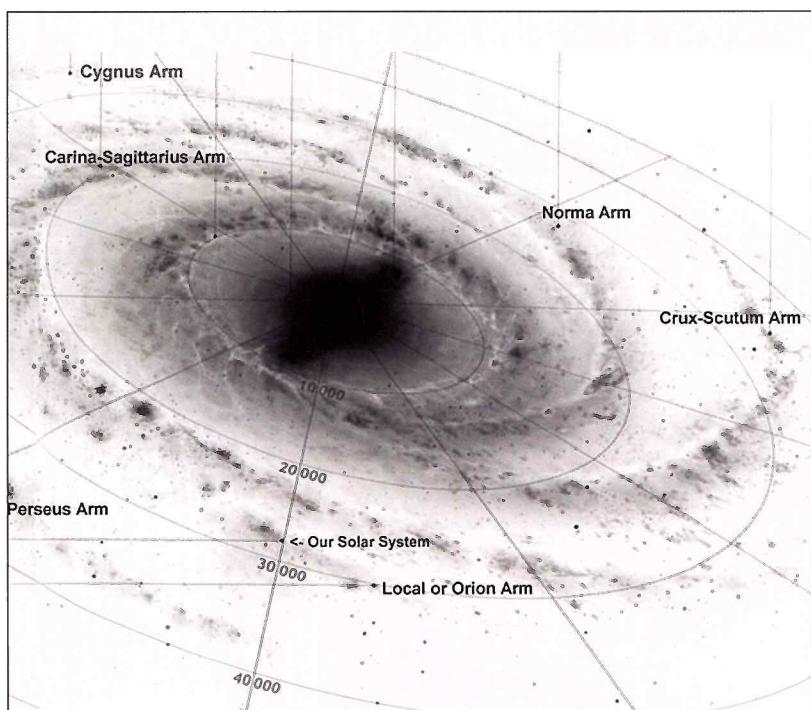


Slnecná aktivity

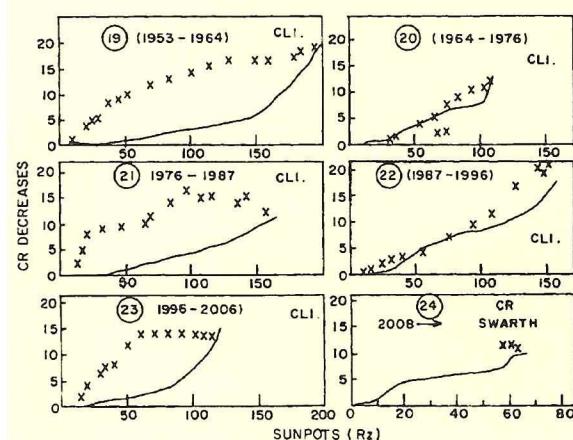
Pribeh slnečnej aktivity má charakter mierneho nárostu v období druhého maxima 24. cyklu slnečnej aktivity, ako to možno vidieť na grafoch uverejnených na stránke SILSO <http://sidc.oma.be/silso> (pozn.: svetové centrum pre výpočet medzinárodného Wolfovo čísla slnečných škvŕn, SIDC – Solar Influences Data analysis Center v Royal Observatory of Belgium v Bruseli, bolo v októbri vlaňajšieho roka premenované na SILSO – Sunspot Index and Long-term Solar Observations). Po sérii erupcií v polovici februára bola zaregistrovaná zvýšená geomagnetická aktivity ($A_p = 43$). V období po erupcií 25. februára (X4.9) bola slabšia geomagnetická búrka ($A_p = 20$) a nastal Forbushov pokles v kozmickom žiareni o cca 6 % oproti úrovni zo začiatku februára. Wolfovo číslo slnečných škvŕn dosiahlo maximum 27. februára (154). V marci bola slnečná i geomagneticálna aktivity všeobecne nižšia v porovnaní s februárom.

Je známe, že časový priebeh galaktického žiarenia (Cosmic Radiation – CR), pochádzajúceho zo supernov a ich zvyškov, má oneskorenie voči priebehu relativného (Wolfovo) čísla slnečných škvŕn. Variácie CR v určitom období sú spôsobené procesmi v celej heliosfére (najmä súčasťami v rýchlosťi slnečného vetra) a nezávisia teda od slnečnej aktivity v danom okamihu, ale od stavu aktivity v oveľa skôršom období. UKazuje sa navyše, že tento posun medzi R a CR je rôzny pre párné a nepárné cykly. Napríklad R. P. Kane zistil v práci, ktorá je zaradená na publikovanie do júlového čísla časopisu Solar Physics, že posun je dlhší v nepárných cykloch (19, 21, 23; okolo 10 mesiacov) ako v párných cykloch (20 a 22; 3 – 5 mesiacov). Keď Kane zobrazil závislosť úrovne CR (podľa meraní z neutrónového monitora Climax) od R pre jednotlivé slnečné cykly, zistil tiež, že tzv. hysterické slučky sú užšie pre párné cykly a širšie pre nepárné cykly. V párných cykloch sú však tieťo slučky úzke len pre údaje CR a R počas vzostupnej (hodnoty sú zobrazené na priloženom obrázku zo spomínamej práce phou čiarou) a zostupnej fázy cyklu (hodnoty zobrazené krížikmi), v čase maxima cyklu sa slučka rozširuje. Náznak rozšírenia slučky je viditeľný už aj pre hodnoty prebiehajúceho maxima aktuálneho 24. cyklu.

Ivan Dorotovič



Súčasný pohľad na štruktúru Galaxie.



Astrofoto 2013

V aprili sa už tradične v priestoroch redakcie časopisu Kozmos stretáva porota súťaže Astrofoto. Ani tento rok to nebolo inak. 16. apríla 2014 sa stretli Dušan Kalmančok (predseda poroty), Peter Dolinský, Milan Lackovič, Eugen Gindl, Pavol Rapavý a Peter Zbončák. Do súťaže Astrofoto 2013 sa zapojilo 18 autorov. Porota sa zhodla na tom, že úroveň fotografií v kategórii Astronomické snímky je nadálej veľmi vysoká. Autori majú patričné vybavenie a vedia urobiť technicky veľmi dobré fotky, z ktorých vybrať niekolko najlepších je veľmi náročné.

V kategórii Variácie na tému obloha sa porotcovia viac zamerali na celkový dojem z fotografie. Dušan Kalmančok zdôraznil, že účelom súťaže nie je vyrobiť fotografiu pre vedecké účely, ale urobiť peknú snímku, aby vzbudila umelecký dojem. Peter Zbončák povedal: „...treba byť v správnom čase na správnom mieste, aby ten obrázok pôsobil emočne, mal námet, mal kompozíciu...“.

Po náročnom hodnení sa porotcovia dohodli nasledovne:

Variácie na tému obloha

1. miesto: Lubomír Maslík: Mliečna dráha z Edelweisspitze.
2. miesto: Miroslav Grnja: Halo, parhelia a dotykový oblúk.
3. miesto: Jakub Dolinský: Noc nad Karlinem.
3. miesto: Marcel Meluš: Východ Slnka nad Viedňou.

Astronomické snímky

1. miesto: Peter Jurista: IC 5070 H α , farba.
2. miesto: Michal Bouček: M 45 (Plejády).
3. miesto: Vladimír Škrabák: Slnko 16-06-2013 a 17-06-2013.

Porota sa rozhodla tento rok udeliť cenu Snímka roka Róbertovi Barsovi za prácu Hmlovina NGC7822.

Výhercom blahoželáme a ďakujeme všetkým autorom za prejavnenú priažení. Prajeme veľa slničných dní, jasných nocí a tešíme sa na Vaše „úlovky“ v 37. ročníku súťaže Astrofoto.

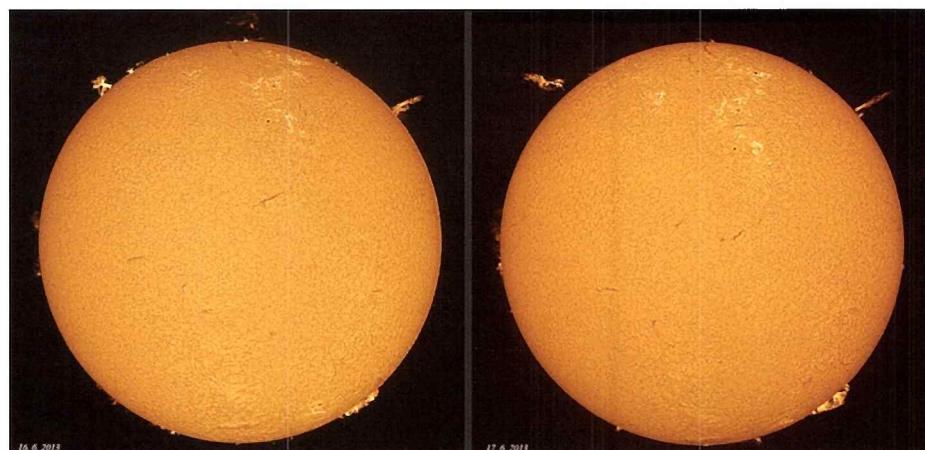
Drahoslava Výbochová

Formulár pre jednotlivé práce

| | |
|---|--|
| Meno a priezvisko | |
| Kontaktná adresa | |
| e-mail | |
| Dátum narodenia | |
| Číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny) | |
| Kategória | |
| Názov práce | |
| Dátum a čas expozície | |
| Parametre použitých prístrojov | |
| Materiál (film, fotopapier, atď.) | |
| Špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto) | |



Peter Jurista: IC 5070 – H α . Fotografované: 25. 8. 2013. Exponované celkom: filter H α – 79×600 s. Použité prístroje: filtre RGB 1 hod. každý filter, EQ6, ED 120 Skywatcher, Atik 460M, filtre Astrodon RGB, Astronomik H α 6mm. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 1. cenu.



Vladimír Škrabák: Slnko 16. 6. a 17. 6. 2013. Fotené 16. 6. 2013 a 17. 6. 2013. Každá snímka je zložená z dvoch videí (1 000 snímok stred a 500 snímok okraj), pričom bolo zo každého videa vybraných 250 najlepších záberov. Prístroje: Lunt LS60 TC Ha/b1200, Imaging Source DMK51, Heq5 Pro. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 3. cenu.



Marcel Meluš: Východ slnka nad Viedňou. Fotografované: 19. 7. 2013 o 04:37 SEČ. Prístroje: 1/200s Canon Eos 600D, Canon EF-S 18–135 mm. ISO 200, expozícia 1/200 s. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 3. cenu.



Lubomír Maslík: Mliečná dráha z Edelweisspitze. Fotografované 2. 8. 2013, 23:14 hod. – 3. 8. 2013, 0:03 h. Miesto: Edelweisspitze, Rakúsko, 2571 m n. m. Prístroje: Canon EOS 400D, Sigma EX DG Fisheye. Ohnisko: 8 mm. Expozícia: 9×300 s (54 min.), bez pointácie. Fotografia zachytáva úžasný pohľad na Mliečnu cestu, aký sa človeku naskytne už len na ojedineľných miestach v Európe. Jedným z nich je práve Edelweisspitze v Rakúsku vo výške 2571 metrov nad morom. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 1. cenu.



Jakub Dolinský: Noc nad Karlínem. Fotografované 10. 5. 2013 od 23:50 do 4:00 hod. Prístroje: Canon EOS 350D, objektív 18 mm. Fotografia v kategórii Variácie na tému obloha a získala 3. cenu.

Podmienky súťaže Astrofoto 2014

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 37. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronomie. Všetky kategórie sú bez vekového ohraničenia. **Všetky snímky, digitálne aj klasické fotografie budú hodnotené spoločne.** Súťažné práce budú rozdelené do nasledujúcich tematických kategórií:

1. Astronomické snímky. Do tejto kategórie patria astronomické snímky komet, planétok, spektier astronomických objektov, bolidov, slnečnej fotosféry a chromosféry, detaily slnečných škvŕn, hviezdkopy, galaxie, hmloviny, Mesiac, zatmenia a konjunkcie, snímky súhviedzi a pod.

2. Variácie na tému Obloha. Táto kategória poskytuje autorom široké pole pôsobnosti. Patria sem snímky z mestského alebo prírodného prostredia, na ktorých je pôsobivo zachytený astronomický alebo atmosférický úkaz či objekt (konjunkcie nebeských telies, ich východy a západy, blesky, dúhy, halové javy a pod.), ako aj snímky dokumentujúce vzťah autora k astronomii (zábery z astronomických podujatí, astronomickej techniky a pod.).

Podmienky súťaže:

- Do súťaže sa prijímajú snímky získané resp. urobené v čase od 1. januára 2014 do 31. decembra 2014.
- Ku každej súťažnej práci musí byť priložený formulár, z ktorého jasne vyplynie, že práca a formulár patria k sebe. Formulár je možné stiahnuť aj na internetovej stránke:
- Každý zarámovaný diapoziitiv označte v ľavom dolnom rohu (pri prehliadaní volným okom) čierrou bodkou a vložte do osobitného vrecuška alebo obáliky.
- Digitálne zábery musia byť zaslané v niektorom z formátov: JPEG, TIFF alebo BMP a musia mať pripojený súbor s požadovanými údajmi. Každá snímka musí byť zaslaná aj vo formáte JPEG.

- Každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.
- Fotografiu môže zaslať len autor snímky.
- Súťažná snímka nesmie obsahovať podpis, vodoznak ani text, ktorý obsahovou priamo nesúvisí so snímkom.
- Zaslaním snímky autor automaticky súhlasi s pravidlami súťaže. **Rozmery:** Čiernobiele fotografie musia mať minimálny rozmer 24×30 cm, pri farebných fotografiách postačí najmenší rozmer 13×18 cm. Prijíname diapoziitvy všetkých rozmerov.

Počet prác: Každý autor môže do súťaže poslať 5 súťažných fotografií v každej kategórii.

Ceny: Vítazné práce budú ocenené finančnými cenami, a to za 1. miesto 150 eur, za 2. miesto 100 eur a za 3. miesto 50 eur. Snímka roka, v prípade, že bude táto cena udelená, bude navyše ohodnotená prémiou 200 eur. Porota si vyhradzuje právo udeliť špeciálnu cenu pre autora do 18 rokov. Porota si tiež vyhradzuje právo neudeliť cenu.

Súťažné snímky v oboch kategóriách zároveň postupujú do súťaže o cenu firmy Tromf, ktorú firma Tromf udeluje nezávisle na odbornej porote.

Vyhodnotenie a výsledky: Súťaž vyhodnotí odborná porota. Vyhadnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2015.

Všeobecné podmienky:

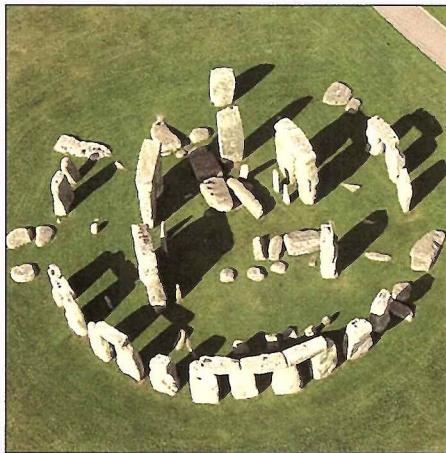
- Učastník súťaže vyhlasuje, že je autorom fotografie a má neobmedzené právo poskytovať ju ďalším osobám.
- Zaslané fotografie sa stávajú majetkom organizátora, ktorý si vyhradzuje právo zhotoviť kópie ocenených prác pre archív súťaže a podľa vlastného uváženia použiť súťažné fotografie na nekomercné účely bez ďalšieho súhlasu autora.
- Učastník súťaže súhlasí so zverejnením svojho mena v rámci vyhľásenia výsledkov súťaže.
- Učastník súťaže vyjadruje svoj súhlas so spracovaním jeho osobných údajov podľa zákona č. 428/2002 Z.z. o ochrane osobných údajov.

Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúci dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2015.

Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň
Komářianská 134
947 01 Hurbanovo
Slovenská republika

Kde môžeme privítať letný slnovrat?



Stonehenge – letecký pohľad.

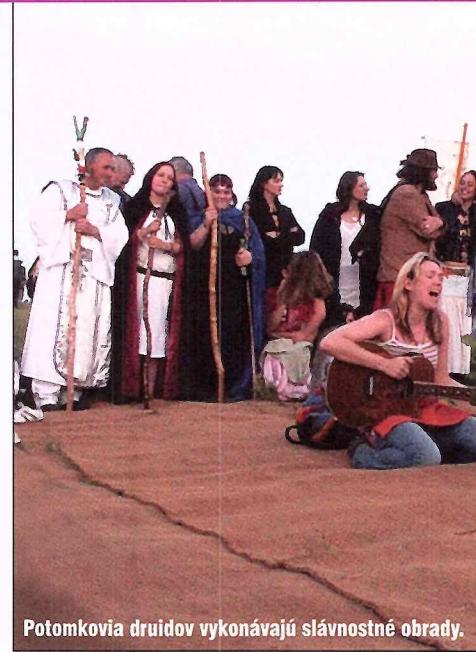


Noc ponorila Stonehenge do plápolania vatier.

Ludia už od nepamäti spájali významné momenty ich životných cyklov s oslavami, obradmi a rituálmi pod nočnou oblohou. Väčšina z nich sa viazala na astronomicky významné aspekty. V dnešnej dobe je určite najznámejším rituálom otváranie šampanského v prvých sekundách nového roka. Tesne pred polnocou vychádzame pod hviezdnu oblohu (ak je k dispozícii), strieľame okrem šumivého moku aj petardy a zapájame sa do všadeprítomných radovánoch.

Netrúfam si vymenovať všetky podobné rituály, no spomeniem ešte jeden, ktorý je významný aj pre milovníkov astronómie, histórie, a zároveň je aj cieľom pre cestovateľov, ktorí chcú zažiť a vidieť niečo výnimočné. Je to sviatok letného slnovratu. Ešte z predkresťanskej éry poznáme rituál pálenia jánskych ohňov a vatiér. Najkratšia noc v roku mala vždy magický charakter a pre našich dávnych predkov malo určenie presného času slnovratu aj význam praktický, napokolko aj pomocou neho určovali čas a vytvárali kalendár.

Každý národ mal vlastné obrady, ktoré charakterizovali jeho stupeň rozvoja a poznania. Azda najmagickejšie a najzaujímavejšie rituály udržiavalí druidi, ktorí boli najvyššími kňazmi keltského národa už 1 000 rokov pred našim letopočtom. Ich rituály, spojené s vitaním letného slnovratu, sa dodnes zachovali na tradičnom a magickom mieste, v tajomnej stavbe a svätyni,



Potomkovia druidov vykonávajú slávnostné obrady.

v Stonehenge vo Veľkej Británii. Pred časom som mal možnosť zúčastiť sa na tomto rituále, ktorý zanechá v každom účastníkovi hlboký zážitok. Vrele ho odporúčam.

Stonehenge je megaliticálna stavba, opradená množstvom nepravdepodobných teórií o jej vzniku, ale spojená aj s mimoriadnymi vedeckými objavmi a rovnakým množstvom nezodpovedaných otázok. Určite patrí medzi najstaršie stavby na našej planéte. Nachádza sa pri mestečku Amesbury v anglickom grófstve Wiltshire, asi 13 km severozápadne od známeho historického mesta Salisbury. Je postavená z opracovaných kamenných kvádrov s hmotnosťou až niekolko desiatok ton, pričom niektoré bloky boli pravdepodobne privezené z lomu vzdialeného až 300 km.

História stavby a samotnej lokality je veľkolepá a magická zároveň. Už asi 8 500 rokov pred n. l. stála na tomto mieste stavba z masívnej guľatiny. Nie je jasné, kto túto stavbu postavil



Smutné ráno – túžobne očakávané slnčné lúče sa neobjavili.



a aký mala účel. Asi 3500 rokov pred n. l. sa v tejto lokalite nachádzal pohrebný pahorok a mohyla. O 500 rokov neskôr sa už objavil kruhový násyp a hradba. Miesto malo zrejme rituálny a náboženský charakter a slúžilo na obrady najmä počas letného slnovratu. V rokoch 2600 – 2300 pred n. l. došlo k prestavbe celej lokality. Boli sem postupne privezené obrovské kamenné bloky a stavba dostala zrejme tvar, aký môžeme vidieť dnes, aj keď sa uvádza, že do súčasnosti sa zachovala už iba polovica kameniných blokov. Niektoré môžu byť zasypané, prípadne aj zničené a odvezené preč. Niektoré vztyčené kamenné bloky majú významné polohy voči astronomickým javom, preto môžeme tvrdiť, že stavba v tejto kamennej podobe slúžila aj na astronomické pozorovania východov a západov nebeských telies a bola najstarším prehistorickým astronomickým observatóriom na svete. Snahu tamojších pozorovateľov bolo určovanie času a vytvorenie čo najpresnejšieho a najstabilnejšieho kalendáru, ktorý mal slúžiť aj nasledujúcim generáciám.

V novodobej histórii stavby môžeme naznačať niekolko dôležitých momentov. V roku 1968 bolo postavené dočasné návštěvnícke centrum. V roku 1986 bolo miesto zapísané do zo-znamu svetového dedičstva UNESCO. V roku 2007 vznikol projekt dvojrúrového tunela, ktorým by sa odklonila komunikácia, ktorá prechádza nedaleko vzácnej pamiatky. Aj keď sa tunel zatiaľ nestavia, táto cesta bola v roku 2013 uzavretá a v decembri 2013 bolo otvorené nové moderné návštěvnícke centrum asi 2 km západne od kamennej stavby. Myslím, že týchto niekolko faktov je dobrým dôvodom na návštěvu tohto prehistorického kamenného astronomického observatória.

Čakanie na východ Slnka Potomkovia druidov, organizovaní napr. v Rade britských druidov a zrejme aj v iných spolkoch, každý rok 21. júna organizujú, prípadne len realizujú, obrady slnovratu priamo v najznámejšej sakrálnej stavbe spájanej s druidmi – v Stonehenge. Autom sme sa opatrné blížili po štátnej ceste A345 zo Salisbury k Amesbury, prešli sme za mestečko, ďalej ponad rieku Avon a na veľkom kruhovom objazde sme odbočili vľavo na cestu A303 a vtedy sme ho uvideli – Stonehenge. Ešte nevyzeralo majestátne, skôr sa krčilo pod nami na protíľahlom poli ako čosi, čo nemá tvar, ako keď niečo neznáme vidíte prvý raz. No to sme boli od neho ešte 3 km ďaleko. Zrazu sme sa ocitli v kolóne áut, ktorá smerovala na obrovské parkovisko v poli, s rozlohou niekolkých desiatok hektárov. Tu už parkovalo tisíce karavanov, mikrobusov, menších áut, motoriek a kolóna ďalších zvedavcov stále hustla. Ďalej sme pokračovali pešo, prešli sme cez policajné kontroly, rozkladaciu stoličku som musel nechať v úschovni, ktorá bola zriadená vo vojenskom stane, a cez vchod ohrady sme mohli vojsť len s balíčkom jedla a s kolou. Pripojili sme sa k zástupom tisícok ďalších návštěvníkov, ktorí pomaly kráčali, s jasným cieľom – dostať sa až do tesnej blízkosti prehistorickej stavby. Po chvíli sme už boli za plotom, ktorý v iné dni oddeluje všetkých návštěvníkov od vzácnej pamiatky. Teraz sme sa už mohli volne pohybovať po celej lokalite, vošli sme do stredu stavby a mohli sme sa dotýkať vzácných kamenných blokov.

A toto je možno ten najlepší dôvod, prečo si naplánovať návštěvu tejto pamiatky práve na deň a noc letného slnovratu. Samozrejme, návštěvní-



Nočné tanec až do rána.



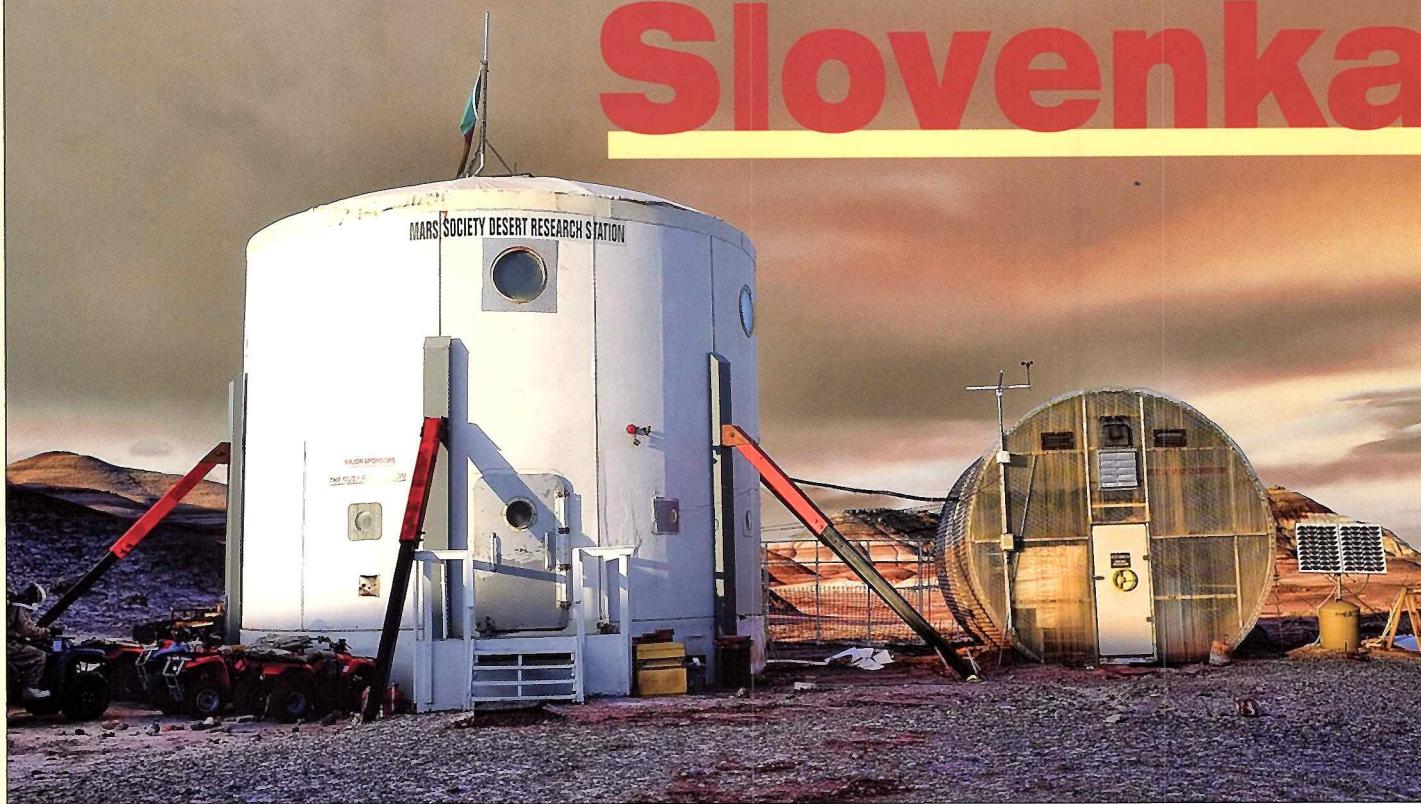
Kamenné kvádre v noci.

ci z celého sveta boli všade. Liezli po vzácných kamenných blokoch a s postupujúcim súmrakom rástla ich slávnostná radosť. Boli tu aj potomkovia druidov v dobových šatách, pripravení na tradičné obrady. Noc bola chladná a organizátori zapálili drevo s koksom v kovových košoch, aby sme vydržali až do magického východu Slnka, ktorý sľubovala jasná obloha posiate hviezdami. Megalitické bloky plápolali odrazom vatier a všade sa ozývala hudba druidov. Čas sa spojal, začínalo svítiať, a keď sa zdalo, že sa už dočkáme magických lúčov vychádzajúceho Slnka, od východu sa prihnali husté mraky a čakanie všetkých ukončil drobný dážď. Tak aj keď záver sa nevydaril, oplatilo sa čakaf až do rána a zažiť túto magickú astronomickú atmosféru.

Dr. LADISLAV HRIC
Astronomický ústav SAV



Slovenka



Marťanskú púštnu výskumnú stanicu (Mars Desert Research Station) tvoria dve stavby: ubytovňa a skleník na bylinky a zeleninu.



Michaela Musilová ako „marsonautka“.

Marťanská púštnu výskumnú stanicu je simulovaná marťanská kolónia, ktorú postavila nezisková medzinárodná Martanská spoločnosť (Mars Society) v roku 2001.

Hlavným zakladateľom spoločnosti v roku 1998 bol Dr. Robert Zubrin, s cieľom propagovať ľudské osídlenie Marsu.

Marsonautský skafander nasadený. OK! Prilba pripnutá. OK! Vysielačka zapojená. OK! Prívod vzduchu nastavený. OK! Môžem vstúpiť do prechodej vzduchotesnej komory. Nedočkavo pozérám cez okienko, čakám, kým sa skončí simulované vyrovnanie tlaku v komore. Neviem sa dočkať chvíle, keď už vykročím na „marťanskú“ pôdu.

Je chladno, niekoľko stupňov pod bodom mrazu, ale hrubé skafandre pre marsonautov nás spoľahlivo chránia. Sú veľmi tažké, so zásobami vzduchu musíme niesť vyše 15 kilogramov.

Martanská spoločnosť

Zijeme na stanici Mars Desert Research Station (MDRS) v Utahu. Stanicu postavila nezisková medzinárodná Martanská spoločnosť (Mars Society) v roku 2001 s cieľom otestovať obydlia vyhotovené pre prvých marsonautov. Spoločnosť založil v roku 1998 Dr. Robert Zubrin a ďalší nadšenci s cieľom propagovať ľudské osídlenie Marsu. Najvýznamnejším z početných projektov Martanskej spoločnosti bolo založenie celosvetového programu Martanských analogických výskumných staníc (Mars Analog Research Stations). Jedna stanica stojí v Kanadskej Arktíde (FMARS), druhá, tá naša, v americkom štáte Utah. Ďalšie dve stanice naplánovali na Islande (EuroMARS) a v Austrálii (MARS-Oz), ale ich zriadenie sa kvôli nedostatku financií oddialilo. Martanská spoločnosť, napriek spolupráci s vesmírnymi agentúrami NASA a ESA, funguje najmä vďaka príspevkom od súkromných darcov a výskumných grantov s pozoruhodnými výsledkami: alternatívne technické a technologické riešenia inžinierov a vedcov z Mars Society sú totiž oveľa lacnejšie ako ich alternatívy vyvájané v NASA.

Pokusní králici

Martanská stanica, simulujúca podmienky na Marse, sa stala naším domovom. Od nášho príchodu 18. januára 2014 tu musíme prežiť niekoľko týždňov. V dokonalej izolácii čelíme fyzickým a psychickým problémom, ktoré očakávajú budúcich marsonautov a kolonistov Marsu.

Mars je potenciálne obývateľná planéta. Má prírodné zdroje, ktoré raz ľudia budú môcť využívať. Sme tu však ako pokusní králici. Podrobujeme sa psychologickým, zdravotným a vedeckým testom, ktoré pripravili experti z celého sveta. Martanská spoločnosť a spolupracujúce vesmírne agentúry testy vyhodnotia s cieľom vytvoriť čo najväčšie podmienky pre budúce misie na Mars. Vedci okrem iného skúmajú, aký je najvhodnejší počet ľudí na základni; zvažujú najpraktickejší dizajn skafandrov; a overujú najnutnejšie prístroje potrebné na výskum Marsu a dlhodobejší pobyt na Červenej planéte.

Na Marse medzi mormonmi

Prečo si Martanská spoločnosť zvolila práve Utah, štát amerických Mormonov? Púšť v okolí MDRS v mnohom pripomína krajiny na Marse. Priemerná nadmorská výška v Utahu je 1860 metrov. Stanicu zriadili v takzvanej studenej púšti. Počas simulácií, ktoré prebiehajú v zime, sú teploty neustále pod nulou a môžu klesnúť až na mínus 36 °C. Studená púšť v Utahu má mimoriadne slanú pôdu. Výkyvy teploty medzi dňom a nocou dosahujú až 20 °C. Vlhkosť vzduchu je extrémne nízka. V tejto lokalite celé mesiace ani len nespŕchnie, priemer ročných zrážok dosahuje iba 140 milimetrov. Geomorfológia, geochemia, fyzické a sedimentačné procesy pri MDRS naozaj pripomínajú podmienky na Marse.

na marťanskej základni

„Marťanská“ je aj červenkastá, vyprahnutá krajina okolo stanice. To všetko vplýva na psychiku účastníkov marťanského pokusu.

Žiť ako na Marse

Na stanici sa učíme zdolávať všetky možné situácie, ktoré budú prví marsonauti a kolonisti riešiť. Máme obmedzené množstvo energie, kyslíka, vody i sušenej stravy pre astronautov. V budúcnosti Marťanská spoločnosť plánuje recyklovať všetok odpad zo stanice a použiť technológie na ťaženie vody z pôdy. Energia zatiaľ dodáva generátor, ktorý onedlho nahradia solárne panely. Na Marse však hlavným zdrojom energie bude jadrový reaktor. Vedci sa totiž obávajú, že by prachom zanesené solárne panely nedokázali produkovať dostatočné množstvo energie pre základňu, a to nielen počas dlhodobých, globálnych prachových búrok, ale aj počas pokojného obdobia, pretože aj marťanské vetričky dokážu vyniesť do atmosféry množstvo červeného pôudu a prachu.

Pošádku v MDRS sa musí podriadiť aj iným obmedzeniam. Nesmieme opustiť stanicu a jej okolie, jedine v prípadne väznej nádzovej situácii. Musíme žiť a pracovať, akoby sme boli na Marse. Používame len náradie a zásoby, ktoré sú na stanici. Keď chceme vyrazit do „marťanského“ terénu, musíme si obliecť marsonautský skafander so zásobou vzduchu. Dokonca aj naše komunikácie „so Zemou“ majú meškanie 4,5 až 21 minút.

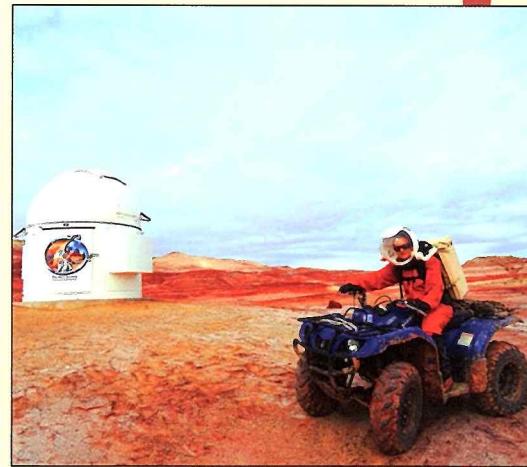
Základňa ako konzerva

Stanicu postavili podľa plánov NASA z 90. rokov (NASA Design Reference Mission), s cieľom otestovať, či je funkčný dizajn pre marťanské základne. Podľa pôvodného plánu marťanskej misie to mali byť dve stavby. Prvá mala slúžiť ako laboratórium. Na Mars by ju dopravila, spoločne s roverom, kozmická loď bez posádky. Druhá stavba mala byť súčasťou lode, ktorá marsonautov na Mars dopraví, a súčasne by slúžila ako obydlie na povrchu. V takejto bunke sme žili aj my.

Našu simulovanú marťanskú základňu dopĺňa aj skleník a observatórium. Ubytovňa má tvar valca s dvomi poschodiami. Skonštruovali ju tak, aby sa zmestila na raketu - nosič. Stavba má priemer iba osem metrov. V takom priestore žijeme a pracujeme. Na hornom poschodi je spoločenská miestnosť, ktorá slúži zároveň ako jedáleň, pracovňa, kuchyňa a fitness-centrum! V prízemí je vzduchotesná komora, vedecké laboratórium, kúpelňa a záchod. V takýchto preplnených priestoroch nemá človek žiadne súkromie: všetko je vidieť a počuf. Preto do posádky vyberajú z početných kandidátov iba ľudí, ktorí dokážu nažívať a spolupracovať bez stresu a depresei, aj v takýchto podmienkach.

Marsonauti

Posádky zostavujú tak, aby v nich boli odborníci z rozličných vedných odborov, zame-



Na terenny výskum vo vzdialenosťach nad päť kilometrov od základne musíme používať terénné vozidlá. Sú to analógy roverov, ktoré budú používané pre cestovanie na Marse. V pozadí MDRS observatórium (Musk Mars Desert Observatory).



Michaela Musilová v prechodovej vzduchotesnej komore pri pamätnej tabuľe Marťanskej spoločnosti.



Práca v skleníku spočívala v pestovaní zeleniny a bylinky pre posádku. Rastliny sa pestujú v „marťanskej“ pôde a iné sa pestujú hydroponiou, čiže bez pôdy v živnom roztoku. Ako „dôstojníčka“ skleníka sa stará aj o recyklование vody z ubytovne.



Naša strava, vysušené marsonautské jedlo: všetko od vysušenej zeleniny po práškový syr.



Hľadanie extrémofilov na „Marse“.

Musíme striktne žiť a pracovať tak, akoby sme boli na Marse.

To znamená existovať len s obmedzeným množstvom elektriny, kyslíka, vody a sušeného astronautského jedla.

Dokonca aj naše komunikácie so „Zemou“ majú meškanie 4,5 až 21 minút.

Posádka: v hornom rade, zľava doprava: Ewan Reid (zodpovedný za testovanie marťanského rovera), Ashley Dale (letecký inžinier a vedúci posádky), Kai Staats (filmár); v dolnom rade, zľava doprava: Michaela Musilová (astrobiologička a geologička), Vibha Srivastava (geochemička), Sue Ann Seah (dizajn astronautských skafandrov), lekárka Susan Jewell, robot Nao.



raných na výskum marťanského povrchu. Našu posádku tvoria: veliteľ, letecký inžinier Ashley Dale; lekárka Susan Jewell; dva inžinieri – Sue Ann Seah (dizajn skafandrov) a Ewan Reid (testovanie marťanského rovera); dva vedci – geochemička Vibha Srivastava a geologička Michaela Musilová a filmár Kai Staats. Členom nášho kolektívov je aj malý ľudský robot! Martanská spoločnosť nás vybrała na základe našich predošlých skúseností zameraných na:

1. výskum spojený s vesmírnymi aktivitami;
2. prácu v teréne (najmä v ťažkých podmienkach, v izolácii od sveta);
3. komunikáciu s médiami (tak ako astronauti, musíme pravidelne pracovať so žurnalistami, filmárimi a spravodajcami);
4. našu telesnú kondíciu. Zároveň sme museli navrhnuť niekoľko vedeckých projektov, vhodných pre marťanský výskum na MDRS.

Niet času na spánok

Čas „na Marse“ si musíme rozvrhnúť tak, aby sme sa stihli venovať našim individuálnym a skupinovým projektom: „marsonautským“

povinnostiam, komunikácií s médiami a učebným aktivitám pre školy a univerzity po celom svete. Spíme priemerne štyri a pol hodiny denne. Jeden z pokusov sa zameriava na faženie vodíka a kyslíka z horniny. Je to súčasťou projektov NASA na rozvoj miestneho využitia zdrojov.

S takouto technológiou by bolo možné získať na Marse kyslík na dýchanie, pitnú vodu aj palivo na spriatočné cesty na Zem. Tak by sa významne znížila hmotnosť lodí i náklady spojené s budúcimi vesmírnymi misiami. (Technológie vyvinula Kanadská vesmírna agentúra). Na experimentoch, od prieskumu terénu kamerami na roveroch, až po testovanie prístrojov na odobratie geologických vzoriek, spolupracujeme aj s ESA a CSA. Napríklad, kamery na roveroch používajú 3D mapovací systém. Je to prototyp, ktorý bude využitý v ExoMars roveri (s plánovaným odletom na Mars v roku 2018).

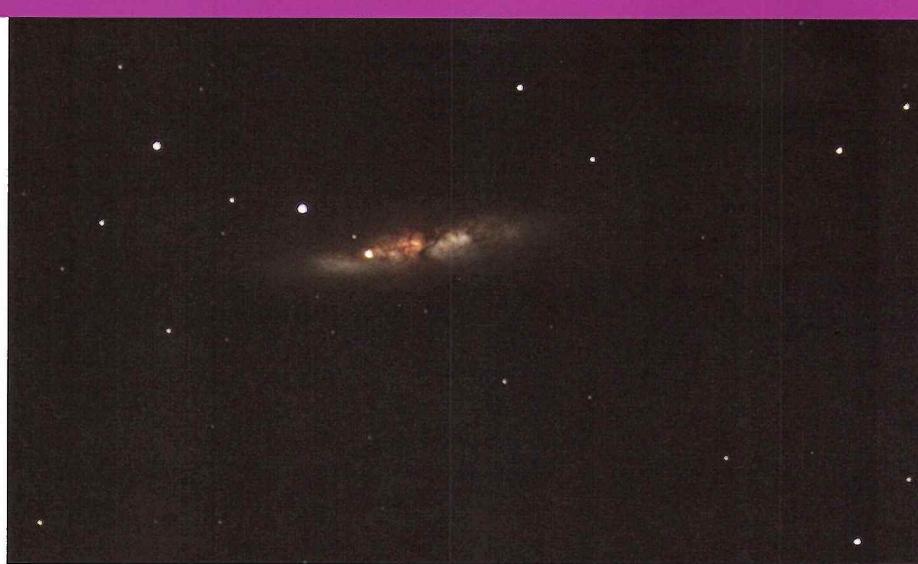
Tele-chirurgie

Rôznorodé sú aj naše spoločné projekty. Všetci sa musíme zúčastniť na simulovaných chirurgických zákrokoch na „Marse“. Počas chirurgie sú spojení cez Skype s lekármi z celého sveta, vrátane výskumnnej stanice Concordia, v Antarktíde. Concordia je francúzsko-talianská celoročná základňa, ktorá sa tiež využíva ako analóg vesmírnych misií. V tejto stanici sú posádky izolované celých 9 mesiacov bez možnosti pomoci či doplnenia zásob.

Počas každej tele-chirurgie nám skupiny chirurgov dávajú krok za krokom operačné pokyny. Máme problémy, lebo signál je často prerušený, alebo je v ňom nasimulované časové oneskorenie medzi planétami. Je to dobrá príprava, lebo v prvých posádkach budú prítomní len lekári so všeobecnými znalosťami. Tí budú potrebovať pomoc od chirurgov na Zemi, najmä počas zložitejších operácií. Ďalšie skupinové pokusy sa zameriavajú na telesné aktivity a testovanie marsonautských skafandrov. Podchvíľou vyplňujeme psychologické dotazníky.

Terraformovanie Marsu

Môj výskum je zameraný na extrémofily, organizmy, ktoré žijú v extrémnych podmienkach na Zemi. MDRS je ideálne prostredie na štúdium dvoch dôležitých komponentov výskumu extrémofilov: 1. skúška prežitia pozemských extré-



Supernovu SN 2014J typu Ia v galaxii Messier 82 sme zachytili v Musk Observatory, MDRS, s použitím 28-cm Schmidtpvho-Cassegrainovho dalekohľadu. Supernova explodovala práve počas nášho pobytu v MDRS.

(Snímka: Kai Staats a Michaela Musilová)

mofilov v martanských podmienkach; 2. posúdenie, či by tieto organizmy mohli byť použité na „terraformovanie“ Marsu.

Terraformovanie je vytvorenie takých podmienok pre život na Marse, aké sú na Zemi. Z môjho doktorandského výskumu totiž vyplynulo, že určité druhy pozemských extrémofilov dokážu vytvoriť dostatočne veľa organických látok na zúrodenie pôdy. Na MDRS skúšam teda pridávať tieto organizmy do pôdy v studenej utahskej púšti. Chcem zistíť, či v týchto podmienkach moje extrémofily prežijú, ale najmä to, či dokážu zúrodníť aj túto horninu. Bez terraformovania Marsu, vytvorenia podmienok pre martanské polnohospodárstvo, ľudstvo sa na Červenej planéte nemôže dlhodobo usadiť.

Dôstojníčka skleníka

Astronautské povinnosti nám pridelili podľa našej vedeckej špecializácie. Inžinieri majú na starosti údržbu generátora. Ja ako biologička som „dôstojníčkou“ skleníka. Mojou úlohou je pestovanie zeleniny a bylinky pre posádku. Rastliny sa pestujú dlhodobo viacerými posádkami za sebou. Niektoré sa pestujú v „martanskej“ pôde a iné sa pestujú hydropóniou, čiže bez pôdy, iba v živnom roztoku. Starám sa aj o recyklacie vody z ubytovne, ktorá sa recykluje

trojfázovo. Najprv musím z vody odstrániť tuky a usadeniny. Potom sa voda prefiltruje. Napokon použíjam denitrifikáciu – odstraňovanie dusičnanov z vody biologickými postupmi (rastlinami v skleníku).

Príjemnejšou úlohou je riadenie observatória v MDRS (Musk Mars Desert Observatory). Spolu s filmárom sme jedinými členmi posádky, ktorí majú skúsenosti s používaním astronomických dalekohľadov. Dvadsaťosecentimetrový Schmidt-Cassegrain teleskop, venovaný MDRS spoločnosťou Celestron, sme pravidelne používali na astrofotografiu a pozorovanie supernovy v galaxii M82. Supernova explodovala práve počas nášho pobytu v MDRS.

Dnes som sa vybrať nazbierať ďalšie vzorky extrémofilov. Zbožňujem prácu v martanskom teréne, napriek obmedzenému pohybu a tarche skafandra. S prilbou na hlave, dýchajúc umely vzduch, som úplne pohružená do role marsonauta. Ako kráčam k červeným „martanským“ vrchom na horizonte, cítim, viac ako inokedy, že som na ceste k splneniu svojho detského sna: dostať sa raz do vesmíru.

MICHAELA MUSILOVÁ
Snímky: autorka



Geologický výskum v teréne je s tăžkým skafandrom náročnejší, lebo obmedzuje pohyb, viditeľnosť, citlivosť v rukách i zvuk. Človek sa však naloží cíti ako na Marse, najmä keď sa pohybuje nádhernou červenou púštnou krajinou.

Nečakaný úspech knihy Ladislava Drugu

Kniha roka je čitateľská súťaž dvojtýždenná Knižná revue, ktorú organizuje v spolupráci s generálnym partnerom ankety Zdrojnením vydavateľov a kníhkopcov SR. Vzhľadom na jej tradíciu a jedinečnosť v kultúrnom a knižnom kontexte je krytá ochrannou známkou. V ankete hlasujú čitatelia prostredníctvom anketových lístkov uverejňovaných v každom čísle Knižnej revue. Platné sú lístky obsahujúce aspoň jednu nomináciu na jednu anketovú kategóriu (Kniha roka, Debut roka, Vydavateľstvo roka), ktoré majú čitatelnú adresu odsielateľa a podpis.

V tejto renomovanej ankete sa na 3. mieste umiestnilo 2. rozšírené vydanie knihy Ladislava Drugu *Úvod do dejín astronómie*.

Po prvý raz počas existencie tejto ankety sa tak vysoko umiestnila kniha astronomického charakteru. Čitatelia doteraz uprednostňovali iné žánre (beletrie, politickú literatúru). Možno to predznačuje zmienu ich vkusu pri výbere.

Výsledky 23. ročníka ankety KNIHA ROKA® 2013:

Kniha roka

1. Jozef Banáš: *Kód 1* – Ikar
2. Marián Hatala: *LúbOsnato* – Trio Publishing
3. Ladislav Druga: *Úvod do dejín astronómie* – SÚH
4. Leopold Moravčík: *Bastardi v politike* – Perfekt
5. Pavol Rankov: *Na druhej strane* – Artforum

Debut roka

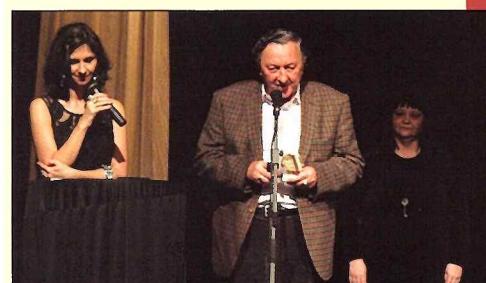
1. Ivana Gibová: *Usadenina* – Marenčin PT
2. Martin Chudík: *Ukryté v dotykoch* – VSSS
3. V. Rusnáková, Z. Vrábelová: *Krehké invenčie* – Perfekt
4. Matej Rudinský: *Nylonový svet* – Ikar

5. Kristína Faltanová: *Modlitba za hriech* – Artis Omnis

Vydavateľstvo roka

1. *Vydavateľstvo Slovart*
2. Ikar
3. Perfekt
4. DAXE
5. Lúč

(red.)



Ladislav Druga pri preberaní ocenenia za 3. miesto v čitateľskej ankete Knižnej revue Kniha roka 2013. Vľavo Zuzana Belková, dramaturgička, redaktorka a moderátorka Slovenského rozhlasu, vpravo Dana Podracká, poetka, eseistka a publicistka.
Foto: Zoltán Csontos



Ocenené knihy v súťaži Kniha roka 2013.
Foto: Zoltán Csontos

Jún – júl 2014

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári

7. 7. 2014, 21:30 SEČ

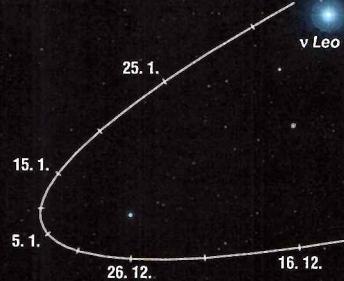
Saturn . Mesiac
 Mars
 Spika

25. 7. 2014, 03:30 SEČ

Venuša
 Merkúr
 Mesiac

Aj keď sú pred nami krátke noci, obloha ponúka množstvo úkazov, ktoré si môžeme vychutnať v príjemných nočných teplotách. Dobrú viditeľnosť ponúka Merkúr a jasná Venuša upúta ráno aj napriek nevelkej výške nad obzorom. Slabnúci Mars zaujme svojím oranžovým sfarbením a jasný Jupiter nájdeme večer, no na prelome mesiacov sa začne strácať vo večernom súmraku. Saturn je nad obzorom po celú noc, koncom júla však zapadne už len s polnocou. Niekoľko pekných zoskupení s objektmi nočnej oblohy ponúkajú, ako možnú inšpiráciu astrofotografom, asteroidy, slušne sú na tom aj kométy a koncom júla si užijeme aj dostatok meteorov.

(349) Dembowska



Planéty

Merkúr bol koncom mája v najväčšej východnej elongácii, a tak je jeho večerná viditeľnosť dobrá. Začiatkom júna zapadá až počas astronomického súmraku ako objekt 1,3 mag, no jeho jasnosť v súvislosti so zmenšujúcim sa fázou rýchlo klesá a viditeľnosť sa teda zhoršuje. 7. 6. je v zastávke, uhlovo sa bude k Slnku priblížovať a na prelome dekád už s jasnosťou len 3 mag zapadne ešte pred koncom občianskeho súmraku 40 minút po Slnku. 18. 6. je k Zemi najbližšie (0,553 AU) a o deň neskôr v dolnej konjunkcii, po ktorej sa začne presúvať na rannú oblohu. Tu sa však podmienky zlepšujú len veľmi pomaly, Merkúr má zápornú ekliptikálnu šírkú. 5. 7. vychádza na konci nautického súmraku ako objekt 1,6 mag. 12. 7. je v najväčšej západnej elongácii ($20,9^{\circ}$), no najlepšie na tom bude niekoľko dní po polovici júla, keď bude mať 0 mag a nad obzor sa dostane asi 1,5 hodiny pred východom Slnka. V ďalších dňoch sa jeho ranná viditeľnosť bude skracovať, no jasnosť stúpať. Koncom júla vychádza po polovici nautického súmraku ako objekt s príjemnou jasnosťou $-1,4$ mag.

Hned začiatkom júna je tesne pri otvorennej hviezdomope M 35, a tak je tu niekoľko dní pre zaznamenanie jeho vlastného pohybu na fotografii, podobne ako pri konjunkcii 18. 7. s µ Gem. 26. 6. popoludní nastane zákryt Merkúra Mesiacom, no bude to asi nerozliškuniteľný pozorovateľský oriešok. Uhlová vzdialenosť od Slnka bude necelých 11° , Mesiac 19,5 hodiny pred novom s mimoriadne úzkym kosáčikom ($0,3^{\circ}$) a jasnosť Merkúra len 3,5 mag... Ďalšie rande s Mesiacom 25. 7. už bude len vo vzdialosti takmer 6° , no na rannej oblohe už bude kosáčik Mesiacu výraznejší a vyššie nad obzorom zažiarí aj jasná Venuša.

Venuša ($-0,5$ až $-3,9$ mag) sa uhlovo približuje k Slnku, no jej viditeľnosť ráno sa aj napriek tomu mierne zlepšuje v dôsledku zväčšujúceho sa sklonu ekliptiky k obzoru. Po polovici júna už vychádza

počas astronomického súmraku, a tak na tmavej oblohe upúta svojou jasnosťou už na prvý pohľad. Keďže sa od nás vzdala, jej uhlový rozmer poklesne a fáza sa bude zväčšovať z $0,77$ na $0,92$.

Pred koncom júna prejde Zlatou bránu ekliptiky, 13. 7. $0,4^{\circ}$ severne od Krabej hmloviny a na prelome posledných júlových dekád aj $1,5^{\circ}$ popod M 35. Jej rýchly vlastný pohyb si môžeme všimnúť ráno 23. 7. porovnaním s µ Gem (2,9 mag), ponad ktorú prejde len vo vzdialenosťi $0,3^{\circ}$.

Konjunkcia s Mesiacom vo vzdialosti $1,9^{\circ}$ nastane 24. 6. až popoludní, a tak si obe telesá na peknom pozadí Býka vychutnáme ráno pred aj po. Ten nasledujúci deň bude ešte zaujímavejší, nakolko Mesiac bude priamo v Hyádach. Presne o mesiac sa situácia zopakuje na pozadí Blížencov, kosáčik Mesiacu však už bude podstatne ďalej, no nízko nad obzorom uvidíme aj Merkúr.

Mars ($-0,5$ až $0,4$ mag) v Panne zapadne až 1,5 hodiny po polnoci, no jeho nočná viditeľnosť sa skracuje a koncom júla to už bude o 22. hodine. Keďže sa od nás vzdali z $0,794$ na $1,183$ AU, jeho jasnosť sa zmenší a uhlový rozmer poklesne z $11,8$ len na $7,9''$. Výkonnejším ďalekohľadom teda na jeho povrchu budeme môcť pozorovať albedo útvary len zo začiatku tohto obdobia a všimnime si aj jeho zmenšujúcu sa fázu. Na oblohe zaujme svojím červenkastým sfarbením a farebným kontrast s bielomodrou Spikou môžeme dobre porovnať pri ich priblížení v polovici júla.

8. 6. bude v konjunkcii s Mesiacom vo vzdialenosťi vyše $2,4^{\circ}$, no tá tesnejšia $0,5^{\circ}$ nastane až 6. 7. Škoda len, že až po ich západe, no aj tak to bude pekné zoskupenie aj s asistenciou Spiky.

Jupiter ($-1,9$ až $-1,8$ mag) sa z Blížencov presunie 7. 6. do Raku, jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje. Začiatkom júna zapadne 1,5 hodiny pred polnocou, na prelome mesiacov však už počas nautického súmraku. Okolo polovice júla sa začne strácať vo večernom súmraku a 25. 7. je v konjunkcii

Merkúr

Venuša

Mars

Jupiter

Saturn

Urán

Neptún

30"

1. 6. – 1. 7. – 1. 8.

1. 7. 2014

Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2014)

| Dátum | UT h m s | f | XZ | mag | CA ° | PA ° | a s/° | b s/° |
|--------|-------------|---|-------|-----|---------|---------|----------|----------|
| 8. 6. | 20 42 30 | D | 19313 | 7,0 | +74S | 127 | 78 | -92 |
| 10. 6. | 19 28 0 | D | 20950 | 6,6 | +75S | 122 | 77 | -8 |
| 15. 6. | 0 37 47 | D | 26843 | 3,9 | -80N | 63 | 86 | 23 |
| 15. 6. | 1 48 44 | R | 26843 | 3,9 | +73N | 270 | 88 | -36 |
| 2. 7. | 19 45 7 | D | 16040 | 6,6 | +68N | 93 | 20 | -98 |
| 7. 7. | 21 14 11 | D | 20594 | 6,6 | +35S | 163 | 73 | -177 |
| 22. 7. | 0 32 15 | R | 5458 | 6,3 | + 9N | 338 | 92 | -170 |

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

so Slnkom a bude od nás najdalej vo vzdialosti 6,283 AU. Už v maličkom ďalekohľade uvidíme jeho štyri najjasnejšie Mesiace, väčšie zväčšenie odhalí jeho sploštený kotúčik aj s tmavými rovníkovými pásmi či Veľkou červenou škvŕnou. 3. 6. okolo 21. hodiny si nenechajme ujsť pohľad na červenú škvŕnu v centre kotúčika, nad ktorou bude aj tieň mesiaca Ganymedes. Samotný Ganymedes uvidíme už západne od kotúčika planéty aj s Europou a Callisto, východne bude Io.

Konjunkcie s Mesiacom budú len v úticej vzdialnosti vyše 6° , no keďže sú obe telesá výrazné, nízko nad obzorom iste upútajú pozornosť.

Prechody Veľkej červenej škvŕny centrálnym poludníkom Jupitera

(Jupiterov systém II)

| | | |
|--------------|---------------|---------------|
| 1. 6., 19:34 | 8. 6., 20:24 | 20. 6., 20:24 |
| 3. 6., 21:13 | 15. 6., 21:14 | 2. 7., 20:25 |

Saturn (0,2 – 0,5 mag) vo Váhach sa medzi hviezdami pohybuje západne, spomaľuje, 21. 7. je v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Späťatku je nad obzorom celú noc, západne až nadrámom so začiatkom občianskeho súmraku. Jeho viditeľnosť sa však pomaličky skracuje a koncom júla západne už hodinu pred polnocou. Kedže sa od nás vzdala, jeho jasnosť klesá, no aj tak bude dobre viditeľným žltkastým, pokojne svietiacim objektom nočnej oblohy. Zdáliamo sa k nemu približovať aj Mars, koncom júla to bude len $14''$, a tak na konci tohto obdobia si môžeme dobre všimnúť ich rozdielny farebný nádych. Ďalej vpravo je ešte aj bielomodrá Spika.

10. 6. a 8. 7. bude v konjunkcii s Mesiacom. Tú prvú uvidíme najlepšie po západe Slnka, júlovú najlepšie až pred ich západom.

Urán (5,9 – 5,8 mag) je stále v Rybách, jeho viditeľnosť sa zlepšuje. Vychádza 1,5 hodiny po polnoci počas astronomickejho súmraku, koncom júla však už v neskorších nočných hodinách viac ako dve hodiny pred polnocou. 22. 7. je stacionárny a začne sa pohybovať späťne. Kedže sa k nám priblíží o takmer 1 AU, mierne zjasnie, bude ho možné najť aj bez ďalekohľadu. Jeho uhlový rozmer vzrástie na $3,6''$, a tak ho vo výkonnejšom ďalekohľade uvidíme ako maličký modrastý kotúčik.

21. 6. bude v pomerne tesnej konjunkcii s Mesiacom po poslednej štvrti, a tak po ich východe by sme ho mali poľahky nájsť len $0,5^\circ$ pod južným rohom Mesiaca. Podobná konjunkcia sa zapakuje aj 18. 8., no tá nastáva počas dňa a vo vzdialosti väčšej ako 4° .

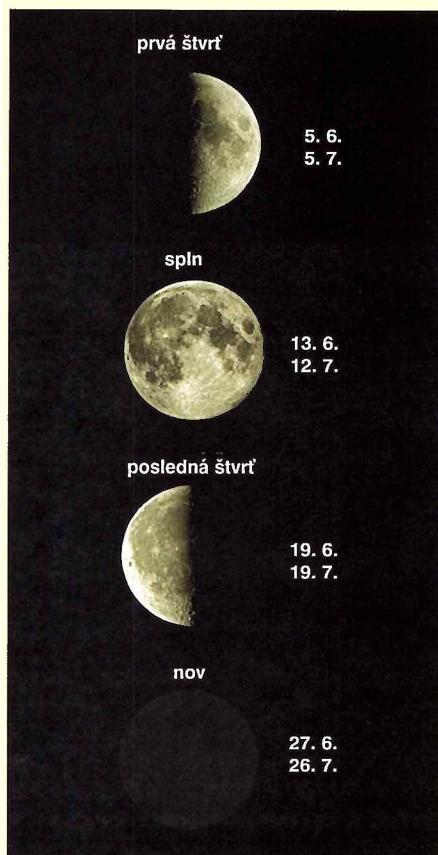
Neptún (7,9 – 7,8 mag) v strednej časti Vodnára je nad obzorom v druhej polovici noci, do konca júla sa jeho pozorovateľnosť ešte zlepší a bude vychádzať už počas nautického súmraku. Medzi hviezdami sa pohybuje východne, 10. 6. je v zastávke a začne spätný pohyb. Na jeho pozorovanie potrebujeme aspoň triéder, výkonnejší prístroj nám ukáže maličký modrastý kotúčik s priemerom $2,3''$. Konjunkcie s Mesiacom nastávajú len počas dňa a vo vzdialosti väčšej ako 4° .

Trpasličie planéty

(1) Ceres (7,8 – 8,7 mag) v Panne má po aprílovej opozícii len mierne sa zhoršujúce podmienky po-

Fázy Mesiaca

| prvá štvrt | 5. 6. | 21:39 | 5. 7. | 12:59 |
|----------------|--------|-------|--------|-------|
| spln | 13. 6. | 5:11 | 12. 7. | 12:25 |
| posledná štvrt | 19. 6. | 19:39 | 19. 7. | 3:08 |
| nov | 27. 6. | 9:09 | 26. 7. | 23:42 |



Efemerida (1) Ceres

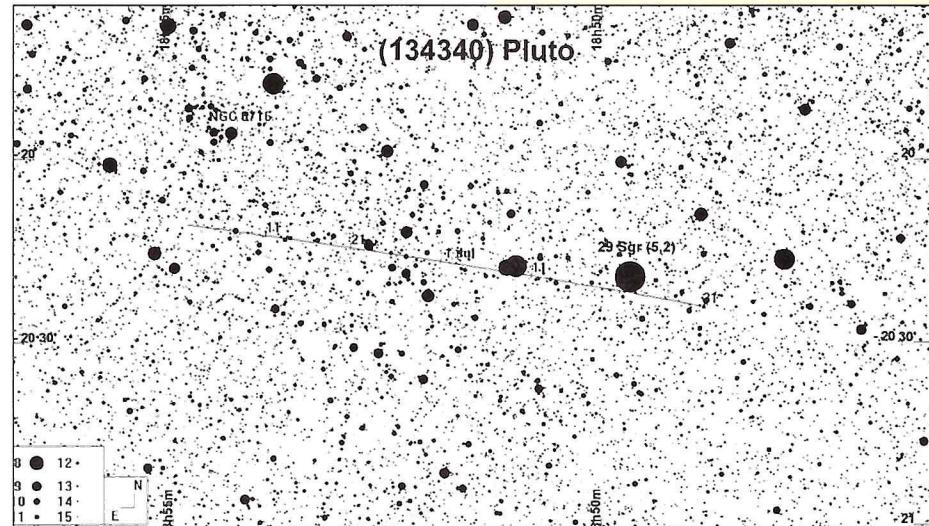
| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|-----|-------|
| 1. 6. | 13 ^h 26,2m | +02°02,4' | 7,8 | 128,1 |
| 11. 6. | 13 ^h 25,5m | +01°04,4' | 8,0 | 119,1 |
| 21. 6. | 13 ^h 27,2m | +00°04,7' | 8,2 | 110,6 |
| 1. 7. | 13 ^h 31,0m | -01°22,5' | 8,4 | 102,5 |
| 11. 7. | 13 ^h 36,8m | -02°46,9' | 8,5 | 94,9 |
| 21. 7. | 13 ^h 44,1m | -04°15,7' | 8,6 | 87,7 |
| 31. 7. | 13 ^h 53,0m | -05°47,7' | 8,7 | 80,8 |

Efemerida (134340) Pluto

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|------|-------|
| 1. 6. | 18 ^h 54,8m | -20°10,9' | 14,3 | 147,3 |
| 11. 6. | 18 ^h 53,9m | -20°12,7' | 14,3 | 157,0 |
| 21. 6. | 18 ^h 52,9m | -20°14,7' | 14,3 | 166,7 |
| 1. 7. | 18 ^h 51,9m | -20°17,0' | 14,3 | 175,8 |
| 11. 7. | 18 ^h 50,8m | -20°19,3' | 14,3 | 173,0 |
| 21. 7. | 18 ^h 49,8m | -20°21,8' | 14,3 | 163,5 |
| 31. 7. | 18 ^h 48,8m | -20°24,2' | 14,3 | 153,8 |

zorovateľnosti. Začiatkom júna západne až počas nautického súmraku, koncom júla už po 22. hodine. Jej jasnosť klesá, nakoľko sa od nás vzdiali z 1,91 na 2,67 AU. Na oblohu bude v blízkosti Vesty, nevzdiaľia sa na viac ako 2° , a najbližšie, len necelých $6''$, budú 7. 7., a teda nebude problém zachytiť obe telesá ani dlhšími ohniskami.

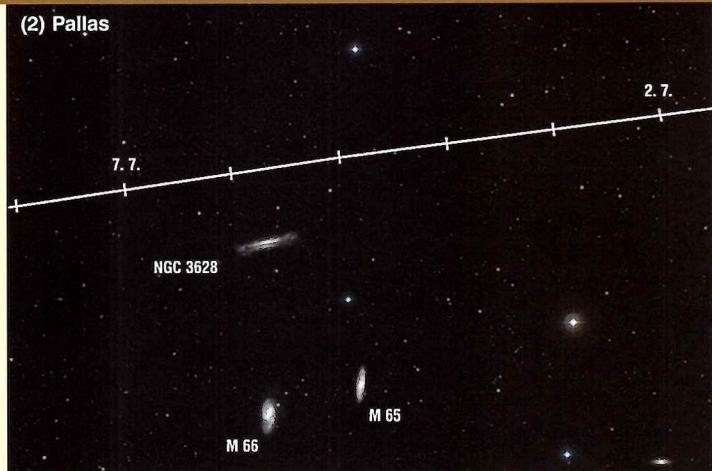
Svoju pôť začne pri galaxii NGC 5147 (11,7 mag) a začiatkom júla bude prechádzať severou časťou kopy galaxií v Panne.



| dátum | SEČ | asteroid | mag | objekt | typ | mag | $\Delta [']$ |
|--------|-----|-----------------|------|----------|---------|------|--------------|
| 3. 6. | 11 | (29) Amphitrite | 9,8 | NGC 6637 | GH | 8,3 | 18 |
| 13. 6. | 7 | (22) Kalliope | 10,8 | NGC 6316 | GH | 8,1 | 12 |
| 24. 6. | 2 | (43) Ariadne | 11,3 | Spika | hviezda | 1,1 | 39 |
| 12. 7. | 13 | (9) Metis | 10,9 | NGC 5796 | G | 11,6 | 7 |
| 14. 7. | 16 | (30) Urania | 10,4 | M 75 | GH | 8,6 | 52 |
| 23. 7. | 1 | (27) Euterpe | 10,4 | M 75 | GH | 8,6 | 32 |
| 17. 7. | 5 | (14) Irene | 10,6 | M 30 | GH | 6,9 | 62 |
| 26. 7. | 0 | 54 Alexandra | 10,4 | M 70 | GH | 7,8 | 63 |

GH – guľová hviezdokopa; G – galaxia; ° – uhlová vzdialenosť

(2) Pallas



Efemerida asteroidu (4) Vesta

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|-----|-------|
| 1. 6. | 13 ^h 17,6m | +02°30,9' | 6,5 | 126,1 |
| 11. 6. | 13 ^h 18,8m | +01°27,6' | 6,7 | 117,4 |
| 21. 6. | 13 ^h 22,8m | +00°09,6' | 6,9 | 109,5 |
| 1. 7. | 13 ^h 29,2m | -01°19,9' | 7,0 | 102,1 |
| 11. 7. | 13 ^h 37,8m | -02°57,9' | 7,2 | 95,3 |
| 21. 7. | 13 ^h 48,3m | -04°41,8' | 7,3 | 88,8 |
| 31. 7. | 14 ^h 00,4m | -06°29,3' | 7,4 | 82,8 |

Efemerida kométy Jacques (C/2014 E2)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|------|------|
| 15. 7. | 05 ^h 35,9m | +26°13,1' | 10,3 | 27,8 |
| 20. 7. | 05 ^h 27,7m | +28°48,8' | 10,4 | 34,5 |
| 25. 7. | 05 ^h 18,8m | +31°48,7' | 10,5 | 41,4 |
| 30. 7. | 05 ^h 08,3m | +35°22,5' | 10,6 | 48,6 |

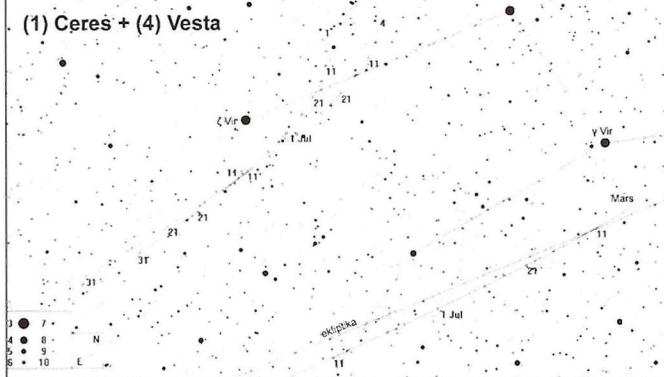
Efemerida kométy PANSTARRS (C/2012 K1)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|-----|------|
| 1. 6. | 10 ^h 46,9m | +42°19,2' | 8,0 | 77,6 |
| 6. 6. | 10 ^h 31,6m | +40°05,0' | 7,9 | 71,4 |
| 11. 6. | 10 ^h 19,0m | +37°51,0' | 7,9 | 65,3 |
| 16. 6. | 10 ^h 08,7m | +35°39,8' | 7,8 | 59,4 |
| 21. 6. | 10 ^h 00,2m | +33°32,7' | 7,7 | 53,6 |
| 26. 6. | 09 ^h 53,0m | +31°30,2' | 7,6 | 47,9 |
| 1. 7. | 09 ^h 47,0m | +29°32,5' | 7,5 | 42,4 |
| 6. 7. | 09 ^h 41,9m | +27°39,0' | 7,4 | 36,9 |
| 11. 7. | 09 ^h 37,5m | +25°49,4' | 7,3 | 31,5 |
| 16. 7. | 09 ^h 33,5m | +24°02,8' | 7,1 | 26,2 |
| 21. 7. | 09 ^h 30,0m | +22°18,5' | 7,0 | 20,9 |

Efemerida kométy LINEAR (C/2012 X1)

| Dátum | RA(2000) | D(2000) | mag | el. |
|--------|-----------------------|-----------|-----|-------|
| 1. 6. | 22 ^h 15,1m | -19°38,1' | 8,8 | 101,5 |
| 6. 6. | 22 ^h 20,0m | -21°28,2' | 8,9 | 105,8 |
| 11. 6. | 22 ^h 24,1m | -23°24,3' | 8,9 | 110,1 |
| 16. 6. | 22 ^h 27,5m | -25°26,0' | 9,0 | 114,6 |
| 21. 6. | 22 ^h 30,2m | -27°32,5' | 9,1 | 119,0 |
| 26. 6. | 22 ^h 32,0m | -29°42,7' | 9,1 | 123,5 |
| 1. 7. | 22 ^h 33,0m | -31°55,2' | 9,2 | 127,9 |
| 6. 7. | 22 ^h 33,2m | -34°08,1' | 9,3 | 132,2 |

(1) Ceres + (4) Vesta

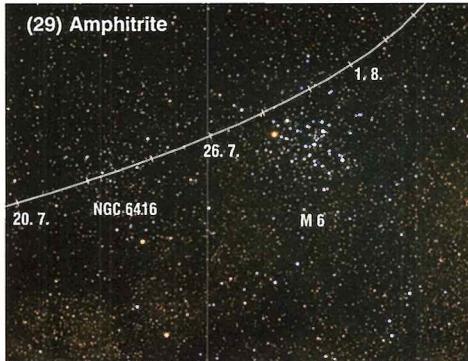


(134340) Pluto (14,3 mag) v Strelcovi je 4,7. v opozícii, a teda nad obzorom počas celej noci. Dva dni pred opozíciou je k nám najbližšie 31,665 AU. Začiatkom júna je 0,25°, pod riedkou otvorenou hviezdomkopou NGC 6716 (7,5 mag), 8. 7. tesne pod dvojicou premenných V 4008 a BB Sgr a 21. 7. 2° južne od 29 Sgr (5,2 mag). Zachytiť fotograficky Pluto je pomerne jednoduché, na vizuálne pozorovanie však potrebujeme dalekohľad s priemerom aspoň 30 cm.

2,038 AU, jej jasnosť poklesne na 7,4 mag. V jej blízkosti je aj trpasličia planéta Ceres a začiatkom júla sa bude nachádzať na pozadí kopy galaxií v Panne.

Viacero asteroidov sa priblíži k objektom nočnej oblohy, a tak pri ich pozorovaní sa môžeme potešiť aj týmto zoskupeniami. Pre astrofotografov to môže byť inšpirácia.

(29) Amphitrite



Asteroidy

Počas týchto dvoch mesiacom budú v opozícii jasnejšie ako 11 mag: (13) Egeria (3. 6.; 10,5 mag), (22) Kalliope (13. 6.; 10,9 mag), (198) Ampella (15. 6.; 10,9 mag), (29) Amphitrite (24. 6.; 9,5 mag), (39) Laetitia (1. 7.; 9,9 mag), (103) Hera (7. 7.; 10,8 mag), (230) Athamantis (7. 7.; 10,3 mag), (54) Alexandra (9. 7.; 10,1 mag), (115) Thyra (15. 7.; 10,6 mag), (30) Urania (20. 7.; 10,2 mag), (27) Euterpe (22. 7.; 10,4 mag).

Najjasnejším asteroidom je (4) Vesta v Panne s jasnosťou 6,5 mag, no kedže sa od nás vzdialí z 1,428 na

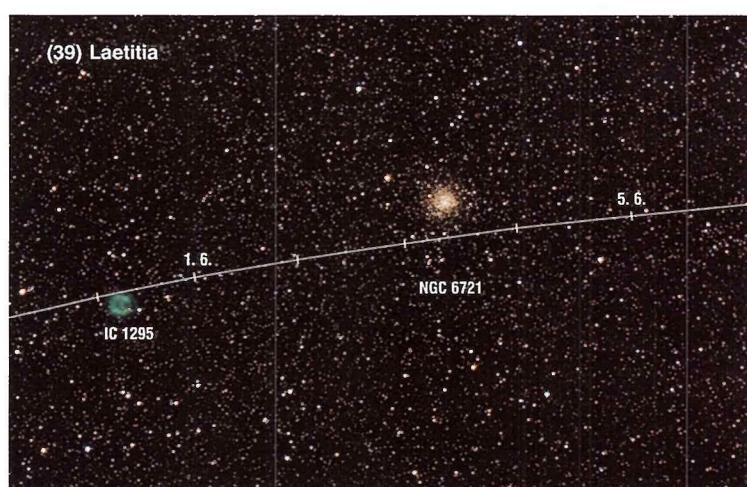
Kométy

Ak sú na oblohe kométy v dosahu binokulárov, je to vcelku priateľné a potešiteľné, aj keď lepšie obdobie je ešte pred nami.

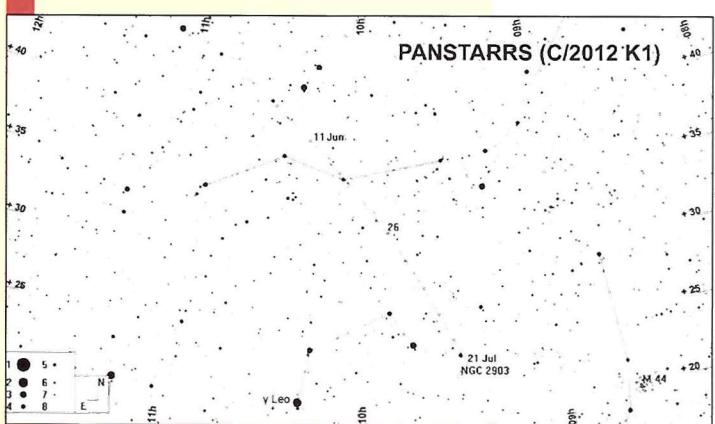
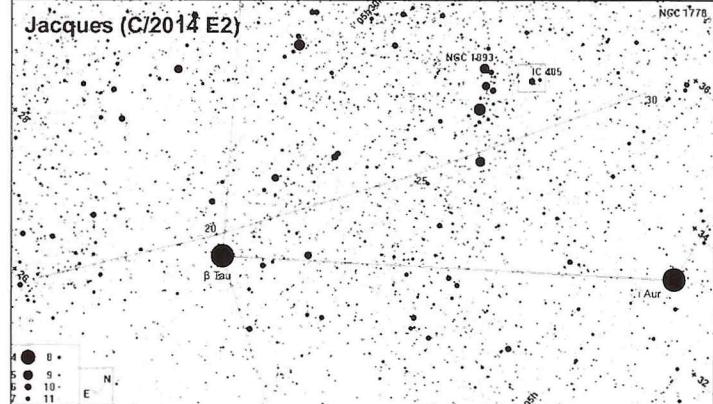
Lovejoy (C/2013 R1) začiatkom júna zoslabne na takmer 12 mag, jej deklinácia je záporná, na prelome mesiacov dokonca už -26°.

V slušnej kondícii je aj LINEAR

(39) Laetitia



Jacques (C/2014 E2)



(C/2012 X1), no aj tá je pomerne nízko nad obzorom.

Situáciu však veľmi dobre zachraňuje PAN-STARRS (C/2012 K1), ktorá prejde perihéliom 27. 8. a príjemne zjasňuje. Bude v dosahu binokulárov a pravdepodobne aj najjasnejšou kométou až do konca tohto roku. Od polovice júla sa začne strácať vo večernom súmraku, uholovo sa približuje k Slnku. Najjasnejšia však bude až v polovici októbra, keď na rannej oblohe dosiahne 6 mag.

13. marca bola objavená 45-cm ďalekohľadom observatória SONEAR (Southern Observatory for Near Earth Asteroids Research) v Brazílii na CCD snímkach pomerne jasná kométa (14,7 mag) C/2014 E2 (Jacques). Po prechode perihéliom 2. 7. bude od nás pozorovateľná pred koncom júla na rannej oblohe v Býkovi a Povozníkovi ako mierne slabnúci objekt okolo 10,4 mag. Pozorovania však naznačujú, že reálne by mohla byť jasnejšia až o 3 mag, a teda skvelým objektom. 22. 7. prejde len 22' od β Tau (1,7 mag).

Pavol Rapavý

Meteory

U júnových Bootíd sa sice tohto roku vyššia aktivita neocakáva, no je možná. Pozorovacie podmienky sú ideálne, Mesiac je v neve a radiant je cirkumpolárny. Identifikácia týchto rojových meteoriarov aj pri nízkej aktivite je jednoduchá, pretože sú veľmi pomalé. Materskou kométou tohto roja je 7P/Pons-Winnecke s obežnou dobou 6,33 roka, ktorá prejde perihéliom 30. 1. 2015 a k dráhe Zeme sa približuje na 0,24 AU. V roku 1998 roj prevkapil frekvenciami v rozmedzí 50 – 100, v roku 2004 s nižšími 20 – 50.

Najvyššia meteorická aktivita bude koncom júla, napoklko v priebehu troch dní sú v maxime tri roje a podmienky sú takiež ideálne. Od polovice júla sú v činnosti aj Perzeidi a tak prepočítané frekvencie presiahnu 30 meteorov za hodinu.

Tabuľky východov a západov (jún – júl 2014)

Slnko

| Vých. | Záp. | Súmrak | | | | | |
|--------|------|-----------|------|----------|------|--------------|------|
| | | Občiansky | | Nautický | | Astronomický | |
| zač. | kon. | zač. | kon. | zač. | kon. | zač. | kon. |
| 1. 6. | 3:44 | 19:33 | 3:03 | 20:13 | 2:08 | 21:09 | 0:45 |
| 6. 6. | 3:41 | 19:38 | 3:00 | 20:18 | 2:03 | 21:15 | 0:32 |
| 11. 6. | 3:39 | 19:41 | 2:57 | 20:22 | 1:59 | 21:21 | 0:19 |
| 16. 6. | 3:38 | 19:44 | 2:56 | 20:25 | 1:58 | 21:24 | 0:09 |
| 21. 6. | 3:39 | 19:45 | 2:57 | 20:27 | 1:58 | 21:26 | 0:05 |
| 26. 6. | 3:40 | 19:46 | 2:58 | 20:27 | 2:00 | 21:26 | 0:09 |
| 1. 7. | 3:43 | 19:45 | 3:01 | 20:26 | 2:03 | 21:24 | 0:21 |
| 6. 7. | 3:46 | 19:43 | 3:05 | 20:24 | 2:08 | 21:21 | 0:35 |
| 11. 7. | 3:51 | 19:40 | 3:10 | 20:20 | 2:14 | 21:16 | 0:50 |
| 16. 7. | 3:55 | 19:36 | 3:16 | 20:15 | 2:22 | 21:09 | 1:05 |
| 21. 7. | 4:01 | 19:31 | 3:22 | 20:10 | 2:30 | 21:01 | 1:20 |
| 26. 7. | 4:07 | 19:26 | 3:29 | 20:03 | 2:39 | 20:53 | 1:34 |
| 31. 7. | 4:13 | 19:19 | 3:36 | 19:56 | 2:48 | 20:43 | 1:48 |

Mesiac

| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|------|-------|
| 1. 6. | 14:40 | 22:06 | 1. 6. | 6:36 | 22:21 |
| 6. 6. | 18:19 | | 6. 6. | 6:22 | 22:05 |
| 11. 6. | 22:28 | 2:25 | 11. 6. | 6:07 | 21:49 |
| 16. 6. | 2:27 | 7:36 | 16. 6. | 5:53 | 21:33 |
| 21. 6. | 6:49 | 13:43 | 21. 6. | 5:39 | 21:16 |
| 26. 6. | 10:58 | 18:44 | 26. 6. | 5:25 | 21:00 |
| 1. 7. | 14:50 | 21:36 | 1. 7. | 5:11 | 20:44 |
| 6. 7. | 18:30 | 23:46 | 6. 7. | 4:57 | 20:27 |
| 11. 7. | 23:10 | 2:49 | 11. 7. | 4:43 | 20:11 |
| 16. 7. | 3:02 | 9:05 | 16. 7. | 4:29 | 19:55 |
| 21. 7. | 7:16 | 14:51 | 21. 7. | 4:15 | 19:39 |
| 26. 7. | 11:19 | 18:42 | 26. 7. | 4:02 | 19:22 |
| 31. 7. | 14:56 | 20:55 | 31. 7. | 3:48 | 19:06 |

Jupiter

| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|------|-------|
| 1. 6. | 14:40 | 22:06 | 1. 6. | 6:36 | 22:21 |
| 6. 6. | 18:19 | | 6. 6. | 6:22 | 22:05 |
| 11. 6. | 22:28 | 2:25 | 11. 6. | 6:07 | 21:49 |
| 16. 6. | 2:27 | 7:36 | 16. 6. | 5:53 | 21:33 |
| 21. 6. | 6:49 | 13:43 | 21. 6. | 5:39 | 21:16 |
| 26. 6. | 10:58 | 18:44 | 26. 6. | 5:25 | 21:00 |
| 1. 7. | 14:50 | 21:36 | 1. 7. | 5:11 | 20:44 |
| 6. 7. | 18:30 | 23:46 | 6. 7. | 4:57 | 20:27 |
| 11. 7. | 23:10 | 2:49 | 11. 7. | 4:43 | 20:11 |
| 16. 7. | 3:02 | 9:05 | 16. 7. | 4:29 | 19:55 |
| 21. 7. | 7:16 | 14:51 | 21. 7. | 4:15 | 19:39 |
| 26. 7. | 11:19 | 18:42 | 26. 7. | 4:02 | 19:22 |
| 31. 7. | 14:56 | 20:55 | 31. 7. | 3:48 | 19:06 |

Merkúr

| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 1. 6. | 5:02 | 21:14 | 1. 6. | 17:13 | 3:03 |
| 6. 6. | 4:56 | 20:52 | 6. 6. | 16:51 | 2:42 |
| 11. 6. | 4:42 | 20:21 | 11. 6. | 16:30 | 2:21 |
| 16. 6. | 4:22 | 19:45 | 16. 6. | 16:09 | 2:01 |
| 21. 6. | 3:57 | 19:07 | 21. 6. | 15:49 | 1:41 |
| 26. 6. | 3:31 | 18:34 | 26. 6. | 15:28 | 1:21 |
| 1. 7. | 3:06 | 18:12 | 1. 7. | 15:07 | 1:00 |
| 6. 7. | 2:47 | 18:00 | 6. 7. | 14:47 | 0:40 |
| 11. 7. | 2:34 | 17:59 | 11. 7. | 14:26 | 0:20 |
| 16. 7. | 2:29 | 18:08 | 16. 7. | 14:07 | 0:00 |
| 21. 7. | 2:34 | 18:23 | 21. 7. | 13:47 | 23:36 |
| 26. 7. | 2:51 | 18:42 | 26. 7. | 13:28 | 23:17 |
| 31. 7. | 3:19 | 18:59 | 31. 7. | 13:09 | 22:57 |

Saturn

| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 1. 6. | 5:02 | 21:14 | 1. 6. | 17:13 | 3:03 |
| 6. 6. | 4:56 | 20:52 | 6. 6. | 16:51 | 2:42 |
| 11. 6. | 4:42 | 20:21 | 11. 6. | 16:30 | 2:21 |
| 16. 6. | 4:22 | 19:45 | 16. 6. | 16:09 | 2:01 |
| 21. 6. | 3:57 | 19:07 | 21. 6. | 15:49 | 1:41 |
| 26. 6. | 3:31 | 18:34 | 26. 6. | 15:28 | 1:21 |
| 1. 7. | 3:06 | 18:12 | 1. 7. | 15:07 | 1:00 |
| 6. 7. | 2:47 | 18:00 | 6. 7. | 14:47 | 0:40 |
| 11. 7. | 2:34 | 17:59 | 11. 7. | 14:26 | 0:20 |
| 16. 7. | 2:29 | 18:08 | 16. 7. | 14:07 | 0:00 |
| 21. 7. | 2:34 | 18:23 | 21. 7. | 13:47 | 23:36 |
| 26. 7. | 2:51 | 18:42 | 26. 7. | 13:28 | 23:17 |
| 31. 7. | 3:19 | 18:59 | 31. 7. | 13:09 | 22:57 |

Venuša

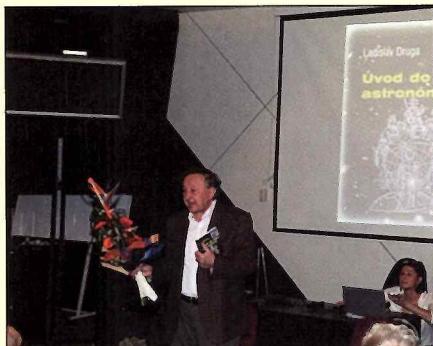
| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 1. 6. | 2:17 | 16:04 | 1. 6. | 1:32 | 14:26 |
| 6. 6. | 2:10 | 16:17 | 6. 6. | 1:13 | 14:08 |
| 11. 6. | 2:04 | 16:29 | 11. 6. | 0:53 | 13:49 |
| 16. 6. | 1:59 | 16:42 | 16. 6. | 0:34 | 13:31 |
| 21. 6. | 1:55 | 16:54 | 21. 6. | 0:14 | 13:11 |
| 26. 6. | 1:53 | 17:07 | 26. 6. | 23:52 | 12:52 |
| 1. 7. | 1:51 | 17:18 | 1. 7. | 23:32 | 12:33 |
| 6. 7. | 1:51 | 17:30 | 6. 7. | 23:13 | 12:14 |
| 11. 7. | 1:52 | 17:40 | 11. 7. | 22:53 | 11:55 |
| 16. 7. | 1:56 | 17:49 | 16. 7. | 22:33 | 11:35 |
| 21. 7. | 2:01 | 17:56 | 21. 7. | 22:13 | 11:16 |
| 26. 7. | 2:07 | 18:02 | 26. 7. | 21:54 | 10:56 |
| 31. 7. | 2:16 | 18:06 | 31. 7. | 21:35 | 10:36 |

Mars

| Východ | Západ | Východ | Západ | | |
|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 1. 6. | 13:51 | 1:27 | 1. 6. | 0:20 | 10:59 |
| 6. 6. | 13:36 | 1:08 | 6. 6. | 0:00 | 10:40 |
| 11. 6. | 13:23 | 0:49 | 11. 6. | 23:37 | 10:20 |
| 16. 6. | 13:11 | 0:31 | 16. 6. | 23:17 | 10:01 |
| 21. 6. | 13:00 | 0:13 | 21. 6. | 22:57 | 9:41 |
| 26. 6. | 12:50 | 23:53 | 26. 6. | 22:38 | 9:21 |
| 1. 7. | 12:41 | 23:37 | 1. 7. | 22:18 | 9:01 |
| 6. 7. | 12:33 | 23:21 | 6. 7. | 21:58 | 8:41 |
| 11. 7. | 12:26 | 23:05 | 11. 7. | 21:39 | 8:21 |
| 16. 7. | 12:19 | 22:49 | 16. 7. | 21:19 | 8:01 |
| 21. 7. | 12:14 | 22:34 | 21. 7. | 20:59 | 7:41 |
| 26. 7. | 12:08 | 22:19 | 26. 7. | 20:39 | 7:21 |
| 31. 7. | 12:04 | 22:05 | 31. 7. | 20:19 | 7:00 |



„Krásny dobrý deň do Hurbanova vám praje Jana Kirschner.“



Autor krstenej knihy – Ladislav Druga.



Milan Rybansky pri svojom príhovore.



Spoločná fotografia účastníkov seminára.

Snímky: I. Dorotovič (4) a P. Dolinsky (2)

Seminár pri príležitosti 45. výročia otvorenia Pomaturitného štúdia astronómie

Pri ustanovovaní Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove 1. apríla 1969 sa hovorilo aj o potrebe nejaké formy vzdelenia v astronómii mimo univerzitnej úrovne. Nápad mal úspech: 1. októbra 1969 bolo otvorené Pomaturitné štúdium astronómie na Slovensku. Dnes štúdium zabezpečuje Slovenská ústredná hvezdáreň so Strednou priemyselnou školou stavebnou v Hurbanove.

14. marca 2014 sa pri príležitosti 45. výročia otvorenia Pomaturitného štúdia astronómie stretlo 100 z približne 300 absolventov štúdia.

Po privítaní a úvodnom príhovore gen. riaditeľa SÚH Mgr. Mariána Vidovenca si účastníci vypočuli odborné prednášky. Mgr. Martin Vaňko, PhD. z AÚ v Tatranskej Lomnici hovoril o výskume extrasolárnych planét na Slovensku. RNDr. Juraj Tóth, PhD. z UK v Bratislave prednášal na tému Meteor a meteority na Slovensku. RNDr. Ivan Dorotovič, CSc. zo SÚH v Hurbanove odpovedal prítomným na otázku: „Končia pozemské pozorovania Slnka v ére družicových prístrojov?“ Tému Cyklus slnečnej aktivity priblížil RNDr. Ladislav Pastorek. Odborné prednášky ukončil kozmologickou tému Vesmírne desatoro RNDr. Rudolf Gális, PhD. z UPJS v Košiciach.



Exkurzia účastníkov seminára vo veľkej kupole.

Prednášky sa stretli s veľkým záujmom a vyzvali hodnotnú a obsiahlu diskusiu.

Účastníci seminára mali možnosť počas celého dňa absolvovať prehliadku historickej budovy a prístrojového vybavenia SÚH pod vedením RNDr. Mariána Lorence a Vladimíra Čalfu.

Všetci účastníci vyjadrili nádej, že sa o päť rokov znova zídu pri abrahámovinách Pomaturitného štúdia astronómie v Hurbanove.

Ladislav Černý a Drahoslava Výbochová

Krst knihy Úvod do dejín astronómie

V úvode stretnutia poslucháčov Pomaturitného štúdia astronómie, pri príležitosti 45. výročia založenia štúdia, dňa 14. marca 2014 v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove, sa uskutočnil „dvojkŕst“ knihy Ladislava Drugu Úvod do dejín astronómie (súčasne 1. a 2. vydanie). Po pôsobivom hudobnom koncerte septeta mladých talentovaných harmonikárov zo ZUŠ v Hurbanove (pod vedením p. učiteľky Boženy Benesovej) otvoril krst knihy Mgr. Marián Vidovenec, generálny riaditeľ SUH.

Eugen Gindl, ktorý bol v roku 2006 krstným otcom knihy Dejiny astronómie a Slovensko, okrem iného povedal: „...Knihy Laca Drugu – Dejiny astronómie a Slovensko i kniha Úvod do dejín astronómie doteraz najobsiahlejšie približujú desiatky najvýznamnejších osobností a pracoviská, ktoré sa podielali na dejinách astronómie na Slovensku. V kontexte s vývojom astronómie v okolitých štátach, v Európe i vo svete. Ich činnosť je súčasťou našich „malých dejín“, ktorým sa neraz nelásime, pretože o nich takmer nič nevieme. Prítom aj tieto malé dejiny sú súčasťou našej národnej hrdosti a identity.“

RNDr. Milan Rybansky DrSc., recenzent knihy prítomný povedal: „... Ak sa chceme aspoň trocha vyznať v nejakom vednom odvetví, musíme sa obrátiť k monografiám, prípadne učebniciam. A tie sú obvyčajne písané podľa vzoru matematických textov. Vzácnej-

še sa vyskytujú učebnice, v ktorých sa využíva historický prístup. Látka sa vysvetľuje aj s história vývoja poznatkov. Drugova kniha je vzácnym doplnkom k astronomickým učebniciam. Môže byť stimulom na štúdium astronómie, alebo doplnkom k študovanému astronomickému problému.“

Účastníkom stretnutia na krste knihy sa prihovoril aj Bartha Lajos – maďarský historik astronómie, zakladateľ časopisu Meteor a vedúci historickej astronomickej sekcie Maďarskej astronomickej spoločnosti v Budapešti. (Medzinárodná astronomická únia 16. januára 2014 na znak úcty k jeho dlhoročnej a záslužnej práci v astronómii pomenovala jeho menom planétu č. 318698): „Znalosť histórie a vývoja astronómie je dôležitou súčasťou kultúry človeka. Úvod do dejín astronómie prináša plynulý prehľad minulosť jednotlivých oblastí astronómie, ich vývoj a dôležité výsledky. Je prístupný aj pre astronómov-amáterov, začínajúcich výskumníkov, pre učiteľov, ako aj pre laickú verejnosť.“

Pre odborníkov a bádateľov je najdôležitejšia 4. kapitola knihy, ktorá obsahuje krátke životopisy bezmála 1100 hvezdárov. Veľmi dôsledné je chronologickej zostavenie literatúry, zaobrájacej sa dejinami

Autor knihy Úvod do dejín astronómie Ladislav Druga pri krste knihy.



astronómie. O význame knihy pána Drugu svedčí aj skutočnosť, že keď ju majiteľ maďarského vydavateľstva Geobook Könyvkiadó prelistoval, rozhodol sa, že ju vydá aj v maďarskom jazyku.“

RNDr. Juraj Tóth, PhD., vysokoškolský pedagóg na Fakulte matematiky a fyziky UK v Bratislave: „Ďakujem za pozvanie na astronomický krst i za česť prevziať patronát nad touto knihou. V rámci výuky astronómie na Univerzite Komenského ju v rámci prednášok vybraných kapitol z dejín astronómie zaradíme medzi povinnú literatúru.“

Ladislav Druga, autor knihy, sa vo svojom vystúpení podakoval všetkým, ktorí sa na tvorbu knihy podielali, menovite pánu Milanovi Lackovičovi, výtvarnému redaktori, pani Anne Lackovičovej, jazykovej redaktorce, recenzentom RNDr. Ondrejovi Pôssovi, CSc. a RNDr. Milanovi Rybanskému DrSc., krstným rodičom knihy Jane Kirschner (jej spolupracovníkom Jozefovi Šebovi a Pistovi Lengyelovi) a RNDr. Jurajovi Tóthovi, PhD., Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove, tlačiarne Kasico, ako aj ďalším inštitúciám a jednotlivcom, ktorí sa na jej vydanie zúčastnili.

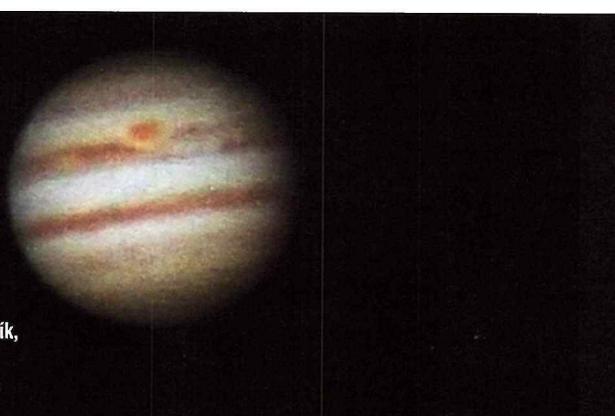
Podujatie vyvrchilo slávnostným krstom, na ktorom RNDr. Juraj Tóth, PhD., symbolicky pokrstil knihu zlatými hviezdíckami a Jana Kirschner vlastnou hudobnou skladbou Sama z albumu Moruša: Biela.

... Jak nad komínom dym,
za zvuku mandolin,
v ústrey Slnku poletím...
(záverečná sloha piesne).

(Id)



Jupiter a tieň IO, Plevník,
14. 2. 2014, 21,30 SEČ,
C 600D, Newton
200/1000+ Hyperion f7,
1/60 s, ISO 1600, video.



Jupiter s červenou škvrou, Plevník,
20. 2. 2014, 20,30 SEČ, C 600D,
Newton 200/ 1000 + Hyperion f7,
1/80 s, ISO 1600, video.

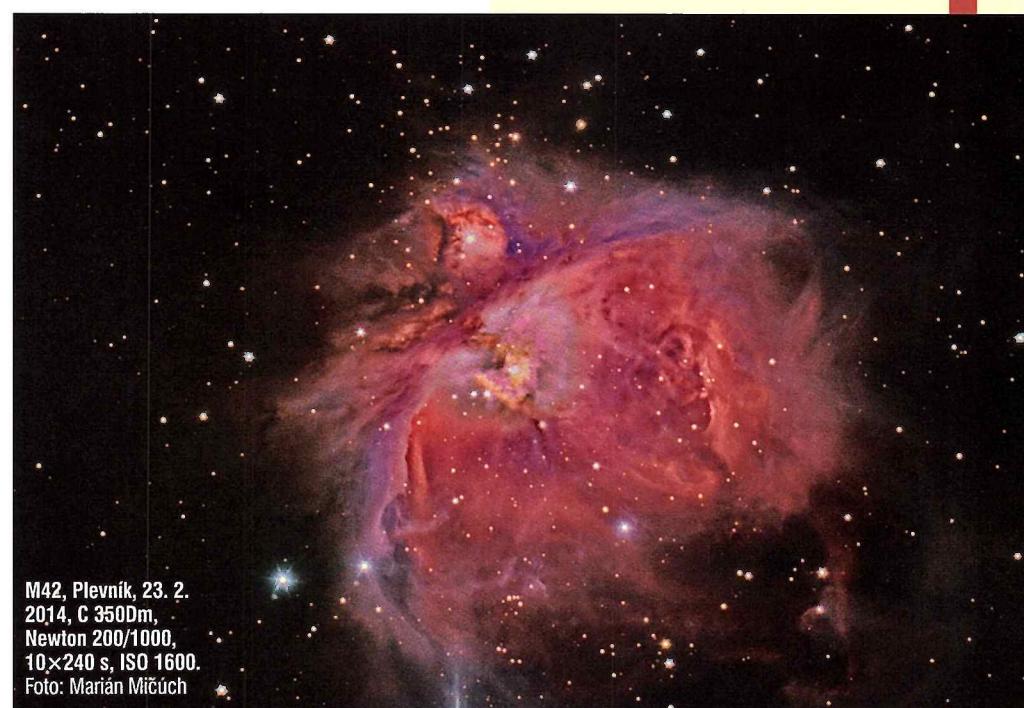


Jupiter, tieň IO a červená škvra,
Plevník 23. 2. 2014, 18,30 SEČ,
C 600D, Newton 200/1000 +
Hyperion f7, 1/80 s, ISO 1600,
video.

Jupiter vo februári 2014

Vo februári tohto roka nastali takmer ideálne podmienky na pozorovanie a fotografovanie planéty Jupiter. Planéta bola už začiatkom noci vysoko nad obzorom a bolo treba len vyčkať na jasného oblohu a pokoj vzduchu v atmosfére. Podarilo sa mi urobiť pári záberov Jupitera, o ktorých si myslím, že nie sú nijako úchvatné alebo výnimočné. Určite veľa mojich kolegov, ktorí sa venujú fotografovaniu planét, urobili oveľa lepšie snímky. Keď ale beriem do úvahy fakt, že boli urobené „domácky“ vyrobeným Newtonom a videom bežného Canona 600D, tak to nie je najhoršie. Dodatočné spracovanie výsledných fotografií mi urobil Miro Jedlička zo Vsetínskej hvezdárne, za čo mu ďakujem. Ako „vedľajší produkt“ týchto akcií vznikli aj ďalšie fotografie. Napríklad hmlovina M42 som robil s môjim 10-ročným žiakom Markom Markovičom v rámci jeho ročníkovej práce z astronómie, keďže 5. ZŠ Považská Bystrica je jediná ZŠ na Slovensku, ktorá učí astronómiu ako povinný známkovaný predmet! Názov jeho práce je „Skvosty nočnej oblohy“.

Marián Mičuch



M42, Plevník, 23. 2.
2014, C 350Dm,
Newton 200/1000,
10×240 s, ISO 1600.
Foto: Marián Mičuch

Csereho astronomické dni

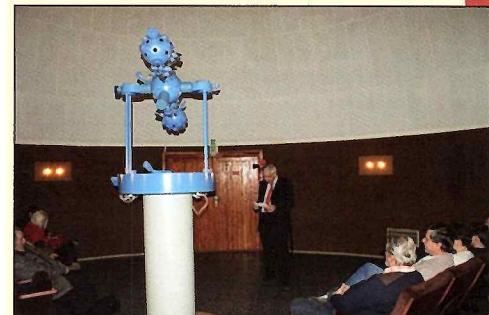
Posledný februárový deň sa uskutočnil v priestoroch planetária v Hlohovci 15. ročník podujatia *Csereho astronomické dni*, ktorý sa konal v roku jubilea 60 rokov astronómie v Hlohovci. Vo februári 1954 bol založený astronomický krúžok pri Závodnom klube odborov n. p. Slovakofarma. Pri jeho zrade stalo 6 nadšencov, na čele ktorých bol RNDr. Elemér Csere.

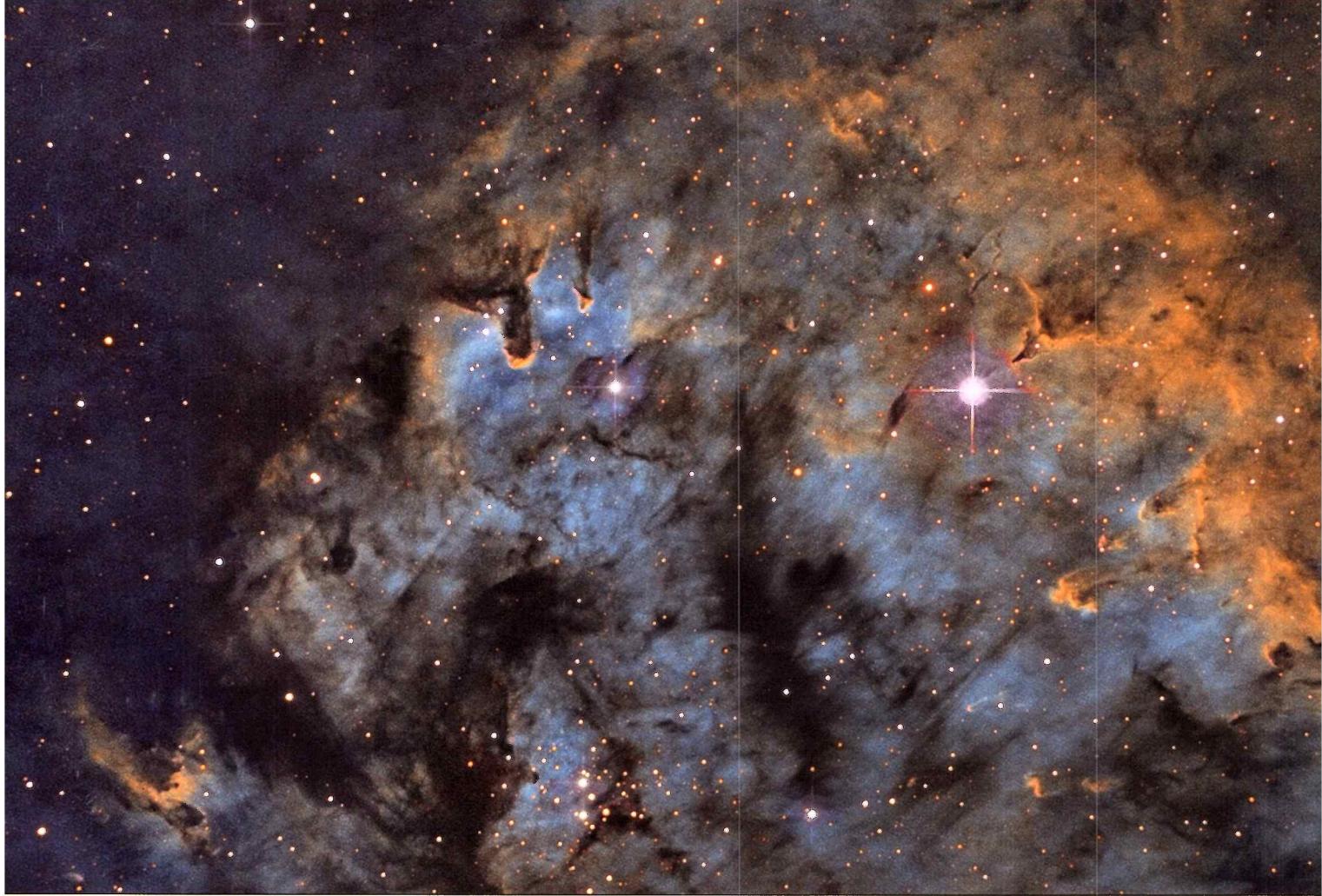
Z činnosti krúžku vznikla postupne v roku 1958 hvezdáreň s pozorovateľňou, v roku 1970 oblastná a v roku 1972 krajská hvezdáreň, ako odborno-popularizačné zariadenie pre Západoslovenský kraj. V roku 1989 bolo otvorené planetárium o priemere kopoly 10 metrov, ktoré sa stalo významným popularizačným zariadením.

Na seminári odznela prednáška o histórii a súčasnosti astronómie v Hlohovci a odborné prednášky o Hawkingovom žiareni a o Einsteinovi a relativite.

Na podujatí sa podielali spolu s hvezdáreňou i Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity a odbočka SAS pri SAV v Hlohovci.

Mgr. Jozef Krištofovič,
riaditeľ HaP M. R. Štefánika





Róbert Barsa: Hmlovina NGC 7822. Fotografované 2. 7. 2013 od 22:54 do 3. 8. 2013, 01:06 UT. Prístroje: Newton 203/1000 + MPCC, mont. EQ6, CCD MII G2-8300. Expozície H α – 17×15 min., SII – 16×15 min., OIII – 25×15 min., R – 6×10 min., G – 4×10 min., B – 4×10 min. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala hlavú cenu Snímka roka.

Michal Bouček: M45 (Plejády). Fotografované 27.12. 2013, 17:44 UT. Prístroje: Ďalekohľad Borg 101 ED F4, montáž EQ-6 PRO, kamera CCD QHY8, filter IDAS-LPS, pointácia Sky-Watcher 100/500 a QHY5. Expozícia 14×12 min. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 2. cenu.

