

Číslo 3

Jún – júl 2012

Ročník 43

Cena 1,49 €

# KOSMOS



## Astrofoto 2011

Čierne diery

Tmavá hmota  
tesne pred odhalením?

Výskum exoplanét

Stopár  
extragalaktických nov

# Unikátna snímka

Objekt: Veľká hmlovina v Kýle (Carina Nebula), oblasť s búrlivou hviezdootvorbou. Ide o preziareny oblak plynu a prachu v južnej časti Mliečnej cesty, vzdialenosť 7 500 svetelných rokov od Zeme. V Carina Nebula študujú stelárniči niekolko najjasnejších a najmasívnejších hviezd, aké sa kedy podarilo objaviť. Najznámejšou z nich je mimo-riadne nestabilná Eta Carinae. V 40. rokoch 19. storocia bola niekolko rokov druhou najjasnejšou hviezdou na oblohe. Zdá sa, že „onedlho“, vybuchne ako supernova.

Carina Nebula je pre astronómov laboratóriom, v ktorom sledujú búrlivý zrod a rané štadiá mladých hviezd. Snímky z tohto objektu sú úchvatné aj vo viditeľnom svetle. Optické ďalekohľady však nedokážu preniknúť do vnútra oblakov plynu a prachu. Ako prví do vnútra Carina Nebula prenikli nemeckí astronómovia.

Nemci prepojili ďalekohľad VLT/ESO (najvýkonnejsí optický ďalekohľad na svete) s citlivou infračervenou kamerou HAWK-1. Zo stoviek jednotlivých snímok zostavili doteraz najpodrobnejšiu snímku Carina Nebula. (Na strane 3, fotografia celkom hore.) Rozlíšite na nej nielen jasné, masívne hviezdy, ale aj tisíce slabších, doteraz neviditeľných hviezd.

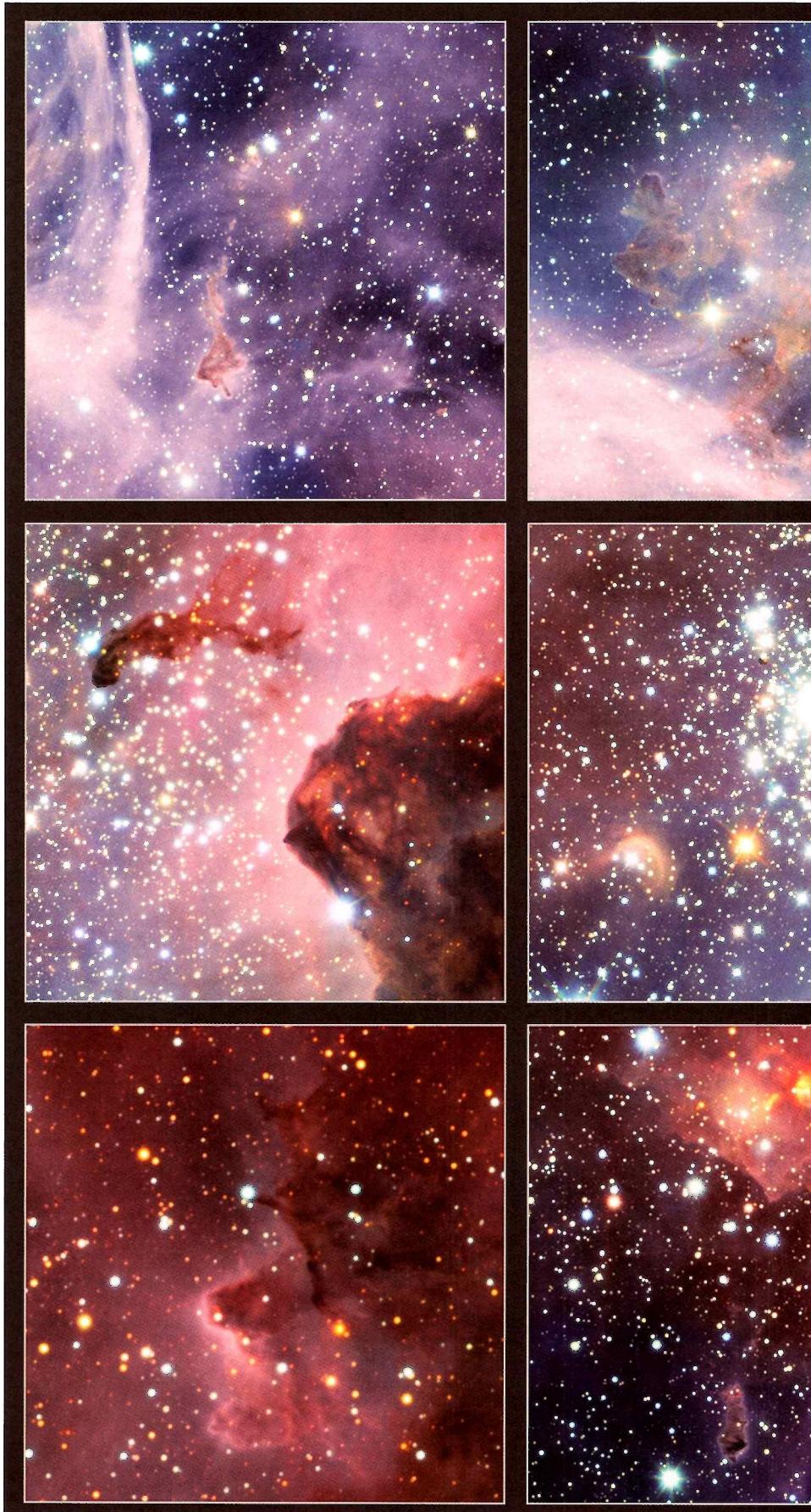
Nepokojnú hviezdu Eta Carinae obklopujú UV-žiareni osvetlené oblaky plynu. Všimnite si aj ostrovčeky tmavého materiálu, ktoré nespriehľadnili ani infračervené žiarenie. V týchto kuklách sa formujú mladé hviezdy.

V Carina Nebula sa už celé milióny rokov formujú hviezdy. Osamelo i v kopách. Jasné kopu (snímka uprostred mozaiky) nazývajú Trumpler 14. Aj v tejto kope zviditeľnil HAWK-1 doteraz neznáme hviezdy. Ani tie vo viditeľnom svetle pozorovať nemožno. Vedci nové hviezdy v Carina Nebula intenzívne študujú. Zameriavajú sa najmä na tie slabšie, ktoré majú menšiu hmotnosť ako Slnko. Zvláštna skupina bude v tejto oblasti hľadať hnedých trpaslíkov.

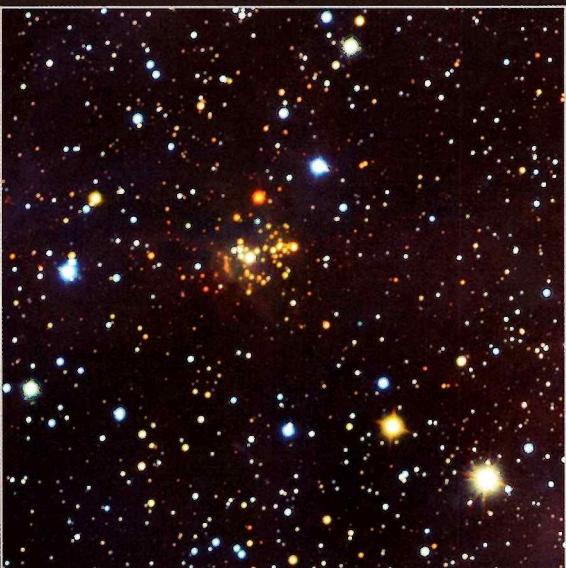
**Poznámka:** Oblasti bohaté na prach absorbuju a rozptylujú krátke vlnové dĺžky modrého svetla viac ako dlhšie – červené vlnové dĺžky. Keď je atmosféra Zeme plná prachu, tento efekt spôsobuje červené západy Slnka. V niektorých oblastiach na oblohe, ktoré sú, podobne ako Carina Nebula, plné oblakov prachu, je tento efekt taký silný, že viditeľné svetlo cez ne neprenikne. Preto astronómovia študujú tieto objekty na infračervených vlnových dĺžkach. Najlepšie výsledky majú veľké ďalekohľady, napríklad Very Large Array (VLA) vybavené špeciálnymi kamerami.

ESO Press Release

Niekolko senzačných detailov z mozaiky veľkej hmloviny v Kýle (Carina Nebula): v druhom rade v strede je hviezdochopa Trumpler 14; v spodnom rade v strede rozlíšte tmavú škvarku, známú ako Caterpillar (Húsečka), oblak prachu, ktorý prekrýva hviezdy v pozadí; malú kopu žltých hviezd v spodnom rade vpravo, objavili až vďaka tejto infračervenej fotografii.



# z VLT/ESO

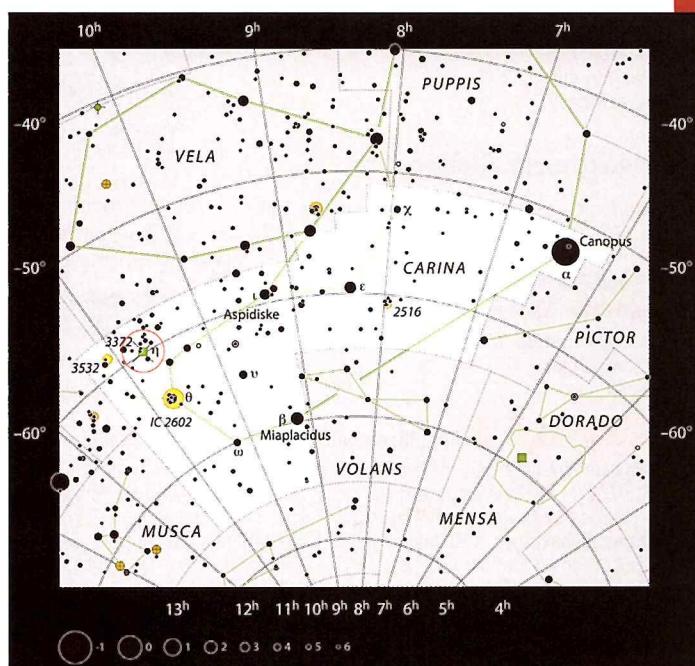


Infrare

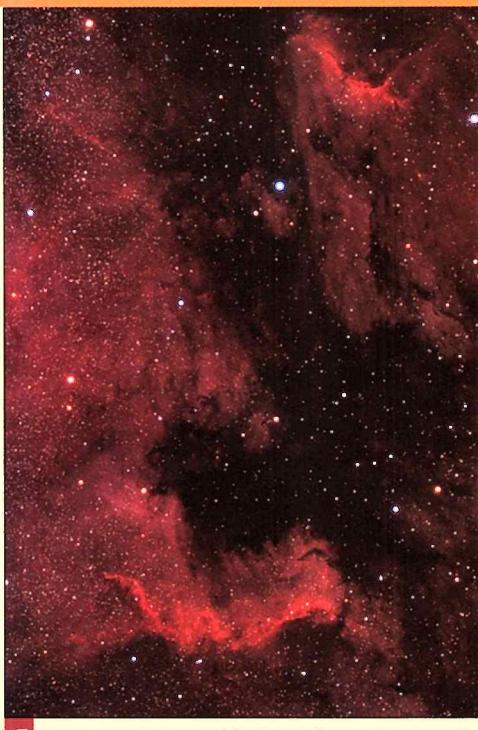


Visib

Porovnajte snímky Carina Nebula vo viditeľnom a infračervenom svetle. Spodnú, optickú snímku, exponovali pomocou 2,2 m dalekohľadu MPG/ESO na observatóriu La Silla v Čile. Najnovšiu, najkrajšiu, najpodrobnejšiu a vedecky najobsažnejšiu snímku exponovali pomocou špeciálnej kamery HAWK-1 na dalekohľade VLT/ESO. Množstvo detailov viditeľných na infračervenej snímke nemožno na optickej snímke rozlísiť.



Carina Nebula v súhvezdí Kýl. Označuje ju červený kruh. Zelený štvorček v kruhu vymedzuje oblasť znázornenú na 9 detailných snímkach vľavo. Táto mapa hviezdnej oblohy znázorňuje iba polohy hviezd viditeľných volhým okom za dobrých podmienok.



## Obálka

Ing. Peter Jurista: NGC 7000. Dátum a čas expozície: 17. 10. 2011. 29×10 min. bez filtra, ISO 800, 40×10 min. H-alfa ISO 1600, 26×5 min. CLS ISO 800. Fotoaparát: Canon 1000D modifikovaný. Parametre použitých prístrojov: SW ED80, SW HED 80W, EQ6, Astronomii CLS CCD, Astronomik 12 nm H-alfa, pointácia SW70/400+QHY5 mono. Hoci táto snímka zostala porotou neocenená, je porovnatelná s fotografiou rovnakého objektu, ktorá získala 3. miesto v kategórii Astronomická fotografia. Už to poukazuje na vzácnu využvanosť súťaže a nelahké rozhodovanie poroty. Viac na stranach 36 – 40.

## Podujatia a Album pozorovateľa

Astrofoto 2011	s. 36 – 40 + 1. str. obálky
Drahoslava Výbochová	
Podmienky súťaže Astrofoto 2012	s. 40
Nelahká úloha poroty...	
Peter Zbončák	s. 40
Informačné centrum Parku tmavej oblohy Poloniny	
René Novysedlák	s. 41
Poloniny medzi hviezdami	
Pavol Rapavý	s. 41

## Hvezdárne Slovenska

Zrodenie a znovuzrodenie hvezdárne v Senci SOLAR	www.solarastronomy.sk	s. 34 – 35
--	-----------------------	------------

## Servis Kozmosu \* Nové knihy

Petr Harmanec, Miroslav Brož: Stavba a vývoj hviezdy	
Juraj Zverko	s. 47

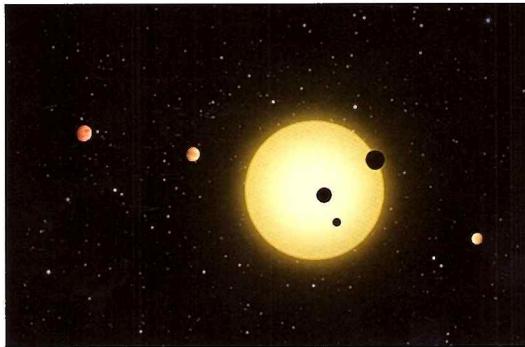
<b>KOZMOS</b> populárno-vedecký astronomický časopis	Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Drahomír Chochol, DrSc. a RNDr. Daniel Očenáš
<b>Vydáva:</b> Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér. *	<b>Redakcia:</b> Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Prikerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail <a href="mailto:kozmos@nextra.sk">kozmos@nextra.sk</a>
* <b>Redakčný kruh:</b> doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribulová, PhD, RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. *	<b>Tlač:</b> Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. *
* <b>Cena jedného čísla</b> 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného. *	<b>Vychádzka:</b> 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. *
Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: <a href="mailto:zahranicna.tlac@slposta.sk">zahranicna.tlac@slposta.sk</a> . *	<b>Objednávky na predplatné</b> prijíma každá pošta.
<b>Predplatiteľstvo:</b> V Českej republike A. L. L. Productions, P.O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava, tel. 44 4 537 11. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: <a href="mailto:mila@allpro.cz">mila@allpro.cz</a> . P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. *	<b>Podávanie novinových zásielok v ČR</b> bolo povolené Českou poštu, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. *
Indexné číslo: 498 24. *	<b>ISSN 0323 – 049X</b>

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

## Extrasolárne sústavy

<b>Výzkum exoplanet v roce 2011</b>	s. 20 – 24
Petr Kubala	

Jenom vesmírný dalekohľad Kepler do únera 2012 nalezl pries 2300 kandidátov na exoplanety, ktorí sice nebyli potvrzení, pravdepodobnosť ich existencie je ale veľmi vysoká.

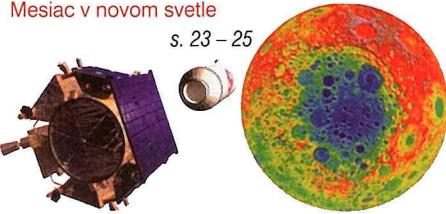


## Stelárna astronómia

Unikátna snímka z VLT/ESO	s. 2 – 3
Chandra: najrýchlejší vietor zo stelárnej čiernej diery IGR J17091	s. 8
Guľové hviezdkopy: zvyšky po masakre spred 13 milárd rokov	s. 8
APEX nazrel do kolísky hviezd	s. 9
Čierna diera v jadre Mliečnej cesty onedlho preruší pôst	s. 9
Kvazary ako gravitačné šošovky	s. 10 – 11
Hubblov teleskop odhalil zvláštne správanie tmavej hmoty	s. 10 – 11
Fermiho bubliny: tajomné objekty na okraji elektromagnetického spektra	s. 11
Čierne diery: odkiaľ vieme, že existujú?	s. 12 – 15
Najhmotnejšie čierne diery	s. 15

## Slnecná sústava

Ak je na Mesiaci tekutá magma...	s. 6
Kyslá Európa asi nie je vhodná pre zložitejší život	s. 7
Ako sa prejavuje gravitačné pole Zeme	s. 7
Mesiac v novom svetle	s. 23 – 25



## Servis Kozmosu

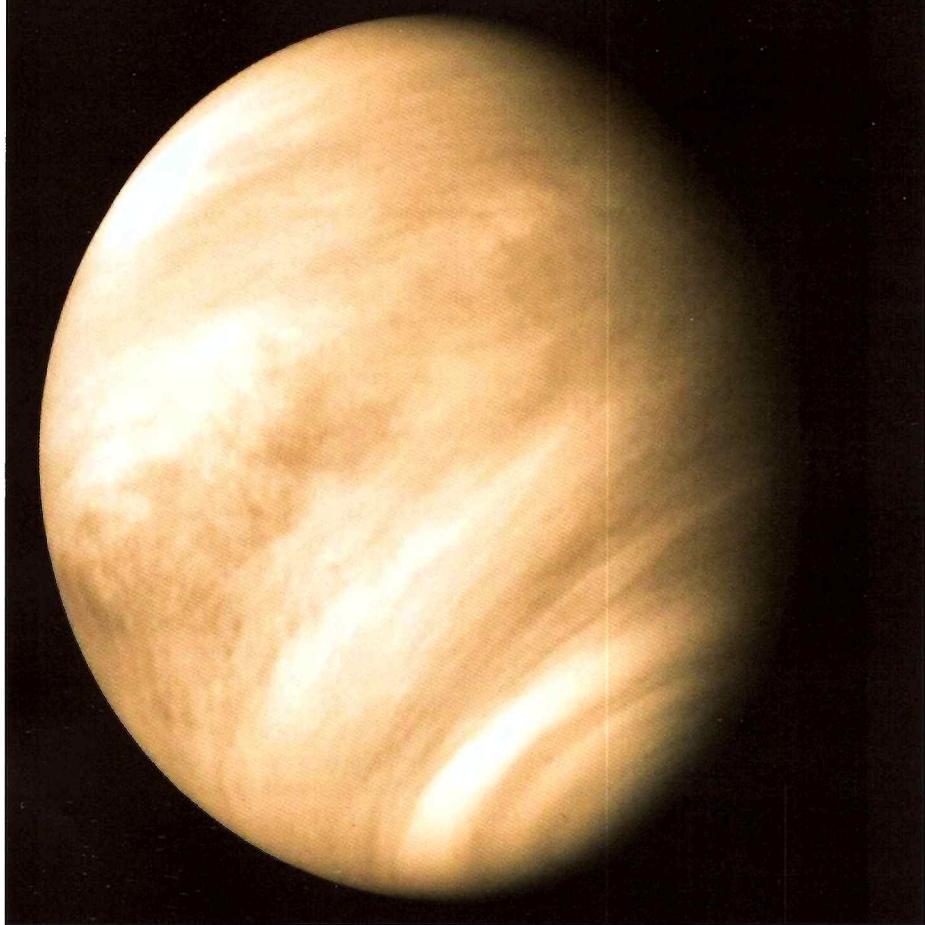
ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 9	
Premenné hviezdy	
Milan Rybanský	s. 30 – 31
Slnecná aktivita (február – marec 2012)	
Milan Rybanský	s. 31
POZORUJTE S NAMI	
Obloha v kalendári (jún – júl 2012)	
Pripravil Pavol Rapavý	s. 42 – 45
Kalendár úkazov a výročí Pavol Rapavý	s. 45
Tabuľky východov a západov (jún – júl 2012)	
Pavol Rapavý	s. 45
Maximilián Hell a prechod Venuše pred slnečným diskom Tomáš Dobrovodský	s. 46

## Kozmonautika

Po skončení programu amerických kosmických raketoplánov nás čaká rozprávateľ prešlapování v pilotované kosmonautike Tomáš Přibyl	s. 32 – 35
--	------------

## Extrasolárne sústavy

Slapové sily a ich vplyv na exoplanéty	s. 5
Galaxia je plná osamelých planét	s. 5



Suchý, horúci povrch Venuše zahaluje hustá, 90 km hrubá atmosféra, spôsobujúca extrémny skleníkový efekt. Zdá sa, že intenzívne vyparenie vody z povrchu tejto planéty spôsobilo teplo, generované slapovými silami Slnka, v čase, keď Venuša Slnko obiehala na bližšej obežnej dráhe.

## Slapové sily a ich vplyv na exoplanéty

Počet známych exoplanét sa z roka na rok zvyšuje. Aj tých terestrických, krúžiacich okolo svojich hviezd v zelených pásoch. Na niektorých z nich, tam, kde voda aspoň na rovníku nezamrza, mohol vzniknúť a vyvíjať sa život. Prímeranú teplotu môže zabezpečovať dostatočne hustá atmosféra i teplo zvnútra, spôsobené rozpadom rádioaktívnych prvkov.

Významným zdrojom ohrevania exoplanét sú však aj slapové sily. Generuje ich gravitácia materskej hviezy, ale v prípade mesiacov aj gravitácia planét. Na Zemi spôsobujú slapové sily prílivy na moriah a oceánoch. Na vulkanickom suchom Jupiterovom mesiaci Io vzdúvajú slapové sily Jupitera 30 metrov vysokú terénnu vlnu sypkých vulkanických hornín, ktorá mesiacik obieha ako podľa harmonogramu.

Najviac energie prijímajú planéty z materskej hviezy. Čím je planéta k hviezde bližšie, tým viac tepla od nej absorbuje. Teplotné rovnice však musia zohľadňovať aj teplo generované slapovými silami. Podľa najnovších poznatkov práve tento faktor podstatne ovplyvňuje obývatelnosť planét. Aj tých, ktoré krúžia okolo svojich hviezd v zelených pásoch.

Slapové sily môžu planéty, pôvodne vyhovujúce životu, premeniť na „slapové Venuše“. Stáva sa to vtedy, keď planéty obiehajú okolo menších hviezd v „zelených zónach“, ktoré sú oveľa

bližšie k hviezde ako Zem k Slnku. Slapové sily sa na blízkych planétoch prejavia dramatickejšie. Napríklad stratou vody.

Vedci sa nazdávajú, že úplné odparenie vody z povrchu Venuše spôsobili práve slapové sily. Oceány, moria a jazerá na Venuši sa vyparili. Vytvorili nad povrchom planéty mohutnú atmosféru s čoraz silnejším skleníkovým efektom. Molekuly vody sa neskôr pod vplyvom slnečného žiarenia rozpadli. Vodík unikol do okolitého priestoru. Dažde boli čoraz slabšie, až napokon celkom ustali. Na suchom povrchu planéty panujú dnes teploty, pri ktorých sa topí olovo i cín.

Môže sa stať, že slapové sily časom zmenia aj obežnú dráhu blízkych planét do takej miery, že už na ne významne nepôsobia. V takom prípade bude ľahšie určiť, či je planéta ešte obývateľná, hoci teraz krúži okolo hviezdy v „zelenej zóne“. Či sa nepremenila na exoVenušu, sterilizovanú teplom zo slapových sôl. Planetológovia sa nazdávajú, že Venuša, ale aj Merkúr obiehali pôvodne okolo Slnka na oveľa bližších obežných dráhach ako dnes. Vplyv slapových sôl na tieto planéty je dnes podstatne slabší.

V niektorých prípadoch môžu slapové sily životu aj napomôcť. Nielen na exoplanétoch, ktoré krúžia tesne za teoretickou „zelenou zónou“. Bez tepla generovaného slapovými silami Jupitera by sa pod ľadovou kôrou jeho mesiaca Európy neudržal globálny oceán vody. Slapové sily, ktoré produkuje Saturn, nedovolujú zamrznúť bazénom vody pod ľadovou kôrou mesiaca Enceladus. Preto astrobiológovia zaradili tieto telesá medzi možné oázy života v Slnečnej sústave.

Stanford University Press Release

## Galaxia je plná osamelých planét

Sú to planéty, ktoré nekrúžia, ba možno nikdy nekrúžili okolo materských hviezd. Sú to tuláci, ktorí križujú našu Galaxiu. Vedci odhadujú, že ich je 100 000-krát viac ako hviezd v Mliečnej ceste!! To však nie je všetko. Astrobiológovia sú presvedčení, že aj na týchto „potulných planétoch“ mohli vzniknúť a vyvíjať sa jednoduché formy života. Pravdaže, iba vtedy, ak si zachovali dostatočne hustú atmosféru zabezpečujúcu vhodný skleníkový efekt a majú vlastný zdroj energie: tektonickú aktivitu či rádioaktívne prvky, ktoré svojím rozpadom generujú teplo.

Počas ostatných dvadsiatich rokov objavili astronómovia vyše 500 overených exoplanét a najmenej 2000 kandidátov. Pomocou techniky gravitačného mikrošokovkovania sa podarilo objaviť aj 12 osirelých planét. Astronómovia pred časom vypočítali, že na každú hviezdu hlavnej postupnosti pripadajú 2 „osirelé planéty“. Podľa najnovších údajov treba tento odhad vynásobiť číslom 50 000!!

Tím z Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology (KIPAC), v spolupráci so Stanford University a SLAC National Accelerator Laboratory odhaduje množstvo hmoty potrebej na vytvorenie takýchto objektov s priemerom od Pluta až po planéty väčšie ako Jupiter. Planetológovia zatiaľ nevedia, ako sa tieto objekty sformovali. Zvažujú dve možnosti.

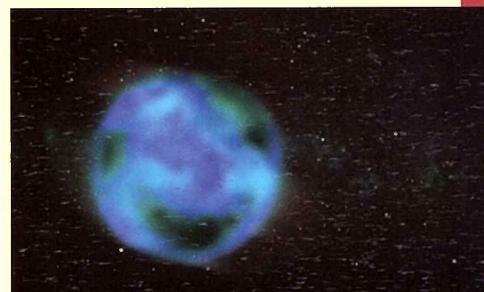
Prvá: sformovali sa tak ako hviezdy v kolabujúcim prachoplynovom oblaku.

Druhá: niektoré z nich sa mohli sformovať aj v protoplanetárnych diskoch, krúžiacich okolo mladých hviezd, ale gravitačný biliard ich časom „z rodného hniezda“ vypudil.

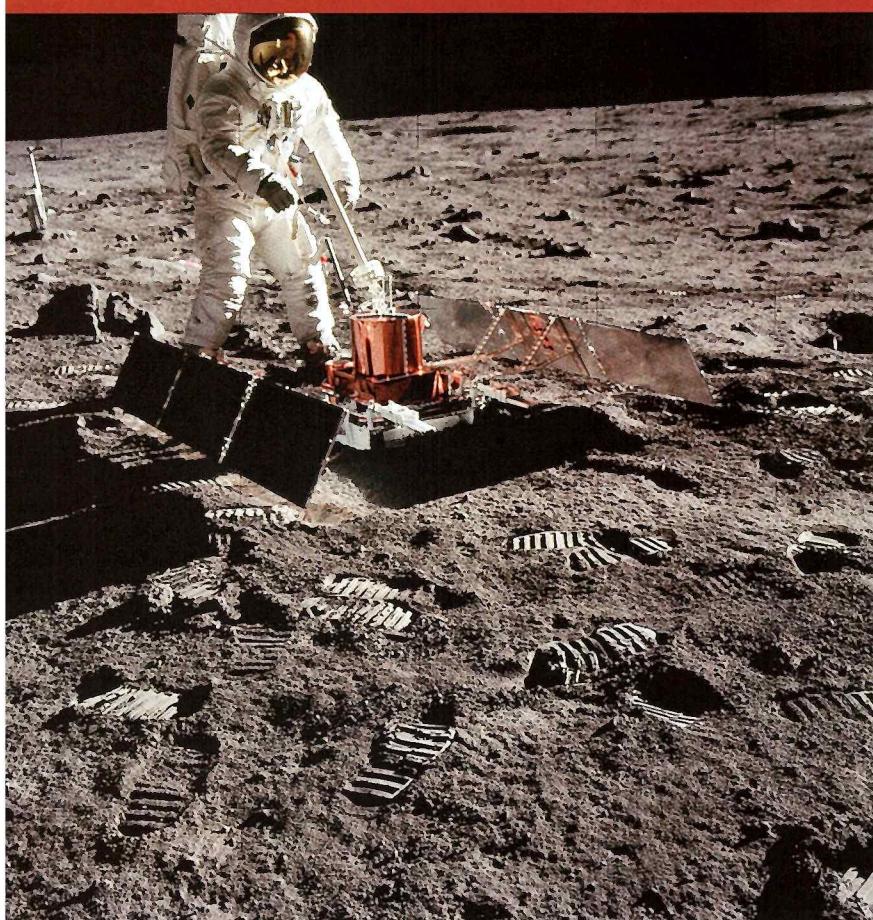
Skutočný počet týchto planét zistíme, až ked získame údaje z novej generácie ďalekohľadov, zameraných na špecializované prehliadky oblohy: vesmírny Wide Field Infrared Telescope a pozemský Large Synoptic Survey Telescope, ktoré však začnú pracovať až o desať rokov.

Hľadanie mimozemskej života je jednou z najrýchlejšie sa rozvíjajúcich disciplín astronómie. Planéty-siroty sa zaradia medzi najvyhľadávanejšie ciele astronomického výskumu.

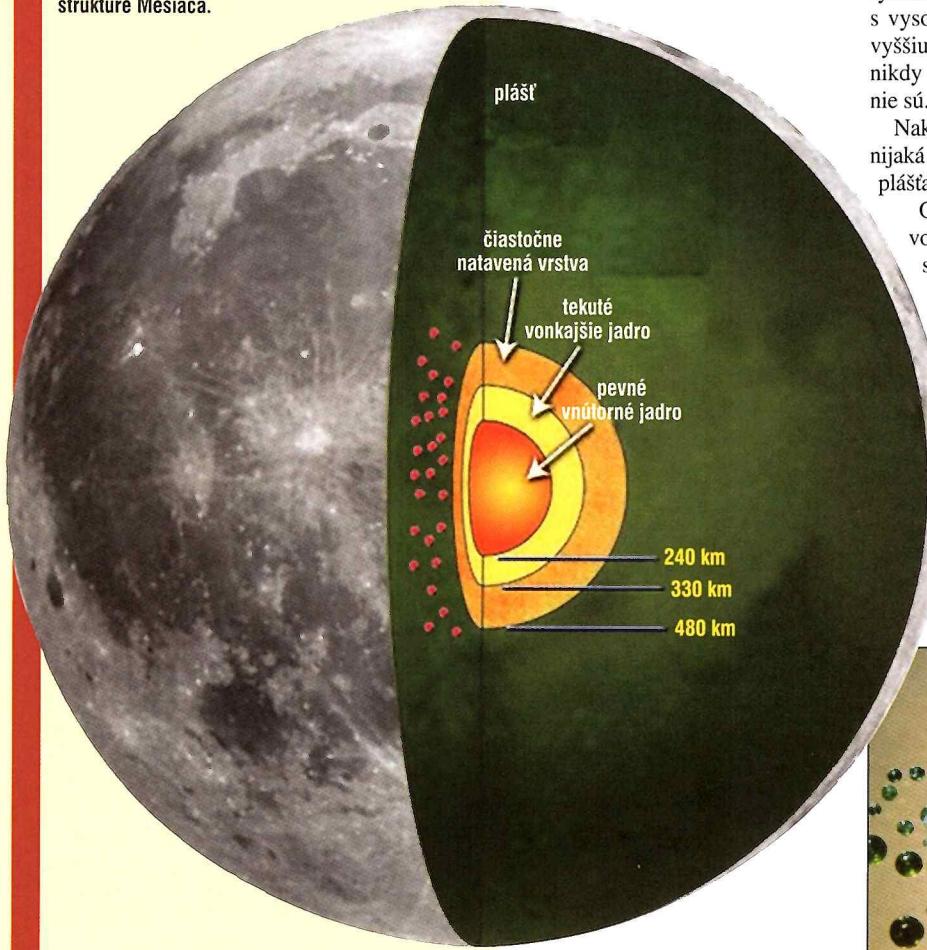
NASA, National Science Foundation  
a Royal Astronomical Society



Ilustrácia znázorňuje osamelú planétu-sirotu obalenú atmosférou. Tieto objekty však môžu byť aj ľadovými telesami, pripomajúcimi najväčšie objekty z Kuiperovho pásu, terestrickými planétami, ale i plynovými obrami z rodu Jupiterov.



Prvé seismometry na Mesiaci používali posádky lodí Apollo. Tak sme získali základné údaje o vnútorej štruktúre Mesiaca.



Takto vyzerá najnovší model vnútra Mesiaca po vlaňajšej analýze starých údajov.

## Ak je na Mesiaci tekutá magma...

...prečo tam nie sú aktívne sopky? Iba v minulom roku prehodnotili vedci seizmické údaje z Mesiaca, ktoré získali ešte lode z misií Apollo. Zistili, že spodný plášť, 159 km hrubá vrstva nad rozhraním jadra a plášťa, je čiastočne roztavená. Na Zemi by magma z takýchto zásobníkov podchvíľou prenikala na povrch.

Vieme, že v dávnej minulosti bol na Mesiaci vulkanizmus. Prečo utichol? Vedci predpokladajú, že dnešná lunárna magma je príliš hustá. Keby bola redšia, premiestnila by sa tak ako olej na hladinu vody, nad pevné, skalnaté horniny. Táto hypotéza podnietila vedcov z Amsterdamskej univerzity, aby spresnili predstavy o lunárnych magmách. Zistili, že ich hustoty sa odlišujú a závisia, tak ako na Zemi, od ich zloženia.

Medzinárodný tím vystavil vzorky magmy v laboratóriu vysokým tlakom a teplotám a pomocou špeciálnych prístrojov skúmal v meniacich sa podmienkach jej hustotu. Pravdaže, najskôr museli vyrobiť materiál, ktorý sa čo do zloženia a vlastností vynoval vzorkám, ktoré priviezli apolloauti z Mesiaca. V počítači nasimulovali zloženie zelených vulkanických skiel zo vzoriek Apollo 15 s 0,23 % podielom titanu a čiernych vulkanických skiel s 16,4 % podielom titanu.

Vzorky týchto „simulantov“ vystavili tlakom 1,7 gigapascalov (GPa). Atmosferický tlak na povrchu Zeme je 101 kilopascalov (kPa), čo je 20 000-krát nižší tlak ako pri spomínaných pokusoch.

Ukázalo sa, že pri tlaku a teplotách typických pre spodný lunárny plášť magmy s nízkym podielom titanu (Apollo 15) majú nižšiu hustotu ako okolitý materiál. Sú to tekuté magmy, ktoré rýchle prenikajú smerom k povrchu a vybuchujú. Magmy s vysokým podielom titanu (Apollo 14) majú rovnakú alebo vyššiu hustotu ako okolitý materiál. Tieto na povrch Mesiaca nikdy nepreniknú. Riedke magmy však už pod kôrou Mesiaca nie sú.

Nakoľko sa v posledných storocích na povrchu Mesiaca (asi) nijak sopečná činnosť neobjavila, preto plastická láva na spodku plášťa musí mať vysokú hustotu.

Objav je významný, lebo svedčí o tom, že aj pevné horniny vo vnútri Mesiaca musia byť bohaté na titan. Tieto horniny sú zvyškami hornín na dne kôry Mesiaca potom, ako riedke, vzlínavé lávy vyvreli na povrch a vytvorili mesačné moria. Bloky hustých, na titan bohatých hornín sa postupne prepadali plášťom až na rozhranie plášťa a jadra. Tento „kotrmelec“ objavili vedci pred 15 rokmi. Nové údaje túto hypotézu významne podopreli.

V hustých, na titan bohatých horninách by malo byť veľa rádioaktívnych prvkov. Ostali tam preto, lebo kryštály minerálov ich počas formovania neuprednostňujú. A práve táto rádioaktivita vysvetluje, prečo je spodný plášť Mesiaca ešte vždy plastický až tekutý. Ba čo viac: táto zanorená rádioaktivita môže udržiavať v čiastočne roztavenom stave dokonca jadro Mesiaca.

Journal Nature Geoscience



Zelené mesačné sklo zo vzoriek Apollo 15.



**Oxidanty na povrchu Jupiterovo mesiaca Európa**  
môžu reagovať so síranmi a inými zlúčeninami. Ak preniknú trhlinami do oceánu pod ľadovou kôrou, môžu zvyšovať jeho kyslosť. V príliš kyslom oceáne by sa nemohol vyvíjať život.

## Kyslá Európa asi nie je vhodná pre zložitejší život

Globálny oceán pod hrubou ľadovou kôrou Jupiterovo mesiaca Európa je možno kyslý. Vyplýva to zo zlúčení identifikovaných na povrchu, ktoré puklinami v ľade môžu prenikat až do oceánu.

Európa má podľa všetkého globálny oceán. Vrstva teknej vody medzi pevným jadrom a ľadovou kôrou (údaje o jej hrúbke sa rozchádzajú), je hrubá 160 km. Astrobiológovia sa nazdávajú, že v oceáne mohol vzniknúť a vyvíjať sa život. Ich optimizmus zosilnel najmä potom, keď sa ukázalo, že objem kyslíka v oceáne je dostatočný aj pre väčšie množstvo živých organizmov, ako žije v oceánoch na Zemi. Vrátane tých najväčších.

Už celých desať rokov vyvýhajú zariadenia, ktoré po pristátí na povrchu Európy preniknú ľadovou kôrou (treba zistiť, kde je najstenšia) a umožnia prieskum oceánu špeciálnej miniatúrnej ponorky (aj tá sa už vyvíja). Ešte predtým však špeciálne roboty preskúmajú hnedožlté pásy pozdĺž trhliín v kôre Európy. Vedci predpokladajú, že ide o zladovateľ výtrysky vody z podložia, kontaminovanej organickým zlúčeninami. Najväčší optimisti dôfajú, že v ľade nájdú aj fosfílie zamrznutých mikroorganizmov.

Ibaže podrobnejší prieskum „organických vyvrelín“ nadšenie astrobiológov schladil. Zdá sa, že oceán je príliš kyslý na to, aby sa v ňom mohli tvoriť veľké molekuly, organické polymery. Ide najmä o oxidanty, schopné prijímať elektróny z iných zlúčení.

Oxidanty sa v našej Slnečnej sústave vyskytujú iba poskromne, pretože ich likvidujú chemické reakcie s hojne sa vyskytujúcim vodíkom a uhličkom. Tieto reduktanty reaguju s oxidantmi a formujú oxidy, napríklad  $H_2O$  a  $CO_2$ . Európa má silné oxidanty, najmä peroxid vodíka a kyslík. Tie sú produkтом bombardovania ľadového povrchu Európy časticami s vysokou energiou pôvodom z Jupitera.



Korytom riečky Rio Tinto v Španielsku preteká kyslá voda, v ktorej vegetuje niekoľko druhov acidofilných baktérií. Podobné by mohli žiť aj v oceáne mesiaca Európa.



Výšsie živočíchy na Európe by mohli mať kosti z vivanitu. Na snímke modrý kryštál vivanitu, ktorý sa tvorí na báze fosfátov a železa.

Oxidanty z povrchu Európy, prinajmenšom ich časť, môžu migrovať trhlinami do oceánu. Pre vývoj života by mohli mať zásadný význam. Tak ako na Zemi, kde sa až po zvýšení podielu kyslíka v atmosfére na päťinu, začali rozvíjať komplexnejšie formy života.

Ibaže oxidanty na povrchu môžu reagovať aj so zlúčeninami síry či s inými zlúčeninami v oceáne Európy. Produktmi by mohli byť kyselina sírová i ďalšie kyseliny. Ak transport kyselin z povrchu do oceánu trvá počas polovice „života“ Európy (2,75 miliardy rokov), podiel oxidantov podporujúcich život by bol v oceáne príliš nízky. Ba čo viac, voda s pH nad 2,6 by mohla mať leptajúce účinky. (V súčase s kyslosťou 3,43 pH sa myš v priebehu niekoľkých týždňov premení na želatinu.)

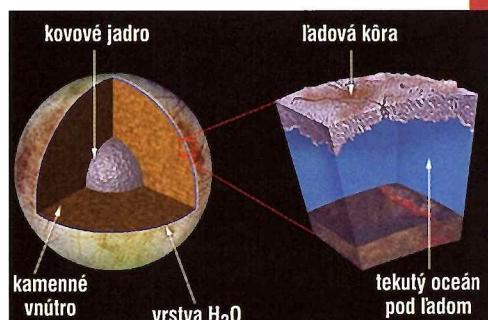
Narastajúca kyslosť vody v globálnom oceáne

Európy by bola pre organizmy výzvou. Pravdaže, mohli by sa prispôsobiť. Konzumovať „kyslú potravu“, alebo ju meniť na životu priaznivejšie látky. Ekosystém, v ktorom by sa organizmy využívajúce kyslík prispôsobili narastajúcej kyslosti, by sa musel vyvinúť a stabilizovať počas pomerne krátkej doby: 50 miliónov rokov. Také ekosystémy sa našli aj na Zemi, napríklad v rieke Rio Tinto v Španielsku. Vedci v rieke našli „acidofilné baktérie“, ktoré sú schopné meniť železo a sírany na energiu, potrebnú na ich metabolismus. Dokážu prežívať aj vo vode s pH faktom 1 až 5.

Nie je jasné, či horniny na dne oceánu na Európe dokážu neutralizovať efekty kyslosti. Väčšina astrogeologov totiž neverí, že sa takéto horniny na dne mora mesiaca Európa vyskytujú v dostatočnom množstve.

Kosti živočíchov a uly, z ktorých sa sformovali usadeniny vápencov na Zemi, by sa v kyslom oceáne rýchle rozpustili. Astrobiológovia však pripomínajú, že organizmy na Európe môžu využívať na tvorbu kostí a schránek aj iné látky. Napríklad modré fosfáty. Podľa takého receptu by sa však veľké organizmy nemohli vyvinúť. Boli by to kosti podobné vivanitu, minerálu, ktorý sa vyskytuje aj na Zemi, tam, kde sú podmienky na vytváranie zlúčenín železa a fosforu.

### Astrobiology



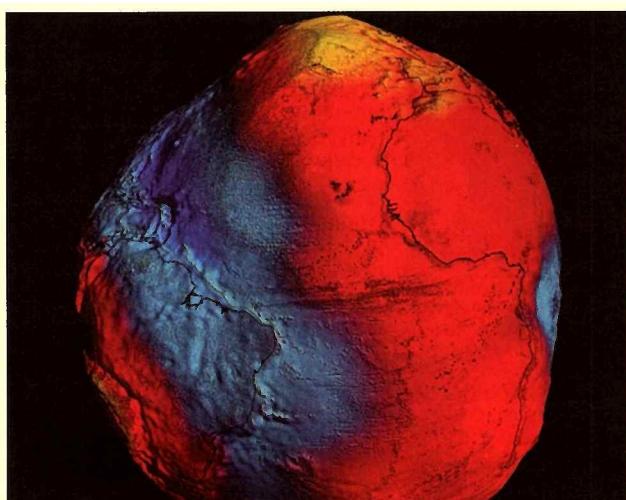
Model vnútra Európy. Vľavo prierez telesa. Vpravo prierez jeho najvrchnejších vrstiev. Globálny oceán, hlboký 160 km, vypína priestor medzi ľadovou kôrou a pevným jadrom.

## Ako sa prejavuje gravitačné pole Zeme

Celé dva roky zbieran GOCE z dielne ESA údaje, pomocou ktorých vedci zmapovali gravitačné pole Zeme. Výsledkom je tento farebný „geoid“, vyhotovený s doteraz najväčšou presnosťou.

Červená farba znázorňuje oblasti s najsilnejšou, modrá so slabšou gravitáciou. Model pomôže vedcom pochopiť zrod a smerovanie prúdov i vydúvanie hladiny na oceánoch.

Zmapované premeny gravitačného poľa Zeme môžu uľahčiť aj predpovede zemetrasení.



ESA



Ilustrácia znázorňuje dvojhviezdu, ktorej zložkou je stelárna čierna diera IGR J17091. Silná gravitácia čiernej diery (vľavo) nabáluje plyn z hviezd. Plyn sa formuje do horúceho disku, ktorý krúži okolo čiernej diery. Premenlivé magnetické polia v disku produkuju hviezdny vietor, ktorý uniká do okolia rýchlosťou 3 000 kilometrov za sekundu.

## Chandra: najrýchlejší vietor zo stelárnej čiernej diery IGR J17091

Rekordný vietor sa pohybuje rýchlosťou 3 000 kilometrov za sekundu. Desaťkrát rýchlejšie ako doteraz najrýchlejší vietor zo stelárnej čiernej diery. Taky silný vietor z tohto typu objektu nikto neočakával.

Vietor z IGR J17091 je dokonca rýchlejší ako niektoré z najrýchlejších vetiev šíriacich sa od supermasívnych čiernych dier, telies milión- až miliardukrát väčších ako stelárne čierne diery. Je to výkon mimo rámec tejto hmotnostnej kategórie.

IGR J17091 má aj inú zvláštnosť. Vietor, ktorý uniká z disku špirálujúceho do diery, unaša do okolitého priestoru oveľa viac materiálu, ako sa naň nabáluje. Vedci vypočítali, že vetry už vyniesli z pôvodne masívneho disku najmenej 95 % materiálu.

Na rozdiel od pozemských vetiev, vietor z IGR J17091 sa šíri rôznymi smermi. Tým sa aj odlišuje od výtrysku, prúdu nabitých častic, kolmeho na disk. Rýchlosť hmoty, šíriacej sa výtryskami, blíži sa rýchlosťi svetla.

Paralelné pozorovania rádioteleskopom odhalili, že kým prístroje naznamenávali ultra-rýchly vietor, rádiový výtrusk sa neobjavil, hoci v minulosti ho neraz pozorovali. Pozorovania iných čiernych dier potvrdzujú, že vetry môžu vyvolať výtrysky.

Rýchlosť vetra vypočítali zo spektier, ktoré získal röntgenový satelit Chandra. Vedci sa nazdávajú, že tak vetry, ako aj výtrysky sú produktní premenlivých magnetických polí. Okrem toho o tom, či čierna diera produkuje vetry či výtrysky, rozhoduje aj množstvo hmoty, ktoré teleso nasáva a geometria jej disku.

IGR J17091 je dvojhviezda. Čierna diera a Slnku podobná hviezda obiehajú spoločné ťažisko. Systém objavili v centrálnej výduti Mliečnej cesty, vo vzdialenosťi 28 000 svetelných rokov.

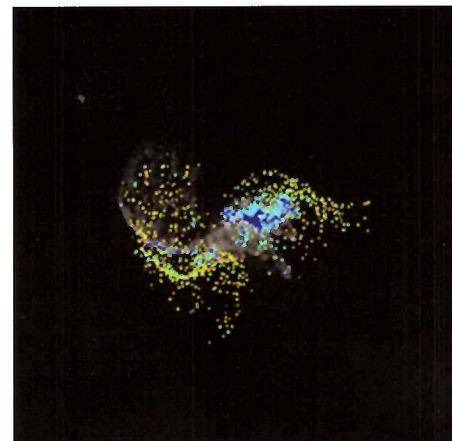
Chandra Press Release

## Guľové hviezdomokopy: zvyšky po masakre spred 13 miliárd rokov

Astronómovia v našej Galaxii objavili vyše 200 kompaktných zoskupení hviezd. Každá z nich obsahuje najmenej milión hviezd. Tieto guľové hviezdomokopy majú 13 miliárd rokov, sú teda iba o „malo mladšie ako vesmír“. Vedci pomocou simulácií na počítači zistili, že ide o zvyšok oveľa početnejšej populácie hviezdomokopov, z ktorých väčšina, najmä tie menšie, zanikli v nejakej kataklizme.

Pre „staré“ guľové hviezdomokopy je typické, že sú zoskupením približne milióna hviezd. Na rozdiel od mladších hviezdomokopov, ktoré môžu obsahovať stovky až desaťtisíce hviezd. Vedci zistili, že tieto odlišnosti možno vysvetliť podmienkami, ktoré panovali v prvej etape evolúcie hostiteľských galaxií.

Vedci nasimulovali na počítači množstvo situácií v izolovaných i kolidujúcich galaxiach. Keď galaxie kolidujú, väčšinou sa v nich objaví veľa oblastí s intenzívou hviezdotvorbou. V nich sa sformujú aj jasné, mladé hviezdomokopy s najrozličnejšou veľkosťou. Spočiatku sa zdalo, že ide o priamu úmeru. Teda, že zrážka galaxií je



Obrázok je poličkom videa, ktoré zviditeľňuje zrážku dvoch galaxií namodelovanú počítačom, ktorá trvala 3,3 miliardy rokov. Biele body znázorňujú hviezdomokopy.

akýmsi generátorom formovania hviezdomokopov. Simulácie naznačili, že opak môže byť pravdou.

Najväčšie hviezdomokopy počas zrážok galaxií udrží pokope ich gravitácia. Tisíce menších však obrovské premenlivé gravitačné sily kolidujúcich galaxií ničia!

Vlna hviezdotvorby po zrážke dvoch galaxií trvá v priemere 2 miliardy rokov. Počas zrážky sa prelínajú a zahustujú prachoplynové oblaky. Kolabujúce oblaky sa menia na maternice, v ktorých sa rodia a dozrevajú hviezdy. V takomto prostredí premenlivá gravitácia menšie hviezdomokopy rozmetá. Zrážku prežijú iba najväčšie. Tieto hviezdomokopy majú všetky zvláštnosti najmladšej populácie hviezdomokopov, ktoré sa zrodili pred 11 miliardami rokov.

Vedci dnes vedia, že vzplanutie hviezdotvorby je proces, v ktorom sa hviezdomokopy tvoria, hoci väčšina z nich sa aj vzápätí rozpade. Podobné procesy neprebiehajú iba po zrážke, ale všade vo vesmíre, kde sa rozpútala búrlivá hviezdotvorba. Najväčšie hviezdomokopy pretrvávajú bez ohľadu na to, do ktorej populácie patria. Preto ich tvorí približne rovnaké množstvo hviezd. Ich počet je okolo milióna.

Velké hviezdomokopy, hoci sú najstaršími zoskupeniami hviezd, po prekonaní búrlivej fázy pokojne, bez väčších zmien starli až po dnešné dni. Navyše, všetky sa na seba podobajú, bez ohľadu na to, v ktorej galaxii sa sformovali. Vedci ich považujú za kozmické fosílie, ktoré uchovávajú informácie aj o prostredí, v ktorom sa zrodili. O mladom vesmíre...

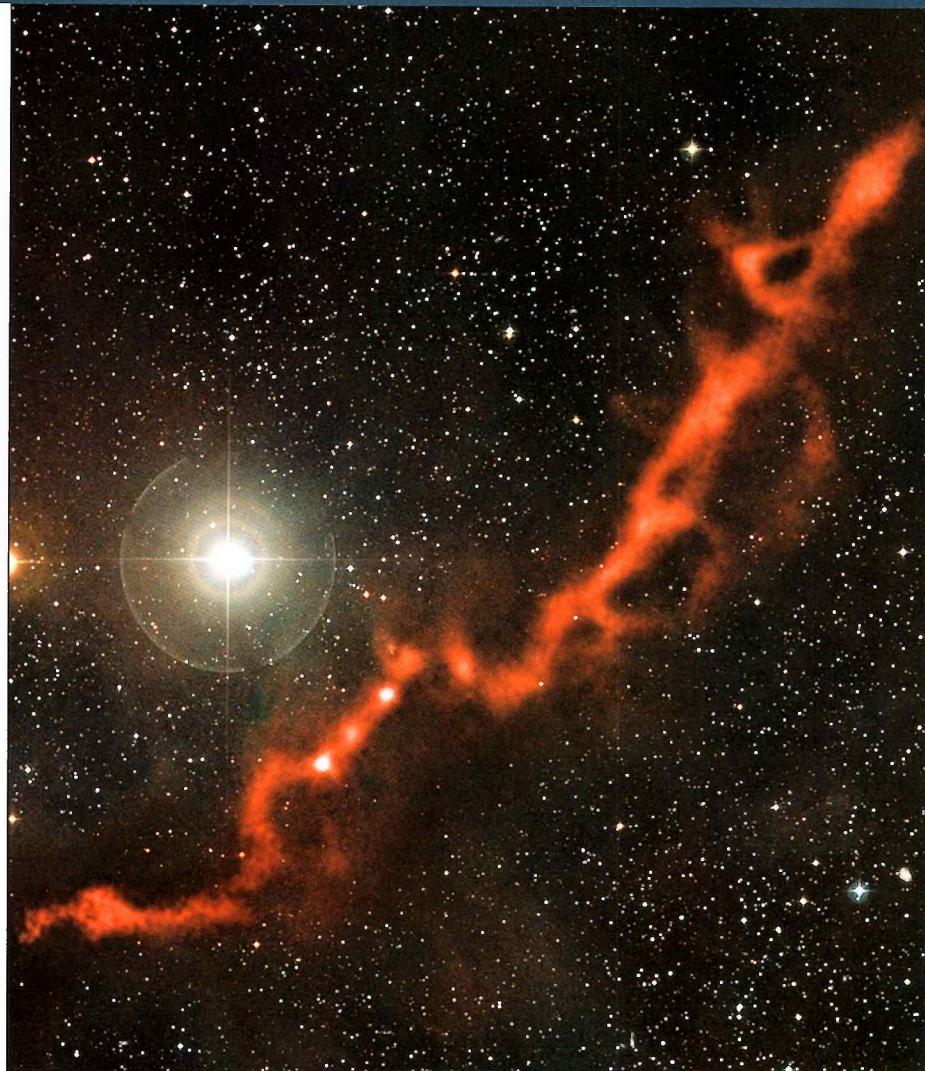
Astronómovia majú teraz na muške niekoľko kolidujúcich galaxií s aktívnou tvorbou hviezd. Zamerajú sa na zachytanie procesov deštrukcie malých hviezdomokopov.



Na známej snímke HST vidíme dôsledky zrážky dvoch galaxií (známych ako Antennae, po slovensky Tykadle): kopy mladých hviezdomokopov a menšie zoskupenia hviezd v oblastiach intenzívnej hviezdotvorby.

M80, guľová hviezdomoka v našej Galaxii, obsahuje bezmála milión hviezd.





Molekulový oblak Taurus, posplietané vlákno kozmického plynu na snímke z dalekohľadu APEX, je jednou z najbližších kolísk hviezd. Nové hviezdy sa rodia v najjasnejších užloch spletanca. Optický dalekohľad by do oblaku nenašiel. Na čiernobielej snímke oranžové zhustky chladných zrniečok prachu dokážu detegovať iba milimetrové a submilimetrové dalekohľady. Všimnite si: v oblasti Barnard 213, vľavo dole, sa už v zhustkach formujú hviezdy. V oblasti Barnard 211, vpravo hore, sa pôvodný oblak iba rozpadá a plyn v jednotlivých fragmentoch ešte nestihol skolabovať natolko, aby sa premenil na kolísky hviezd. Jasná hvieza nad vláknom je φ Tauri.

## APEX nazrel do kolísky hviezd

Na snímke vidíme poskrúcané vlákno kozmického prachu dlhé 10 svetelných rokov. Od Zeme je vzdialé 450 svetelných rokov. V užloch vlákna, kde je plyn najhustejší, sa rodí množstvo hviezd. Tieto kolabujúce oblaky plynu sú jednou z najbližších kolísk hviezd.

Kolískou hviezd je molekulový oblak s rovnaním menom ako súhviedzie, v ktorom ho objavili: Taurus. Na snímke rozlíšite dve časti dlhej vláknitej štruktúry oblaku: Barnard 211 a Barnard 213. Ich názvy sa objavili po prvej svetovej vojne v atlase E. F. Barnarda, ktorý mapoval „tmavé oblasti na oblohe“. Vo viditeľnom svetle by ste v nich hviezdu nenašli. Barnard správne usúdil, že hviezdy tam sú, ale zahaľuje ich prach.

Dnes vieme, že Barnardove tmavé útvary sú oblakmi medzihviezdneho plynu a zrniečok prachu. Tieto zrnká pripomínajúce jemný piesok absorbuju viditeľné svetlo. V mnohých utajených kolískach hviezd zavše presvecuje „záclonu prachu“ svetlo masívnych hviezd zvnútra. V molekulárnom oblaku Taurus takéto hviezdy nie sú. Okrem toho zrnká prachu sú extrémne chladné. Ich teplota sa pohybuje okolo  $-260^{\circ}\text{C}$ . A tak

astronómovia dokážu tieto útvary študovať na vlnových dĺžkach iba v dlhovlnnej oblasti svetla.

Hviezda sa po zrade vyvíja v „kukle“ hustého prachu. Cez tú optické dalekohľady nepreniknú. Preto astronómovia, špecialisti na mladé hviezdy, využívajú čoraz výkonnejšie prístroje operujúce na mili- a submilimetrových vlnových dĺžkach. V tomto prípade využili kamery LABOCA na dalekohľade APEX (Atacama Pathfinder Experiment). Vďaka kamere zviditeľnili na čiernobielej snímke oblohy oranžové oblasti – „teplé ostrovy“ prachu, v ktorých sa formuje množstvo hviezd.

Vlákno vpravo hore je oblasť Barnard 211, oblasť vľavo dole Barnard 213. Najbúrlivejšia hviezdotvorba prebieha v svetlých užloch prachu. Barnard 213 je v pokročilejšom štádiu vývoja. Oblak sa už rozpadol a vytvoril husté jadrá. Barnard 211 sa ešte len rozpadá a hviezdy sa v ňom začnú formovať až v budúcnosti. Lepšiu možnosť porovnať mladé hviezdy v rozličnom štádiu evolúcie, stelárniči zatiaľ nemajú.

APEX je 12-metrový dalekohľad. Stojí na planine Chajnator v čílskych Andách, vo výške 5 000 metrov. Je priekopníkom v oblasti milimetrovej a submilimetrovej astronómie. Jeho výkonnejšou nasledovníčkou je dalekohľad ALMA, ktorý kompletizujú na dohľad od APEXu.

ESO Press Release

## Čierna diera v jadre Mliečnej cesty onedlho preruší pôst

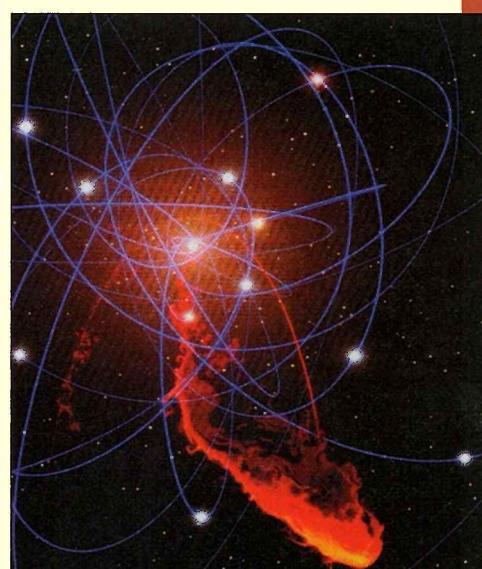
Astronómovia dokážu pozorovať už aj „stravovacie maniere“ čiernych diier. Najviac vedia o tej supermasívnej, ktorá sa nachádza v jadre našej Galaxie. Priebežným pozorovaním pohybov hviezd okolo jadra Mliečnej cesty objavili obrovský oblak plynu smerujúci priamo k centrálnej čiernej diere.

Čierna diera Sgr A\* je 4-miliónkrát hmotnejšia ako Slnečko. Ked' sa k nej oblak zložený prevažne z vodíka a hélia ešte viac priblíži, gravitácia čiernej diery ho najprv natiahne do dĺžky, potom roztrhá a napokon väčšinu z neho po kúskoch prehltne. Vedci z Inštitútu Maxa Plancka pre astrofyziku (MPI) študujú predlžovanie oblaku s nadšením. Pripomíňajú im autormi sci-fi predpovedané a teoretické neskôr odobrené správanie sa hmoty v blízkosti čiernej diery, ktorá čokolvek, kozmickú loď aj oblak plynu, natiahne do podoby „špagety“.

Oblak s hmotnosťou troch Zemí sa priblížuje k Sgr A\* rýchlosťou 8 miliónov kilometrov za hodinu. Najviac sa k čiernej diere priblíží v polovici budúceho roka. Vedci očakávajú, že keď čierna diera toto sústo prehltne, ozije. Počas ostatných desaťročí sa totiž do jej blízkosti dostalo málo „potravy“, takže driemala. Prejavovala minimum aktivity. Po interakcii oblaku plynu s čierrou dierou sa v oblasti Sgr objaví nový zdroj žiarenia.

Vedci z MPI sú ako na tráni. Očakávajú, že počas najbližších dvoch rokov získajú neobyčajne cenné informácie o správaní sa hmoty okolo supermasívnych objektov.

MPI, Natur



Počítačový model zviditeľnil rozpad veľkého oblaku plynu na jeho púti smerom k centrálnej čiernej diere. Zvyšky oblaku znázornili vedci červenou a žltou farbou; pôvodnú dráhu oblaku červenou krvíkou; a obežné dráhy najbližších hviezd okolo čiernej diery modrými krvíkami.

## Kvazary ako gravitačné šošovky

SDSS J0919+2720

SDSS J1005+4016

SDSS J0827+5224

Astronómovia pomocou Hubblovho vesmírneho dalekohľadu objavili niekoľko galaxií, v ktorých hniezdi kvazar fungujúci ako gravitačná šošovka. Takýto kvazar zväčšuje vzdialé objekty z pozadia a zároveň ich svetlo rozptyluje tak, že vznikajú ich virtuálne obrazy.

## Hubbluv teleskop odhalil zvláštne správanie tmavej hmoty

Astronómovia objavili zvláštne zoskupenie hmoty. Čosi ako vrak po zrážke masívnych kôp galaxií. Najprv si mysleli, že ide o tmavú hmotu. Zdalo sa, že tmavá hmota sa po zrážke skoncentrovala do „tmavého jadra“. Takého, aké podľa všeobecne prijímanej hypotezy tvorí gravitačnú „kostru“ každej galaxie či kopy galaxií. Skrátka, drží ich pohromadé.

Čudné bolo, že okolo tmavého jadra nie sú stovky, ale iba zopár galaxií. Akoby sa tie ostatné rozleteli po zrážke na všetky strany. Akoby gravitácia tmavého jadra nepôsobila. Ak sa pozorovanie potvrdí, jedna zo základných teórií o tmavej hmotе by bola podkopaná.

Prvé údaje o tomto javi z roku 2007 považovali vedci slabo podložené. Údaje, ktoré neskôr získal Hubblov vesmírný dalekohľad, však dokázali, že boli správne. Ukázalo sa, že cesty tmavej hmoty a galaxií sa v kope galaxií Abell 520, ktorá vznikla splynutím troch menších galaxií, naozaj rozišli!!!

Abell 520, vzdialý 2,4 miliardy rokov, je gigantickým zlepencom kôp galaxií.

Tmavá hmota, je neviditeľná. Jej rozloženie však vedci dokážu vypočítať z rozloženia viditeľnej hmoty. Často im pomôžu gravitačné šošovky. Keď sa dve kopy galaxií zrazia, vztah galaxií k tmavej hmotе pripomína psa uviazaného na dlhom vodítku.

Túto teóriu potvrdili pred časom pozorovania kolosalnej zrážky dvoch kôp galaxií s názvom kopa Bullet. Z pozorovaní v optických a röntgenových vlnových dĺžkach vedci usúdili, ako by sa tmavá hmota mala správať.

Z prípadu Abell 520 však vidno, že sprá-

vanie tmavej hmoty nie je také jednoznačné. Na jadro plné tmavej hmoty a horúceho plynu sa nijaké viditeľné galaxie „nepriepili“. Galaxie a tmavá hmota by však mali byť nerozlučné.

Vedci v posledných rokoch zaznamenali 6 prípadov zrážok kôp galaxií, pohybujúcich sa vysokou rýchlosťou. Kopy Bullet a Abell 520 sú objekty, ktoré vznikli po „nedávnych“ zrážkach. Napriek tomu sa údaje o dôsledkoch ich zrážok navzájom vylučujú!! Nikto nedokáže vysvetliť odlišné správanie tmavej hmoty počas týchto kolízii.

Theoretici však pracujú naplno.

Prvú teóriu objasňuje príklad snehových gulí. Ak by sa zrazili dve snehové gule (a každá by bola zmesou tmavej a normálnej hmoty), zrážka by normálnu hmotu zbrzdila. Balíky tmavej hmoty by však jedna druhou prenikli bez spomalenia. (Vedci však priprúšťajú, že časti tmavej hmoty predsa len navzájom interagujú a ocitnú sa, ako vyhostený vrak, mimo ohniska zrážky.)

Podľa inej teórie sa rozdielnosť údajov z dvoch zrážok kôp galaxií vysvetluje tak, že interakcia v prípade Abell 520 bola komplikovanejšia. V prípade Bullet Cluster sa zrazili dve, v prípade Abell 520 tri, ba možno aj viac kôp galaxií.

Podľa ďalšej teórie sa v jadre Abell 520 nachádza veľa galaxií, ale takých slabých, málo svietivých, že ich ani HST nerozliší. V takých galaxiách je oveľa menej hviezd.

Ktorá z teórií platí, rozhodnú až zložité simulácie na počítačoch. A údaje z pozorovaní ďalších zrážok kôp galaxií.

NASA, ESA, CFGT



Jeden z tímov Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu objavil už niekoľko galaxií s kvazaram (kvazar je aktívne jadro galaxie), ktoré fungujú ako gravitačné šošovky. Tie zväčšuje oveľa vzdialenejšie objekty, kopy galaxií či galaxie. Také, ktoré by nerozlišili ani najväčšie pozemské či vesmírne ďalekohľady. No kvazar vzdialený objekt nielen zväčšuje. Nerovnomerne rozložená hmota v gravitačnej šošovke rozkladá svetlo vzdialeného objektu tak, že na oblohe pozorujeme niekoľko jeho virtuálnych obrazov. Pritom každý má rovnaké vlastnosti.

Kvazary sú najjasnejšími objektmi na oblohe. Žiaria najesťe ako všetky hviezdy v hostitelskej galaxii. Energiu kvazarov generujú supermasívne čierne diery. Objaviť kvazar, fungujúci ako gravitačná šošovka, si vyžiadalo analýzu 23 000 spektier kvazarov získaných v rámci prehliadky Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Vedci hľadali spektrálne odťačky vzdialenosťnych galaxií a skúmali, či nie sú totožné so spektrami blízkych galaxií. Keď boli úspešní, zamierili na podozrivý objekt HST s cieľom objaviť gravitačné oblúky a Einsteinove prstence. Útvary, ktoré sú produkтом gravitačnej

šošovky. Poznámka: Dokonalý prstenec sa vytvorí iba vtedy, keď objekt v pozadí, gravitačná šošovka a pozorovateľ na Zemi sú ideálne zoradení na jednom zornom lúči.

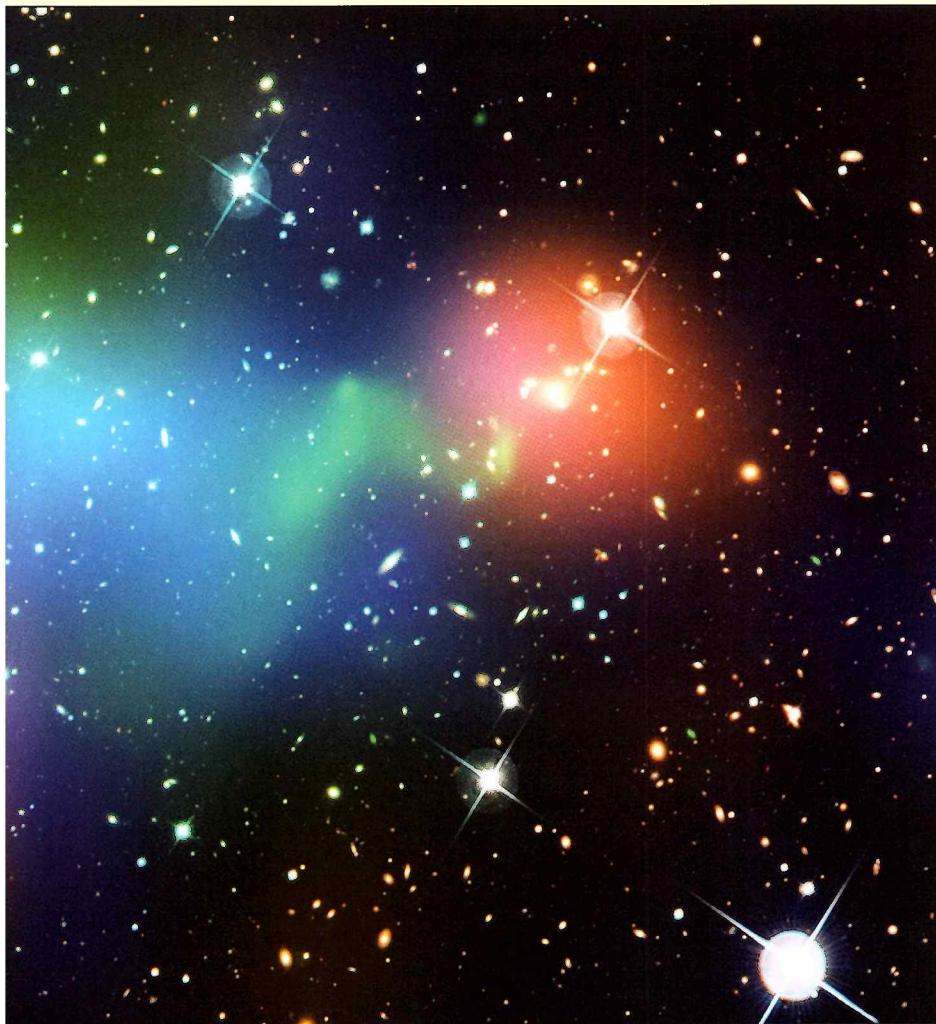
Hostitelskú galaxiu, v ktorej hniezdi kvazar, je takmer nemožné pozorovať, lebo sa stráca v jeho svetle. Preto je ľahké vypočítať jej hmotnosť, ododenú so združenej jasnosti hviezd, ktoré sú súčasťou hviezdnego ostrova. V takom prípade sú gravitačné šošovky neoceniteľné. Miera rozptylu svetla zo vzdialenosťného objektu umožňuje vedcom vypočítať hmotnosť galaxie.

Švajčiarski vedci z École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) zostavili v najbližších rokoch katalóg kvazarov, ktoré sú gravitačnými šošovkami. Zároveň vypočítajú hmotnosti hostitelských galaxií a porovnajú ich s hmotnosťami galaxií, ktoré v jadre kvazar nemajú.

V rámci niekoľkých celooblohových prehliadiok preskúmajú vedci v najbližších rokoch stáisisce kvazarov s cieľom objaviť tie, čo fungujú ako gravitačné šošovky.

NASA, ESA, EPFL Press Releases

Na zloženej snímke možno rozlíšiť rozloženie tmavej hmoty, galaxií a horúceho plynu v jadre zrážajúcich sa kôp galaxií Abell 520. Oranžová farba zviditeľňuje svetlo hviezd z galaxií (Canada-France-Hawaii Telescope); zelené oblasti zvýrazňujú oblasti horúceho plynu (röntgenový satelit Chandra); modrá farba odhaluje, že najviac hmoty v kope sa nazhromaždilo jadre, kde dominuje tmavá hmota (HST). Modrá a zelená v strede snímky dokazujú, že tmavá hmota sa nachádza v bezprostrednej blízkosti horúceho plynu. Tam, kde je iba minimum galaxií. To vyvracia teórie o tmavej hmote, podľa ktorých by mali byť galaxie s tmavou hmotou „gravitačne zlepene“.



Časť z mapy vesmíru v oblasti vysokých energií.

## Fermiho bubliny: tajomné objekty na okraji elektromagnetického spektra

Vesmír má mnoho podôb. Na každej vlnovej dĺžke vyzerá obloha inakšie. Každá forma svetla, od rádiových vln až po žiarenie gama zviditeľní množstvo detailov, ktoré na iných vlnových dĺžkach nevidíme. NASA má ďalekohľady, ktoré pokrývajú celé rozpätie elektromagnetického spektra. Jeden z nich, vesmírny Fermi Gamma-Ray Telescope, krúžiaci okolo Zeme, prekonal nedávno ďalšiu elektromagnetickú hranicu.

Fermi dokáže zachytiť fotóny s vysokou energiou. Vedci onedlho vďaka Fermiu zverejnili prvú celooblohovú mapu vesmíru v oblasti vysokých energií.

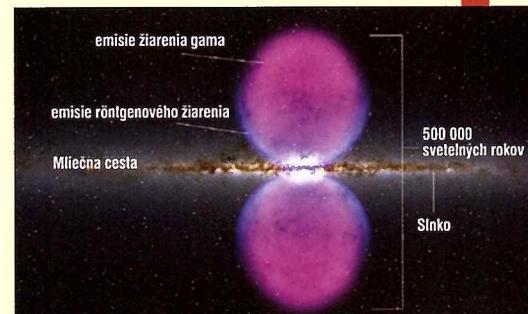
Ludské oko dokáže zaznamenať fotóny s energiami 1 až 3 elektrónvoltov. Fermi deteguje fotóny s energiami od 20 miliónov po 300 miliónov elektrónvoltov. Fotóny žiarenia gama majú takú energiu, že ich bežné šošovky a zrkadlá obyčajných ďalekohľadov nedokážu zachytiť. Prístroje na satelite Fermi priponíajú skôr Geigerov indikátor. Gama oči na satelite Fermi dokážu detegovať najbúrlivejšie úkazy, od supermasívnych čiernych dier až po výbuchy supernov. Gama obloha priponíma kozmický ohňostroj.

V roku 2008, keď satelit Fermi vypustili, astronómovia vedeli iba o 4 zdrojoch fotónov v oblasti najvyšších energií. Fermi ich počas troch rokov objavil viac než päťsto. Tretinu týchto zdrojov nedokážu vedci zaradiť medzi známe objekty, produkujúce žiarenie gama. Patria medzi ne blázary (supermasívne čierne diery), zvyšky po výbuchoch supernov a rýchle rotujúce neutrónové hviezdy – pulsary.

Najzáhadnejším zdrojom gama fotónov sú však „Fermiho bubliny“, obrovské štruktúry blízko centra Mliečnej cesty. Pokrývajú oblohu 20 000 svetlených rokov nad i pod rovinou Galaxie. Nikto zatiaľ nevie, ako sa sformovali.

Prvá mapa v oblasti vysokých energií je na svete. O niekoľko rokov zverejnili vedci ešte dokonalejšiu mapu. Ale už dnes tušia, že vo Fermiho svete bude aj vtedy viac nevyvesťiteľných ako známych úkazov.

Max Planck Institute



Časť z mapy vesmíru v oblasti vysokých energií.

**D**vaja astronómovia predvídali existenciu čiernych dier už koncom 18. storočia: John Mitchell a Pierre-Simon Laplace. Nezávisle od seba vypočítali, že niektoré hviezdy môžu byť také masívne, že z ich gravitácie neunikne ani svetlo. Na ich „fantazmagóriu“ sa zabudlo. Tmavé hviezdy oživil až Albert Einstein. Vyplynuli z jeho všeobecnej teórie relativity.

# Čierne diery:

Rok po verejnení Einsteinovej teórie zostavil fyzik Karl Schwarzschild rovnice všeobecnej teórie relativity pre prípad telesa s bezmála nekonečnou hmotnosťou. Vypočítal, že v takom prípade by sa tkanina časopriestoru zavinula do seba a vytvorila by singularitu: oblasť s nulovým objemom a nekonečnou hustotou. Z takého „bodu“ by neuniklo ani svetlo. Pojem čierna diera, označujúci taký objekt, sa ujal až o 50 rokov neskôr. Odvtedy sa astronómovia pokúšali mysteriózny objekt objaviti.

Po štyridsiatich rokoch výskumu vieme, že čierne diery naozaj existujú. Astronómovia rozlišujú dva typy: *stelárne*, s hmotnosťami 3 až 10 Slnk, a *supermasívne*, s hmotnosťami miliónov až miliárd Slnk. Supermasívne čierne diery sa nachádzajú iba v jadrach galaxií.

Objaviteľia čiernych dier vyskúšali niekoľko metód. Najúspešnejšou metódou je meranie pohybov hviezd v okolí potenciálnych čiernych dier. Na dobrej pomoci im boli najmä dvojhviezdy, kde spoluúčinkom čiernej diery býva často viditeľná hvieza. (Existujú však aj dvojhviezdy v kombinácii čierna diera a neutrónová hvieza, i čierne dvojhviezdy, kde sú obe zložky čiernymi dierami.)

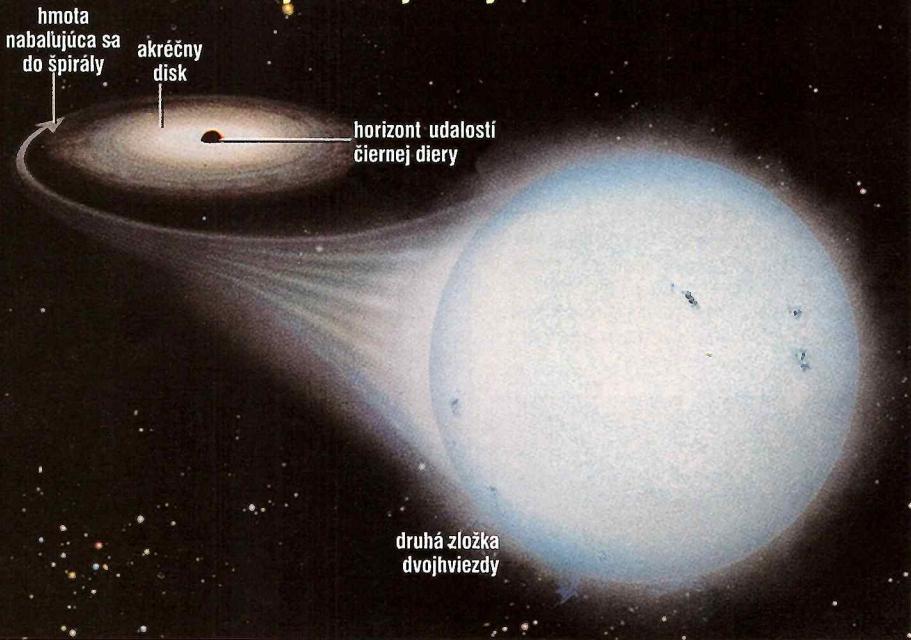
Túto metódu vyvinuli v 60. rokoch minulého storočia, keď detektory na palubách röntgenových satelitov zachytili zdroje röntgenového žiarenia v našej Galaxii. Intenzita žiarenia z týchto zdrojov sa v priebehu zlomkov sekund menila. Tak zistili, že niektoré z týchto zdrojov sú súčasťou binárnych systémov.

## Dvojhviezda Cygnus X-1

Ak je röntgenová dvojhviezda tesná, hmotnejšie telo nasáva z druhej hviezy hmotu. Nabáľovaný materiál sa zahreje na milióny stupňov a emituje röntgenové žiarenie. Zlodejom hmoty nemusí byť iba čierna diera. Aj neutrónové hviezdy majú dostatočne vysokú hmotnosť na to, aby nabáľovaný prach a plyn urýchli a zahrial do takej miery, že začne žiarí v röntgenovej oblasti. Čierne diery i neutrónové hviezdy sú však neviditeľné. Na určenie identity neviditeľných telies musia vedci zmerať ich hmotnosť.

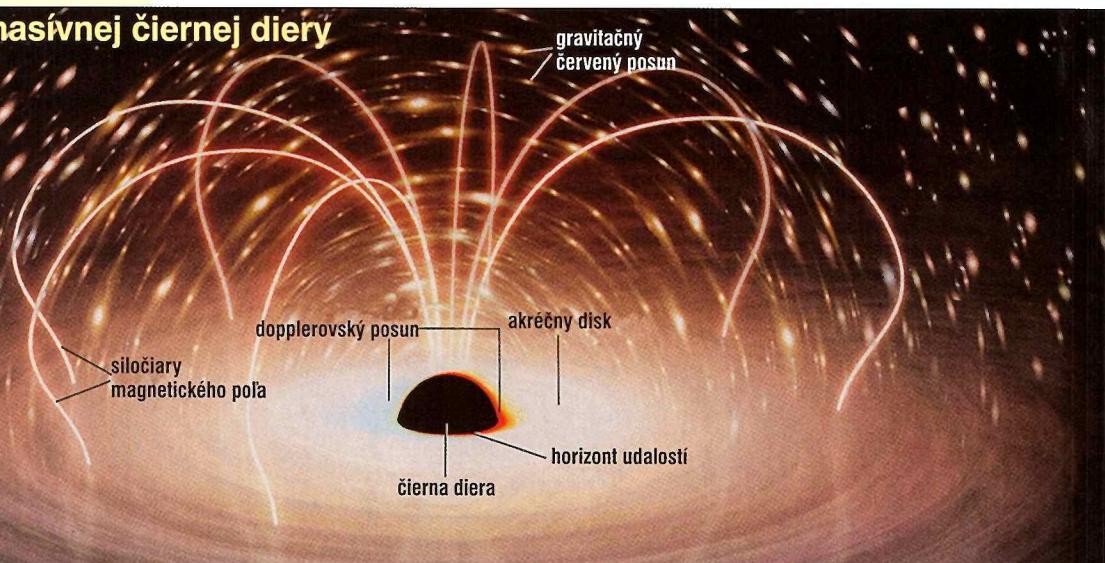
Potrebné údaje získavajú vedci štúdiom spektrálnych emisií z viditeľnej zložky dvojhviezdy. Z týchto údajov dokážu určiť pohyb a zloženie tmavých spoluúčinkov. Ak sa viditeľná hvieza

## Anatómia stelárnej čiernej diery



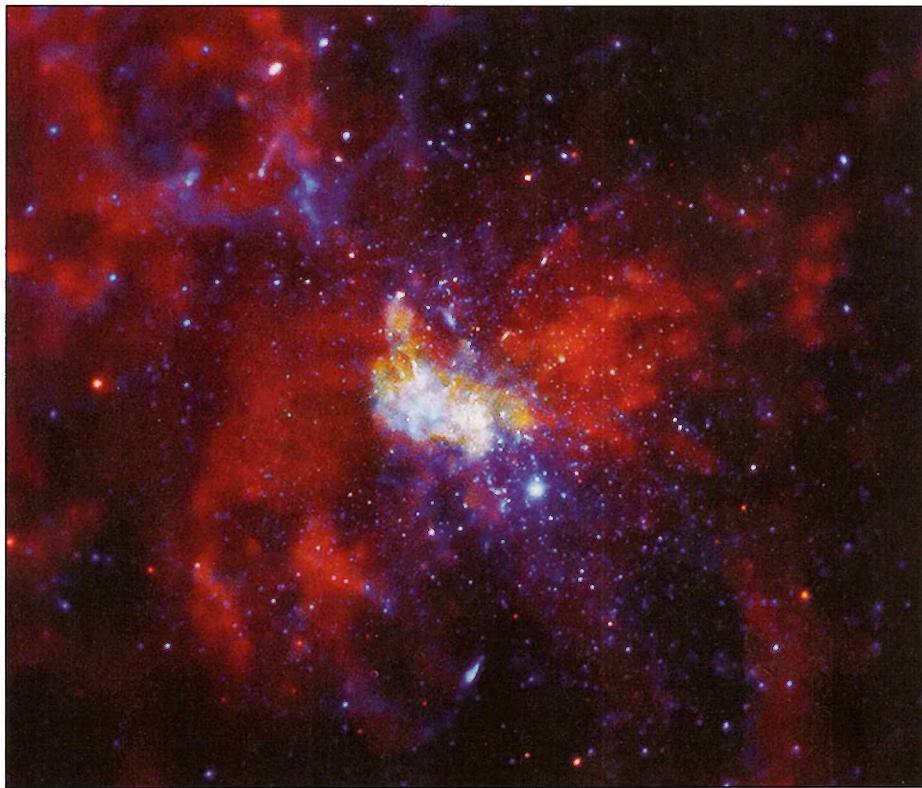
Stelárna čierna diera je posledným štádiom evolúcie hviezdy s hmotnosťou vyššou ako 3 Slnká. Táto čierna diera má hmotnosť 3 až 10 Slnk. Nie je však väčšia ako asteroid s priemerom niekolkých desiatok kilometrov.

## Anatómia supermasívnej čiernej diery



Supermasívne čierne diery s hmotnosťou miliónov až miliárd Slnk vypĺňajú priestor porovnatelný s našou Slnečnou sústavou. Čierne diery hniezdia v jadrach galaxií. Presvedčivé dôkazy o ich existencii získali vedci v zhruba desiatich prípadoch. Predpokladajú však, že každá galaxia má svoju čiernu dieru.

# odkiaľ vieme, že existujú?



V jadre Mliečnej cesty hniezdi najperspektívnejší kandidát na čiernu dieru. Astronómovia sa zameriavajú najmä na objekt Sagittarius A\*. Na pozorovaní sa zúčastňujú rádioteleskopy, infračervené i röntgenové ďalekohľady. Pozorovania potvrdili, že čierna diera sa skrýva práve v tomto objekte.

na dráhe okolo spoločného ťažiska dvojhviezdy pohybuje smerom od pozemského pozorovateľa, jej emisie sa posunú smerom k červenému okraju spektra. Ak sa, naopak, k Zemi približuje, emisie sa posunú k modrému okraju. Z množstva posunov v spektri dokážu astronómovia odvodiť, ako rýchle sa viditeľná hviezdá pohybujú a ako dlho jej trvá jeden obeh. Potom pomocou fyzikálnych zákonov dokážu vypočítať aj hmotnosť neviditeľného objektu.

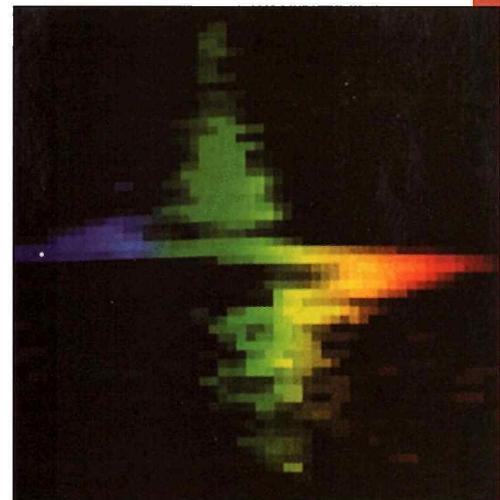
Ak má tmavá hviezdá menšiu hmotnosť ako 3 Slnká, ide o neutrónovú hviezdú. Objekty s vyššími hmotnostami sú čierne diery. Pomocou takýchto meraní identifikovali vedci 20 kandidátov na stelárne čierne diery.

Jednou z prvých röntgenových dvojhviezd, ktorú podrobne preštudovali, bola Cygnus X-1. Už v roku 1971 sa vedelo, že horúca, modrá obria hviezdá HDE 226868 má rovnakú polohu ako zdroj röntgenového žiarenia. Hviezda okolo neviditeľného spolupútnika krúži rýchlosťou 70 kilometrov za sekundu. Jeden obeh trvá 5,6 dňa.

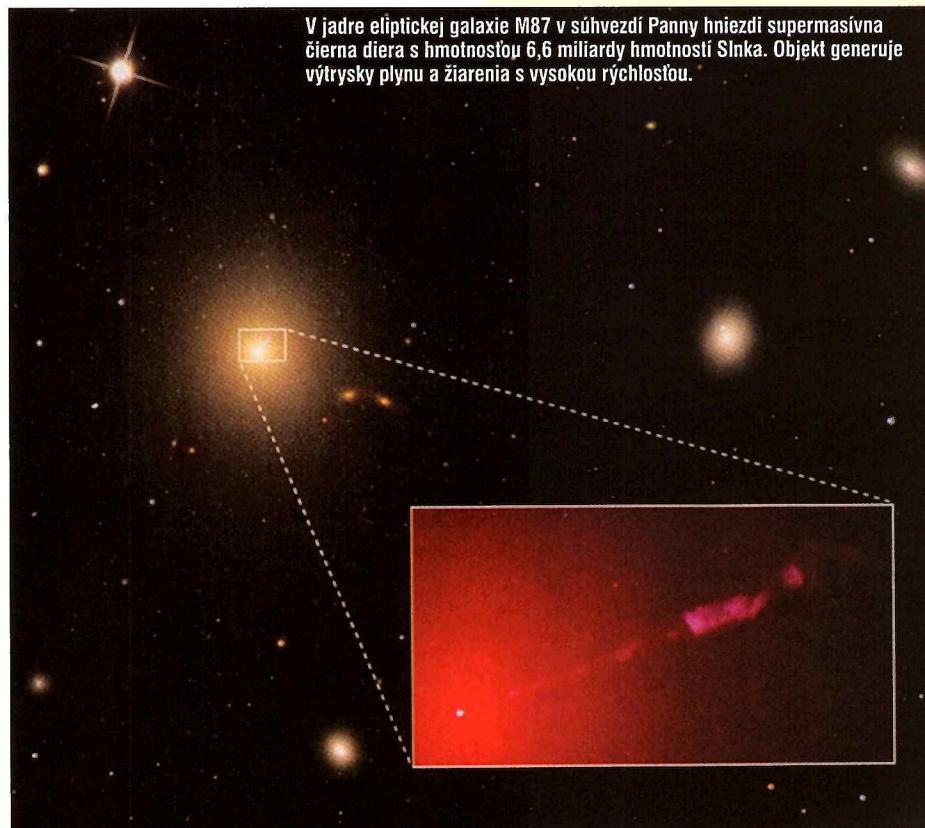
Vedci vypočítali, že hmotnosť spolupútnika dosahuje prinajmenšom hodnotu 4 Slnk. Výpočet neboli presný. Dnes vieme, že hviezdá HDE 226868 má hmotnosť 19 a jej neviditeľný spolupútnik hmotnosť 15 Slnk. Takisto vieme, že tmavý objekt je čierrou dierou, zvyškom po kedy si extrémne masívnej hviezdy.

## Horizont udalostí

V roku 2006 zverejnili vedci štúdiu o 36 röntgenových dvojhviezdach. V 13 identifikovali neutrónové hviezdy, v 18 čierne diery, zvyšné ne-



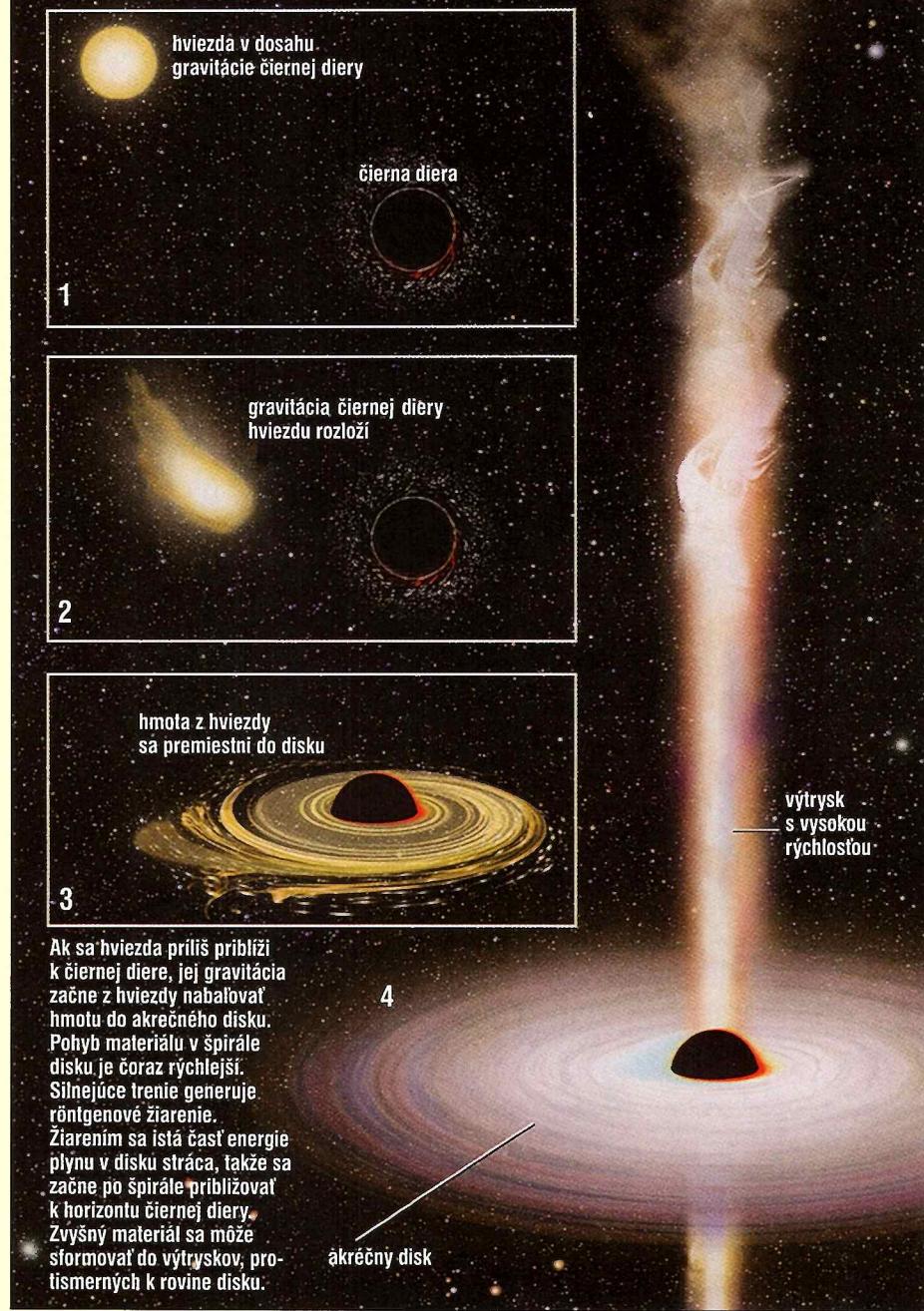
Rýchlosť pohybu plynu či hviezdy krúžiacich kolo čiernej diery dokážu vedci vypočítať z ich spektier. Ak sa plyn približuje na svojej dráhe k Zemi, prejavuje sa modrou farbou. Ak sa od Zeme vzdáluje, čiary spektra sa posúvajú smerom k červenej farbe. Na základe spektra vedci vypočítali rýchlosť plynu krúžiaceho okolo čiernej diery v galaxii M84. Rýchlosť plynu je 360 kilometrov za sekundu. V danej vzdialosti sa takoto rýchlosťou môže plyn pohybovať iba preto, že v centre, ktoré obieha, je teleso s hmotnosťou 300 miliónov Slnka.



V jadre eliptickej galaxie M87 v súhvezdí Panny hniezdi supermasívna čierna diera s hmotnosťou 6,6 miliardy hmotnosti Slnka. Objekt generuje výtrysky plynu a žiarenia s vysokou rýchlosťou.



## Obed čiernej diery



a amerických astronómov (Oddelenie mimozemskej fyziky pri Inštitúte Maxa Plancka v Garchingu a Kalifornskej university) vyše pätnásť rokov monitorovali pohyby desiatok hviezd v jadre Mliečnej cesty. Hviezdy sa pohybujú po eliptických dráhach. Usúdili, že hviezdy sa pohybujú po dráhach zodpovedajúcich prítomnosti masívneho telesa v jadre, presne podľa zákonom gravitácie.

Z údajov o dráhach týchto hviezd vypočítali vedci hmotnosť neviditeľného telesa, okolo ktorého kružia. Zistili, že teleso s priemerom našej Slnečnej sústavy má hmotnosť 4 miliónov Slnk. Z veľkosti a hmotnosti sa dá vypočítať aj hustota. Hodnota hustoty prezradí, či daný objekt je čierou dierou, alebo iným bizarným útvaram, napríklad kopou neutrónových hviezd či bielech trpaslíkov. Iné modely po simuláciach na počítačoch vylúčili.

Astronómovia objektu v strede Galaxie dali meno Sagittarius A\*. Neuspokojili sa však s dôkazom, ktorý získali analýzou pohybu niekoľkých desiatok hviezd. V roku 2003 zaznamenali infračervený signál z miesta, kde by sa hypotetická čierna diera mala nachádzať. Emisia zjasnela, potom začala pohasňať, až sa o 30 minút načisto stratila. Tím určil, že zdroj žiarenia sa nachádza iba tisícinu oblúkovej sekundy (čo je vzdialenosť niekoľkých svetelných hodín) od čiernej diery. Usúdili, že zdrojom emisii je materiál špirálujúci tesne nad horizontom udalostí.

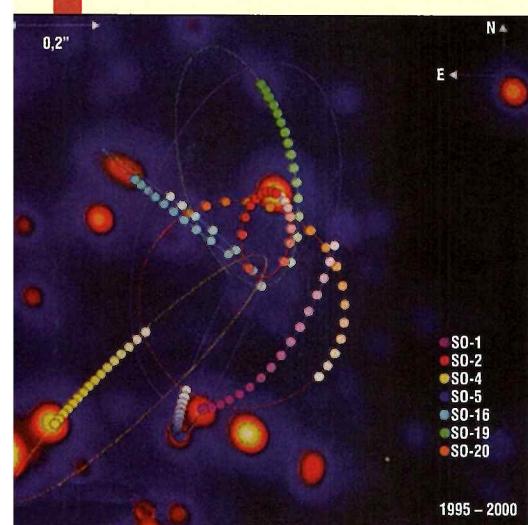
Dnes vieme, že čierne diery nenasávajú materiál kontinuálne. Ked sa zdroj hmoty v okolí minie, aktivita ustáva a čierne diery zadriem, až kým sa nové sústo plazmy nepribliží.

## Čierne diery v iných galaxiách

Okrem Mliečnej cesty vedia vedci o troch ďalších galaxiách, kandidátach na čierne diery, pri ktorých nepohybujú, že v nich supermasívne čierne diery naozaj hniezdia. Prvou je gigantická galaxia M87, súčasť kopy galaxií v súhvezdí Panvy. Hoci je vzdialenosť 50 miliónov svetelných rokov od Zeme, vedci dokážu monitorovať pohyby jednotlivých hviezd. Navýše, vďaka istým spektrálnym čiarám dokážu zmerať aj pohyby plynu pohybujúceho sa blízko centra M87.

Hviezdy a plyn v disku, ktorý obklopuje čiernu dielu, sa pohybujú rýchle. Astronómovia, podobne ako pri stelárnych čiernych dierach, dokážu zo spektier vypočítať červené i modré posuny. Tak môžu vypočítať rýchlosť pohybu hmoty. Z údajov o rýchlosťi a čase, ktorý hviezdy potrebujú na obeh okolo stredu M87, vypočítali, že čierna diera v jadre galaxie má hmotnosť 6,6 miliardy Slnk. Je teda 1000-krát hmotnejšia ako čierna diera v Mliečnej ceste a vypĺňa priestor s trojnasobne väčším priemerom ako naša Slnečná sústava. Rovnaký tím vypočíta aj hmotnosti čiernych dier v galaxiach NGC 4889 a NGC 3842. Každá z nich má hmotnosť 10 miliárd Slnk a vypĺňajú priestor s 5-násobne väčším priemerom ako Slnečná sústava.

V prípade galaxie M106 použili vedci začiatkom tohto storočia odlišnú metódu výpočtu supermasívnej čiernej diery v jej jadre. Objavili niekoľko vodných maserov (ide o objekty, ktoré zosilňujú svetlo na istú frekvenciu, a preto sa dajú ľahšie študovať), všetky do vzdialenosťi 3 svetelných rokov od centra galaxie. Masery pozorovali sústavou rádioteleskopov VLBA a vypočítali ich rýchlosť. Zistili, že v galaxii M106 hniezdi čierna diera s hmotnosťou 30 miliónov Slnk.



Astronómovia merali pohyby hviezd vo vzdialenosťach okolo 26 miliárd kilometrov od jadra Mliečnej cesty. Zistili, že ich pohyb ovplyvňuje jediný masívny objekt v strede našej Galaxie. Naša supermasívna čierna diera má hmotnosť štyroch miliónov Slnk.

dokázali spoplahliivo určiť. Tím z Massachusetts Institute of Technology (MIT) celých deväť rokov analyzoval údaje z röntgenového satelitu RXTE. Zistili, že ak išlo o kandidáta na neutrónovú hviezdu, záblesky sa opakovali. V iných prípadoch signál rýchle odumrel. Presne takýto efekt očakávali v prípade čiernej diery. Ak nabalený materiál krúži po špirále k čiernej diere a zmizne za horizontom udalostí, odkiaľ už niet návratu, čierna diera zadrží aj vyžiarenú energiu.

V prípade neutrónovej hviezdy dopadá nabalená hmotna na jej povrch a tento kontakt generuje vzplanutia röntgenového žiarenia. Čierne diery však takýto povrch nemajú.

Chýbajúce záblesky z kandidátov na čierne diery sa stali nepriamym dôkazom existencie horizontu udalostí. Z toho logicky vyplývalo, že ak takýto horizont existuje, potom musí existovať aj čierna diera. A tak úkaz, ktorý objavili pri stelárnej čiernej diere, začali hľadať aj pri kandidátach na supermasívne čierne diery. Trafili do čierneho.

## Čierna diera v jadre našej Galaxie

Najsilnejší dôkaz existencie čiernych dier sa nachádza v strede našej Galaxie. Tím nemeckých

M106, spolu s Mliečnou cestou a galaxiami M31 a M87 majú v strede také husté objekty, že to musia byť čierne diery.

## Tajomstvo kvazarov

V 50. rokoch minulého storočia objavili astronómovia kvazary, extrémne jasné galaxie. Dlhú netušili, aký mechanizmus generuje energiu týchto kvazistelárnych objektov. Podľa platnej teórie gravitácia supermasívnej čiernej diery deformuje vo svojom okolí tkaninu časopriestoru a „strapatí“ tým tancujúce siločiary magnetického pola. Uvoľnené siločiary povievajú nad pólmi čiernej diery ako štica. Častice špirálujúce okolo týchto (v pôloch neukovených) siločiar unikajú do priestoru v podobe protismerných energetických výtryskov. Výtrysky sú kolmé na rovinu disku.

Celé desaťročia detegovali vedci zdroje rádiového žiarenia z miest, kde tušili čierne diery. Ich prítomnosť prehrázal pohyb hmoty, krúžiacej okolo nich bezmála rýchlosťou svetla. Až nedávne objavy dokázali spojitosť týchto javov s čiernymi dierami.

Vedcom pomohol röntgenový satelit Swift zameraný na zdroje emisií s vysokými energiami. Swift zaznamenal z rovnakých zdrojov nielen vzplanutia röntgenového žiarenia, ale aj rádiové a gama emisie. Vypočítali, že hmota z týchto zdrojov smeruje k Zemi rýchlosťou prevyšujúcou 90 % rýchlosť svetla. Rádiové emisie sú produkтом kolízie výtrysku s medzihviezdnou hmotou. Naproti tomu röntgenové žiarenie vzniká oveľa bližšie k čiernej dieri, kde si v samých koreňoch výtryskov.

Vedci zistili, že sú svedkami agónie hviezd, ktorá sa príliš priblížila k horizontu čiernej diery. Gravitácia hviezu najprv sploštila, natiahla a napokon nadobro roztrhala. Čierna diera z rozpadávajúcej hviezy začala nasávať plyn do akréčneho disku, kde sa trením generovalo röntgenové žiarenie. Keď sa plyn prepadol pod horizont udalostí, signál odumrel. Očakáva sa, že o niekoľko rokov zachytia výtrysk aj na rádiových vlnových dĺžkach, čo by teóriu ešte viac podprelo.

Iný tím pomocou satelitu RXTE monitoroval podobnú situáciu. Vedci zachytili jemný, oscilujúci signál z dvojhviezdy H1743-322 (s jednou tmavou zložkou). Zistili, že pohyb plynu sa zrýchľuje. Predpokladali, že materiál sa približuje k čiernej dieri. Potom sa signál vytratil, ale už o dva dni videli vedci stôp plynu, stúpajúci z disku. Na druhý deň pozorovali to isté, ale na opačnej strane.

Výtrysky s vysokou rýchlosťou tryskajú aj z jadier galaxií M87, M81, NGC2273 a niekoľkých ďalších galaxií. V každej z nich hniezdi supermasívna čierna diera.

## Absolútny dôkaz

Hoci vedci objavili dostatok dôkazov potvrzujúcich existenciu čiernych dier, základnou vlastnosťou čiernej diery je horizont udalostí, rozhranie spoza ktorého niet návratu. Teoretici o jeho existencii nepochybujú, ale nevedia, ako ho otestovať. Predovšetkým preto, že ho pritom zatiaľ nedokázali pozorovať. V najbližších rokoch sa im to však môže podarí.

Vedci a konštruktéri vyvýhajú sústavy dalekohľadov s takým rozlíšením, že dokážu nasnímať aj oblasť, ktorá nevyžaruje svetlo. V prípade,

že bude horizont udalostí čiernej diery dosť veľký, uzrieme efekty, ktoré sprevádzajú pohlcovanie svetla. Ba dokonca budeme vidieť aj dieru, ak v jej pozadí bude nejaká hmota.

Za najlepších kandidátov na také pozorovania považujú vedci supermasívne čierne diery v galaxii M87 a v Mliečnej ceste. Oba tieto objekty sú dosťatočne veľké na to, aby sa dali nasnímať a aby boli zreteľné aj ich štruktúry.

Podľa všeobecnej teórie relativity dokáže mohutná gravitácia čiernej diery pokrčiť časopriestor tak, že z jeho záhybov nedokáže svetlo uniknúť. Vedci predpokladajú, že budú pozorovať priestor tesne nad horizontom udalostí. Priestor, ktorý nazývajú „tieňom“ čiernej diery. Priestor, ktorý neprodukuje nijaké emisie.

Každý objekt, ktorý má nenulovú hmotnosť dokáže do istej miery priestor pokrčiť. Preto svetlo, ktoré ho miňa tesne, sa trochu ohne. Vo väčšej vzdialenosťi sa ohne iba nepatrne. Pri čiernej diere sa však tento efekt naplno prejaví. V istom bode až tak dramaticky, že sa lúče svetla zakrivia okolo celej čiernej diery a začnú vytvárať slučky. A to všetko by sa malo dať nad horizontom udalostí, na určenom mieste, predpokladanom všeobecnej teóriou relativity. Priame pozorovanie tohto tieňa, napríklad „čiernej bodky“ na pozadí materiálu pozadia, bude dôkazom existencie čiernej diery.

## Čo prinesie budúcnosť

Pozorovať tieň, horizont udalostí či hmotu špirálujúcu do čiernej diery umožní iba detektor s vysokou rozlišovacou schopnosťou. Tím vedený Frankom Eisenhauerom z Inštitútu Maxa Plancka chce prepojiť VLT, sústavu rádioteleskopov v Čile s prístrojom GRAVITY. Ten dokáže zmerať polohy hviezd v blízkosti čiernej diery s presnosťou 10 mikrooblúkových sekúnd. Pracovať začne v roku 2014.

Počas vzplanutia, keď čierna diera zažiarí, zdrojom jasnosti je „jasná škvRNA“, krúžiacu okolo čiernej diery. Obežná dráha tejto jasnej škvRNA je nad čiernom dierou v 3-krát väčšej vzdialenosťi ako horizont udalostí. GRAVITY bude merať pohyb škvRNA na špirálujúcej dráhe až do čiernej diery!

Ďalšia generácia röntgenových dalekohľadov dokáže skúmať hmotu ešte bližšie k horizontu udalostí. Ba dokonca aj vo chvíli, keď sa plyn prepadá pod toto rozhranie. Tieto dalekohľady však začnú pracovať až okolo roku 2020.

O niečo skôr začne pracovať Event Horizon Telescope. Tento prístroj dokáže horizont udalostí pozorovať priamo. Bude to vlastne gigantický rádioteleskop. Vedci z ústredne v MIT prepoja v určenom čase rádioteleskopy na celom svete. Prvú snímku horizontu udalostí nad supermasívou čiernom dierou galaxie M87 chcú získať ešte v tomto desaťročí. Približne sto rokov potom, ako Schwarzschild po prvýkrát vypočítal, ako sa tkanina časopriestoru dokáže pokrčiť do objektu s bezmála nekonečnou hustotou. Astronómovia budú môcť priamo pozorovať prejavy gravitačných efektov.

Tak, či onak: päťdesiatročné úsilie vedcov zameraných na čierne diery prinieslo ovocie. Bezpečne vieme, že existujú.

Astronomy 4/2012



Ilustrácia zobrazuje gigantickú krúžňavu hviezd, krúžiacich okolo supermasívnej čiernej diery. Tie najblížie strácajú guľatý tvar, spoľačne sa a na koniec sa rozpadnú. Časť materiálu z rozpadajúcich sa hviezd unikne do okolia, časť skonzumuje čierna diera. Po prehľtnutí každého sústa sa jej hmotnosť zvýši.

## Najhmotnejšie čierne diery

Oobjavili ich vedci z Texaskej univerzity. Obe majú hmotnosť zhruba 10 milíard Slnk, obe vyplňajú priestor s priemerom našej Slnčnej sústavy. Väčšie čierne diery zatiaľ neboli objavené.

Hmotnosť oboch čiernych dier vypočítali z údajov o rýchlosťi pohybu hviezd, krúžiacich blízko jadier dvoch galaxií. Udaje vznikli kombinovaním pozorovaní z dvoch dalekohľadov: jadra galaxií pozorovali pomocou obrích dalekohľadov Gemini a Keck na Havajských ostrovoch, vonkajšie oblasti pomocou dalekohľadu 2,7-m Harlan J. Smith na McDonaldovom observatóriu v Austin (Texas), ktorý bol prepojený s vysoko citlivým spektrografom. Skombinovať takto rôznorodých údajov dokázal iba superpočítač.

Gigantické čierne diery hniezdia v jadrach „svojich“ pomerne prestarnutých galaxií. Zdá sa, že sú tmavými pozostatkami kedykoľvek veľmi jasných galaxií – kvazarov.

Kvazar je synonymom pojmu „aktivné jadro galaxie“. V mladom vesmíre ich bolo veľa. V niektorých galaxiách bolo takto hmoty, že sa čierne diery v jadrach galaxií vymrtili až na hmotnosť 10 milíard Slnk!!! Potom sa hmota minula. Vyhladnuté čierne diery zadrímalí. Kvazary vyhasli. Vedci si však položili otázku: „Ak stihli tiež čierne diery nabaliť takto hmoty už v mladosti, aké sú dnes? Čo do hmotnosti pripomínajú mladé kvazary... Nie sú náhodou chýbajúcim ohnivkom medzi kvazarmi a supermasívnymi čiernymi dierami, ktoré pozorujeme dnes?“

Prvá z dvoch najmasívnejších čiernych dier hniezdi v galaxii NGC 3842. Je to najmasívnejšia galaxia v kope galaxií Leo, vzdialenej 320 miliónov svetelných rokov, smerom k súhvezdiu Leva. Druhá je v elliptickej galaxii NGC 4889, v najmasívnejšej galaxii v kope Corna, vzdialenej 336 miliónov svetelných rokov, smerom k súhvezdiu Vlasy Bereniky. Obe čierne diery, v 5-násobne väčšej vzdialenosťi ako Slnko – Pluto, zahŕňajú horizont udalostí. Oblasť nad horizontom udalostí, kde pôsobi gravitačia čiernych dier, predstavuje sféru s priemerom 4000 svetelných rokov!!!

Obe čierne diery sú 2 500-krát masívnejšie ako čierne diera v jadre Mliečnej cesty. Prečo ich vedci neobjavili skôr? Pretože dremu. Ich aktivita pohasla, lebo väčšinu hmoty, prachu a plynu vo svojom okolí už dávno skonzumovali.

Vedci sa nazdávajú, že každá galaxia má v jadre veľkú čiernu dielu. Galaxie, v ktorých hniezdia spomenuté dve čierne diery, patria medzi najväčšie. Každý z týchto vesmírnych ostrovoch obsahuje najmenej bilión hviezd. Najväčšie čierne diery však hniezdia v elliptickej galaxiach, ktoré vznikli po gravitačnom splynutí dvoch špirálových galaxií. Ak však splynú dve elliptické galaxie, masívne čierne diery v ich jadrach môžu splynúť do jednej supermasívnej, s hmotnosťou okolo 10 milíard Slnk.

University of Texas Press Release, Nature

# Tmavá hmota

**P**oľovačka na tajomnú tmavú hmotu je čoraz dôslednejšia. Niekoľko tímov už aj polapilo do dômyselných pascí podozrivé častice, ale zatiaľ si nie sú načistom, čo ulovili.

Najdômyselnnejšie pasce na častice tmavej hmoty sú hlboko pod povrhom Zeme. V starých baniach a tuneloch, kde je hodnota kozmického žiarenia miliónkrát nižšia ako na povrchu Zeme. Práve tam by mali byť zložité apparatúry, pasce na častice tmavej hmoty, najefektívnejšie.

Na mysteriozne častice tmavej hmoty pôsobia okrem gravitácie iba slabé jadrové sily s nepatrým dosahom. Preto časticiam dali meno WIMPy, čo je anagram názvu Weakly Interacting Massive Particles (Slabo interagujúce masívne častice). V angličtine slovo „wimp“ znamená aj slaboch či zbabec. Napriek tomu sa WIMPy stali pre vedcov najobľubenejšími kandidátmi na tmavú hmotu. Vlani v októbri, na konferencii Dark Universe v Heidelbergu sa účastníci dozvedeli, že niektorým tímom chýba k presvedčivému dôkazu WIMPov už iba krok.



Dvere do nového sveta: v bani Soudan, (USA, Minnesota), 700 m pod povrhom, pracujú vedci na niekolkých experimentoch. Patria k nim aj detektory CDMS a CoGeNT, zamerané na priamu dôkaz častic tmavej hmoty.

Theoretici v Heidelbergu vyrukovali aj so smerším hypotézami: o superWIMPoch, o wimpclích, ba dokonca sa objavila aj prednáška o tmavej hmote bez WIMPov. Väčšina hypotéz si v podstate neprotirečí. O všetkom však rozhodnú fyzikálne merania.

## Theoretici sú často rýchlejší

Lov na neznáme častice má vo fyzike dlhú tradíciu. Občas nejaký experimentátor, väčšinou

na veľké prekvapenie vedcov, objavil neznámu časticu. „Kto si objav takejto časticu objednal?“ zvolal nobelovec Isidor Isaac Rabi, keď sa v roku 1936 dozvedel, že v kozmickom žiareni objavili myóny. Väčšinou však existenciu novej časticie predpovedali teoretici. S predstihom ohlásili tri neutrína, šesť kvarkov, šesť leptónov či W a Z bozóny. Z ohľadsnej základnej stavebnice mikrosveta sa vedcom zatiaľ nepodarilo definitívne potvrdiť iba 18. časticu – Higgsov bozón (higgson).

Podobne to bude aj s tmavou hmotou: kandidátov predpovedaných vedcami je viac

ako dosť. Aj WIMPy sa zrodili z úvah najlepších hláv časticovej fyziky. Dávno predtým, než v 80. rokoch minulého storočia astronómovia oznamili, že takéto zvláštne časticie by sa im zišli. Náramne sa potom čudovali, že teoretici ich už „vymysleli“. A nie iba rafinovanú špekuláciu, ale ako reálne predstavu, podloženú princípmi symetrie, množstvom už známych častic a v neposlednom rade objednávkou jednotnej teórie všetkého.

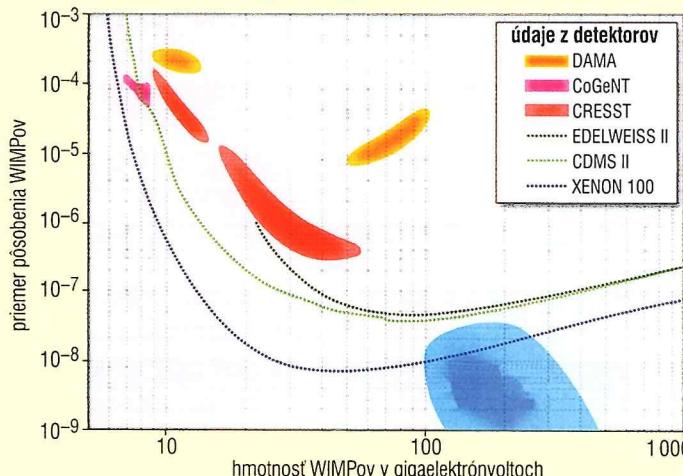
Špekulácie sú zavše veľmi sugestívne, veda však odobrí iba pevný dôkaz, preverený rôznymi metódami a nezávislými tímmi. Čoraz viac fyzikov sa preto pokúša zviditeľniť neviditeľné. Nepriame, hoci na prvý pohľad sugestívne dôkazy, nepostačujú. Vieme, že astronómovia medzičasom zviditeľnili veľa zoskupení tmavej hmoty v kopách galaxií i v jednotlivých hviezdnych ostrovoch. Ba na svete sú aj teórie, podľa ktorých ostrovy tmavej hmoty zohrali pri formovaní vesmíru do podoby, ako ho poznáme, klúčovú rolu.

Ostrovy tmavej hmoty, vypočítané z pohybov galaxií, považujeme za reálne. Hoci existujú aj iné hypotézy, ktoré vysvetľujú, prečo sa galaxie a kopy galaxií (aj bez gravitácie tmavej hmoty) už dávno nerozpadli. Napríklad rozličné modifikácie gravitačných zákonov...

Priamy dôkaz existencie tmavej hmoty je tvrdý oriešok. Vedci k tomu potrebujú supercitlivé detektory, mimoriadne čisté prostredie pri pokusoch, presné znalosti o zdrojoch porúch, najmä kozmického žiarenia a prírodnnej rádioaktivity. Navýše, pokusy si vyžadujú veľa času, trpezlivosť a šťastia, pretože vlastnosti záhadných častic sú neurčité. Jediný spôsob merania nepostačuje.

Jednotlivé modely WIMPov i programy ich hľadania sa v predpovediach a stratégiah objavovania podstatne odlišujú. Hmotnosti častic tmavej

## Hľadanie častic tmavej hmoty



Ak sa tmavá hmota skladá z WIMPov, mali by sa tieto elementárne časticie dokázať aj v laboratóriu. Niekoľko experimentov sa o to pokúša. Diagram porovnáva parametre WIMPov, závislých od hmotnosti a sily ich interakcií s parametrami normálnej hmoty v použitých detektoroch. Existujú však aj iné, viac-menej neoverené náznaky, (farebné plochy), v oblastiach, kde detektory nič nenašli. Objav WIMPov možno očakávať iba v modrej oblasti.

# tesne pred odhalením?

hmoty sa pohybujú od niekoľkých kiloelektrónvoltov až po  $10^{16}$  gigaelektrónvoltov. To je škála Veľkej teórie všetkého, schopnej zjednotiť štyri základné sily vesmíru do supersily, ktorá panovala v prvých zlomkoch sekundy po big bangu.

Pevnosť väzieb častic tmavej hmoty by mala byť iba nepatrne silnejšia ako sila gravitácie, najslabšej zo štyroch základných sôr vesmíru. Na druhej strane by bezmála mala dosiahnuť režim kvantovej chromodynamiky, opisujúcej vnútroprotónov a neutrónov, teda interakcie medzi kvarkami. Podobne neurčitý je aj priemer rozptylu a účinku, teda pravdepodobnosti možných kontaktov WIMPOV a normálnej hmoty prostredníctvom slabých interakcií. Ibaže, ak sa ukáže, že tmavá hmota neinteraguje „slabo“, ale iba gravitačne, teda, ak ju netvoria WIMPy, potom sú všetky pokusy odsúdené na nezdar.

## Tmavá hmota nami preniká

O tmavej hmote vieme iba toľko, že by mala byť všade. Štvorcovým centimetrom stránky tohto časopisu prenikne každú sekundu niekoľko miliónov WIMPOV. (Podobne ako slnečné neutrína. Štvorcovým entimetrom čohokoľvek prenikne za sekundu 66 miliárd slnečných neutrín.)

V každom  $\text{cm}^3$  vesmíru nachádza sa v priemere



Tmavú hmotu môžu objaviť aj pomocou týchto kryštálov v detektore CDMS. Podľa teórie by sa mali dať zriedkavé interakcie častic tmavej hmoty s kryštálmi detegovať.

0,3 gigaelektrónvoltov tmavej hmoty. Na Zemi sú však časticie oproti časticiam normálnej hmoty v nepredstaviteľnej menšine: tri na 1 liter. To by znamenalo slabý kilogram tmavej hmoty na celú zemeguľu. Nakolko sa však Zem na ceste okolo jadra galaxie prediera gigantickými oblakmi tmavej hmoty, prelieta našou planétou množstvo ďalších WIMPOV. Tu a tam by mali zanechať stopu po svojej prítomnosti aj v detektoroch nastražených fyzikmi. Neuviaznu v nich, ale prenesú na ne časť svojej energie. Najväčším umením je túto výmenu energie odmerať. A očistieť nameranú hodnotu od „náносов“ prípadných porúch.

## Prefíkané metódy polovačky

Fyzikálne experimenty majú v posledných deťaťociach konjunktúru. Každé dva roky sa zde satnásobuje citlosť detektorov. Väčšinu kom-

binácií hmotností WIMPOV a sôr ich väzieb už vedci vylúčili. V najbližších rokoch využijú tri metódy, ktoré budú v niektorých prípadoch kombinovať:

**1. chvenie mriežok v kryštáloch:** ak narazi WIMP na zväzok atómov, môže na ne pri rozptyle časť energie preniesť. Pritom sa materiál detektora (používa sa germánium, kremík, oxid hliníka, oxid telúru) nepatrne zohreje. Takéto mizivé rozdiely teploty sa merajú kryogénnymi detektormi, ktoré sú schladené bezmála na absolútну nulu – na 10 až 100 mili-kelvinov. Merať čo najpresnejšie hodnoty teploty, zvýšenej po kolíziách, je cieľom niekoľkých experimentov: CDMS, CRESST, CUORE, EDELWEISS, EURECA.

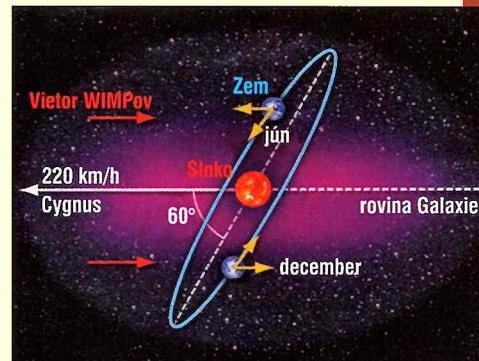
**2. ionizácia:** z času na čas by sa mohlo stať, že energia, odovzdaná WIMPOV by niektorý elektrón rozhybala tak, až by unikol zo svojho atómu. Dôsledok: ionizácia atómu a vznik slabučkého elektrického prúdu. Špeciálne detektory na báze kremíka, germánia či kadmiumenturidu by prítomnosť prúdu zmerali. To je úlohou programov CoGeNT, EDELWEISS, GENIUS, HDMS, IGEX a TEXONO.

**3. Scintilácia:** WIMP zavše vybudí nejaký atóm tak, že sa z neho uvolní jeden protón. Citlivé multinásobiče môžu také žiarenie zaznamenať. Sú to nákladné experimenty, pretože vyžadujú veľké množstvá drahých materiálov: tekutého xenónu či nátriumjodidu. Na tento cieľ sa zameriavajú programy ArDM, DAMA, DEAP/CLEAN, KIMS, LUX, NAIAD, WARP, XMASS, XENON, a ZEPLIN:

## Prvý dôkaz a škriepky okolo

Jedným z najstarších a najznámejších pokusov je DAMA (DARK MAtter) na Rímskej univerzite. V podzemnom laboratóriu Gran Sasso, 1,4 kilometra pod rovnomeným horským masívom, spustila Rita Bernabei pokus s kryštálmi nátriumjodidu. V roku 1996 začala iba s 90 kg, od roku 2003 s 250 kg, v budúcnosti počíta s 1 000 kg detekčného média. Už v roku 1998 zaznamenali vedci záblesky, ktoré pripísali WIMPOV. Mali hmotnosť niekoľkých gigaelektrónvoltov, boli teda o niečo ľahšie ako protón (0,938 gigaelektrónvolt). Ak by sa to potvrdilo, na svete by bol prvý priamy dôkaz existencie tmavej hmoty. Objav hodný Nobelovej ceny. Okolo meraní a ich in-

## Neviditeľný vetrík vo vesmíre

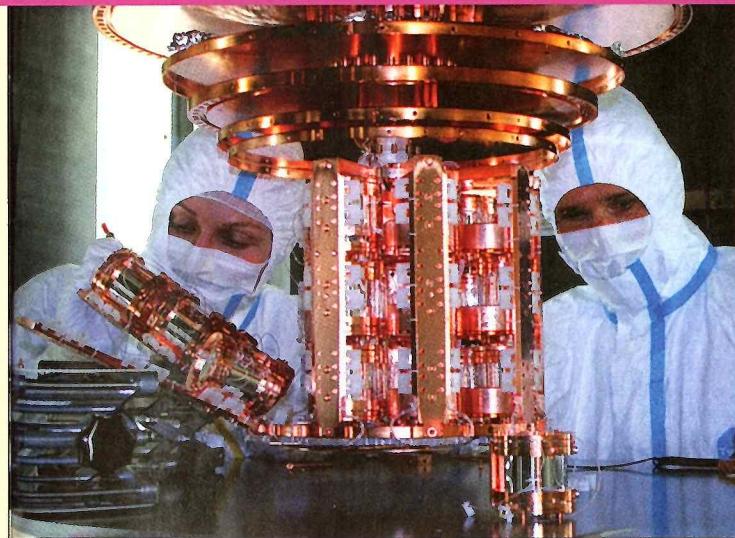


Tmavú hmotu pravdepodobne tvoria neznáme časticie (WIMPy), ktoré obalaújú galaxie i kopy galaxií. Zem by mala byť na svojej ceste okolo Slnka a spolu s ním okolo jadra Mliečnej cesty vystavená raz silnejsiu inokedy slabšiemu „vetru“ týchto častic. V závislosti od ročných období. V rámci experimentu DAMA variácie sily tohto vetra naozaj zaznamenali.

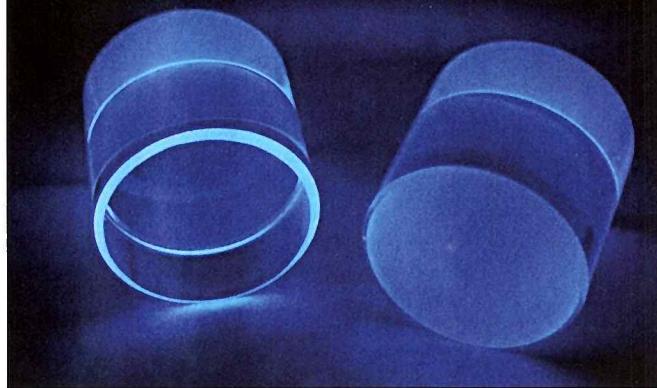


Vnútro bane Soudan, kde pracuje aj detektor CDMS (na snímke vľavo). Súčasťou detektora je množstvo kryštálov germania a kremíka, ktorých mriežky by sa mali pri interakciach s časticami tmavej hmoty rozochvieť. Toto chvenie sa dá zmerať.





Tieto modré kryštály vápnika-wolframu (na snímke vpravo vystavené UV žiareniu) majú priemer 40 milimetrov. Stali sa srdcom detektora CRESST, ukrytého v tuneli pod talianskym masívom Gran Sasso. Na snímke vľavo je jeden z 33 modulov detektora. V každom je 300 kryštálov.



**Detektor DAMA** meria od roku 1996 záhadný, periodický signál. Mohol by to byť prejav tmavej hmoty. V roku 2010 zabudovali do detektora, ktorý pracuje v čistej dusíkovej atmosfére rádovo citlivejšie fotónasobiče.

### Vedci tápačajú v temnotách

Fyzici častic vyuvinuli veľa hypotéz, ktoré sa pokúšajú vysvetliť, z čoho sa skladá tmavá hmota (DM). V tabuľke nájdete najčastejšie spomínané druhy častic a ich vlastnosti. Podľa rýchlosťi jednotlivých častic sa rozlišuje horúca, teplá a studená tmavá hmota (HDM, WDM, CDM). WDM dosahuje 10 až 95 % rýchlosťi sveta; HDM je o niečo rýchlejšia; CDM o niečo pomalšia. HDM sa skladá zo neutrín a predstavuje menej ako 1 % celkovej hmoty vesmíru. Hmotnosť tmavej hmoty sa z teórie na teóriu odlišujú. Od mikro- a milielektronvoltov ( $\mu\text{eV}$  a  $\text{meV}$ ) až po kilo- giga- až teraelektronvoltky (keV, GeV, TeV), ba aj vyššie hodnoty. (Kvôli predstave: hmotnosť protónu zodpovedá 1 GeV).

Kandidáti:	Komentáre
Elektron-, myón- a tau-neutrón a ich antičasticie	HDM, $\text{meV}$ až $\text{eV}$ ; patria k tomu generáciám leptónov zo štandardného modelu hmoty. (Ide o ľahších súrodencoch elektrónov, myónov a tauónov.) Ich existencia je jednoznačne dokázaná.
Neutrón ťvrtnej generácie	HDM, WDM, keV; pravdepodobne neexistujú.
Sterilné neutróna	WDM, keV; na rozdiel od normálnych neutrín nepodliehajú slabým interakciám.
Axióny	CDM, $\text{meV}$ až $\text{meV}$ ; objavujú sa v teóriach vysvetlujúcich isté narušenia supersymetrie.
Supersymetrické časticie (časticie SUSY)	Napriklad neutralina (zlepeneck fotina, zina a dvoch elektricky neutrálnych higgsionov); Sneutróna (velmi zriedkavý výskyt); fotina, higgsony, ľahké gravitóny (WDM, $\text{eV}$ až $\text{keV}$ ), axína.
WIMPy	CDM, GeV až TeV; napriklad neutralina, (najobľúbenejší kandidát), vyskytujúci sa v mnohých teóriach a čo do hmotnosti a hustoty je v zhode s nameranými údajmi), Kaluza-Kleinove časticie; hmota typu Little Higgs.
SuperWIMPy	SDM, WDM, GeV až TeV; napriklad gravitina, axína, quintessína; časticie ktoré vznikli v big bangu, alebo neskôr, ako produkty rozpadu WIMPov (napriklad Sleptóny, Sneutrína, chargína, neutraliná).
Hmota ľahkých higgsónov	Napriklad pseudoGoldstonov bozón, T-zvláštna častica.
Kaluze a Kleinove časticie, branóny	TeV; ak existujú nepatrne, skryté extradimenzie priestoru, každá častica štandardného modelu má bezpečiť partnerských častic, medzi ktorimi by mal byť aj ľahší kandidát tmavej hmoty.
Wimpčily	Viac ako $10^{12}$ GeV; supertážka tmavá hmota. Mohla by byť zdrojom najenergetickejšieho kozmického žiarenia.
Exotické hypotézy	Q-lopty, zrkadlové časticie, CHAMPY (nabité masívne časticie), D-hmota, Cryptóny.

interpretácií sa však rozhoreli škripky. Konkurujuce, neraz citlivejšie experimenty totiž zatiaľ nijaké podobné signály nezaznamenali.

V ostatných rokoch meria DAMA aj sezónne variácie scintilácií. V lete sa vyskytuju častejšie ako v zime. Vedci to zdôvodňujú pohybom Zeme okolo Slnka. V lete sa totiž Zem pohybuje okolo jadra Mliečnej cesty rovnakým smerom ako Slnko. Vtedy by malo byť WIMPov, pochádzajúcich z galaktického halo, podstatne viac. (Pozri rámcik na predchádzajúcej strane vpravo hore.) Merania to potvrdili. Skeptici pochybovali, či záblesky naozaj generujú WIMPy. Vedci z DAMA však trvali na svojom, hoci konkurujuce experimenty nič podobné nezaznamenali. Až do roku 2009...

Jodi Colleyová, vedúca tímu CDMS II, zverejnila v roku 2007 dve udalosti, ktoré pripisuje WIMPom. Pokus CDMS II (Cryogenic Dark Matter Search) prebieha v bani Soudan na severe Minnesoty, 700 metrov pod povrchom Zeme. Prístroje zaznamenávajú chvenie mriežok v kryštáloch germánia a kremíka, schladených takmer na hodnotu absolútnej nuly. Objav vzbudil rozruch, hoci pokus CDMS I skončil neúspešne. Je ho výsledky však využili na spochybnenie údajov pokusu DAMA.

### Germánium a xenón

V bani Soudan prebieha od r. 2009 aj pokus CoGeNP (Coherent Germanium Neutrino Technology). V porovnaní s DAMA ide o trpasličí pokus: srdce detektora tvorí 440 gramov ľahkého kryštálu germánia. Každú sekundu by malo kryštálem preletieť 100 miliónov WIMPov a z času na čas ionizovať jeden atóm. Detekciu ionizovaného atómu označil svetlo v roku

2010 Juan Collar z University of Chicago na konferencii v Kalifornii. Už počas prvých 56 dní

pokusu zaznamenali vedci niekoľko stoviek udalostí WIMP. Ak údaje neovplyvnilo žiarenie pozadia, WIMPy by mali mať hmotnosť 7 až 10 gigaelektrónvoltov.

Nedávne výsledky CoGeNP sú ešte presvedčivejšie. Po 442 dňoch merania sa prejavili, rovnako ako pri pokuse DAMA, aj sezónne variácie. Kvôli požiaru v bani však museli pokus prerušiť. Onedlho sa experiment obnoví, tentokrát bude mať kryštál germánia hmotnosť 1 000 gramov.

Chvíľu potrvá, kým vedci zistia, či údaje z DAMA a CoGeNP do seba zapadajú. Ozývajú sa aj pochybovači. Sezónne variácie WIMPov, napríklad „asymetrický protivetor“, možno totiž vysvetliť aj inakšie. David B. Cline z Kalifornskej univerzity však poukazuje na to, že pokial sa meralo v podzemí, všade podobné variácie namerali. Najvýraznejšie maximá zaznamenali na jar a v lete.

Najväčším a najcitlivejším detektorom WIMPov je experiment XENON 100. Špeciálna nádoba naplnená tekutým xenónom. Vlni na jar oznamila Ellen April na pôde Columbijskej univerzity v New Yorku tieto údaje: vedci počas 100 dní merania detegovali tri nevysestrené udalosti, hoci štatistiky očakávali iba dve. Udalosti mohol spôsobiť rozpad kryptónu-85, ktorý sa v stopovom množstve nachádza aj vo vysoko čistom xenóne. Vedcov z DAMA výsledky XENON 100 rozladili. Neboli totiž s ich údajmi zlučiteľné.

To isté sa dá povedať o výsledkoch francúzskeho experimentu EDELWEISS (Expérience Pour DÉtecter Les Wimps En Site Souterrain), 1 800 m pod povrchom, v laboratóriu Modan na hranici s Talianskom. Detektor schladený na 20 miliikelvinov meria už bezmála 10 rokov s čoraz vyššou presnosťou chvenie mriežok i ionizáciu v kryštáloch germánia s hmotnosťou 400 gramov. Po WIMPoch zatiaľ ani stopy. Napriek tomu EDELWEISS pracuje, až kým ho v roku 2013 nevystrieda EURECA (European Underground Rare Event Calorimeter Array). Tento experiment bude po roku 2016 celé roky využívať 1 000 kg detekčného materiálu. V tom ho napodobní aj experiment XENON 100: množstvo xenónu zvýšia zo 100 na 1 000 kg.

### Wimpácke vojny

Okolo nejednoznačných údajov z pokusov o detekciu WIMPov za rozpútali škripky. Tímy si navzájom vyčítali zverejňovanie čiastkových výsledkov; lajdáčke vyhodnocovanie údajov; vyjadrujú sklamanie zo zatajovania údajov i pochybností o skutočnej citlivosti detektorov. Kto má pravdu, o tom rozhodne iba viac a presnejších údajov.

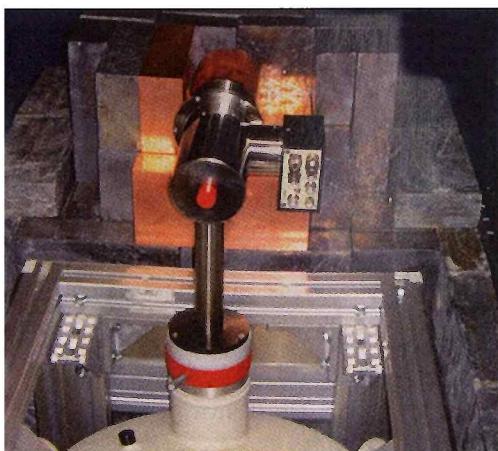
Predbežne posledný tromf v prospech WIMPov položili na stôl vedci z Inštitútu Maxa Plancka v Mnichove. Oznámili, že v rámci pokusu CRESST II (Cryogenic Rare Event Search with Superconducting Thermometers) zaznamenali chvenie mriežky a záblesky scintilácií. Medzi júnom 2009 a aprílom 2011 s pomocou na 10 milikelvinov schladených kryštálov vápnika/wolframu ( $\text{CaWO}_4$ ) v masíve Gran Sasso, detegovali 20 udalostí. Ďalších 40 udalostí kvôli nejednoznačnosti vyradili.

Ani merania z CRESST II ešte nezarúčujú, že signály sú „pravé“. Ba zdá sa, že situáciu ešte viac skomplikovali, pretože nepotvrdili údaje pokusu XENON, ale skôr výsledky experimentov DAMA a CoGeNT. Paleta možností je zatiaľ otvorená:

- WIMPy neexistujú, iba efekty, ktoré sa dajú vysvetliť inak;
- alebo WIMPy existujú, ale doterajšie experimenty ich existenciu nepotvrdili;
- alebo WIMPy existujú, lenže nie všetky „pozitívne“ výsledky sú správne;
- alebo existuje viac druhov WIMPov, takže zdanivo navzájom sa vylučujúce výsledky sú predsa len platné.

### Je tmavá hmota prieberčivá?

Prečo XENON 100 zatiaľ nič nenašiel? Jonathan Feng z Kalifornskej univerzity sa nazdáva že preto, lebo interakcie WIMPov s protónmi pre-



**Detektor CoGeNT v bani Soudan** je pomerne malý. Potenciálne WIMPy sa tu neprejavujú vo veľkej nádobe špeciálnej tekutiny, ale v hlboko zmrazenom kryštále germánia s hmotnosťou 440 gramov.

biehajú inakšie ako interakcie s neutrónmi. Naozaj, pomer protónov a neutrónov v jadrach xenónu a germánia je rozdielny. Zdá sa, že pokusy si protirečia, ale keď sa zmenia teoretické predpoklady, mohlo by všetko pasovať. Fengova hypotéza nemá zatiaľ pevný fyzikálny základ. Napriek neprehľadnej situácii väčšina vedcov verí, že WIMPy objavia.

Medzitým sa objavil na scéne pokus vyrobiť WIMPy v laboratóriu. Štyri detektory, veľké ako poschodové obytné domy v urýchľovači častic LHC (Large Hadron Collider) pri Ženeve, rozmiestní pozdĺž „pretekárskej dráhy“ – dvoch do kruhu ohnutých rúr, dlhých 27 kilometrov. V rúrach protóny a atómové jadrá olova nadobudnú postupne bezmála rýchlosť svetla a navzájom sa zrásajú. V troskách týchto kolízií hľadá niekoľko tisíc fyzikov stopy nových častic a príznaky stavov hmoty, ktoré milióntinu sekundy po big bangu panovali v celom vesmíre. Vtedy mohla

vzniknúť aj tmavá hmota. Vyplýva to z takmer 40 rokov starej predpovede.

### Svet SUSY

Teoretickým rámcom úvah je najmä SUSY, medzi časticovými fyzikmi čoraz oblúbenejšia supersimetria. Zo všetkých teórií vymykajúcich sa zo štandardného modelu je určite najperspektívnejšia. Je do detailov rozpracovaná a umožňuje najpresnejšie predpovede. Základnou myšlienkou SUSY je príbuzenstvo založené na princípoch symetrie medzi fermiónmi, z ktorých sa skladá hmota, a bozónmi, ktoré sprostredkúvajú sily. Rozpínanie a chladnutie vesmíru túto symetriu narušili. Odvtedy sa časticie pohybujú každá svoju cestou.

SUSY požaduje objav hŕstky nových častic, po ktorých však zatiaľ nies ani pamiatky. Najlahšia supersymetrická častica (LSP) s hmotnosťou niekoľkých desiatok gigaelektrónvoltov by mohla byť stabilná. Teda, nemala by sa sama od seba rozpadnúť. Taká častica je najvhodnejším kandidátom na WIMP. Zatiaľ nevedno, ktoré SUSY-časticie by mohli byť superľahké. Vedci predbežne uprednostňujú neutralino.

Pre mnohých experimentálnych fyzikov sú detaile množstva modelov podružné. Dôležitejšie je, že vzhľadom na rozličné modely supersymetrie by mali byť LSP nielen stabilné, ale mali by mať takú hmotnosť, ktorú by urýchľovač dokázal vyrobniť. Takéto LSP by sa nepriamo prejavili bud' neprítomnosťou energie, alebo impulzom v celkovej bilancii kolidujúcich častic. Nebude ich sice možné meriať priamo, ale aj nepriame merania by ich existenciu spoľahlivo potvrdili.

Vedci zatiaľ nič takého nenamerali. Urýchľovač LHC je však v prevádzke iba 28 mesiacov a ešte chvíľu potrvá, kým sa rozbehne naplno. Prípadné stvorenie LSP by bolo veľkou senzáciou. Autorov by istotne nemimula Nobelova cena.

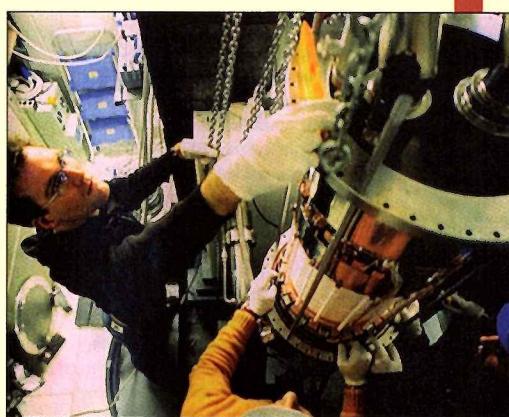
Budú v tieni experimentu na urýchľovači počraťať aj pokusy o detegovanie prírodnnej tmavej hmoty? Určite... Vedci vedia, že ak urýchľovač časticu LSP stvorí, bude treba dokázať, aké má vlastnosti, či naozaj tvorí tmavú hmotu, či je to naozaj WIMP.

### Scénár ako zo zlého sna

Čo sa však stane, ak urýchľovač nenájde nijaké supersymetrické časticie, ziadne príznaky fyziky vymykajúcej sa zo štandardného modelu fyziky častic? Podaktori teoretici hovoria, že by to bol „zľy sen“. Lovci tmavej hmoty by však nerezignovali. Gianfranco Bertone z Zürišskej univerzity nedávno vyhlásil, že experimenty ako XENON, ale aj veľké prístroje na meranie energetických neutrín, tmavú hmotu určite nájdú. Bertone mal na mysli najmä zariadenie IceCube na Južnom póle, ktoré parametre tmavej hmoty spolu s vyššie spomenutými experimentmi preverí ešte dôkladnejšie. Tak, aby sa dali otestovať aspoň najedenoduchšie supersymetrické modely.

Ak urýchľovač LHC napriek očakávaniam neobjaví higgsona, jedinú chýbajúcu časticu štandardného modelu, supersymetrii by aj tak odzvnilo. Bertone však verí, že do piatich rokov budeme vedieť, či tmavá hmota naozaj existuje, a keď ju nájdeme, dozvieme sa aj to, z čoho sa skladá.

RÜDIGER VOSS, Bild der Wissenschaft



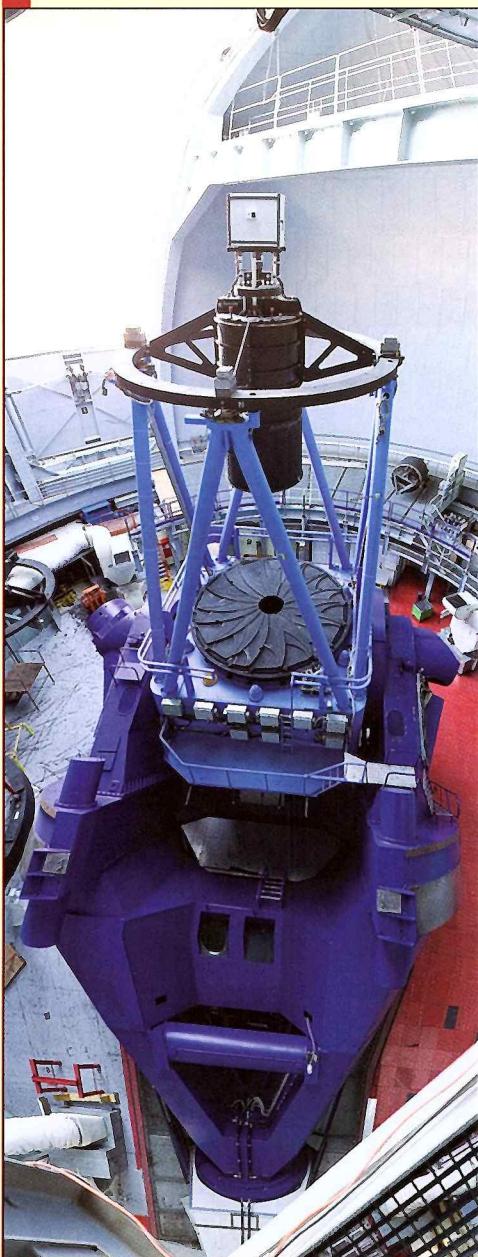
**Aj detektor XENON 100, pod masívom Gran Sasso v Taliansku, je pascou na WIMPy. Na snímke hore vkladajú nádobu so 100 litrami tekutého xenónu do cryostatu, ktorý detektor chladí. Dole jeden z fotonosobičov, ktorý zaznamenáva záblesky po interakciach WIMPov so xenónom.**



**A bude svetlo: 350 kg tekutého xenónu v detektore LUX (Baňa Homestake v Južnej Dakote) by malo zaznamenať zriedkavé interakcie WIMPov s atómami xenónu.**

# Výzkum exoplanet

**P**rvní planeta mimo Sluneční sústavu byla objevena v roce 1992 u pulsaru. Na objev první planety u hvězdy hlavní posloupnosti jsme si museli počkat do roku 1995. Od té doby počet exoplanet objevených během jednoho roku trvale exponenciálně roste. Zatímco v roce 2009 bylo objeveno přes 80 exoplanet, o rok později to bylo už 114 a v loňském roce plných 189. Tyto počty je ovšem nutné brát s rezervou, neboť do katalogu se občas přimíchá i nějaký ten hnědý trpaslík nebo je později existence některé z planet vyvrácena.



3,6 m dalekohled na observatoři La Silla, na kterém je nainstalován spektrograf HARPS.

Credit: ESO/H. Heyer



Exoplaneta Kepler-20 e v představách malíře.

Credit: NASA/Ames/JPL-Caltech

Přestože výzkum exoplanet zažívá velký rozvoj, o většinu objevů se stará hrstka vyhledávacích projektů. První dva hledají exoplanety metodou měření radiálních rychlostí, která bere v potaz gravitační vliv planety na mateřskou hvězdu, jenž se projeví ve spektru hvězdy. Největší úspěchy slaví spektrograf HARPS, který nalezneme na 3,6 m dalekohledu Evropské jižní observatoře a americký HIRES, jenž je součástí výbavy 10 m Keckova dalekohledu na Havaji.

Lovením exoplanet na základě pozorování nepatrných poklesů v jasnosti hvězdy se zabývá řada projektů na Zemi a dva ve vesmíru. Mezi pozemskými lovci je nejúspěšnější projekt SuperWASP (Wide Angle Search for Planets) disponující kamery v Jihoafrické republice a na Kanárských ostrovech. Na záda mu dýchá projekt HATNet (Hungarian Automated Telescope Network), který má kamery v Arizoně. První z kamer byly vyvinuty v Maďarsku (odtud název projektu).

Ve vesmíru pak máme od roku 2006 evropský kosmický dalekohled CoRoT a od roku 2009 ještě slavnějšího kolegu Keplera.

## Témata současnosti

Velkým tématem posledních měsíců jsou tzv. SEN. Pod touto zkratkou můžeme nalézt super-Země a planety analogicky podobné Neptunu. Super-Země je pojem, který astronomové používají pro planety spíše hmotnější než Země. Přesné vymezení super-Země neexistuje. Horní hranicí je obvykle hmotnost 10 Zemí, která je více méně považována za dostatečnou na to, aby planeta během svého vzniku odsála lehké prvky ze svého okolí a dále navýšovala hmotnost do podoby obří plynné planety. Z výsledků spektrografova HARPS vyplývá, že zejména planety mezi hmotnosti 15 až 30 Zemí jsou velmi běžné.

Něco podobného potvrzuje i Kepler, který samozřejmě objevuje exoplanety tranzitní metodou, a tak nám přináší informaci o jejich velikosti. Kepler prozatím nalezl přes 2 300 kandidátů, kteří sice nebyli potvrzeni, pravděpodob-

nost jejich existence je ale velmi vysoká. Z toho počtu je (dle výsledků z února 2012):

- 246 kandidátů o velikosti Země (do 1,25 Země),
- 676 kandidátů typu super-Země (1,25 až 2 Země),
- 1118 kandidátů o velikosti Neptunu (2 až 6 Zemí),
- 210 kandidátů o velikosti Jupiteru (6 až 15 Zemí),
- 71 kandidátů o velikosti větší než Jupiter (více než 15 Zemí).

Theorie velí, že exoplanety vznikají z disku plynu a prachu, který obklopuje mladé hvězdy. Disk je relativně dosti plochý, takže i planety by měly ve výsledku obíhat v okolí roviny, která je shodná s rovinou rovníku mateřské hvězdy. Během vývoje systému samozřejmě dojde k nepatrnému rozhození druh lživem vzájemných gravitačních interakcí. Když se podíváme na planety Sluneční soustavy, zjistíme, že tyto předpoklady docela dobrě platí.

Od Keplera se tak neočekávaly objevy více planet u jedné hvězdy, neboť by musela být splněna podmínka, že všechny obíhají téměř přesně v rovině. Kepler už ale na svém kontě má i systém s šesti planetami!

Na straně druhé byla objevena řada obřích plynných planet, jejichž rovina oběžné dráhy je extrémně skloněna vůči rovině rovníku hvězdy. Mnohdy je tento úhel dokonce větší než 90 stupňů, takže planeta obíhá v opačném směru, než v jakém se otáčí mateřská hvězda.

Ještě nedávno panoval názor, že exoplanety s velkým sklonem dráhy budou spíše vzácností. Ukazuje se však, že kolem chladnějších hvězd obíhají planety v celku spořádaně, zatímco u horších nikoliv. Za vším může být fakt, že chladnější hvězdy mohou působit na planetu snadněji slapovými silami a její oběžnou dráhu tak „sladit“ k obrazu svému. Problém tedy nestojí na tom, že by horší hvězdy dokázaly interakcemi dráhy planet roz házet, naopak chladné je dokázou uspořádat. Názor odborné veřejnosti se tak

# V roce 2011

v posledních měsících mění a nelze vyloučit, že dráhy horkých Jupiterů (plynných obrů s krátkou oběžnou dobou) mohou být ve vesmíru téměř náhodilé.

## Výzkum atmosfér: GJ 1214 b

V průběhu roku 2011 pokročil také výzkum atmosfér exoplanet. Ten se už zdaleka nezaměřuje jen na horké Jupitery ale i podstatně menší planety. Astronomové mají v případě tranzitujejících exoplanet dvě možnosti. Tou první je změření spektra mateřské hvězdy v okamžiku, kdy se planeta pohybuje před hvězdou a následně ve chvíli, kdy je schovaná za ni. Obě spektra se následně odečtou, zímně dostaneme čisté spektrum exoplanety. Druhá možnost počítá se získáním spektra v okamžiku, kdy světlo hvězdy prochází atmosférou planety. Získáme tak spektrum hvězdy ale s „otisky“ planetární atmosféry.

Velkým tématem v oblasti výzkumu atmosfér v loňském roce byla exoplaneta GJ 1214 b. Super-Zemi objevil pozemský projekt MEarth v roce 2009. Planeta má hmotnost 6,3 Země a poloměr 2,7 Země. Okolo červeného trpaslíka o hmotnosti třetiny Slunce obíhá s periodou jen 32 hodin. Astronomi zaujala poměrně nízká hustota GJ 1214 b. Postupně byly díky pozorování dalekohledu VLT vyloučeny některé možnosti a zbyly pouze dva pravděpodobné scénáře: planeta je ledovým světem s atmosférou, která se skládá převážně z vodní páry nebo z husté, zakalené atmosféry s příměsí dalších komponent (oxid uhelnatý, oxid uhličitý apod.).

Na atmosféru GJ 1214 b se podíval přístroj Wide Field Camera 3, který je na palubě Hubbleova dalekohledu od poslední servisní mise v roce 2009. Dle měření Hubbleova dalekohledu se zdá, že atmosféra planety je tvořena zcela nebo převážně vodní párou.

## Pozorování fází exoplanet

Pozorování fází exoplanet je dosud možné velmi zajímavou příležitostí pro budoucí výzkum exoplanet, která by nám mohla umožnit zpřesnit velikosti planet, změřit albedo, vlastnosti atmosféry apod.

David Kipping využil vloni data z dalekohledu Kepler a podíval se na fáze exoplanety TrES-2 b. Tato planeta má poloměr 1,2 Jupiteru a okolo své mateřské hvězdy oběhne jednou za 2,4 dny. Vzhledem k malé vzdálenosti by se měla teplota planety pohybovat kolem 1000°C.

TrES-2 b obíhá tak blízko ke své hvězdě, že má vázанou rotaci. Díky tomu dochází u planety ke střídání fází jako to můžeme pozorovat u našeho Měsíce či Venuše. Pokud dokážeme získat přesná fotometrická data, měli bychom být schopni jednotlivé fáze rozlišit. Jenomže nestalo se tak, což naznačuje, že planeta je velmi tmavá. Odhaduje se, že odráží jen 1% světla, které dostává od mateřské hvězdy.

## Planety bez Slunci

Už řadu let můžeme číst o teoriích, které hoří o planetách bez slunci. Tyto planety byly

díky gravitačním interakcím vyhozeny z planetárního systému a potulují se vesmírem, aniž by obíhaly okolo nějaké hvězdy.

V loňském roce byl publikován první pokus o detekci podobných planet. Astronomové k tomu využili známé projekty, které se zaměřují na výzkum gravitačních mikročoček, a to ať už z důvodu hledání skryté hmoty tak i vzdálených exoplanet (obíhajících okolo hvězd). Jedná se zejména o polský projekt OGLE v Chile a novozélandský MOA.

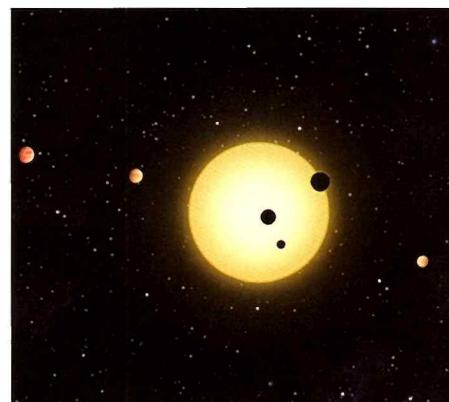
Mezinárodní tým představil údajný objev několika planet, které svou gravitací zakrývají okolní prostor a způsobují tak zjasnění vzdálené hvězdy. Objeveno bylo celkem 10 možných planet, které neobíhají okolo žádné hvězdy. Statisticky přepočítáno by to znamenalo existenci až 400 miliard podobných planet v naší Galaxii, což je více než samotných hvězd!

## Zajímavé exoplanety a planetární systémy Kepler-11

Planetární systém Kepler-11 jsme už nepřímo nakousli. Kepler u jedné hvězdy našel hned šest planet. Pět z nich obíhá velmi blízko od sebe, takže se gravitačně ovlivňují. Tým Keplera tak mohl využít v poslední době velmi populární metodu časování tranzitů (TTV). Díky gravitačním interakcím dochází ke zpoždování tranzitů jednotlivých exoplanet, což umožňuje nejen ověření jejich existence ale i zjištění hmotnosti.

## Kepler-20

Dalším zajímavým početným systémem je Kepler-20. U hvězdy podobné Slunci bylo potvrzeno hned pět planet. Nejzajímavějším příručkem je nepochybně exoplaneta Kepler-20 e, která



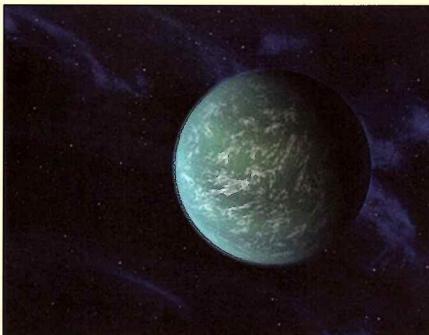
Systém Kepler-11 v představách malíře.

Credit: NASA



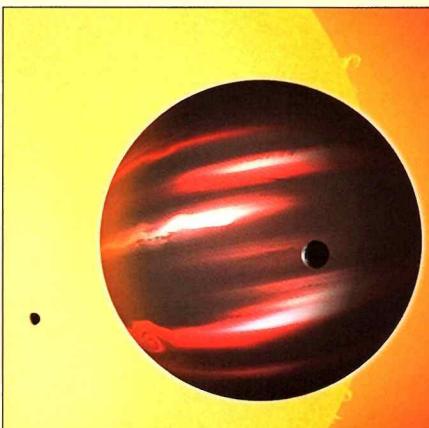
Exoplaneta Kepler-20 f (kresba).

Credit: NASA/Ames/JPL-Caltech



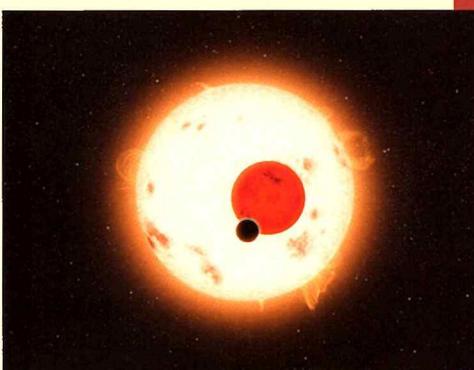
Kepler-22 b: první obyvatelná exoplaneta u hvězdy podobné Slunci.

Credit: NASA/Ames/JPL-Caltech



Exoplaneta TrES-2 b v představách malíře.

Credit: David A. Aguilar (CfA)



Kepler-16 v představách malíře.

Credit: NASA

Exoplaneta	Kepler-11 b	Kepler-11 c	Kepler-11 d	Kepler-11 e	Kepler-11 f	Kepler-11 g
Hmotnost	4,3 M <sub>J</sub>	13,5	6,1 M <sub>J</sub>	8,4 M <sub>J</sub>	2,3 M <sub>J</sub>	< 1 M <sub>J</sub>
Poloměr (R <sub>z</sub> )	1,97	3,15	3,43	4,52	2,61	3,66
Oběžná doba (dny)	10,3	13	22,7	31,99	46,7	188,37
Velká poloosa (AU)	0,091	0,106	0,159	0,194	0,25	0,462
Povrchová teplota (K)	900	833	692	617	544	400

Rz – poloměr Země, AU – astronomická jednotka, K – Kelviny



## Kepler's Transiting Planet Systems



Obrázek zachycuje schéma některých dosud objevených planetárních systémů kosmickým dalekohledem Kepler.

Credit: NASA Ames/Jason Steffen, Fermilab Center for Particle Astrophysics

Exoplaneta	Kepler-20 b	Kepler-20 c	Kepler-20 d	Kepler-20 e	Kepler-20 f
Poloměr (Rz)	1,91	3,1	2,75	0,87	1,03
Oběžná doba (dny)	3,69	10,8	77,6	6,1	19,6
Velká poloosa (AU)	0,04	0,09	0,34	0,05	0,11
Povrchová teplota (K)	1014	713	369	1040	705

Rz – poloměr Země

AU – astronomická jednotka

K – Kelviny

má poloměr jen 0,87 Země, což je nepatrně méně než Venuše. Okolo hvězdy podobné Slunci obíhá s periodou 6,1 dní ve vzdálenosti pouhých 9,6 milionů kilometrů. Teplota na povrchu planety bude dosahovat minimálně 760 °C. Zajímavá je také druhá planeta Kepler-20 f o poloměru 1,03 Země a oběžnou dobou 19,6 dní.

### Kepler-16 (AB) b

Když opustíme říši multiplanetárních systémů a podíváme se na úlovky, které potěšíly zejména příznivce sci-fi, pak nemůžeme opomenout Kepler-16 (AB) b. Poněkud podivnější označení exoplanety je na místě. Planeta o hmotnosti třetiny Jupiteru obíhá okolo dvou hvězd. Binární systém tvoří oranžový a červený trpaslík o hmotnosti 0,7 a 0,2 Slunce. Hvězdy obíhají s periodou 41 dní kolem společného těžiště. Okolo obou z nich pak ve vzdálenosti 0,7 AU obíhá exoplaneta s periodou 228 dní. Astronomové ji tak trochu přirovnali k fiktivní Tatooine z Hvězdných válek.

### KOI-55

Velmi zajímavým je rovněž planetární systém KOI-55. Díky datům z Keplera se podařilo odhalit dvě planety o poloměru na 0,76 a 0,87 Země, které obíhají okolo své mateřské hvězdy ve vzdálenosti jen 0,006 a 0,0076 AU s periodami 5,76 a 8,23 hodin. Mateřskou hvězdou je podtrpaslík spektrální třídy B, který prošel fází rudého obra a v současné době se v něm zapaluje hoření hélia. Je otázkou, jak obě planety mohly přežít fázi rudého obra i silné dávky ultrafialového záření od současného hvězdného stádia. Jednou z možností je scénář, podle kterého se původně jednalo o plynnou obří planetu, které její mateřská hvězda nejdříve odfoukla atmosféru a následně její masivní železné jádro rozdrtila na několik

fragmentů. Dva z nich našel Kepler jako výše zmíněné planety KOI-55 b a KOI-55 c. Podobná železná jádra by mohla mít silné magnetické pole a odolávat tak účinkům blízké hvězd.

### Exoplanety v obyvatelných oblastech

V průběhu roku 2011 se nám vylepšila situace o oblasti hledání exoplanet, na jejichž povrchu se může nacházet voda v kapalném skupenství. V létě byl představen objev exoplanety HD 85512 b, která má hmotnost kolem 3,5 Zemí a obíhá s periodou 59 dní po mírně protáhlé dráze kolem oranžového trpaslíka. Planeta se pohybuje okolo vnitřní hranice obyvatelné zóny, takže o podmírkách na povrchu bude rozhodovat zejména složení atmosféry.

Ke konci roku pak byl představen objev další planety spektrografem HARPS, na jejímž povrchu se mohou nacházet podmínky k životu. GJ 667 C c obíhá okolo červeného trpaslíka, který je součástí vícenásobného hvězdného systému. U hvězdy GJ 667 C byly nalezeny celkem tři možní kandidáti s oběžnými dobami 7,2; 28 a 75 dní. Prvním z nich je GJ 667 C b, který byl již potvrzen v roce 2009 a má hmotnost 5,7 Zemí. Druhou exoplanetou je GJ 667 C c a třetí kandidát s oběžnou dobou 75 dní zatím potvrzen nebyl.

GJ 667 C c má hmotnost nejméně 4,5 Země a okolo hvězdy obíhá s periodou 28 dní po protáhléjší dráze (excentricita bude menší než 0,28). Planeta dostává od své mateřské hvězdy přibližně 90 % záření, které dostává Země od Slunce.

Je ovšem otázkou, jak je to s obyvatelností planet u červených trpaslíků. GJ 667 C c bude mít vázanou rotaci, takže je ke svému slunci nakloněna stále stejnou stranou. To může mít negativní vliv na šance na přítomnost magnetického pole, může to způsobit kolaps atmosféry vlivem zvýšeného zvětrávání apod.

**PETR KUBALA,**  
*exoplanety.cz*

Jenom vesmírný dalekohled Kepler do února 2012 nalezl přes 2 300 kandidátů na exoplanety, kteří sice nebyli potvrzeni, pravděpodobnost jejich existence je ale velmi vysoká.

# Mesiac v novom svetle

**A**merická základňa na Mesiaci mala stáť už okolo roku 2020. Americký program Constellation sa však neuskutočnil. Možno je to tak dobre. Lunárne sondy LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) a LCROSS (Lunar Crater Observation and Sensing Satellite), ktoré vypustili v roku 2009, ukázali totiž Mesiac v úplne novom svetle. Planetológovia, ako už tolikokrát, opäť prepisujú učebnice. A vedci, ktorí navrhujú programy ďalšieho výskumu Mesiaca, či konštruktéri vyvíjajúci habitaty a zariadenia pre budúcich mesačníkov, museli nové objavy zohľadniť.

## Červené škvry

Na povrchu Mesiaca rozlišujeme dve staré formácie. Tmavé moria, pokryté čadičovou lávou, bohatou na železo a horčík a svetlejšie vyočiny, pôvodnú kôru Mesiaca, kde dominujú hliník a vápnik. Keď pred miliardami rokov vyvreli na povrch horúce čadiče (s nepatrými stopami kremíka), vytvorili na povrchu riekam podobné kanály, pripomájúce meandre a okrúhle, šítom podobné pahorky. Tento vulkanizmus pripomína to, čo pozorujeme na Havaji.

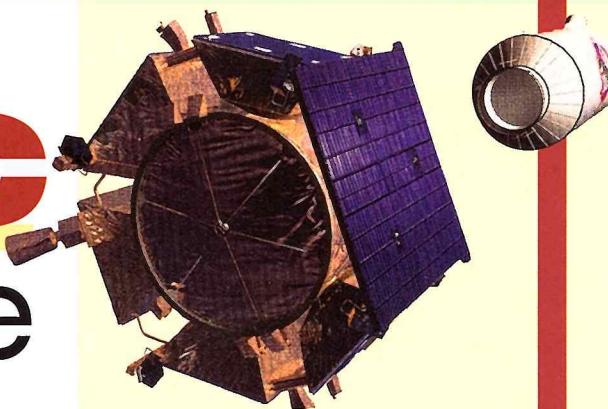
Na Mesiaci sa nevypínajú vysoké a strmé štítové vulkány, (ako napríklad japonská sopka Fudži), ktoré vznikli vršením lávy bohatej na kremík. Lávové domy sú však rôznorodejšie. Zrnká žuly, ktoré vedci našli vo vzorkách lodí misie Apollo, naznačujú, že vulkanizmus na Mesiaci ešte celkom nevyhasol. A naozaj: niektoré kuželovité domy majú svahy zbrázdzené ryhami, ktoré sa smerom k úpatiu rozširujú. Podobne vyzierajú sopečné pahorky na Zemi, ktorími stekala láva bohatá na kremík.

Tieto pahorky objavila ešte v roku 1960 sonda

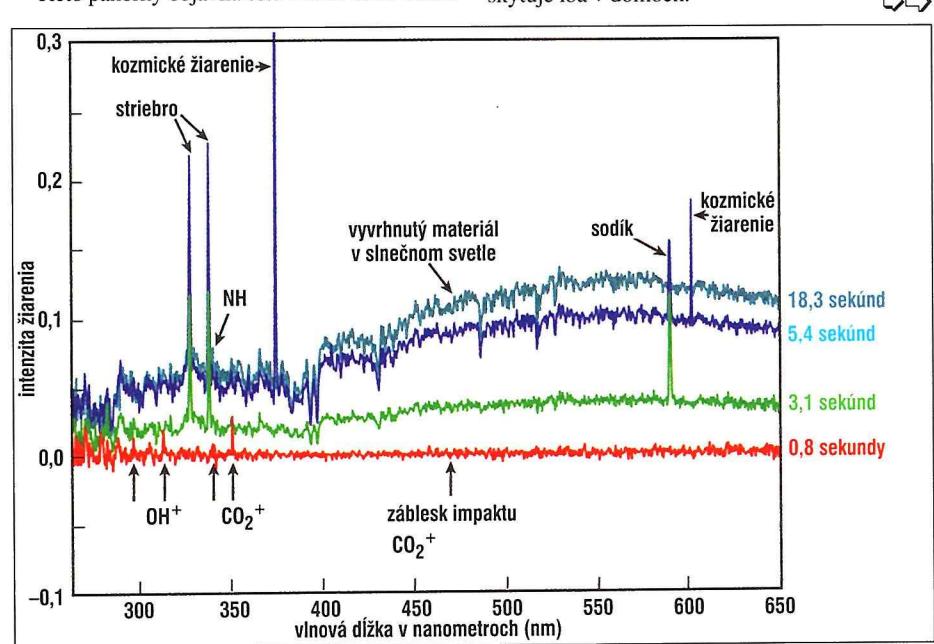
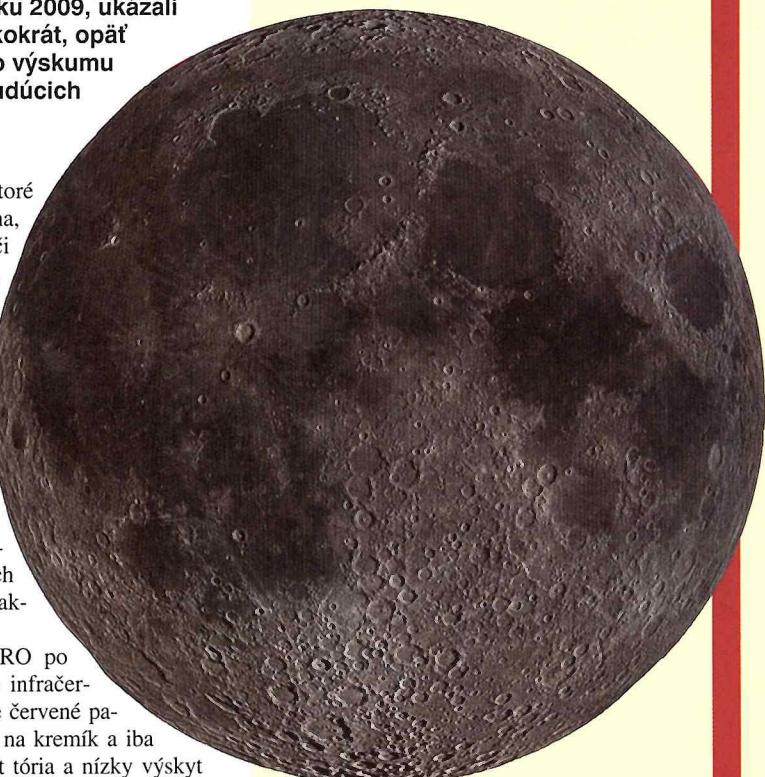
Lunar Orbiter. Niektoré z nich, Hansteen Alpha, oblasť Lassell Massif či Gruithuisenove domy, rozlíšia zo Zeme aj pomerne malé ďalekohľady.

V roku 1970 Ewen Whitaker z Arizonskej univerzity zistil, že na niektorých farebných fotografiách sa tieto pahorky javia ako červené škvry. Neskôr sa ukázalo, že sa v týchto škvŕnach prejavuje vyššia rádioaktivita.

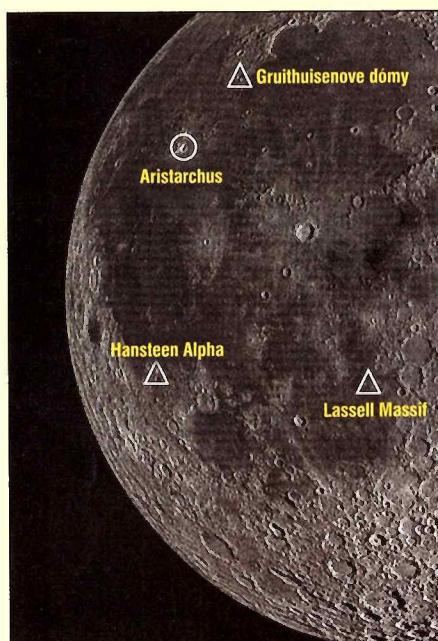
Tím okolo sondy LRO po analýze údajov stredne infračerveného spektra zistil, že červené pahorky sú naozaj bohaté na kremík a iba v nich je vysoký výskyt tória a nízky výskyt železa. Lenže na prekvapenie: kremík sa nevyskytuje iba v dómoch.



Dve sondy, LCROSS (vľavo) a LRO získali o Mesiaci prekvapujúce údaje.



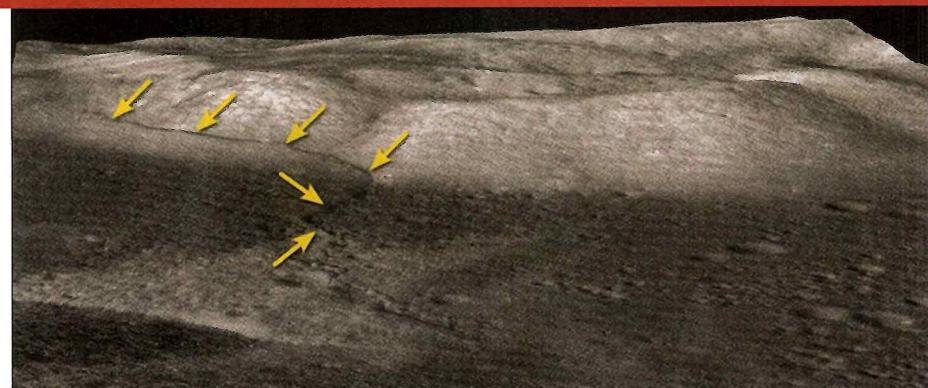
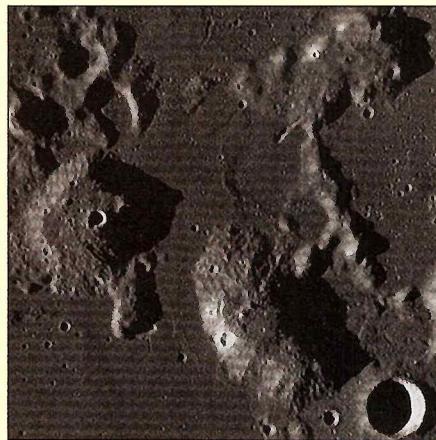
Vedci, ktorí analyzovali materiál vyvrhnutý dopodom sondy LCROSS, detegovali nielen vodu, ale na veľké prekvapenie aj  $\text{CO}_2$ , ortuť a striebro! Čím viac času ubehlo od impaktu, tým silnejšia bola chemická stopa.



Niekteré na kremík bohaté vulkanické domy na Mesiaci (označené trojuholníkmi) vnímame ako červené škvry.



Povrch Mesiaca tvoria tmavé moria s svetlé vysočiny s nízkym podielom kremíka. V niektorých formáciách, napríklad Hansteen Alpha (hora) či na Gruithuisenových dómoch (dole), je však kremík oveľa viac.



Dlhé, klukaté údolia, podobné tomuto, nedaleko miesta, kde pristál modul Apollo 17 svedčia o tom, že Mesiac sa scvrkáva ako staré jablk. Obrázok vľavo znázorňuje ako scvrkávajúci sa povrch tlačí oproti sebe dosky kóry. Tak sa vytvoril zvrásnený terén.

Ako je možné, že sa na „pobrežiach“ morí bohatých na železo vyskytujú aj výlevy kremičitanov. Je zrejmé, že komory magmy pod povrhom, z ktorých vyvieraťa láva zalievajúca moria tak, ako ich vidíme, postupne chladli. V poslednom štádiu pred vyhasnutím už chrlili iba lávu bohatú na kremík. Podobné vulkány na Zemi sú dômy nedaleko jazera Mono Lake v Kalifornii.

### Ako vznikol Oceanus Procellarum

Vedci z NASA po analýze údajov zo sondy LRO zistili, že ani povrch mesačných vysočín nie je všade rovnaký. Na starej kôre objavili horniny obsahujúce vysoké koncentrácie sodíka. Znamená to, že kôra nechladla rovnomerne? Alebo evolúciu terénu v rôznych oblastiach ovplyvňovali aj iné procesy?

Astrogeológ Justin Hagerty z United States Geological Survey preskúmal obrovský impaktný kráter South Pole-Aitken s priemerom 2400 kilometrov. Je to starý kráter. Vznikol pred 4,3 miliardami rokov a leží viac na odvrátenej strane Mesiaca. Napriek tomu, že kráter má väčší priemer ako polomer Mesiaca, mesačný plášť v hĺbke 100 až 150 km neobnažil. Vedcov však napadlo, či sa zrážka Mesiaca s neznámym telesom neprejavila na opačnej strane oproti kráteru Aitken, teda na k Zemi privŕtanej strane Mesiaca.

Vedci pomocou laboratórnych pokusov a simulácií na počítačoch vytvorili model nárazu velkého telesa. Impaktor sa sice nezaryl do Mesiaca tak hlboko, aby obnažil aj plášť, ale vygeneroval obrovské nárazové vlny. Tie preformovali aj oblasti hlboko pod povrhom na opačnej strane. Najväčšie škody sa však neprejavili presne na opačnej strane krátera, ale s istým posunom, na mieste, kde dnes, nedaleko západného okraja Mesiaca, vidíme na povrchu Oceanus Procellarum. Vznikla tam rozsiahla splet trhlín, do ktorých zvnútra komôr stúpala magma, obsahujúca aj rádioaktívne prvky.

### Zmenšujúci sa Mesiac

Ked' sa mesačné moria Mare Imbrium či Mare Serenitatis ocitnú nedaleko posúvajúceho sa rozhrania dňa a noci, rozlíšime na ich povrchu dlhé sínusoidné útvary. Geológovia ich nazvali zvrásnené hrebene. Nakolko sa tieto útvary koncentrujú najmä na tmavom povrchu morí, nazývajú ich aj „morskými hrebeňmi“. Vedci začali skúmať, či tieto „vrásky“ nie sú vonkajším prejavom lávotokov v tuneloch pod povrhom.

Už snímky zo sondy Lunar Orbiter a lodí Apollo ukázali, že niektoré z týchto klukatých hrebeňov zasahujú hlboko do lunárnych vysočín. Niektoré sa ľahajú krízom cez pomerne mladé

krátery. Je zrejmé, že ide o útvary, ktoré vznikli dávno po utichnutí sopečnej aktivity.

Až vtedy si vedci uvedomili, že hrebene im pripomínajú záhyby, ktoré sa tvoria napríklad na starých jablkách. Keď sa usychajúca dužina zmenšuje, na koži jablka sa vytvárajú záhyby. Podobné záhyby sa vytvorili aj v litosfére (krehkej vonkajšej obálke Mesiaca), keď sa rýchle chladnúce vrstvy pod ňou začali scvrkávať. Bočné tlaky spôsobili, že kôra popraskala a zvlnila sa. Počas misií Apollo objavili 6 takýchto oblastí. Alan Binder, zakladateľ Inštitútu na výskumu Mesiaca, vyslovil neskôr názor, že sa na Mesiaci nescvrkávajú iba niektoré oblasti, ale celé teleso. V tom čase bol taký názor v rozpore s teóriou.

Kamera na sonda LRO mapuje oveľa väčšie oblasti ako lode Apollo. Navyše, s oveľa citlivejšími prístrojmi a počas najvýhodnejších svetelných podmienok. Tím z National Air and Space Museum po analýze snímok zistil, že tieto dlhé svahy s nízkym reliéfom sú záhadnejšie ako sa zdalo. Podľa všetkého sa Mesiac aj v súčasnosti zmenšuje. Tri miliardy rokov potom, ako gigantické výlevy čadičovej lávy vytvorili moria.

### Voda, voda, samá voda

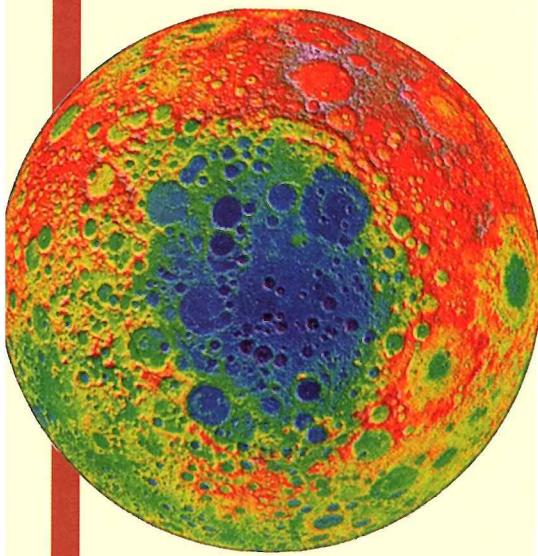
Ani permanentné scvrkávanie sa Mesiaca nebolo najväčším prekvapením. Vo vzorkách, ktoré sondy Apollo dovezli z Mesiaca, našli iba nepatrné stopy vody. V podobe drobných bubliniek, uväznených v niektorých mineráloch. Údaje štyroch misií NASA, získané počas posledných dvoch rokov, však naše predstavy o vode na Mesiaci podstatne zmenili.

Dva mesiace predtým, ako motor sondy LCROSS dopadol na povrch Mesiaca (9. októbra 2009), zverejnili údaje iných troch misií NASA: sondy Deep Impact, sondy Cassini a sonda Chandrayan-1 (NASA/India).

**Poznámka:** (Prvé dve sondy monitorovali Mesiac počas blízkych obeletov na ceste za inými cielmi: Cassini dodnes krúži v systéme Saturna, sonda Deep Impact sa po návštive kométy Tempel 1 vrátila na Zem.).

Všetky tri tímy oznámili, že v získaných spektrách objavili výrazné čiary vody a hydroxylu (OH) tam, kde s tým nikto nepočítal: v regolite, v sypkom, prachom pokrytom koberci rozpadnutých hornín na mesačnom povrchu. Smerom k pólosom sa podiel prchavých materiálov v regolite zvyšoval. Vodu a hydroxyl však detegovali aj nedaleko rovníka, pričom ich množstvá sa v priebehu dňa menili.

To bola bomba! Ešte donedávna sa predpokladalo, že vodný ľad sa zachoval nanajvýš vo vnútri večne zatienených kráterov. Odkaľ sa na



Ozrutný impaktný kráter South Pole-Aitken (označený modrou) vyhľbil pred 4 miliardami rokov dopad velkého telesa. Priemer krátera, 2 400 km, je väčší ako polomer Mesiaca. Snímku vytvorili na podklade údajov výškometra sondy Lunar Reconnaissance Orbiter. Najvyššie oblasti na topografickej snímke sú červené, najhlbšie modré.

Jiří Grygar:

# Žeň objevů 2010 (XLV.)

## Úvodem

V uplynulém roce se při výzkumu sluneční soustavy neobyčejně činily kosmické sondy *MESSENGERu Merkuru*, *Venus Express u Venuše*, *MRO a modul Phoenix u Marsu* jakož i vytrvalá sonda *Cassini u Saturnu*, zatímco *Jupiter* dostal další dva zásahy drobnými tělesy Sluneční soustavy. Hned na počátku roku se podařilo poprvé prokázat aktuální srážku dvou těles v hlavním pásu planetek a japonská sonda *Hajabusa* dopravila v létě 2010 na *Zemi* po sedmi letech od startu pouzdro s prachovými zrnky z povrchu planety *Itokawa*. K celé sérii překvapivých objevů došlo opět při výzkumu exoplanet, když se do jejich vyhledávání úspěšně zapojila americká umělá družice *Kepler*, která metodou transitů objevuje postupně desítky exoplanet a exoplanetárních soustav. Čeští astronomové amatéři se dostali při pozorování tranzitů exoplanet na světovou špičku, neboť se na pozemních pozorováních tranzitů podílejí plnou pětinou. Po celý rok se nejrůznější dalekohledy na *Zemi* i na oběžné dráze podílely na podrobném sledování dlouhého a velmi vzácného zákrytu dvojhvězdy  $\Sigma$  *Aurigae* a po více než třicetiletém úsilí se astronomům podařilo vysvětlit, proč stáčení přímky apsid u dvojhvězdy *DI Herculis* je  $4\times$  menší, než jak vyplývalo z výpočtů podle obecné teorie relativity. Během roku se podařilo objevit supernovu, která byla v maximu jasnosti o dva řády svítivější než dosud rekordní supernovy třídy Ia. Rekordy padly také díky objevům nejvzdálenější kupy galaxií, nejvzdálenějšího zábleskového zdroje záření gama (*GRB*) i nejvzdálenější galaxie. Pomyslný kosmologický žebřík vzdáleností se tak protáhl až do vzdálenosti 4 gigaparseky, tj. do minulosti jen 590 mil. let po velkém třesku.

V dubnu 2010 jsme si připomínali 20. výročí vypuštění veleúspěšného *Hubbleova kosmického teleskopu (HST)* a v témež měsíci oznámila Evropská jižní observatoř (*ESO*), že do r. 2020 vybuduje na *Cerro Armazones* v *Chile* největší pozemní dalekohled světa s průměrem primárního zrcadla téměř 40 metrů. Ve vyspělých zemích světa roste tempo astronomického výzkumu rychleji, než jak v nich přibývá obyvatel. Roční přírůstky údajů v databázích astronomických institucí přesáhly petabyty údajů, takže tato skutečnost se podepisuje i na rozsahu (a bohužel i zpoždování) Žní objevů.

# 1. Sluneční soustava

## 1.1. Planety sluneční soustavy

### 1.1.1. Merkur

Již počátkem roku byly zveřejněny první výsledky z 3. průletu sondy **MESSENGER**, jenž se uskutečnil 29. září 2009. Mezi nejzajímavější patří objev důlků uvnitř velkých impaktních kráterů, který byl patrně způsoben zhroucením vulkanických dutin. První souhrnné práce přinesl týdeník *Science* v červenci a srpnu 2010. L. Procter aj. ukázali, že rozsáhlé planiny i pánve jsou jen řídce posety impaktními krátery, což jasné svědčí o pozdním vulkanismu, který zalil tyto povrchy lávou, pravděpodobně právě následkem obřích impaktů. Zcela jistě probíhal na *Merkuru* vulkanismus před 2,5 mld. let a podle vzhledu obřího 290 km kráteru *Rachmaninoff* patrně ještě před 1 mld. let. J. Slavin aj. a R. Vervack aj. studovali interakce slunečního větru s magnetosférou *Merkuru*. Interakce se rychle a výrazně mění, takže např. magnetický chvost planety směřující od *Slunce* se dokázal během minut prodloužit a následně zkrátit více než trojnásobně, takže magnetosféra *Merkuru* je slunečním větrem ovlivňována podstatně výrazněji než magnetosféra *Země*. V exosféře *Merkuru* byly odhaleny čáry atomárního sodíku, hořčíku a vápníku (též CaII), jejichž výskyt ovšem také velmi výrazně kolísá v čase.

Podrobným výsledkům z předešlých dvou **průletů sondy** u *Merkuru* bylo věnována zvláštní číslo časopisu *Icarus*. Spektrální průzkum povrchu prokázal velký deficit železa v silikátech. Z minerálů byl identifikován ilmenit. *Merkur* se neustále smršťuje tím, jak jeho těleso chladne. Indukce magnetického pole pole na povrchu kolísá v rozmezí 200 – 400 nT. Většina měření poukázala na vzájemné ovlivňování magnetosféry, exosféry a povrchu planety silnou interakcí se slunečním větrem a koronálními výtrysky hmoty ze *Slunce*. Nicméně to hlavní teprve příjde, až se *Messenger* usadí na oběžné dráze u *Merkuru* jako jeho umělá družice.

### 1.1.2. Venuše

S. Smrekarová aj. objevili pomocí evropské oběžné sondy *Venus Express*, která obhájila *Venuši* již od dubna 2006 jasné důkazy o dosud aktivním vulkanismu na *Venuši*. Infracervené detektory sondy odhalily tři horké skvrny, připomínající pozemské vulkány na *Havajských ostrovech*. Radar na sondě objevil nejvyšší vulkán na *Venuši* **Indunn Mons** se základnou o průměru 200 km a relativní výškou 2,5 km. Stáří sopeckého autoří odhadli na méně než 2,5 mld. let. Následkem vulkanismu se povrch planety stále přetváří, jak ostatně ukázala již počátkem 90. let americká oběžná sonda *Magellan*. Díky snímkům *Venuše* ze sondy *Galileo* se totiž zjistilo, že atmosféra *Venuše* je v blízkém infracerveném pásmu místy průsvitná, což právě umožnilo detekci zmíněných horkých skvrn na povrchu. Záhadou zůstává, proč *Venuše* s podobnou velikostí a hmotností jako *Země* je v porovnání se *Zemí* naprostě suchá. Zdá se, že úlohu kapaliny nahrazuje na *Venuši* kyselina sírová, podobně jako je tomu u Saturnovy družice *Titanu*, kde příslušnou roli při utváření povrchu hraje methan.

### 1.1.3. Země – Měsíc

#### 1.1.3.1. Atmosféra, povrch a nitro Země

Navzdory velkému množství **antropogenního skleníkového plynu CO<sub>2</sub>**, který lidstvo každoročně vypustí do zemské atmosféry, zmizí nejméně 40 % tohoto přírůstku v oceánech na jižní polokouli, jenže dodnes se pořádně neví, jak to oceány dělají. Tzv. *Ekmanův transport* oxidu uhličitého je zřejmě řízen větrem a povrchovými proudy v oceánech v součinnosti s vodními výry a klesáním chladné vody do hlubin oceánu. Podobně se ukázalo, že další obrana *Země* proti globálnímu oteplování představují jezera, která na jednotku plochy pohlcují více uhlíku než oceány a jejich absorpční schopnost se s rostoucí teplotou dokonce zvyšuje.

Krátkodobá injekce SO<sub>2</sub> při výbuchu sopky **Pinatubo** v červnu 1991 snížila dočasně průměrnou roční teplotu zemské atmosféry o 0,5 °C. Jak uvedla S. Solomonová aj., v letech 1980 – 2000 stouplo obsah vodních par v atmosféře proti dlouhodobému průměru a jeho likož **vodní pára je významný skleníkový plyn**, zvedlo to růst globálního oteplování o třetinu. Od r. 2000 však obsah vodní páry v atmosféře se proti dlouhodobému průměru snížil o 10 %, čímž se snížilo tempo globálního oteplování o čtvrtinu proti konci XX. stol. Úhrnný současný skleníkový efekt na *Zemi* zvyšuje průměrnou roční teplotu na povrchu *Země* o 33 °C; jinými slovy, kdyby *Země* neměla výrazně skleníkovou atmosféru, tak by byla na souších i na moři trvale pokryta ledem.

V posledních dvou milionech let se střídají **ledové doby** s mezileдовými poměrně rychle, přičemž nedávný a dosud pokračující ústup ledovců nesporně přispěl k rozvoji lidské civilizace. Výška oceánů přitom kolísala v rozmezí téměř 140 m; hladina oceánů byla před 81 tis. lety o 7 m výš, a předtím naopak až o 130 m níž, než je dnes. Vrt *NEEM* v grónském ledu dosáhl v červenci 2010 dna, když v hloubce 2,5 tis. metrů narazil na skálu. Tak bylo možné rekonstruovat *teplotní křivku povrchu Země v posledních 155 tis. let*. Tak se mj. ukázalo, že v období před 155 – 130 tis. lety byla průměrná teplota *Země* o 5 °C vyšší než dnes. V interglaciálu v epoše mezi 18 a 10 tis. lety před současností stoupla koncentrace CO<sub>2</sub> v zemské atmosféře ze 180 ppm na více než 260 ppm.

Oslunění *Země* lilem **Milankovičových cyklů** (s periodami 23 tis., 41 tis. a 100 tis. let) zřetelně kolísá. Dnes se nejvíce uplatňuje nejdelenší z těchto period. Současná průměrná teplota povrchu *Země* dosahuje přibližně +15 °C a za minulou dekádu se zvýšila o 0,16 °C. Mimochodem, nejrychlejší poryv větru na *Zemi* 408 km/h byl naměřen v dubnu 2006 při cyklonu *Olivia* na ostrově *Barrow* v Austrálii.

Diskuse o **globálním oteplování** a podílu člověka na zvyšování skleníkového efektu jsou v posledních desetiletích předmětem vásnívivých debat politiků i laiků, zesilovaných snahou sdělovacích prostředků o co možná nejdramatičtější vyhrocení každého sporu. (Termín „globální oteplování“ se poprvé objevil v týdeníku *Science* v srpnu 1975.) Odborně vzato je však ve hře řada dosud málo prozkoumaných llivů a zpětných vazeb, což je nejlépe vidět na nedostatečných schopnostech meteorologie předpovídat počasí na více než týden dopředu. Jelikož klima je časovým i prostorovým integrálem počasí přes období stovek a tisíců let, je zřejmé, že *spolehlivé předpovědi budoucího vývoje klimatu neexistují*. Proto je riskantní prosazovat tvrdá regulační opatření s nepředvídatelnými dokonce i ekonomickými dopady.

J. Duprat aj. nalezli ve vzorcích sněhu z centrální části *Antarktidy jemný prach* se zrnky o hmotnostech 0,3 – 3 mikrogramy, v nichž naměřili až 30krát vyšší zastoupení deutéria v porovnání s pozemskými horninami. Autoři snesli přesvědčivé důkazy o tom, že *tento materiál pochází z chladných oblastí protoplanetárního disku*, jenž obklopoval *Slunce* v době vzniku Sluneční soustavy.

T. Albuoussičre aj. objevili na základě pozorované anizotropie šíření zemětřesných vln nečekanou **nesouměrnost vnitřního jádra Země**, které tuhne na západní polokouli, ale taje na polokouli východní. Vlny totiž putují ve velké hloubce *Země* rychleji ve směru od severu k jihu, než od východu k západu. Tuhé železné jádro *Země* tak putuje směrem na východ tempem 15 mm/r. Příčinou ne-souměrnosti je vzhled krystalů železa vznikajících pod extrémně vysokým tlakem v jádře *Země*. Krystaly mají hexagonální strukturu, jejíž hlavní osa je orientována ve směru rotační osy *Země*. Právě tato orientace vede ke zmíněné seismické anizotropii.

W. Bottke aj. polemizovali s představou, že při tvorbě jader *Země*, *Měsíce* i *Marsu* tam sestoupily z pláště veškeré **siderofilní prvky** (Au, Ir, Mn, Mo, Os, Pd, Re, Rh, Ru), takže v pláštích těchto těles by se dnes vlastně neměly vyskytovat. Ve skutečnosti jsou siderofilní prvky v pláště *Země* zastoupeny nadprůměrně, což podle autorů souvisí s obnovenou dodávkou těchto prvků srážkami s planetárními embryi typu *Pluta* o průměrech až 3 tis. km (!) až po dobudování vlastního jádra *Země*. Embrya přinesla na *Zemi* jednak vodu a jednak siderofilní prvky, které se převážně usadily v zemském pláště. Odhadované zastoupení siderofilních prvků v pláště *Marsu* a *Měsíce* pak ukázalo, že s *Marem* se srážela planetární embryo o velikosti nanejvýš 1,5 tis. km a s *Měsícem* o průměru nanejvýš 1 tis. km.

N. Gillet aj. získali studiem krátkodobých a periodických kolísání rychlostí **zemské rotace** nepřímý důkaz o silné indukci magnetického pole ve vnějším jádru *Země*. Dosud se soudilo, že toto pole má indukci jen 0,2 mT, ale ze zmíněných měření vyplývá více než o řád vyšší hodnota 4 mT. J. Tarduno aj. proměřovali magnetismus velmi starých krystalů křemene a ukázali, že **geomagnetické pole** existovalo již před 3,45 mld. let. Tehdejší magnetosféra *Země* však měla poloviční rozměry v porovnání se současným stavem, protože indukce magnetického dipolu dosahovala jen asi 60 % indukce současné.

Nižší magnetická indukce umožnila sice větší ztrátu těkavých látek i vody z rané atmosféry *Země*, ale stačila na ochranu před slunečním větrem, který se od té doby nedostává k povrchu *Země* na vzdálenost menší než 30 tis. km. Protože však mladé hvězdy slunečního typu rotují rychleji než *Slunce* dnes, byla indukce slunečního dynama mnohem větší než nyní, a to mohlo výrazně narušovat stabilitu tehdejší slabší geomagnetosféry. Není jasné, čím se proti tomu geomagnetosféra tak zdařila bránila. V každém případě však začal v zemské atmosféře narůstat podíl molekulového **kyslíku** před 2,3 mld. let, zřejmě pod vlivem fotosyntézy v mikroorganismech. Tak se postupně připravily podmínky pro přechod života z oceánu, moří a jezer na souš.

O poměrně nečekaném vlivu **geomagnetických bouří** na zabezpečovací systém železnice v severních oblastech *Ruska* podali zprávu E. Jerošenko aj., když uvedli, že během 17 silných geomagnetických bouří v letech 2000 – 2005 a také v březnu 1989 docházel k poruchám zabezpečovacích systémů železničních tratí v pásmu 58° – 64° s. š. vinou indukovaných proudů během hlavních fází bouří.

G. Stadler aj. využili nových možností *parallelního počítání na superpočítacích* k simulacím globálních pohybů v zemském pláště díky **deskové tektonice**, přičemž jednotlivé desky byly popsány mříží s roztečí bodů 1 km. Chladné tepelné anomálie ve spodním pláště jsou propojeny s oceánskými deskami pomocí úzkých *viskózních tabulí*, které mění rychlosť pohybu desek. Disipace energie v prohýbající se litosféře kolem oceánských příkopů představuje pak 5 – 20 % celkové disipační energie v litosféře a zemském pláště. Z geologického hlediska nejstabilnějšími kontinenty, které přetrvávají jednotlivé epizody deskové tektoniky *Země* po miliardy let, jsou jednak jádro *Severní Ameriky* a jednak *Austrálie*. Tyto stabilní útvary dostaly název **kratony**. Příčina jejich mimořádné odolnosti spočívá v tom, že v jejich podloží není žádná voda. Jak upozornila L. Spinneyová, má více než 99 % hmotnosti *Země* teplotu vyšší než 1 tis. °C, takže život je možný je v tenké slupce na rozhraní hydrosféry, litosféry a atmosféry.

### 1.1.3.2. Bolidy a meteoryty

A. Rubin a J. Grossman upřesnili termíny, které se v meteoritické astronomii a geologii používají. Podle nových definic je **meteoroid** přírodní tuhé těleso, jež se pohybuje v meziplanetárním prostoru a má typický rozměr v rozmezí od 10 µm do 1 m. **Mikrometeoroidy** tvoří podmnožinu meteoroidů s rozměry v intervalu od 10 µm do 2 mm. Naproti tomu **meteorit** je přírodní tuhé těleso s typickým průměrem >10 µm, které bylo dopraveno na *Zemi* přirozenou cestou z tělesa, jež se utvořilo z kosmického tělesa, které se nacházelo vně oblasti gravitační převahy *Země*. Meteorit tedy nejprve musel toto kosmické těleso opustit, aby se následně srazil s přirozeným nebo i umělým tělesem větším, než je sám. Meteorit tedy může být vyvržen i ze *Země* a vrátit se na ni posléze z meziplanetárního prostoru. Podmnožinou meteoritů jsou pak **mikrometeority**, pro něž platí omezení velikosti na interval od 10 µm do 2 mm.

D. Čapek a D. Vokrouhlický zkoumali následky významného **tepelného namáhání** těch meteoroidů, které se při oběhu po výstředné dráze dostávají v okolí přísluní do blízkosti ke *Slunci*. Ukázali, že degradace meteoroidu závisí nejenom na vzdálenosti od *Slunce*, ale také na jeho geometrickém rozměru, rychlosti rotace a orientaci rotační osy vůči směru ke *Slunci*. Zvlášť náchylné k zániku jsou meteoroidy mající rozměry od setin metru do několika metrů, které rotují pomalu a jejichž rotační osa míří ke *Slunci*. Všechny meteoroidy, které se dostávají ke *Slunci* na vzdálenost <0,15 AU se ohřívají na teploty >700 K, čímž se z nich uvolňují těkavé látky a taví se silikáty. Následkem toho se tělesem začnou šířit trhliny a při opakování průletech se meteoroid nakonec zcela rozpadne.

Autoři uvedli, že tepelné namáhání nejvíce ničí jádro *Kreutzovy rodiny komet*, ale podobně jsou na tom i meteoroidy v meteorických rojích  $\eta$  *Akvarid* (přísluní 0,07 AU), *Geminid* (0,14 AU) a *Monocerotid* (0,19 AU). Dokonce i meteoryty *Tagish Lake* (pád v Kanadě v r. 2000) a *Orgueil* (pád ve Francii v r. 1864), jež měly přísluní v relativně bezpečné vzdálenosti 0,87 AU, byly tak zkrehlé, že se při průletu atmosférou výrazně štěpily na úlomky, jelikož byly pojmenovány opakováním tepelným namáháním po řádově 10 milionech oběžích na takto exponované dráze.

K. Misawa aj. objevili ve vzorcích ledu z východoantarktického *dómu Fuji* dvě ohraničené několikamilimetrové vrstvy **silikátového prachu** z doby před 434 tis., resp. 481 tis. lety. Jelikož se vrstvy vyskytují ve vzorcích, které byly odebrány z místa od sebe vzdálených 2 tis. km, autoři soudí, že jde o prach mimozemského původu, jenž je důsledkem srážky *Země* s větším meteoritem. E. Kolesnikov a N. Kolesnikovová nalezli ve vzorcích rašelin přirostlých v r. 1908 v oblasti pádu **Tunguského meteoritu** změny v poměrném zastoupení vodíku a uhlíku, které odpovídají poměru v kometárních jádřech. Odtud vyvozují, že meteorit představoval úlomek jádra komety.

T. Croat aj. zjistili, že v australském meteoritu **Murchison**, jenž dopadl na Zemi 28. září 1969, má zhruba 1 % mikronových grafitových zrnek až 2,3krát vyšší zastoupení nuklidů  $^{29}\text{Si}$  a  $^{30}\text{Si}$  vůči základnímu nuklidu  $^{28}\text{Si}$  oproti *Slunci*. Takový poměr mohou vykazovat jen produkty hvězd s hmotností minimálně 8 M $\odot$ , které po opuštění hlavní posloupnosti umějí při termonukleárních reakcích ve svých nitrech spalovat uhlík a neon. Tako obohacený materiál se nakonec dostane do uhlíkového hvězdného prachu buď při srážkách hvězdných větrů *Wolfových-Rayetových hvězd*, anebo během výbuchu hmotné supernovy (*kolapsaru*). Je totiž známo, že kolapsary mohou rozmetat do kosmického prostoru prach o úhrnné hmotnosti až 1 M $\odot$ . Týž meteorit zkoumali také P. Hoppe aj., kteří ve vzorcích z *Murchisonu* objevili na dva tisíce *presolárních zrnek SiC*, z nichž zhruba 40 pochází z kolapsaru.

Podobně F. Gyngard aj. získali údaje o zastoupení nuklidů kyslíku ve 41 spinelových zrníčkách meteoritu **Murray**, který dopadl ve státě *Kentucky* 20. září 1950 a je klasifikován jako vzácný uhlíkatý chondrit. Zastoupení nuklidů je typicky *presolární*, takže většina zrníček pochází z větve červených obrů, anebo asymptotické větve obřích hvězd. U dvou zrníček je dokonce jisté, že pocházejí z výbuchu supernovy (*kolapsaru*).

E. Buchner aj. zpřesnili pomocí poměru nuklidů  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  stáří meteoritu, jenž vytvořil v jižním Německu impaktní kráter **Ries** o průměru 24 km. Obdrželi hodnotu  $(14,6 \pm 0,2)$  mil. let. Jak známo, následkem dopadu tohoto meteoritu vznikly proslulé *vltaviny*. K. Thraneová aj. nalezli přebytek nuklidu  $^{187}\text{Hf}$  v **meteoritu SAH 99555**, jenž byl nalezen v saharské poušti v květnu 1999 a patří mezi tzv. *angriity* (basaltické achondrity), tj. vůbec nejstarší vyvřelé horniny Sluneční soustavy. Odhad podle autorů plyne, že *Sluneční soustava je stará 4,557 mld. let*, a supernova, která vyvolala smršťování sluneční pramhlhoviny, vybuchla před 4,564 5 mld. let; tj. o 7,5 mil. let dříve. Vzápětí však A. Bouvier a M. Wadgwa našli *chondritický meteorit*, jehož stáří určené z poměru zastoupení nuklidu olova a hořčíku vyšlo na 4,568 2 mld. let. Podle K. Jamašty aj. se k datování událostí v prvních 20 milionech let existence Sluneční soustavy dobře hodí chronometrie pomocí radionuklidu  $^{53}\text{Mn}$ , jenž se rozpadá na  $^{53}\text{Cr}$  s poločasem 3,7 mil. let. K ověření stáří Sluneční soustavy tak mohli použít úlomek uhlíkatého chondritu **Gujba**, který dopadl do *Nigérie* 3. dubna 1984. Dostali tak stáří 4,563 6 mld. let, což za předpokladu, že radioaktivní nuklid  $^{53}\text{Mn}$  byl v protoplanetárním disku Sluneční soustavy rozložen rovnoměrně, dává zatím nejlepší hodnotu doby vzniku této soustavy.

J. Weirich aj. prokázali podrobným rozborom antarktického meteoritu **Miller Range 05029** (hmotnost úlomku 0,14 kg), že jeho stáří zjištěné argonovou metodou činí  $(4,517 \pm 0,011)$  mld. let. Jde o chondrit typu L spečený s vyvřelou horninou. Muselo jít o gigantický objekt, protože vychládal tempem jen  $14^\circ\text{C}/1$  mil. let! Impakt se tedy odehrál minimálně 20 mil. let před uvedeným datem, čili v době, kdy Země ještě neměla *Měsíc*. Autoři odhadují, že impaktní kráter vzniklý při srážce meteoritu se Zemí musel mít průměr kolem 50 km.

V. De Michele našel pomocí družicových snímků z *Landsatu* a také mapy *Google Earth* meteoritický kráter **Gebel Kamil** v jižním *Egyptě*. Kráter má průměr 55 m a je starý asi 5 tis. let. Kovový meteorit měl při dopadu průměr 1,3 m a hmotnost asi 9 t. L. Folco aj. pak na místě nasbírali přes 5 tis. úlomků o úhrnné hmotnosti 1,7 t. Hmotnost největšího úlomku činí dokonce 83 kg. Podle autorů měl meteorit při vstupu do zemské atmosféry pod úhlem zhruba  $45^\circ$  rychlosť 18 km/s a hmotnost asi 30 t. Před dopadem se zbrzdil na pád rychlosť 3,5 km/s. Zdá se téměř neuvěřitelné, že tak velké kovové těleso v poušti nikdo neobjevil dříve, ale je zřejmé, že na povrchu Země leží netknutý ještě mnohé mimořádně cenné kosmické vzorky.

J. Borovička shrnul některé neobvyklé poznatky o meteoritu, jenž dopadl 15. září 2007 v 11:40 h místního pásmového času do blízkosti osady **Carancas** v *Peru*. Průlet meteoritu byl potvrzen čidly pro infrazvuky a také pomocí seismometrů. Při dopadu meteoritu vznikl kráter o průměru 14 m hluboký 2,5 m. Bloky hlíny o průměru až 1 m byly rozmetány výbuchem až do vzdálenosti 350 m od kráteru. Na rozdíl od původních zpráv se ukázalo, že voda v kráteru nevřela; šlo o pouhé bublinky vzdachu, které se dostávaly postupně na hladinu. Rázová vlna při dopadu shodila na zem cyklistu ve vzdálenosti 100 m od místa dopadu a býka, který se nacházel 200 m od dopadu a při pádu si zlomil jeden roh. Autor odhadl, že meteorit o původním průměru 2 m vstoupil do zemské atmosféry rychlosťí nižší než 17 km/s a během průletu odolal tlakům přes 15 MPa. Do kráteru však dopadlo těleso o průměru jen 1 m, které se neroztrhlo na menší kusy jednak díky tomu, že nemělo žádné pukliny a také kvůli velké nadmořské výšce místa dopadu (3,8 km).

P. Jenniskens a M. Shaddad zveřejnili údaje, získané studiem meteoritu **Almahata Sitta**, jenž dopadl 7. října 2008 do severního *Súdánu* doslova v přímém přenosu po objevu původně miniplanety **2008 TC3** asi 20 h před její srážkou se Zemí. Autorům se za výdatné pomocí studentů chartúmské univerzity podařilo nasbírat v poušti přes 600 drobných úlomků o úhrnné hmotnosti téměř 11 kg (odhadem dopadlo na zem asi 40 kg úlomků). Miniplanetka o průměru 3,5 m a hmotnosti kolem 40 t rotovala při vstupu do atmosféry v periodě 99 s a její střední hustota přesahovala hustotu vody jen 1,7krát, tj. byla z 50 % porézní. Hustota nalezených úlomků totiž dosahuje 2,8násobku hustoty vody a jejich albedo 0,05 je řadí k nejtmavším objektům Sluneční soustavy. Miniplanetka patřila k novému typu chondritů, jímž se říká *ureility* a strávila jako samostatné tělesko v kosmickém prostoru téměř 20 mil. let. V nalezených úlomcích byla objevena *stopová množství aminokyselin*.

P. Spurný aj. zpracovali pozorování slovenského bolidu **Jesenice** (EN090409) z 9. dubna 2009, jehož průlet atmosférou byl zachycen na dvou jihočeských stanicích (*Kunžak* a *Churáňov*) jakož i na pozorovatelně *Černi Vrh* ve *Slovinsku*, kde však kamera není opatřena rotujícím sektorem pro určení úhlové rychlosti letu bolida. *Sonickej třesk* po přeletu bolidu zaznamenalo celkem 16 seismických stanic. Navzdory záznamům na samém okraji zorného pole jihočeských kamer se autorům podařilo určit s dostatečnou přesností všechny potřebné parametry trajektorie potenciálních úlomků a tak se podařilo ve vypočtené cílové ploše nalézt 3 úlomky meteoritu o úhrnné hmotnosti 3,6 kg. Jde o obyčejný *chondrit třídy L6* a tedy již o 13. meteorit s rodokmenem, až na jednu výjimku (australský meteorit *Bunburra Rockhole*, který patří ke křížujícím planetkám typu *Aten*) vesměs přiletěvších z hlavního pásu planetek.

Meteorit **Jesenice** o hmotnosti asi 170 kg se před vstupem do zemské atmosféry pohyboval heliocentrickou rychlosťí 36 km/s na dráze o velké poloosě 1,75 AU, výstřednosti 0,43, sklonu  $19^\circ$  a oběžné době 2,3 r. V odsunění jeho dráha zasahovala do hlavního pásu planetek ve vzdálenosti 2,5 AU, kdežto v přísluní křížovala zemskou dráhu do vzdálenosti jen 0,9965 AU od *Slunce*. Při vstupu do atmosféry měl meteoroid geocentrickou rychlosť 14 km/s a sepustoval šíkmo pod úhlem  $59^\circ$  vůči obzoru. Začal svítit ve výšce 88 km nad Zemí a v maximu dosáhl jasnosti  $-15$  mag. Po letu dlouhém 6,6 s zhasnul ve výši 18 km nad Zemí. Odhadem na zem dopadlo asi 30 kg úlomků.

Mesiaci nabralo toľko vody a hydroxylu? Ako je možné, že sa tieto mimoriadne prchavé látky po vyparení na povrchu Mesiaca obnovujú, pričom sa ich koncentrácia neustále mení? Astronómovia ponúkli štyri vysvetlenia:

- 1. Vodu a hydroxyl dopravili na Mesiac kométy a asteroidy;**
- 2. Ide o zamrznuté zvyšky chladných plynov, ktoré unikali zvnútra Mesiaca trhlinami v povrchu po dopade veľkých telies;**
- 3. Ide o plyn, ktorý ešte aj dnes uniká z hĺbky Mesiaca;**
- 4. Ide o vedľajšie produkty slnečného vetra.**

Posledná teória vychádza zo skutočnosti, že slnečným svetlom zaliatý povrch Mesiaca je cyklicky na celé dva týždne vystavený slnečnému vetru – bombardovaniu protónmi (jadrami vodíka) s vysokou rýchlosťou. Keď tieto časticie dopadnú na regolit, v kremičitých horninách sa spoja s atómom kyselka. Tak vznikne OH. Po viacnásobnej kolízii aj  $H_2O$ . Niektoré molekuly vody sa združia a vytvoria hydrované minerály. Iné časticie krúžia okolo lunárneho povrchu, kym neuviaznu v pasci, v niektorom z neustále zatielených kráterov. Najviac takých kráterov sa vyskytuje okolo pólov.

Prístroj Moon Mineralogy Mapper (M3) na sonda Chandrayan-1, zaznamenal iba nepatrné množstvo vody. Z údajov sondy Deep Impact však vyplynulo, že  $H_2O$  a OH tvoria v regolite prinajmenšom **0,5 % prvkov**, pričom smerom k pólov sa ich podiel zvyšuje. Ukázalo sa, že zdrojom protónov vodíka, týchto mimoriadne prchavých materiálov, je Slnko!!! Prítomnosť iných prchavých materiálov, napríklad oxidu uhličitého ( $CO_2$ ) či kyanidu (CN), totiž v regolite nezaznamenali.

Všetky spomenuté misie boli zamerané iba na skúmanie povrchu. Pravdaže, okrem vnútra hlbokých, večne zatielených kráterov. Jeden z nich preskúmala až sonda LCROSS, vybavená deviatimi prístrojmi, určenými na detekciu prchavých látok v oblaku, ktorý vznikol po dopade motora na povrch Mesiaca. O 15 minút neskôr dopadla na povrch aj sonda. Dovtedy však stihla zmerať a vyslať na Zem väčšinu očakávaných údajov.

Tím z Ames Research Center pri NASA oznámil, že prístroje sondy LCROSS namerali 10-krát vyššie koncentrácie vody ako namerali iné misie! U melom oblaku však detegovali aj iné materiály typické pre primitívne meteority: oxid uholnatý ( $CO$ ), CN, ale aj metán ( $CH_4$ ).

Umelý náraz prebiehal takto: teplota vygenerovaná zrážkou rozrušila molekuly vody. Molekuly OH sa začali tvoriť ešte predtým, ako oblak vymrštený impaktom vystúpal do výšky 0,8 km, kde ho zialo slnečné svetlo. Krátko potom zaznamenali prístroje sodík, pár silných emisných čiar atomárneho striebra (!) a zároveň aj emisie OH,  $H_2O$  a  $CO_2$ .

Vedci zo Southwest Research Institute v San Antonio (Texas) zaznamenali ešte širší diapazón atómov: od vápnika cez horčík až po ortuť. Objav posilnil staršiu predpoveď, podľa ktorej by sa mali atómy ortute spolu s vodom nachádzať najmä okolo pólov.

Voda na Mesiaci! To bola senzácia... Len čo je pitná?

### Nie je voda ako voda

Ako sa ľahké atómy ortute a striebra mohli dosať do mesačnej vody? Telesá, ktoré sa zrážali

s Mesiacom kozmickými rýchlosťami až 20 km/s, dokázali premeniť na plyn aj mesačné horniny a pôdy. Väčšinu ľahších prvkov slabá gravitácia Mesiaca neudržala. Čažšie prvky však až tak ľahko uniknú nemohli. Impakty LCROSS narazili na povrch rýchlosťou 2,5 km/s. Pri takej nízkej rýchlosťi sa horniny po zrážke nevyparia. Čažšie prvky, spolu s ľahšími prvkami a ich zlúčeninami, ktoré sonda detegovala, museli byť súčasťou regolitu. Mimochodom, početné atómy uvoľnené dopadom sondy LCROSS pripomínajú dôsledky impaktov komét či meteoroidov.

Čo vieme o plynach na Mesiaci? Vieme, že väčšina plynov sa uvoľnila počas dávnych sopečných erupcií. V lunárnych čadičoch sa uchovali bublinky týchto plynov. Svedčia o tom aj tmavé depozity materiálu, vyvrhnutého počas erupcií plynov. No a bublinky vody našiel vo vzorkoch privezených lodou Apollo 17 Alberto Saal z Brown University.

V roku 2011 Jim Greenwood z Yale University dokázal, že voda v lunárnych mineráloch pochádza spred 4 miliárd rokov, z obdobia veľkého bombardovania. Napriek tomu, že sa väčšina prchavých látok vyparia a unikla, malé množstvá v tuhnúcich horninách uviazli. Nie je vylúčené, že prchavé látky v vnútri Mesiaca unikajú aj dnes.

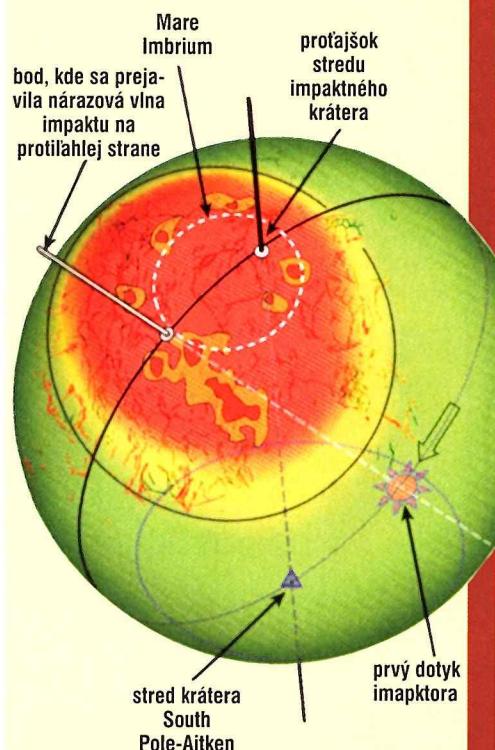
Prístroj na sonda LRO zaznamenal zmeny teploty na dne krátera Cabeus, kam dopadla sonda LCROSS i v horninách, ktoré dopad vyvrhol. Vzácnou koristou boli aj údaje o teplote: vo večne zatielených kráteroch okolo mesačných pólov ( $38^{\circ}C$  nad hodnotou absolútnej nuly) i na dne krátera Cabeus. Vysvitlo, že Mesiac je jedným z najchladnejších telies v celej Slnečnej sústave. V takom prostredí väčšina molekúl a atómov bleskove zamrzne a premeni sa na zrniečka regolitu. Tie rozmrzňú, iba keď ich nejaký impakt vymrští z večného tieňa do výšky a vystaví slnečnému žiareniu.

Mesiac sa tak stal klíčom k minulosti Zeme. Hlbším spoznaním minulosti Mesiaca sa dozvime aj o našej planéte. V hlbokom tieni polárnych kráterov sú trezory, uchovávajúce informácie o dávnych impaktoch asteroidov a kométi; o vrcholnej fáze lunárneho vulkanizmu; o plynach unikajúcich z vnútra Mesiaca; o minulosti Slnka. Ba môžu tam byť údaje o opakovanych prechodech našej sústavy rovinou Mliečnej cesty.

Na Mesiaci sa mohli zachovať aj stopy dávnej minulosti na Zemi. Pred 3 miliardami rokov bol Mesiac oveľa bližšie k Zemi ako dnes. V okolí mesačných pólov sa mohli uchovať zvyšky vtedajšej zemskej atmosféry, strhnutej slnečným vetrom či veľkými impaktmi.

Dopravit tieto vzácné vzorky na Zem nebude ľahké. Motory návratných modulov môžu zničiť i kontaminovať horné vrstvy atómov a molekúl. Možno je dobre, že program Constellation (NASA) predbežne z finančných dôvodov od-sunuli. Ludia, ktorí ho začali pripravovať dávno pred získaním údajov posledných lunárnych sond, o niektorých nových faktoch ani len netušili.

Astronomy 2011/12

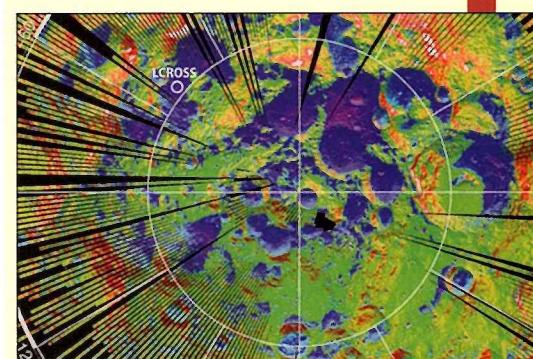


Väčšina kráteru South Pole-Aitken (SPA) leží na odvrátenej strane Mesiaca. Nárazové vlny vyvolané dopadom impaktora vytvorili na openej strane trhliny, ktorými sa neskôr vylievala na povrch tmavá láva.

Prístroje sondy LCROSS  
namerali na Mesiaci

10-krát vyššie  
koncentrácie vody  
ako iné misie...

Prinajmenšom 0,5 % regolitu  
tvoria  $H_2O$  a OH



Sonda Lunar Reconnaissance Orbiter namerala v tieni polárnych mesačných kráterov niekoľko z najnižších, vôbec nameraných teplôt v našej Slnečnej sústave. V modrých a červenkastých oblastiach namerali teplotu iba niekoľko desiatok stupňov nad hodnotou absolútnej nuly.

Kosáčik Venuše cez ďalekohľad ho úplne uchvátil a okná do vesmíru mu dokorán otvoril rovnomený TV seriál. Mrzela ho každá noc, ktorú nemohol pozorovať. Dávno pred maturitou pochopil, že ďalšie štúdium by mu nedovolilo naplno sa venovať svojmu koníčku. Zmaturoval a odvtedy pozoruje a pozoruje. Spočiatku z domu a na úkor volného času, uplynulých päť rokov už na profesionálnom pracovisku v Ondrejove. Kamil Hornoch, stopár extragalaktických nov.

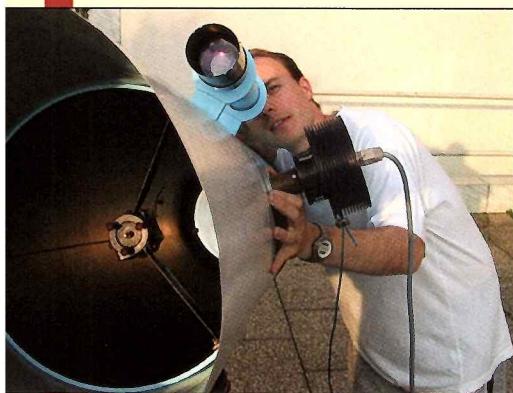


Kamil Hornoch preberá cenu Pacifickej astronomickej spoločnosti za rok 2006.

The Astronomical Society of Pacific



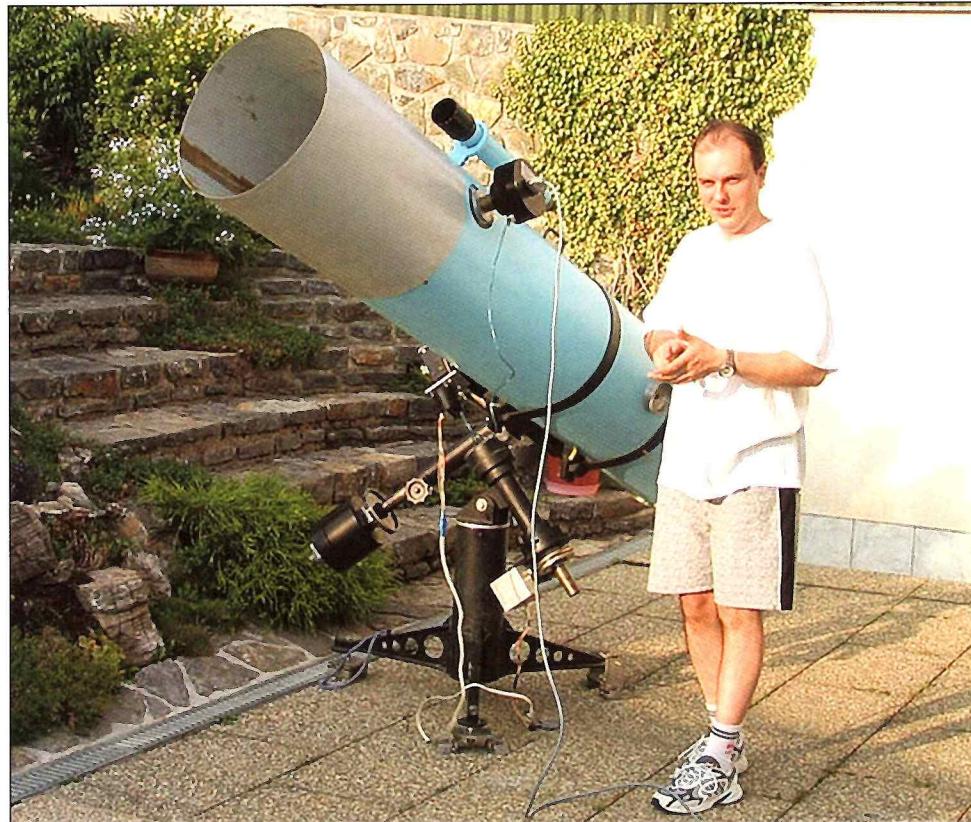
Objavové snímky novy M31N 2011-01b.



Kamil Hornoch.

Foto: Dalibor Hanzl

# STOPÁR



Kamil Hornoch pri ďalekohľade.

Foto: D. Hanzl

**Čím fa zaujala astronómia, že si sa jej začal venovať?**

Vzpomínám si, že už tak ve veku 8 – 10 let mě fascinoval pohled na noční hvězdnou oblohu. Začal jsem si vystříhovat různé články z časopisů, kde byly fotografie objektů vzdáleného vesmíru a také snímky velkých planet a jejich měsíců z kosmických sond. Kromě onoho fascinujícího pohledu na oblohu plnou „nezávaných hvězd“ mě zajímalo, co ty různě jasné „tečky“ na obloze vlastně jsou...? Proč jsou každý večer prakticky na samém místě, ale proč jsou vidět jiné v zimě a jiné v létě...?

Tou dobou se zrovna v TV vysílal skvělý seriál Okna vesmíru dokořán, ve kterém jsem viděl spoustu úchvatných snímků vesmírných objektů doplněných velmi poutavým výkladem Dr. Jiřího Grygara. Strašně jsem toužil tohle všechno vidět na vlastní oči dalekohledem a porozumět tomu, o co jde a jak to funguje. Začal jsem se orientovat na obloze, učit se názvy souhvězdí, poznat planety...

Když mi bylo asi 11 let, začali jsme s kamarádem navštěvovat Klub mladých astronomů na brněnské hvězdárně. V tu dobu už jsem začal provádět první pozorování pomocí triedru 10×50, kdy jsem se věnoval zejména zakreslování deep-sky objektů (tehdy jsme jim tak ovšem ještě neříkali).

Jednou večer na brněnské hvězdárně jsme se mohli podívat 15 cm refraktem na Venuši ve velkém zvětšení pod vedením Jeníka Hollana. To, co jsem uviděl, byl pro mě tak silný zážitek (co jsem

pouhým okem viděl jen jako velmi jasnou „hvězdu“ vypadalo v dalekohledu podobně jako Měsíc v první čtvrti při pohledu pouhým okem), že už pro mě nebylo jiné cesty.

**Hviezdná obloha fa „chytila“, uvažoval si o studiu astronómie?**

Samozřejmě, že uvažoval. Byla ale poněkud jiná doba a tak jsem se na základě doporučení rozhodl vystudovat nějaký „praktičtější“ obor s možností dobrého uplatnění. Začal jsem tedy studovat střední průmyslovou školu elektrotechnickou v Brně. Bohužel to byl nesprávný krok – studium mě příliš nebavilo, navíc jsem se nemohl věnovat astronomii ani zdaleka tak, jak jsem chtěl (z časových důvodů; psaní protokolů z měření tuší přes šablony a podobné úkoly byly časově velmi náročné). A tak jsem se ještě dlouho před maturitou rozhodl, že maturitu pro mě studium končí, že už nechci ztratit ani „den“, který bych se mohl věnovat astronomii, což pro mě znamenalo vždy předeším možnost pozorování.

**Mal si v začiatkoch vzory – astronomov, ktorých si obdivoval a boli pre teba inšpiráciou?**

Určitě, byly to vzory dva. Prvním byl Dr. Jiří Grygar (zejména pro své odborné znalosti a způsob, jakým je uměl sdělit) a druhým Dr. Jan Hollan (pro mě i mnohé ostatní Jeník Hollan) z brněnské hvězdárny, který nám velmi pomáhal a podporoval nás v nejrůznějších praktických pozorováních. Je potřeba si uvědomit, že to byla doba bez masově rozšířených počítačů a internetu. Většinou, když jsme nevěděli „jak na to“, museli jsme si to za po-

# extragalaktických nov

moci Jeníka vymyslet, vyzkoušet, vyzkoumat... a právě to bylo pro nás obrovským přínosem.

**V tom čase boli hlavným zdrojom astronomických informácií knihy. Ktoré patrili k tvorjim oblúbeným?**

Za všechny mohu jmenovat především Přehled astronomie, Vesmír a Obloha na dlani. Nemohu nezmíň také časopis Kozmos, který pochopitelně nepatří mezi knihy, ale znamenal pro mě zejména v začátcích minimálně tolík, co ony tři zmíněné knihy.

**Máš oblúbený citát na astronomickú tému?**

Je už trošku staršího data, takže ta čísla nejsou v dnešní době úplně přesná, nicméně stále vyjadřuje výjimečnost práce astronoma:

„Na světě to chodí tak, že pět miliard lidí se zabírá tím, co se děje na povrchu Země, zatímco pouhých deset tisíc astronomů vším ostatním.“

Richard Preston, 1987

**Mnoh sa uspokoja so samotným pohľadom na krásy hviezdnej oblohy, niekto to skúša zvečniť kresbou, iný fotografovaním. Robia to pre vlastné potešenie. Vôbec im nenapadne, že i pozorovanie jednoduchými prístrojmi môže byť vedecky hodnotné. Ty si dospej k tomuto poznaniu ako 13-ročný a začal si s odbornými pozorovaniami. Ako k tomu prišlo?**

Dodnes je pro mě pohled na hvězdnou oblohu, pokud možno co nejméně rušenou světelným znečištěním, krásným zážitkem – zejména, když ji zdobí meteory z nějakého výrazného meteorického roje. Samozřejmě, že jsem na začátku také především obdivoval oblohu jako celek a mě dosud neznámé objekty „hlubokého nebe“, které jsem si zakresloval, protože fotografická technika tehdy nebyla v mých možnostech. Velmi brzy jsem ale jednak toužil po hlubším poznání a také jsme tehdy měli na brněnské hvězdárně, kterou jsem navštěvoval, možnost se zapojit do odborných pozorování, především meteorů a základových proměnných hvězd.

Obojí mělo v tehdejším Československu velkou tradici. Byl jsem velmi zaujat tím, že je možné dostupnou technikou a pomocí lidského zraku získávat

výsledky, které jsou použitelné pro vědecký výzkum. Zapojil jsem se tedy do teleskopického pozorování meteorů v rámci celoročního pozorovacího programu Dr. Znojila a krátce po té i do pozorování základových dvojhvězd. Dá se tedy říct, že jsme byli k odborným pozorováním vedeni již od začátku našeho zájmu o astronomii a myslím, že je to dobré.

**Ako sa časom vyvíjal tvoj záujem o jednotlivé objekty?**

Měnilo se to s tím, jak se lepšilo moje přístrojové vybavení (byly dostupnější stále slabší objekty), přístup k rychlým informacím a podrobné hvězdné katalogy. V počátcích bylo téma nemožné spatřit např. nějakou novu, protože než jsme se o ní dozvěděli, většinou zaslábla pod limit dostupných hvězdných atlasů a nebylo ji možné identifikovat, nebo dokonce ani spatřit.

Nejvíce jsem se věnoval fotometrii různých druhů proměnných hvězd a komety nejprve pomocí vlastního zraku, později pomocí CCD. Doplňkově jsem pořídil několik tisíc přesných astrometrických měření především komet a také některých planetek. V posledních 9 letech jsem nejvíce pozorovacího času věnoval časově rozlišené fotometrii planetek a výzkumu extragalaktických nov (jejich objevování, fotometrii a astrometrii).

**S akými prístrojmi si začínal svoju pozorovateľskú dráhu?**

Prvním optickým kvalitním přístrojem byl tried 10x50, kterým už byly vidět na obloze desítky deep-sky objektů, jasnější komety, používal jsem ho i na teleskopické pozorování meteorů atd. Prvním opravdovým astronomickým přístrojem se mi stal 13 cm dalekohled typu Newton, ke kterému jsem si dodlázel za pomocí otce hledáček z darované optiky. Tímto dalekohledem už jsem prováděl i odborná pozorování, zejména komety, proměnných hvězd a základových těles Sluneční soustavy.

Byly jím už vidět spirální ramena mnohých galaxií, nejjasnější kulové hvězdokupy v M 31, komety do 12 mag, supernovy do téma 14 mag, nejjasnější kvasar 3C 273.0 – prostě na tu dobu opravdu zajímavé objekty, jejichž pozorování už

mělo i vědecké využití. Když jsem si v roce 1994 pořídil 35 cm Newton, byl to další skok v dosahu a možnostech pozorování. V roce 2000 následovala paralaktická montáž pro 35 cm dalekohled a začlenění CCD kamery SBIG ST-6V.

**V roku 1994 patril 35 cm teleskop nepochybne k tým väčším a kvalitnejším prístrojom aké vlastnili amatéri. Zaobstaranie takého dalekohľadu, ako i k nemu potrebnej paralaktickej montáže bolo zrejme finančne nákladné. Ako sa ti to podarilo? Sponzori u astronómov zvyčajne neklopú na dvore...**

Na zmiňovaný 35 cm dalekohled jsem si musel nejprve vydat a našetriť. Stál mě tehdy asi 8 měsíčních platů, což pro mě nebyl až tak neřešitelný problém našetriť, vzhledem k tomu, že nejsem utrácivý človek. Navíc vlastnít a moci používat takto poměrně velký dalekohled byl pro mě v té době velký „sen“, a to pak není problém šetřit a šetřit... Rozdíl při pohledu přes něj oproti 13 cm Newtonu, který jsem používal do té doby, byl obrovský.

Získat více než 2 magnitudy na dosahu mi umožnilo pozorovat mnohem větší počet slabších komet, supernov, o deep-sky objektech nemluvě. Objekt, který byl ve 13 cm dalekohledu „vidět“, tak v 35 cm dalekohledu se daly prohlížet detaily v jeho struktuře (například ramena u spirálních galaxií). No prostě ten dalekohled naprostě splnil mé očekávání. Měl tzv. Dobsonovu montáž, což ovšem na vizuální pozorování dostačovalo. Pořídit si odpovídající paralaktickou montáž, která by takový dalekohled „kvalitně nesla“ a k tomu CCD kamery bylo však naprostě mimo mé tehdejší finanční možnosti.

Někdy o 5 let později se však naskytla možnost zapojit si poněkud starší, ale stále dobré funkční CCD kamery SBIG ST-6V, která byla před tím několik let používána na observatoři v Ondřejově. Díky ochotě Mgr. Petra Pravce a doc. Marka Wolfa jsem ji dostal zapůjčenou a intenzivně ji používal po dobu téma 7 let. Než jsem ale mohl pomyslet na pozorování pomocí CCD kamery, bylo nutné zakoupit paralaktickou montáž.

Před rokem 2000 byl ovšem velmi omezený výběr montáží potřebné nosnosti a jejich cena se pohybovala v řádu statisíc korun. Vybral jsem proto ještě únosně drahou montáž, kterou vyráběla firma Meade pro svoje 16" Starfindery. Díky tomu, že jsem v šetření pokračoval i po zakoupení vlastního dalekohledu a montáž se za výrazně pomoci mého známého podařilo dovézt přímo z USA za cenu nižší, než byla cena pro Evropu, nemusel jsem si plýtvat. Na rozdíl od dalekohledu byla pro mě tato montáž naprostým zklamáním. Nebylo s ní možné pořídit kvalitní expozice o délce ani 10 sekund, natož pak minutové... Bylo nutné ji za pomocí techniků brněnské hvězdárny upravit. Pak ustala kvalitně alespoň 30 s expozice.

Co se týče sponzorů, tak jsem je aktivně nikdy nehledal, ale přesto mě v roce 2006 finančně podporily dvě české firmy zabývající se prodejem resp. výrobou astronomické techniky (SUPRA Praha, spol. s r.o. a Moravské přístroje, a.s.) tím, že mi

Kamil Hornoch.

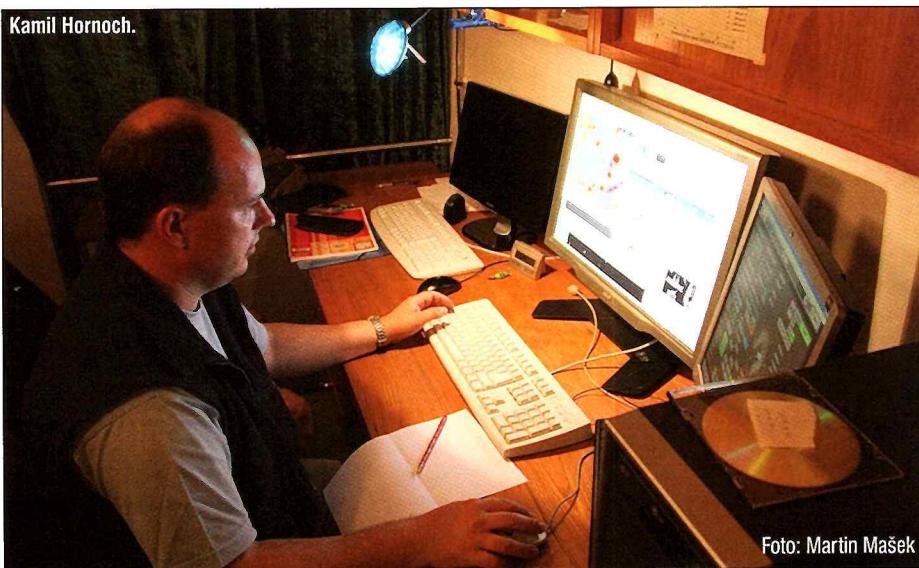


Foto: Martin Mašek





**2006  
Amateur Achievement  
Award**

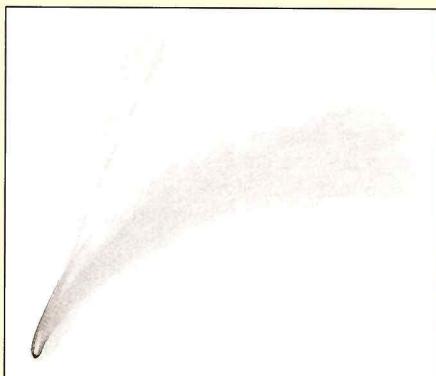
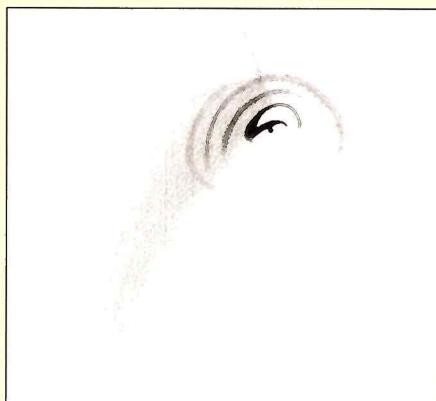
**Presented to**

**Kamil Hornoch**

**For Outstanding Contributions  
by An Amateur  
to the Field of Astronomy**

  
**President**

Ocenenie Kamila Hornocha Pacifickou astronomickou spoločnosťou.



**Kresby komety C/1995 O1 (Hale-Bopp).**

Autor kresieb: Kamil Hornoch

zaplatili asi 75 % ceny CCD kamery MII G2CCD-1600.

Spomínajme ešte trocha – je leto 1994 a všetci pozorovatelia komét majú svoje prístroje zaostrené na Jupiter. Sledujú astronomickú udalosť roka – dopad kométy Shoemaker-Levy 9 na najväčšiu planétu našej Slnčnej sústavy. Nepochybne si túto výnimočnú udalosť sledoval tiež, otázkou je, či to už bolo cez nový 35 cm teleskop?

To jsem bohužel nestihl. Dalekohled jsem si priebež od jeho výrobce pana Drbohlava až koncom října 1994. Dopad fragmentů jádra zmiňované komety na Jupiter jsem samozrejme pozoroval, a to 13 cm dalekohledem. Neočekávalo se tehdy, že stopy v Jupiterově „atmosfére“ budou tak výrazné. Nakonec nejen k jejich spatření, ale i k prohlížení jejich detailů a postupného vývoje z mírně oválných velmi tmavých skvrn na velmi protažené téměř pásy postačovaly i poměrně malé dalekohledy. Byl to opravdu obrovský zážitek. Dodnes mám schované spousty kreseb, které jsem tehdy pořídil.

**Pozorovania komét ti neskôr priniesli celosvetové uznanie. Spomenieš si, ktorá bola úplne prvá?**

Jak jsem již uvedl, nejprve to byly meteory a proměnné hvězdy, ale zároveň mě velmi lákalo vidět nějakou kometu. Je potřeba si uvědomit, že ačkoli je to jen nějakých 25 let nazpět, nebyl internet a nebyl snadný ani jiný přístup k rychlým informacím. Komety byly v té době objevovány často astronomy-amatéry, a to poblíž období jejich nejvyšší jasnosti. Než jsme se o kometu dozvěděli, trvalo to většinou mnoho týdnů, a to už kometa často zaslábla či zmizela v záři Slunce či na jižní obloze. Ani přístrojové vybavení nebylo takové, jaké je dostupné dnes. Byli jsme tedy odkázáni na jasné komety, které vydržely delší dobu v rozumných pozorovacích podmírkách.

Svého prvního pohledu na kometu jsem se dočkal v roce 1985, byla to kometa Hartley-Good, dnes nese označení C/1985 R1 (Hartley-Good). Viděl jsem ji na brněnské hvězdárně 15 cm refraktorem, ukázal nám ji tehdejší pracovník hvězdárny a planetária Dr. Zdeněk Okáč. Vypadala jako difúzní „obláček“ o jasnosti cca 9 mag s náznakem protažení či ohonu. Nemohl jsem se na ni vynadívat... Museli jsme ale s kamarádem na autobus zpět domů do Lelekovice, a tak jsem si ji jen zakreslil do pozorovacího deníku...

První pozorování komety, které obsahovalo určení jasnosti komety a jejího průměru jsem učinil zhruba o půl roku později, v roce 1986 a jednalo se o slavnou kometu 1P/Halley. Neviděl jsem ji ale bohužel mnohokrát, a tak první kometou, do jejíhož pozorování jsem se pustil naplno, byla kometa C/1987 P1 (Bradfield), tehdy označená 1987s. Získal jsem mnoho desítek odhadů její jasnosti, průměru komety a délky ohonu. Byla pozorovatelná několik měsíců, dosáhla jasnosti vyšší než 5 mag a zdobil ji pěkný ohon, který se táhl téměř přes celé zorné pole triedru. Od té doby jsem se pustil do pozorování komet (po dobu asi 20 let) opravdu naplno...

**Prv než si začal využívať výhody CCD kamery na fotometriu, robil si odhady jasnosti premenných hviezd či komét vizuálne. Tieto tvore odhady sú povestné presnosťou 0,03 magnitudy! Je naozaj možná až taká neuveriteľná presnosť?**

Je pravda, že jsem zmiňovanou presnosť poměrně běžně dosahoval, občas i lepší, samozrejme pouze při určování jasnosti objektu hvězdného vzhledu.

U objektů difúzních to dost dobře možné není. Vždy jsem se snažil dělat astronomii pořádně a to samozrejme platilo i u odhadování jasnosti (či přesněji řečeno vizuální fotometrie). Ke zvýšení přesnosti vede samozrejme především praxe a trénink. Snažil jsem se srovnávat jasnost dvou hvězd, které se na první pohled zdály naprostě stejně jasné. Srovnával jsem je tak dlouho, až jsem se byl schopen rozlišit, která je slabší a která jasnejší. To vedlo ke zmenšení velikosti odhadného stupně, tedy menšího rozdílu jasnosti, který jsem byl ještě schopen rozpoznat.

Nejmenší velikosti odhadného stupně jsem dosahoval okolo 0,03 mag, což při použití několika srovnávacích hvězd vedlo k nejistotě určení jasnosti pouze několik setin magnitudy. Při kombinaci tak malého odhadného stupně a tradičně používaném počtu max. 4 odhadních stupňů byl ovšem velký nedostatek vhodných srovnávacích hvězd. Tento problém jsem vyřešil tím, že jsem používal běžně 10-15 odhadních stupňů a v případě nedostatku srovnávacích hvězd podobné jasnosti i více. Samozrejme muselo platit, že 15 odhadních stupňů znamená 5x větší rozdíl v jasnosti než rozdíl v jasnosti popsaný rozdílem 3 odhadních stupňů. Může se to zdát složité tohoto dosáhnout, ale po létech tréninku to opravdu není velký problém.

**V roku 2002 pribudlo pod označením A46 do zoznamu pozorovacích staníc MPC (Minor Planet Center) nové miesto – Lelekovice. Ako sa k observatóriám ako je Kleť, Ondřejov či Modra, dostala malá moravská obec?**

Oficiální MPC kód observatoře přiděluje Minor Planet Center. Kód však není přidělen na základě nějaké předchozí žádosti, nýbrž na základě pořízení prvních přesných astrometrických měření pohybujících se objektů. Ty se odešly do MPC spolu s přesnými souřadnicemi a nadmořskou výškou pozorovacího stanoviště. Většinou během několika dnů jsou pak měření publikována včetně přiděleného kódu pro nové pozorovací stanoviště a jeho souřadnic. V mé případě to byly pozice komety 217P/2001 MD7 (LINEAR) a planetky (1730) Marcelline změřené v noci 8./9. 3. 2002. Pozice z mých snímků tehdy změřila Lenka Kotková pomocí programu Aphot, který vytvořil Petr Pravec a Miroslav Velen pro ondřejovskou observatoř.

Svoje snímky jsem začal proměšovat sám nedlouho poté – jakmile jsem tento program a vhodné astrometrické katalogy získal od mého současného šéfa Petra Pravce. Astrometrii jsem se věnoval jako vedlejšímu produktu mých fotometrických měření, a to především komet. Celkově bylo ze stanice A46 Lelekovice získáno přes 9000 pozicních měření komet a přes sto pozic planetek a TNO. Nejvíce pozicních měření komet (5397) jsem získal v roce 2003, přičemž všechny ostatní stanice na světě získaly dohromady necelých 37 000 pozic komet. V té době však došlo k tomu, že pozicních měření pro většinu komet bylo k dispozici více, než bylo třeba pro přesné určení jejich druh. V dalších letech jsem tedy tato měření postupně omezoval. Stanice A46 v současné době již patří minulosti. Po mém odstěhování z Lelekovice po ní zůstalo 6 děr (po šroubech, kterými byla připevněna montáž dalekohledu na plochu dvorku za domem), výše zmíněná pozicní měření a spousta krásných vzpomínek...

**V tom istom roku 2002 sa ti podaril husársky kúsok, za ktorý by sa nehanbili mnohí profesionáli. Objavil si novu v galaxii M 31. Dnes máš takých objavov na konte vyše 170. Mnohé objavy sú dielom náhody a nie výsledkom cieľeneho úsilia. Ako to bolo v tomto prípade?**



Snímek komety C/2002 C1 (Ikeya-Zhang).

Mým hlavním pozorovacím programem bylo v té době měření jasnosti a přesných pozic komet. Jenkož šlo o rutinní získávání mnoha set snímků komet měsíčně, chtěl jsem si pozorování zpříjemnit něčím neobvyklým, pokud možno objevem dosud neznámého objektu. Při konkurenci velmi dobré vybavených profesionálních astronomů a velkého množství astronomů amatérů to však nebyl snadný úkol.

V jedné letní noci roku 2001 jsem si pro radost pořídil několik snímků okolí jádra galaxie M 31 v souhvězdí Andromedy. Napadlo mě, že by tam teoreticky mohla být zachycena nova, ale neměl jsem dostatek času na detailní prohlídku snímků (ráno jsem musel do práce) a rovněž jsem neměl k dispozici žádné referenční snímky. Neuběhl ani den a z cirkuláře Mezinárodní astronomické unie jsem se dozvěděl, že američtí astronomové objevili novu v této galaxii. Za použití jimi uveřejněných souřadnic jsem ji vyhledal i na vlastním snímku z předešlé noci. K prvnímu objevu tehdy nechybělo mnoho.

Trvalo pak další rok, než jsem se odhodlal pořídit další sérii snímků této galaxie, a to již s jasným zámerem hledat dosud neobjevené novy. A právě na snímcích z noci 3./4. srpna 2002 se mi podařilo nalézt objekt o jasnosti 17,0 mag, který nebyl zachycen na snímku z předešlého roku. Na potvrzení, že se jedná o reálný objekt, a jeho následném výzkumu se podílelo několik observatoří jak z České republiky (především Ondřejov), tak z Itálie, Japonska a USA.

Více jak měsíc po objevu se týmu kolem A. Filippenka (USA) podařilo pomocí třímetrového dalekohledu na Lickově observatoři pořídit spektrum tohoto objektu a definitivně potvrdit, že se skutečně jedná o novu v galaxii M 31. Zpráva o objevu byla publikována v cirkuláři Mezinárodní astronomické unie č. 7970 dne 14. září 2002. Po tomto prvním úspěchu jsem začal pořizovat snímky vybraných polí galaxie M 31 každou jasnou noc jako doplněk k hlavnímu pozorovacímu programu.

Podle hesla „první vyhrání z kapsy vyhání“ (první objev jsem zaznamenal hned v první noci, ve které jsem se o to cíleně snažil) se mi podařilo najít v pořadí druhou novu až po mnoha desítkách pozorovacích nocí a pořízení více než tisíce vyhledávacích snímků, v ranních hodinách 26. června 2003.

#### A kde sa vzal samotný nápad?

Jak jsem již zmíňoval, byl to takový okamžitý nápad zpestřit si rutinní pozorování. Rozhodně jsem tehdy netušil, že se extragalaktickým novám budu věnovat spoustu dalších let a že je budu hledat na

snímcích nejen svých, ale i pořízených velkými dalekohledy... Postupně jsem si osvojil techniku jejich efektivního vyhledávání, získávání přesné fotometrie a zaměřil se i na několik dalších galaxií. V posledních cca 5 letech patří moje databáze světelných křivek nov zejména v M 31 k nejbohatším na světě a je proto často využívána zahraničními kolegy například k jejich klasifikaci pomocí maximální dosažené jasnosti a rychlosti slabnutí. Vedle spektrálnho typu je to další základní parametr, podle kterého novy trídíme. Na těchto výsledcích má svůj podíl i několik mých kolegů, kteří za účelem fotometrie již objevených nov pořizují snímky, které zpracovávám a proměnuji. Z jednorázového zpestření rutinního pozorování se tak stal úspěšný pozorovací program.

Od získania MPC kódu si sa plným elánom pustil do pozorovaní. V roku 2003 si získal vyše 5 tisíc pozicí komet, čím si tromfol všetkých – amatérov i profesionálov. A tento fakt zaujal i na druhé strane Atlantiku. Pacifická astronomická spoločnosť, ktorá každoročne oceňuje mimoriadne výkony v astronómii, prisúdila cenu pre najlepšieho amatérskeho astronóma za rok 2006 práve tebe. A dodám, úplne zaslúžene. Ako si sa to dozvedel?

O udělení ceny jsem se dozvěděl z dopisu, který mi zaslala Pacifická astronomická společnost. Do okamžiku otevření onoho dopisu jsem o udělení této ceny neměl ani nejmenší tušení, takže jsem byl opravdu hodně překvapen.

**Pražský kongres IAU (Medzinárodná astronomická únia) v lete 2006 je pamätný pre vyradenie Pluta z „klubu“ planét, ale pre teba sa stal nezabudnuteľným z iného dôvodu. Vrcholné stretnutie astronómov z celého sveta nie je určené pre verejnosť a nie je ani bežné, aby sa na ňom zúčastnili amatérski astronómia. Ty si patril medzi pozvaných, tu si preberal spomínanú cenu. Aké to bolo?**

Bыло то самозрejmě příjemné, ale zároveň jsem byl nervozní z toho, abych nepokazil děkovací řeč – sice poměrně krátkou, ale v angličtině. Přeci jen mi byla předána před zraky několika set astronomů z celého světa, a tak jsem nechtěl něco zkazit. Nakonec to myslím dopadlo dobře. Určitě i díky podpoře několika přátel a kolegů českých astronomů, kteří se přišli na předání podívat. Za všechny bych jmenoval Jiřího Grygara, Ivoše Míčka a Evu Markovou.

Odpoledne po předání jsem strávil na slavnostním obědě, na který mě pozvali představitelé Pacifické astronomické společnosti. Po obědě jsem měl

domluvenou schůzku s Danielem Greenem z Centrálly pro astronomické telegramy, se kterým jsem se znal dlouhá léta díky zasílání pozorování pro publikaci v IAUC a také International Comet Quarterly. Osobně jsme se ale setkali až v Praze na Kongresu IAU. Díky velké publicitě Kongresu IAU se novináři dozvěděli i o udělení této ceny, a tak jsem do večera poskytl spoustu rozhovorů. Večer a noc už jsem ale trávil podstatně klidněji – pozorováním na 65 cm dalekohledu v Ondřejově, což bylo skvělé odreagování po opravdu náročném dni.

**V roku 2006 si sa oficiálne pridal k profesionálom v Ondřejove, hocí v skutočnosti si sa medzi nich kvalifikoval už podstatne skôr svojimi výsledkami. Z čoho pozostáva tvoj súčasný pozorovací program?**

Hlavní část pozorovacího programu tvoří výzkum podvojných asteroidů pomocí časově rozlišené fotometrie. Nezanedbatelnou součást mého pozorovacího programu tvoří vybrané typy proměnných hvězd, zejména výzkum fotometrických parameetrů extragalaktických nov a jejich objevování, dále zajímavé zákrytové dvojhvězdy a supernovy. V menší míře se také věnuji fotometrii komet a vizuálnímu pozorování meteorů.

**Dnes pracuješ so 65-cm ondřejovským teleskopom a onedlho začneš využívať 1,54-m dánsky dalekohľad na La Silla v Čile. Ak by si mal možnosť pozorovať s najväčším optickým dalekohľadom súčasnosti, s 10,4 m Gran Telescopio Canarias z Kanárskych ostrovov, na čo by si ho nasmeroval?**

Pravděpodobně bych ho použil na fotometrii a spektroskopii nějaké slabé novy, nejspíše v galaxii M 81. Před pár dny jsem objevil poměrně slabou novu (20,5 mag) právě v M 81 a na její spektroskopickou klasifikaci by se také velký přístroj skvěle hodil. Kdybych ale tu možnost skutečně měl, určitě by nebyl problém vymyslet i spoustu dalších zajímavých cílů...

**Nie každý môže o sebe povedať, že ho živí jeho najväčšia väšeň, ale v tvjom prípade to platí. Ako relaxuješ po prebdených nociach, nájdeš si čas aj na ďalšieho koníčka?**

Vzhledem k tomu, že v práci trávím opravdu hodně času, jsem rád, když můžu být ve volných chvílích s manželkou. Na další koníčky opravdu moc času nemám. Dříve jsem se věnoval sportovnímu rybolovu, v posledních letech mi ale na rybaření téměř žádný čas nezbývá. Před 6 lety jsem se začal věnovat hledání vltavínů (společně s mými kamarády Martinem Lehkým a Petrem Horálkem) a na výjídku do jižních Čech si najdu čas několikrát do roka. Je to pro mě dokonalá relaxace spojená s pohybem v pěkné přírodě.

**Noc čo noc sedíš pred monitorom počítača a sleduješ blikajúce bodky, ktoré zachytí dalekohľad v susednej miestnosti. Je to stále to pravé, po čom si tak túžil ako študent trápiaci sa nad rysovacou doskou?**

Určitě ano. V průběhu let se samozřejmě změnil můj pozorovací program a koníček se mi stal i zaměstnáním, takže už to není úplně stejně jako před 15 – 20 roky. To je ale myslím přirozený vývoj. Co zůstalo a doufám, že zůstane napořád, je radost a pocit uspokojení z pozorování i ostatní práce v astronomii. My astronomové máme obrovskou výsadu – můžeme v přímém přenosu sledovat dění ve vesmíru, které většině lidí zůstává ukryto. Této výsady si nesmírně vážím.

**Zhováral sa ŠTEFAN KÜRTI**

# Premenné hviezdy

**H**viezdy niekedy nazývame stálicami. Myslí sa tým hlavne poloha na oblohe, ale do určitej miery aj jej jas, lebo pomerná jasnosť hviezd v určitom súhvezdí ostáva zachovaná. V poradí jasnosti ich označujeme  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\eta$ ... Už v staroveku si však ľudia všimli, že existujú aj „žmurkajúce“ hviezdy, ktorých jasnosť sa mení v určitých medziach a s určitou periódou, prípadne ich jasnosť náhle vzrástie, ako je to pri novách alebo supernovách. V tomto dieli „sprievodcu“ sa budeme zoberať práve takými hviezdomi.

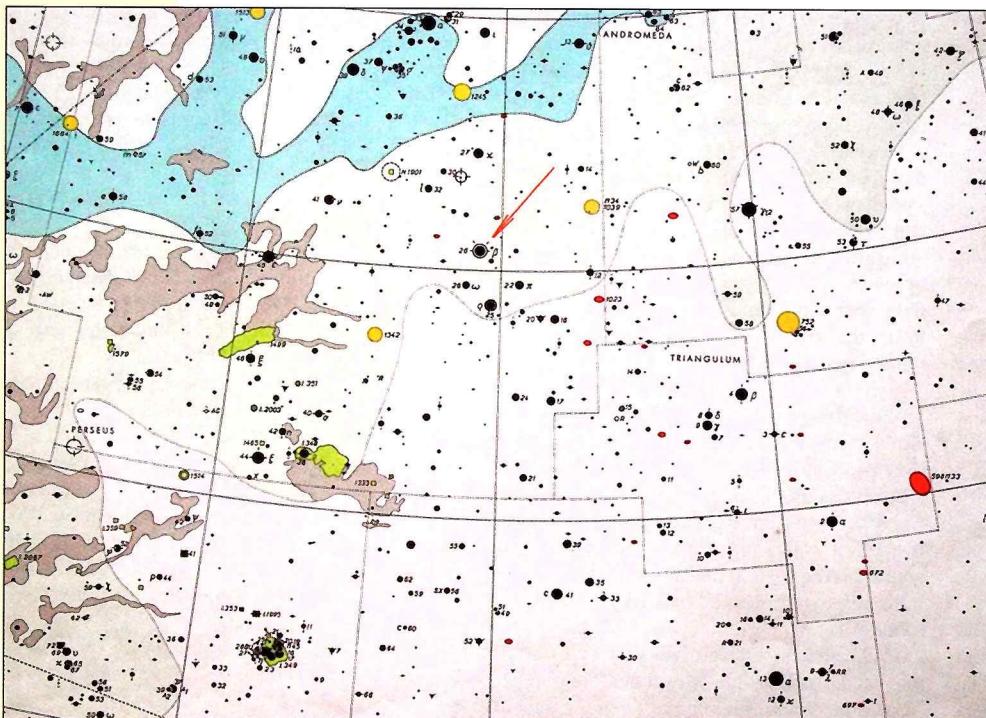
V podstate sú vlastne všetky hviezdy premenné, lebo akosi vznikli, existujú - vyvíjajú sa a časom, ako všetko, aj zaniknú. Ide teda o časový rozmer. Ak pri hviezde v priebehu 100 rokov nebudáme zmeny jasnosti, nebudem o nej hovoriť, že je premenná. Hrá tu teda úlohu aj doba pozorovania. Druhým aspektom je dosiahnutelná fotometrická presnosť. Pri vizuálnom pozorovaní sa dá dosiahnuť presnosť okolo  $\pm 0,1^m$ , pri fotoelektrickom okolo  $\pm 0,01^m$ . Štatisticky, pri dlhodobom pozorovaní, až  $\pm 0,001^m$ . Na takej úrovni je premenné naše Slnko s periódom cyklu slnečnej aktivity, t. j. okolo 11 rokov.

Za premenné hviezdy budeme dnes považovať hviezdy, pri ktorých pozorujeme pravidelné alebo nepravidelné zmeny jasnosti s amplitúdou väčšou ako  $0,01^m$ .

Hlavným parametrom, ktorý premenú hviezdu charakterizuje, je tvar fotometrickej krivky. Podľa nej môžeme určiť, či ide o zmeny periodické, alebo nie, a uvažovať o príčinách zmeny jasnosti. Dnes poznáme v Galaxii niekoľko desaťtisíc premenných hviezd, z ktorých okolo 200 je viditeľných voľným okom.

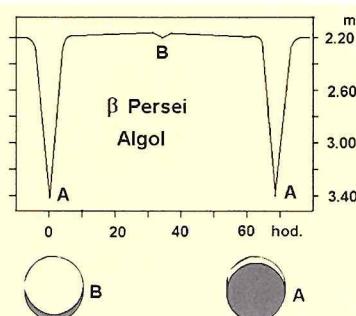
Už v antike bola známa premenosť

Obr. 1 Výrez hvieznej mapy z Bečvařovo Atlausu coeli v okolí Perzea.



hviezdy  $\beta$  Perzea (obr. 1 – časť z „Atlasu Coeli“).

Jej magnitúda kolíske v rozsahu od  $3,40^m$  do  $2,20^m$  s pravidelnou períodou  $68^h 48^m 29^s$ . Arabi v stredoveku ju nazvali diabolskou hviezdou – Algol. Analýzou krivky sa zistilo, že ide o zákrytovú premennú, čo je vlastne nerozlišená dvojhviezda, a obežná rovina zložiek je v tejto polohe, že pri pohlade zo Zeme dochádza k ich zákrytu.



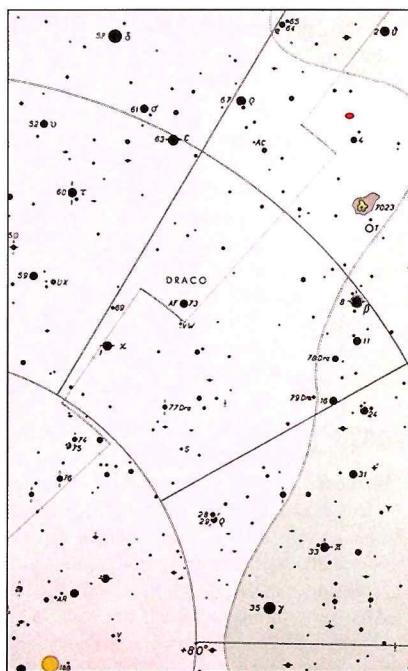
Obr. 2 Svetelná krivka a schematické vysvetlenie jej zmien pri zákrytovej premennej Algol.

Z vysvetlenia vidíme, že zákrytové premenné sú zároveň aj dvojhviezdami, ktoré sa ani v najväčších dalekohľadoch nepodarilo rozlísiť. Analýza svetelnej krivky takejto hviezdy poskytne aj údaje potrebné na určenie jej dráhy. A ak okrem toho poznáme jej spektrum a radiálne rýchlosť (z Dopplerovho posunu), môžeme zistieť veľmi podrobne údaje o obidvoch zložkach.

Opisovaná hviezda Algol je vzdialenosť  $28,5\text{ pc}$ , hlavná zložka má stokrát väčšiu

svietivosť a priemer 3,6-krát väčší a jej hmotnosť je 5,2 hmotnosti Slnka. Je to hviezda hlavnej postupnosti spektrálneho typu B8. Druhá hviezda má svietivosť dvakrát väčšiu a priemer 3,8-krát väčší ako Slnko. Jej rýchlosť na dráhe okolo hlavnej zložky je  $65\text{ km/s}$  (pre porovnanie: Zem okolo Slnka,  $30\text{ km/s}$ ).

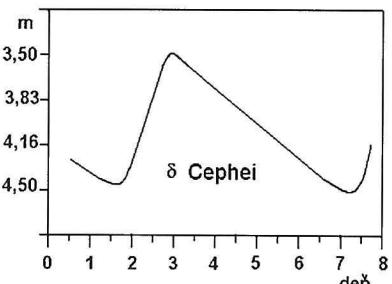
Viac ako polovicu premenných hviezd tvoria *fyzikálne premenné*. Príčinou zmien jasnosti sú nestability v niektorých obdobiach ich vývoja. V podstate ide porušenie rovnováhy medzi gravitáciou



Obr. 3 Výrez hvieznej mapy z Bečvařovo Atlausu coeli v okolí  $\delta$  Cefea.

a konvekciou v okrajových vrstvách hviezd. Veľká skupina z nich bola podľa hviezdy  $\delta$  Cefea nazvaná *cefeidami* (obr. 3). Ďalšími skupinami pri triedení sú *dlhoperiodické premenné typu o Ceti, poloprvavidelné, nepravidelné, novy a supernovy*.

Cefeidy sa ešte podľa dĺžky períody delia na dlhoperiodické, ak je períoda dlhšia ako 1 deň, a krátkoperiodické, s dĺžkou períody pod touto hranicou. Pri



Obr. 4 Svetelná krivka hviezdy  $\delta$  Cefea.

týchto hviezdach sa vyskytujú periody od 80 minút do 45 dní. Svetelná krivka pri tomto type hviezd má strmší vzostup ako pri zákrytových premenných, a miernejší priebeh poklesu jasu (obr. 4). Patria do triedy obrov, teda sú to veľmi jasné hviezdy (podľa absolútnej magnitúdy – M).

Niekedy ich volajú *majákmi vesmíru*, lebo podľa zistenej závislosti medzi *periódou*, ktorá je pri tomto type hviezd veľmi pravidelná a *absolútnej magnitúdou* je možné určovať vzdialenosť galaxií.

Aj vzdialenosť hmloviny v Andromede (M31; obr. 5) bola určená touto metódou Meranie uskutočnil E. P. Hubble v roku 1925 pomocou 2,5-metrového

dalekohľadu na observatóriu Mount Wilson (tentoraz bol v rokoch 1917 až 1948 najväčším dalekohľadom na svete). Podarilo sa mu v okrajových častiach M31 rozlíšiť niekolko cefid a určiť ich periódnu a zdanlivú magnitúdu. Výpočtom potom určil jej vzdialenosť na 263 kpc. Dnes sa uvádzá približne 800 kpc, okolo roku 1985 to bolo 690 kpc. „Spresnenia“ zrejme závisia od aktuálne uvažovanej absorpcie v medzagalaktickom prostredí, prípadne iných neskôr zistených súvislostí.

K *dihoperiodickým premenným* patria premenné s periódami od 90 do 700 dní. Príkladom môže slúžiť *o Ceti* (*o Velryby*), ktorú nazvali *Mira* (podivná, čudná). Objavili ju ešte v roku 1595. Jej magnitúda kolísá medzi 2<sup>m</sup> a 9<sup>m</sup>, takže pre voľné oko „mizne“ približne na 140 dní. Jej periódna zmien nie je pravidelná, má dĺžku od 310 do 370 dní. Tieto hviezdy patria k „chladným“, t. j. k spektrálnym triedam M, N, R a S.

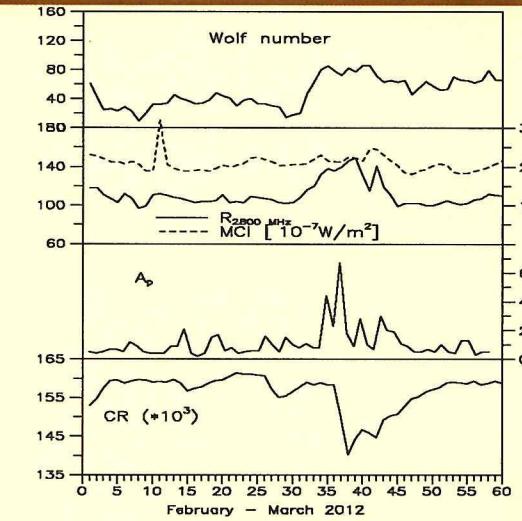
Pri novách a supernovách v skutočnosti nejde o nové hviezdy, ale o slabé hviezdy, ktoré za veľmi krátkej čas (az niekoľko hodín) zvýšia mnohonásobne svoju jasnosť. V priemere o 13<sup>m</sup> pri novách a až o 20<sup>m</sup> pri supernovách.

K najznámejším supernovám patrí supernova v Kasiopeji, ktorú spozoroval Tycho de Brahe na jeseň roku 1572. Bola viditeľná aj cez deň pri plnom slnečnom svetle. Ďalej je to supernova v Hadonosovi, ktorú pozoroval Kepler v roku 1604.

Zaujímavým údajom je, že v galaxii M 31 pozorujeme záblesky okolo 30 nov ročne.

MILAN RYBANSKÝ

Obr. 5 Najbližšia galaxia: „hmlovina v Androméde“ – M 31.

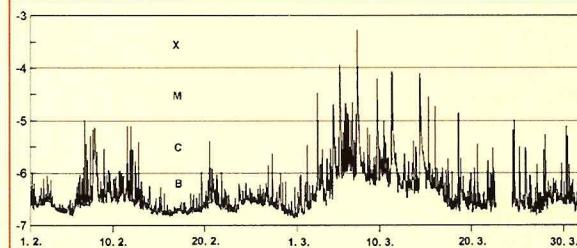


## Slnečná aktivita

Ako hlásil Goddard's Space Lab, 7. marca 2012 o 00:28 UT sa vyskytla na Slnku erupcia triedy X5,4. V nasledujúcich sekundách, hodinách, dňoch prebehlo v blízkom kozmickom priestore medzi Slnkom a Zemou množstvo procesov, o ktorých bude reč ďalej.

Erupcia je najmohutnejším prejavom slnečnej aktivity. Hoci od prvého pozorovania úzaku (1. 9. 1859) prešlo už viac ako 150 rokov, mechanizmus procesu, pri ktorom dochádza k uvolneniu obrovského množstva žiarivej energie (az  $6 \cdot 10^{25}$  J), je stále neznámy. Od roku 1986 erupcie v röntgenovom žiareni sledujú fotometre družíc GOES, ktoré sú umiestnené na stacionárnej dráhe, nad východným a západným pobrežím USA.

Intenzita erupcie sa klasifikuje podľa špičkovej intenzity záznamu v rozsahu vlnových dĺžok 0,1 – 0,8 nm, pri časovom rozlišení 1 minúta. Ak špičková intenzita presiahne hodnotu  $10^{-4}$  W/m<sup>2</sup> vo vzdialosti Zeme (presnejšie 1 AU), potom hovoríme o erupcii triedy X. Nižšie triedy v zoštupnom poradí sú označené M, C, B, vždy s desaťkrát menším žiarivým výkonom. Na obrázku je znázornený záznam merania družice GOES 15 za nami sledované obdobie.



Označenie X5,4 znamená, že špičková intenzita dosiahla  $5,4 \cdot 10^{-4}$  W/m<sup>2</sup>. Na obrázku vidíme, že už deň predtým sa tiež vyskytla erupcia triedy X (6. marca o 01:14 UT, s intenzitou X1,3). Erupcia porovnatelnej intenzity sa vyskytla naposledy v auguste 2011.

Záblesk v celom rozsahu EUV spektra trvá pravdepodobne menej ako jednu minútu, lebo na videách zostavených z pozorovania prístroja AIA na družici SDO, ktoré sa vykonávajú s kadenciou 1 minúty, vidíme záblesk iba na jednom snímku. Z miesta erupcie sa šíria relativistické časticie, t. j. časticie s takmer svetelnou rýchlosťou. Tieto za 10 až 30 minút dosiahnu priestor Zeme. Ich príchod sa prejaví iba malým skokom v zázname geomagnetického poľa a niekedy prudkým vzrastom v zázname neutrónového monitora (v niektorých prípadoch až takmer desaťnásobný). Tento jav nazvali GLE, Ground Level Event. Zaznamenávajú sa priamo slnečné neutróny vysokej energie, vznikajúce pri erupcii pri nám nie celkom jasných jadrových reakciach. Potom sa z miesta erupcie šíri oblak korónnej hmoty (CME – Coronal Mass Ejection, s teplotou najmenej milión K). Uvádzsa sa, že jeho rýchlosť dosahuje až 4 000 km/s. Pri erupcii zo 7. marca boli najrýchlejšie časticie zaregistrované prístrojom CELIAS na družici SOHO už o 09:07 UT, t. j. museli sa pohybovať priemernou rýchlosťou okolo 4 500 km/s. Hlavná časť CME prechádzala cez oblasť Zeme 8. a 9. marca a spôsobila magnetické poruchy a polárne žiary. Tieto úkazy sa už dajú sledovať aj na grafoch priemerných denných indexov – index W a R<sub>2800</sub> stúpol hneď, ako sa spoza východného okraja Slnka vynorila oblasť produkujúca erupciu. Po erupcii vidíme vzrast geomagnetického indexu A<sub>p</sub> a pokles úrovne kozmického žiarenia (FD – Forbush Decrease).

Avšak nie po každej erupcii prebiehajú procesy podľa opísaného scenára. Nie po každej erupcii nasleduje CME, a aj ak nasleduje, nemusí zasiahnuť oblasť Zeme. V žiareni aj vo výrone častic pri erupcii sa zrejme prejavuje výrazný smerový efekt, ktorého príčiny a vlastnosti zatiaľ nepoznáme. Mnohokrát sa preto nesplnia predpovede následných efektov po erupcii.

Milan Rybanský



# Po skončení programu amerických rozpačité přešlapování

Mezinárodní kosmická stanice: letos se po dlouhé době její podoba nebude měnit.

**M**ezinárodní kosmická stanice je dokončena – tedy alespoň její „západní“ část vybudovaná Spojenými státy, Evropou, Japonskem a Kanadou. Ruský segment se bude i nadále rozrůstat: jen není tak docela jasné, jakou bude mít finální podobu a kdy se dalších modulů dočká. Jak bude vypadat první rok ISS po dokončení výstavby a zahájení plného využívání?



Start první čínské kosmické stanice Tiangong-1 v září 2011.



Šestičlenná posádka ISS na počátku letošního roku (zleva): Škaplerov, Burbank, Ivaniščin, Kuipers, Kononenko a Pettit.



Nejdříve v polovině roku se dočkáme premiérového startu raket Antares.

## Ohlédnutí za koncem raketoplánů

Nejprve ale malé ohlédnutí za pilotovanou kosmonautikou v loňském roce: už proto, že vytvořila základy pro tu letošní. Klíčovou událostí se bezesporu staly tři historicky poslední lety amerických raketoplánů: **Discovery STS-133** navštívil stanici na přelomu února a března (dopravil sem evropský transportní modul Leonardo upravený k trvalému připojení na ISS), **Endeavour STS-134** v květnu (spektrometr AMS-02) a **Atlantis STS-135** v červenci (2011) (zásoby a náhradní díly).

Kromě těchto krátkodobých návštěv pracovaly na ISS i dlouhodobé posádky, jejichž rotaci zajistily ruské lodi. Startovaly čtyři: **Sojuz TMA-21** (4. dubna), **Sojuz TMA-02M** (7. června), **Sojuz TMA-22** (14. listopadu) a **Sojuz TMA-03M** (21. prosince). Nový rok díky nim na ISS přivítala šestičlenná třicátá základní posádka ve složení Daniel Burbank, Donald Pettit (oba USA), Anton Škaplerov, Antolij Ivaniščin, Oleg Kononenko (všichni Rusko) a André Kuipers (ESA/Nizozemsko).

Stanice v loňském roce také přivítala šest bezpilotních lodí: japonskou **HTV-2 Kounotori** (start 22. ledna), evropskou **ATV-2 Johannes Kepler** (16. února) a ruské **Progress M-09M** (28. ledna), **Progress M-10M** (27. dubna), **Progress M-11M** (21. června) a **Progress M-13M** (30. října).

Možná nejzásadnější událostí se ovšem stala havárie lodi **Progress M-12M** během startu (selhání třetího stupně nosné rakety Sojuz-U) dne 24. srpna 2011. Ta měla za cíl odklady ve startech i návratach lodí Sojuz, což výrazně narušilo letový harmonogram na stanici. Šlo o historicky první selhání lodi Progress: tyto jsou přitom používané od roku 1978 a dosud si držely sérii 131 úspěšných misí.

Kromě Mezinárodní kosmické stanice se na oběžné dráze objevila také čínská stanice **Tiangong-1** (Nebeský palác). Ta odstartovala 29. září 2011 a po rozsáhlých testech k ní zamířila bezpilotní lodi **Shenzhou-8** (Božský koráb). Stalo se tak 31. října: obě tělesa se pak v automatickém režimu dvakrát úspěšně spojila, což Čína slavila jako historický úspěch. Jednak podobný manévr zvládly jen některé země světa, jednak jeho úspěšné zvládnutí otevírá velké možnosti do budoucna. Lod **Shenzhou-8** byla bezpečně přistála po více než šestnáctidenním letu.

## Bezpilotní flotila k ISS

Letošní pilotovaná kosmonautika začala bezpilotním startem: 25. ledna vzletla z Bajkonuru ruská zásobovací lodi **Progress M-14M**. Po dvoudenném letu se bez nejmenších problémů spojila s ISS.

Na devátého března 2012 byl plánovaný další start. Tentokrát měla z evropského kosmodromu Kourou (Francouzská Guayana) odstartovat na palubě Ariane-5 zásobovací lodi **ATV-3 Edoardo Amaldi**. Týden před startem se ale objevily potíže s uvol-

Manipulátor  
SSRMS  
zachytává přile-  
tající japonskou  
zásobovací  
družici HTV-2.



něnými popruhy poutajících kusový náklad. Na problém se příšlo až při analýze fotografií nákladu v době, když už byla lodi ATV-3 uzavřena a umístěna pod aerodynamickým krytem nosiče. Proto bylo nutné odložit start až na 23. března, kdy lodi bezpečně odstartovala. O pět dní později se připojila k ISS. Jinak rutinná mise nepostrádala jistou dávku dramatičnosti, když se objevily problémy se senzorem, který signalizoval nevyklopení komunikační antény - a následně selhal systém dodávky energie do lodi již zakotvené u ISS. Vše se ale podařilo obratem vyřešit.

Dvacátého dubna pak Rusko uskutečnilo další start své zásobovací lodi. Tentokrát přišel na řadu **Progress M-15M**. Automatické připojení k ISS proběhlo o dva dny později.

## Příběh zničené kosmické lodi

Původně to měla být jen rutinní tlaková zkouška návratového modulu nové lodi **Sojuz TMA-04M** s plánovaným startem na konci března 2012. Šlo o jednu z posledních prověrek před prohlášením lodi za letuschopnou a jejím odesláním na Bajkonur.

Jenže koncem ledna se něco pokazilo. Co přesně, nevíme: zpráva vyšetřovací komise nebyla v době psaní této rádku k dispozici. Podle jedné verze byl na návratovém modulu použitý nekvalitní materiál, podle jiné šlo o špatně provedený zkoušky. Faktem každopádě je, že při testu (prováděný na dvojnásobný přetlak, než k jakému během letu dochází) došlo k jeho lokální deformaci. Tím se ovšem stal zcela nepoužitelný.

Přestože ostatní dvě části lodi (orbitální a servisní modul) zůstaly nepoškozené a teoreticky stačilo vyměnit jen návratovou sekci, rozhodlo se Rusko vyměnit celou lodi. Důvodem je skutečnost, že produkce sojuzů zdaleka není sériová (byť to na první pohled vypadá) a že každá lodi je do značné míry projektovaná kusově. Použití části jedné a části druhé by tak mohlo přinést nečekané problémy: hlavně v případě modelu TMA-M, který je svým způsobem „v záběhu“ a má za sebou zatím jen první tři starty.

Samořejmě, že zničení jedné transportní lodi se muselo projevit na plánu dalších startů k ISS. Tentokrát se ovšem ukázala pravdivost lidového úsloví „všechno zlé je pro něco dobré“. Havárie lodi **Progress M-12M** loni v srpnu totiž o jeden až dva měsíce odložila podzimní pilotované starty. S návratem lodí Sojuz se ale počítalo podle původního plánu, čímž najednou měly dost rezervy v životnosti a mohou zůstat ve vesmíru zcela „bezrestně“ déle.

# **kosmických raketoplánů nás čeká v pilotované kosmonautice**

Sojuz TMA-22 s posádkou Škaplerov – Ivanovičin – Burbank se tak vrací 30. dubna (plán 15. března). Na 15. května (dřívější plán 29. března) pak byl start nového Sojuzu TMA-04M s velitelem Gennadijem Padalkou (Rusko, veterán z letů Sojuz TM-28/1998, Sojuz TMA-4/2004 a Sojuz TMA-14/2009), Sergejem Revinem (Rusko, nováček) a Josephem Acabou (USA, Discovery STS-119/2009).

## **ISS ve druhém pololetí**

Následovat má 1. července (dosud 16. května) přistání Sojuzu TMA-03 s trojicí Kononěko – Kuipers – Pettit. Jejich místa po startu 15. července (plán o měsíc dřív) v lodi **Sojuz TMA-05M** zaujmou Jurij Malenčenko (Rusko, Sojuz TM-19/1994, Atlantis STS-106/2000, Sojuz TMA-2/2003 a Sojuz TMA-11/2007), Sunita Williamsová (USA, Discovery STS-116/2006) a Akihiko Hoshida (Discovery STS-124/2008).

Na 18. července je plánovaný start a o pět dní později připojení ke stanici japonské zásobovací družice **HTV-3**. Ta nemá schopnost automaticky zakotvit u stykovacího uzlu podobně jako evropská ATV nebo ruský Progress: HTV se musí dostat do vyhrazeného místa u stanice, kde těleso členové posádky zachytí pomocí kanadského robotického manipulátoru SSRMS a následně jej přenesou na vyhrazený stykovací uzel.

Na 31. července se chystá další ruská zásobovací mise: **Progress M-16M**. V srpnu pak na ISS proběhnou dvě vycházky do otevřeného prostoru: nejprve z ruského segmentu stanice vystoupí kosmonauti Padalka a Malenčenko, posléze z amerického Williams a Hoshida.

Počátkem září (zatím bez přesně stanovených termínů) je plánovaný odlet evropské lodi **ATV-3** a japonské **HTV-3**. Tím se uvolní prostor pro další operace pilotovaných transportních kabin: Sojuz TMA-04M má přistát 17. září, trojici čerstvých posil pak přiveze **Sojuz TMA-06M** (start 15. října). Půjde o ruské kosmonauty Olega Novického a Jevgenije Tarelkina (oba ruští nováčci) a amerického Kevinu Forda (USA, Discovery STS-128/2009).

Dne 1. listopadu má startovat předposlední letošní ruská loď **Progress M-17M**, dvanáctého téhož měsíce se na Zemi vrátí Sojuz TMA-05M. Na 5. prosince se chystá let lodi **Sojuz TMA-07M**, jež posádku budou tvorit Roman Romaněnko (Rusko, Sojuz TMA-15/2009), Chris Hadfield (Kanada, Atlantis STS-74/1995 a Endeavour STS-100/2001) a Thomas Marshburn (USA, Endeavour STS-127/2009). Hadfield se stane prvním kanadským velitelem ISS: pro zemi favorového listu ovšem bude mít jeho mise mírně nahorklou příchuť. Až do roku 2019 (tedy dalších sedm let) totiž nemá nárok na let dalšího svého kosmonauta na ISS.

Letové operace v tomto roce má u ISS uzavřít

start ruského **Progressu M-18M** 26. prosince a jeho automatické připojení ke stanici o dva dny později.

## **Drak a Labuť stále čekají**

Zatímco vše uvedené lety lodí Sojuz, Progress, ATV i HTV představují svým způsobem rutinu, s velkým napětím jsou očekávané letošní zkušební mise nových amerických zásobovacích plavidel Dragon a Cygnus. Obě dvě přitom mají značné zpoždění – a ani nejnovější informace nevypadají příliš optimisticky. Vzhledem k nejasnostem ohledně dat startů uvádíme tyto dva programy samostatně a bez zařazení do běžného letového řádu ISS.

Začneme od lodi Dragon (výrobce SpaceX). Po dvou stoprocentně úspěšných startech raket Falcon-9 v červnu a prosinci 2010 (druhý se přitom uskutečnil se zjednodušenou verzí kabiny Dragon) byl další let slibovaný na duben 2011. Jenže technické i softwarové problémy si vynutily celou řadu odkladů a ještě počátkem letošního nebyla loď Dragon v letuschopném stavu.

Naopak se dokonce objevily i bezpečnostní otázky týkající se dlouhého skladování rakety Falcon-9 a možnosti degradace některých materiálů.

Společnost SpaceX si pro start rezervovala kapacity na mysu Canaveral (služby poskytuje americké letectvo) na 19. května (po uzávěrce tohoto Kozmosu) Plán letu počítal s několikadenními testy Dragonu na oběžné dráze - a jeho připojením k ISS čtvrtý den letu. Pokud vše proběhlo, jak bylo plánováno, měl let trvat osmnáct dní a být zakončený přistáním návratové sekce lodi u pobřeží Kalifornie.

Firma SpaceX předpokládá, že ve druhé polovině roku 2012 pošle (za předpokladu úspěšného demonstračního letu) k ISS další dvě kabiny Dragon. Podle neověřených (a svým způsobem neověřitelných) informací je ovšem další start Dragonu v roce 2012 nepravděpodobný a v případě jakéhokoliv výsledku demonstračního letu se beztak

uskuteční až v roce příštím. Pro úplnost dodejme, že kontrakt na vývoj lodi Dragon byl udělený v srpnu 2006 a že tři zkušební lety (nyní kvůli zrychlení a finanční úspoře zredukované na dva) měly být reálnizovány do konce roku 2009.

O rok později byl zadán kontrakt na vývoj lodi Cygnus firmě Orbital Sciences Corp. Ta na rozdíl od společnosti SpaceX zatím neodzkoušela ani nosnou raketu Antares (dříve označovanou jako Taurus-2). Hlavním důvodem jsou problémy s budováním a testováním startovací rampy na kosmodromu MARS ve státě Virginia. Paradoxní přitom je, že s budováním zařízení kosmodromu se začalo až v polovině roku 2008, protože bylo považováno za bezproblémové.

Podle nejnovějšího plánu má být v květnu startovací komplex konečně hotový, v červenci má dojít k testovacímu zážehu motoru prvního stupně rakety Antares. Na srpen se chystá její testovací start (pouze s balastem), o tři měsíce později (v listopadu) by měla letět se zkušební lodí Cygnus: půjde-li vše dobře, zamíří k ISS.

## **Čínské trio pro Nebeský palác**

Větší jistotu než americké komerční starty tak představuje tradičně tajnůstkářská Čína. Jak jsme již uvedli výše, na oběžné dráze má svoji stanici Tiangong-1, k níž už zamířila bezpilotní loď Shenzhou-8 a chystají se starty „devítky“ a „desítky“. ČLR přitom slibovala pilotovanou loď s číslem deset a rozhodnutí o tom, zdali i **Shenzhou-9** bude s kosmonauty na palubě až podle výsledku loňského zkušebního spojení.

Počátkem letošního roku pak veškeré spekulace ukončila s tím, že vzhledem k hladkému průběhu zkoušek usednou i do Shenzhou-9 kosmonauti. Se startem lodi se počítá v rozmezí červen až srpen. Let má trvat třináct dní s tím, že spojení s „Nebeským palácem“ je plánováno na třetí den.

Podle čínských zdrojů se na misi Shenzhou-9 a -10 nyní připravuje devět kosmonautů: sedm mužů a dvě ženy. Posádka první lodi bude tříčlenná: zda už v ní bude první čínská kosmonautka, nebo na ni budeme muset čekat až do roku 2013 (kdy je plánovaný start Shenzhou-10), není zatím jasné.

**TOMÁŠ PŘIBYL**

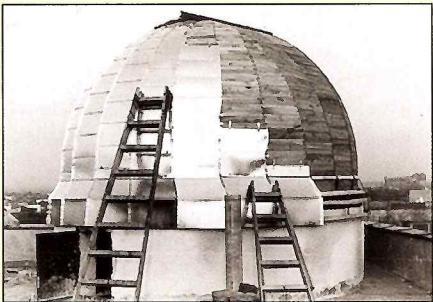


Emblematy všech čtyř základních posádek, které začnou na ISS pracovat v letošním roce: 31. až 34.

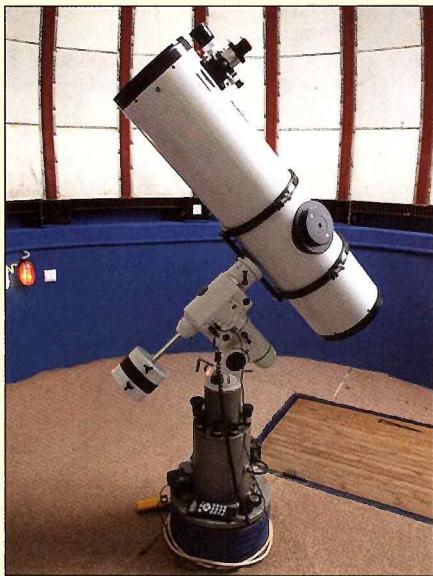




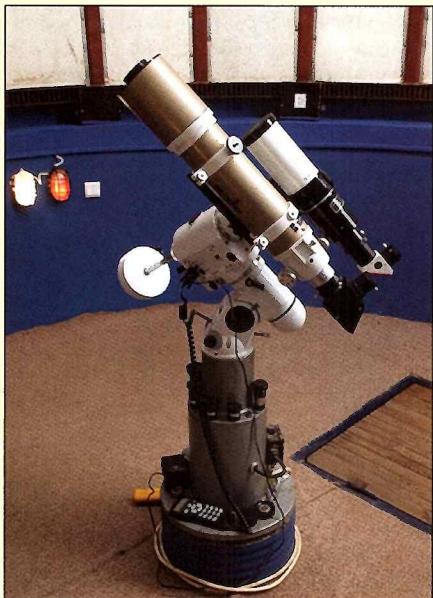
Stretnutie v Sobotišti 5. júna 1980. Ladislava Poór, Ladislav Košinár, Elemér Kécskey, Ludovít Morvay, Matej Szrankó.



Výstavba hvezdárne (12. november 1982).

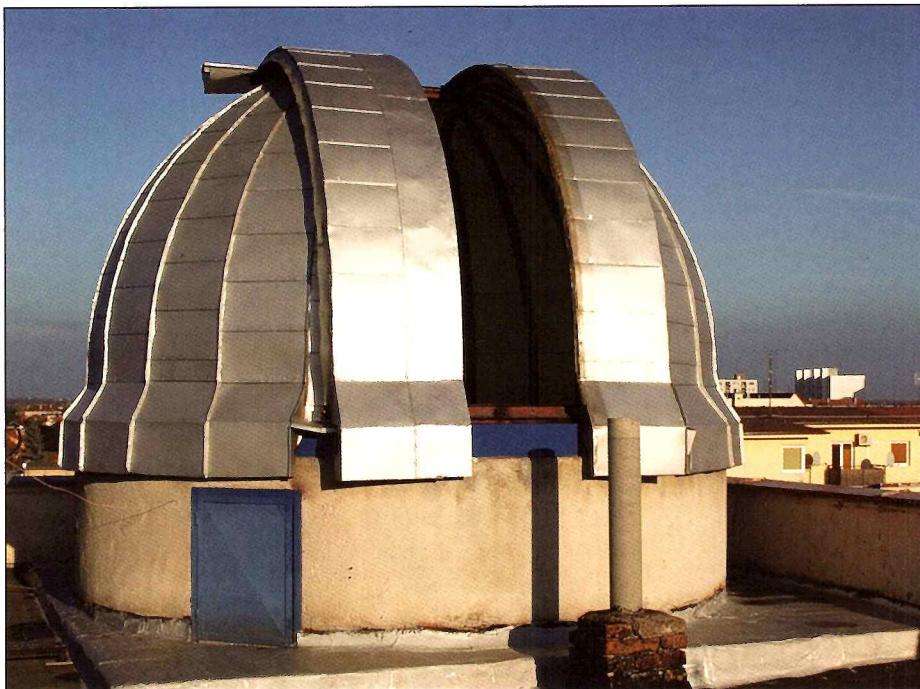


Newton 254/1200 na paralaktickej montáži EQ6.



LUNT 60 a ED 80 s herschelovým hranolom.

## Zrodenie a znovuzrodenie hvezdárne v Senči



Kupola hvezdárne v Senči.

Zrodenie seneckej hvezdárne siaha až do roku 1979, keď vtedajší riaditeľ maďarskej základnej školy Mikulás Végh vyslovil myšlienku: „...postavme si hvezdáreň“. Táto idea našla pozitívnu odozvu zo strany Zväzu pracujúcich rodičov a začali hľadať odborníkov a nadšencov, ktorí by boli ochotní prispieť. Najväčšiu podporu získali od 80-ročného astronóma-amatéra z Bratislavы Eleméra Kécskeya, ktorý za popularizáciu astronómie získal vyznamenanie Zaslúžilý pracovník kultúry. Pán Kecskey venoval hvezdárnemu optiku na stavbu ďalekohľadu a aktívne sa zúčastňoval na práciach a poradách ohľadom projektu. Kolaudácie sa, žiaľ, nedočkal, lebo 15. januára 1985 zomrel.

15. novembra 1979 bola vytvorená pracovná skupina, ktorú viedol Matej Szrankó. Skupina mala za úlohu vypracovať projekt na výstavbu hvezdárne v spolupráci s Krajskou hvezdárnou v Hlohovci a s Astronomickým úsekom pri PKO v Bratislave. Postupne začali zhromažďovať informácie potrebné pre výstavbu hvezdárne.

Po inšpirácii sa vydali 5. júna 1980 do hvezdárne v Hlohovci a navštívili aj pozorovateľňu pri základnej škole v Sobotišti, ktorá bola postavená pod vedením Ladislava Košinára, a práve ňou sa nechali inšpirovať. Po niekoľkých prípravných stretnutiach bol 15. augusta 1981 predstavený projekt *Pozorovateľňa hviezd*, v ktorom bol podrobne rozpracovaný finančný plán obsahujúci stavebnú časť hvezdárne: kupolu s priemerom 4,2 m a s výškou 2,5 m, umiestnenú na 1 m vysokom mure, a ďalekohľad s montážou. Suma plánovaného rozpočtu bola 153 500 korún. Prostriedky na financovanie boli sčasti darované v podobe materiálu a práce dobrovoľných brigád. Projekt podporil aj riaditeľ mestského národného výboru Ing. Vladimír Kopecký a dotovaný bol v rámci výstavby mesta „Akcie Z“.

25. septembra 1982 sa popri výstavbe školskej jedálne a kuchyne začali práce aj na stavbe hvez-

dárne. 7. októbra sa pomocou špeciálneho žeriavu inštalovala kupola na strechu školy. Všetko prebehlo pod dohľadom Juraja Kovačiča a odborných pracovníkov závodu Montostroj Senec, ktorí ju vyrobili. V novembri 1982 boli ukončené exteriérové práce kupoly, ktorej návrh a projekt vypracoval František Szabó a kompletne projektantské práce zabezpečil Ing. Ladislav Arbet.

Prvé neoficiálne nočné pozorovanie prebehlo 21. decembra 1982 cez ďalekohľad, ktorý z bratislavského PKO zapožičal Juraj Šebök.

Prvý raz sa nad Sencom pomocou elektromotoru kupola roztočila 15. júna 1983. Mechanické časti pohonu kupoly ako aj vidlicovú paralaktickú montáž vyrábal Ludovít Morvay v dielňach Seneckých vodární. Na stavbe ďalekohľadu Fritzovo šíkmého typu ďalej pokračoval optik Matej Szrankó vo svojej domácej dielni. Ďalekohľad mal priemer zrkadla 22 cm, ohnisko vo vzdialosti 2,3 m bolo odklonené pomocou 12,8 cm zrkadla do okulárového výťahu ukončeného revolverovým nadstavcom s tromi okulárami: 1,7, 2,0 a 2,7 cm. Posledné dokončenie ďalekohľadu, nastavenie montáže a zjistovanie sa uskutočnilo 8. februára a prvé svetlo ním prešlo 12. februára 1986 pri pozorovaní Mesiaca. Matej Szrankó ako kolega Eleméra Kécskeya pracoval v Meopte Bratislava a vo svojom volnom čase konštruuval astronomické ďalekohľady. Vyrobil aj ďalekohľady pre hvezdárne v Žiline a Hurbanove. Slávnostné otvorenie a kolaudácia hvezdárne sa uskutočnila 14. februára 1986. Za účasti televízie sa na nej zišli nielen tí, ktorí pracovali a obetovali svoj volný čas, ale aj inžinier Štefan Pinter z Geomagnetického observatória v Hurbanove.

V skutočnosti sa hodnota celej pozorovateľne vyšplhala na 345 000 korún. Na výstavbe hvezdárne odpracovali rodičia, obyvatelia mesta a učitelský zbor skoro 10 000 hodín. Žiaľ, zhodou niekoľkých nešťastných náhod sa ku koncu roku



Astroškola ZŠ Tomášov.

1986 prestala kupola hvezdárne otáčať a neskôr došlo aj k poškodeniu optických častí dalekohľadu, čo viedlo k rozplynutiu budovateľského ducha a hvezdáreň sa prestala používať. Ani to však nedradilo vtedajšiu učiteľku pani Ilonu Jankó, ktorá počas svojho pôsobenia na škole v rokoch 1986 až 2002 viedla spolu so svojím manželom astronomický krúžok pre deti. Dnes sa už nikto nedozvie čo bolo presnou príčinou úpadku seneckej hvezdárne, jediné čo vieme je, že do roku 2007 už len chátrala.

Znovuzrodenie seneckej hvezdárne sa začalo v decembri 2006, keď jeden z členov *zdržuženia SOLAR* pri ceste zo Senca viesol stopára na Zochovu chatu v oblasti Modra – Piesok. Popri bežnom rozhovore dvoch neznámych ľudí a streďaní tém sa spomenula aj astronómia a vtedy stopá spomenu: „V Senci je hvezdáreň, ale nikdy som ju neviel otvorenú.“ Táto informácia bola hlavným impulzom pre členov astronomickej zdržuženia SOLAR a v januári 2007 navštívili Základnú školu Alberta Molnára Szencziho. Myšlienka rekonštrukcie astronomickej kupoly a nadšenie s ktorým prišli, vtedajšieho riaditeľa Mgr. Zoltána Metznera presvedčilo a 15. 2. 2007 sa dohodli na spolupráci. Hlavnými bodmi spolupráce bolo užívanie pries-



Stretnutie väčšiny zakladateľov hvezdárne (6. január 2011). Pál Jankó, Matej Sztankó, Juraj Šebök, Klára Baloghová, Matúš Rudolf, Jaroslav Šimon, Ilona Jankó, Jozef Algayer, Mikuláš Végh, Tibor Morvay – syn Ľudovíta Morvaya.

torov astronomického kabinetu a kupoly, postupná rekonštrukcia hvezdárne a spustenie astronomického krúžku pre deti seneckých základných škôl. Rekonštrukcia kupoly na seba nenechala dlho čakať a po niekoľkých brigádach sa zo zaprášenej, zatekajúcej a schátranej kupoly opäť stala funkčná hvezdárnica.

Po rekonštrukcii sa už v lete 2007 začali prvé pozorovania nočnej oblohy pre verejnosť a od začiatku nového školského roku otvorili astronomický krúžok pre deti seneckých základných škôl. Spôsobom boli na hvezdárni inštalované dalekohľady patriace členom zdržuženia, ale v roku 2009, ktorý sa niesol v znamení Medzinárodného roku astronómie, vyhlásila Agentúra na podporu výskumu a vývoja výzvu na predkladanie projektov LPP na podporu ľudskej potenciálu v oblasti výskumu, vývoja a popularizácie vedy. Vďaka tejto výzve zdržuženie SOLAR v spolupráci s mestom Senec a Základnou školou Alberta Molnára Szencziho vypracovalo spoločný projekt *Hvezdáreň a planetárium Senec LPP-0302-09*, ktorého garantom bol RNDr. Milan Rybanský, DrSc. Zdržuženie tak získalo prostriedky na rozvoj a znovuzrodenie seneckej hvezdárne. Časť prostriedkov z projektu bola použitá na nákup hlavného prístroja hvezdárne, dalekohľadu Newton 254/1200 na para-

latickej montáži EQ6, špeciálneho dalekohľadu LUNT 60 na pozorovanie Slnka v čiare H-alfa, vďaka ktorému je možné pozorovať aktívne úkazy, ako sú erupcie a protuberancie. Ďalej sa zakúpilo päť menších dalekohľadov DOBSON 200/1200 pre deti astronomického krúžku a meteorologická stanica WMR 928 MX s počítačovou zostavou na stanovanie aktuálnych dát počasia a ovládanie astronomickej montáže. Ďalšie finančné prostriedky boli použité na financovanie projektu Astroškola, počas ktorého členovia zdržuženia navštievujú školské a predškolské zariadenia seneckého okresu za účelom pozorovania nočnej oblohy a denného pozorovania Slnka. Ďalšou časťou projektu bolo financovanie Astroprednášok a vydanie slovenského prekladu knižky Hviezdný atlas k malým dalekohľadom, ktorého autorom je maďarský amatérsky astronóm Péter Vizi. V náklade 500 ks nepredajnej edície boli tieto knižky venované členom zdržuženia, účastníkom astronomickej krúžku, prednášok, hvezdárnam a astronomickým klubom na Slovensku. Multimedialná učebňa na Základnej škole Alberta Molnára Szencziho sa počas obdobia trvania projektu stala dejiskom pútavých astronomických prednášok. Nielen Senčania si mohli vypočuť prednášky z rôznych vedných odborov astronómie, kozmológie, geológie v podaní odborníkov zo slovenských hvezdární a Univerzity Komenského, ale aj vypočuť zážitky slovenského kozmonauta Ing. Ivana Bellu. Samozrejme sa nezabudlo ani na astronómov-amatérov z iných zdržužení, ktorí mali tiež možnosť odprednášať svoje príspevky pred zvedavým publikom. Aj v dnešnej dobe zdržuženie SOLAR a jeho členovia pokračujú v rozbehnutých projektoch, a aj keď nevedomky, po štvrtstoročí sa štyri hlavné ciele, ktoré boli spomenuté už v roku 1986 v metodických pokynoch pre *Vznik a význam školskej astronomickej pozorovateľne*, nezmenili:

1. Vo výchovno-vyučovacom procese; projekt Astroškola.
2. Činnosť krúžkov; astronomický krúžok pre deti seneckých škôl.
3. Šírenie vedeckého svetozáboru; pozorovania pre verejnosť a Astroprednášky.
4. Činnosť pozorovateľskej sekcie; pozorovania Slnka a jeho zatmení.

Napriek odstupu času, zmene politického podnebia a aj samotných ľudí si hvezdáreň opäť získala svoju funkčnosť a krásu vďaka ľudskej túžbe po poznaní, ktorá je večná.



Astroškola MŠ Blatné.

# Astrofoto 2011

V priestoroch redakcie časopisu Kozmos sa 29. marca 2012 stretli páni Dušan Kalmančok, Peter Dolinský, Eugen Gindl, Milan Lackovič, Pavol Rapavý a Peter Zbončák, aby vyhodnotili súťaž Astrofoto 2011. Úvodné slová patrili Mariánovi Vidovencovi, ktorý za vyhlasovateľa súťaže – Slovenskú ústrednú hvezdáreň v Hurbanove – porotu privítal a slovo odovzdal predsedovi poroty Dušanovi Kalmančokovi. Jeho prvé slová „...páni, ja mám problém; strávil som nad hodnotením dlhé hodiny, dni a noci, a nedospel som k jednoznačnému záveru....“, predznámeli, že zasadnutie poroty budú sprevádzia búrlivé diskusie. Do súťaže zaslalo fotografie 30 autorov. Kvalita súťažných snímkov vzrástla veľmi rýchlo, čím je práca poroty z roka na rok náročnejšia.

Po náročnom hodnení a dlhej plodnej diskusii porota rozhodla nasledovne:

## Variácie na tému Obloha

1. miesto: Jakub Dolinský: A predsa sa točí! (1 fotografia zo seriálu)

2. miesto: Vladimír Šifra: Leonida nad Kriváňom

3. miesto: Roman Vaňúr: Blesky

3. miesto: František Strýček: Parhélia pri zatmení Slnka nad Hriňovou

## Astronomické snímky

1. miesto: Martin Zelenka: Galaxie – seriál

2. miesto: Peter Delinčák: Gufová hviezdomopa M3

2. miesto: Róbert Barsa: Jarné galaxie – seriál

3. miesto: Vladimír Škrabák: NGC 7000

3. miesto: Tomáš Maruška: M31

Porota udelila Matúšovi Kulichovi špeciálnu cenu pre mladého autora.

Víťazom blahoželáme. Vítazné práce sú finančne ocenené. Ďakujeme všetkým účastníkom a priznivcom súťaže Astrofoto a prajeme im ostré oko a jasné oblohy. Tešíme sa na Vaše príspevky v ďalšom ročníku súťaže. Do konca januára 2013 pošlite súťažné materiály na našu adresu: Slovenská ústredná hvezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo.

Drahoslava Výbochová

→  
Ing. Peter Delinčák: Gufová hviezdomopa M3. Dátum a čas expozície: 30. 3. 2011 od 21:30 SELČ (L) + 30. 3. 2011 od 22:09 (RGB). L: 6 h; 100 min; 100 min: 100min => celkom 11 h. Parametre použitých prístrojov: Newton 36 cm + Paracorr + SBIG STL 11000M. Fotografia získala 2. cenu v kategórii Astronomická fotografia.



Martin Zelenka: Galaxie (seriál 6 snímkov). Na fotografii označenej autorom č. 6 je Galaxia M 110. Dátum a čas expozície: 30. 9. 2011, 24×360 s. Fotoaparát: Modif. Canon EOS 350D (Astromik UV/IR klip). ISO 800. Parametre použitých prístrojov: ORION OPTICS UK Newton SPX 250 f4,8. Komakorektor: Tele Vue Paracorr. Montáž: CGE. Seriál získal 1. cenu v kategórii Astronomická fotografia.



František Strýček: Parhélia pri zatmení Slnka nad Hriňovou. Dátum a čas expozície: 4. 1. 2011 o 08:23:36 až 08:23:50 h. Fotoaparát: Fuji Finepix A 800. ISO 100. Exponičné časy: 1/350 s (08:23:36); 1/500 s (08:23:44); 1/400 s (08:23:50). Fotografia získala 3. cenu v kategórii Variácie na tému Obloha.





Róbert Barsa: Jarné galaxie (seriál 3 fotografií). Dátum a čas expozície č. 2: 30. 4. 2011; 00:43 – 03:24 SEC, AO Kolonica (18×9 min., ISO 800). Parametre použitých prístrojov: SW Newton 203/1000 + ko-makorektor MPCC (f/5) na paralaktickej montáži EQ-6, fotoaparát Canon EOS 350D mod., automatická pointácia cez notebook s mono kamerou QHY-5. Seriál troch fotografií získal 2. cenu v kategórii Astronomická fotografia.



Tomáš Maruška: HDR mozaika galaxie v Androméde. Snímané v priebehu noci 10. 9., 24. – 28. 9, 2. 10. Exponované 5×900 s a 10×120 s pre každé pole mozaiky. Parametre použitých prístrojov: APO refraktor TMB 135/780. CCD kamera G2 8300, Clear filter, chladená na -30 °C. Fotografia získala 3. cenu v kategórii Astro-nomická fotografia.

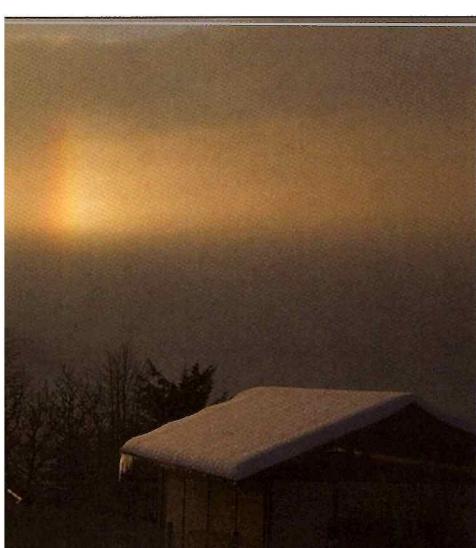
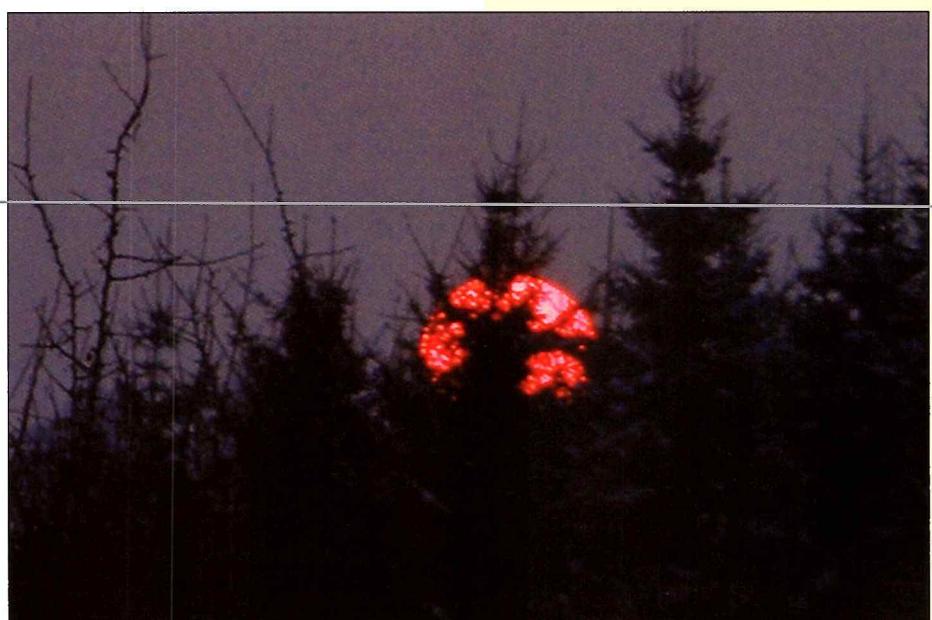


## Formulár pre jednotlivé práce

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



Matúš Kulich: Západ Slnka na Budinej (zo seriálu Fotogenické javy). Fotené 24. 2. 2011 fotoaparátom Olympus C-560 (6,3 – 31,5 mm). Za zaslané práce získal autor cenu pre mladého autora.



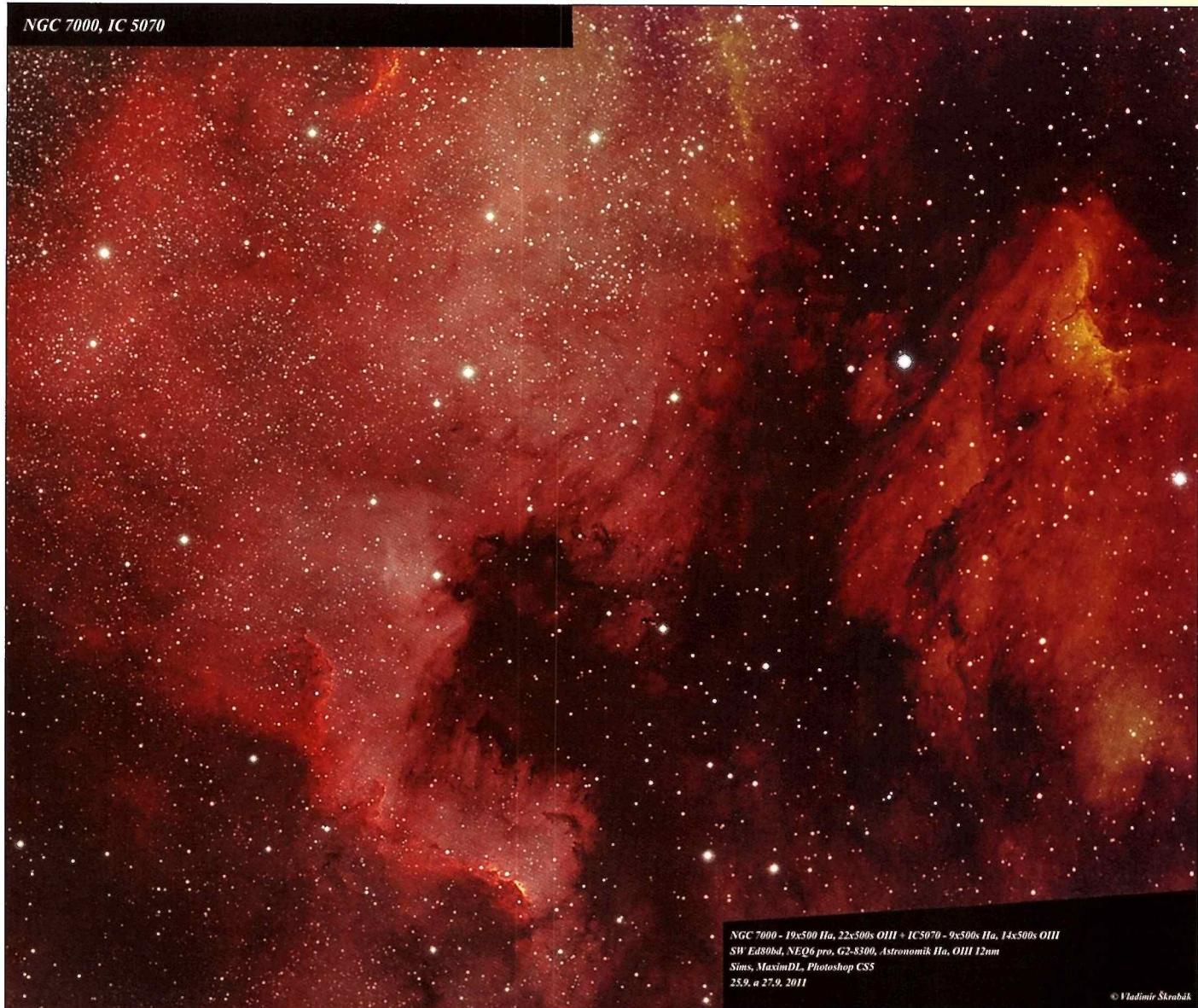


Jakub Dolinský: A přece se točí! (fotografia č. 1 zo seriálu piatich fotografií). Snímka č.1 je fotomontáž, kde boli najskôr poskladané snímky, aby sa vytvorili „duchovia“ na ulici, a potom do fotografie bola vložená obloha s hviezdnymi stopami. Dátum a čas expozície: 25. 3. 2011 o 19:40 h. Fotoaparát: Canon powershot A580. Fotografia získala 1. cenu v kategórii Variácie na tému Obloha.

Martin Zelenka:  
Galaxie (seriál 6  
snímok). Na fo-  
tografii označenej  
autorom č. 5 je  
galaxia NGC  
7331. Dátum  
a čas expozície:  
20. 8. a 28. 8.  
2011, 29×360 s.  
Fotoaparát:  
Modif. Canon EOS  
350D (Astro-  
nomic UV/IR klip).  
ISO 800. Para-  
metre použitých  
prístrojov: ORION  
OPTICS UK New-  
ton SPX 250 f4,8.  
Komakorektor:  
Tele Vue Para-  
corr. Montáž:  
CGE. Seriál získal  
1. cenu v kate-  
górii Astro-  
nomická fotografia.



NGC 7000, IC 5070



NGC 7000 - 19x500 sHa, 22x500 sOIII + IC5070 - 9x500 sHa, 14x500 sOIII  
SW Ed80bd, NEQ6 pro, G2-8300, Astronomik Ha, OIII 12nm  
Sims, MaximDL, Photoshop CS5  
25.9. a 27.9. 2011

© Vladimír Škrabák



←  
Ing. Peter Delinčák: Hmlovina NGC 7635 (Bublinka). Dátum a čas expozi-  
cie: 2. september 2011 od 21:31  
SELČ + 4. september 2011 od 00:29  
SELČ. 20x10 min Halfa + 24x5  
min. Parametre použitých prístrojov:  
Newton 36 cm + Paracorr + modi-  
fikovaný Canon 350D @ ISO1600.  
Neocenená fotografia. (Autor získal  
2. cenu v kategórii Astronomická foto-  
grafia za inú prácu.)



# Podmienky súťaže **Astrofoto 2012**

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 35. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Všetky kategórie sú bez vekového ohraničenia. **Všetky snímky, digitálne aj klasické fotografie, budú hodnotené spoločne.** Súťažné práce budú rozdelené do nasledovných tematických kategórií:

**1. Astronomické snímky.** Do tejto kategórie patria astronomické snímky komét, planétok, spektier astronomických objektov, bolidov, slnečnej fotosféry a chromosféry, detaily slnečných skŕní, hviezdometry, galaxie, hmloviny, Mesiac, zatmenia a konjunkcie, snímky súhviedzí 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, duby, halové javy a pod.), ako aj snímky dokumentujúce vzťah autora k astronómii (zábery z astronomických podujatí, astronomickej techniky a pod.).

## Podmienky súťaže:

- Do súťaže sa prijímajú snímky ziskané resp. urobené v čase od 1. januára 2012 do 31. decembra 2012 .
- 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: [www.suh.sk](http://www.suh.sk).
- Každý zarámovaný diapositív označte v ľavom dolnom rohu (pri prehľadani vlnným okom) čierrou bodkou a vložte do osobitného vrecúška alebo obálky.
- Digitálne zábery musia byť zaslané v niektorom z formátov: JPG, TIFF alebo BMP a musia mať pripojený súbor s požadovanými údajmi. Každá snímka musí byť zaslaná aj vo formáte JPG.
- Každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, ktorou sa autor s prácou zúčastňuje.
- Fotografiu môže zaslať len autor snímky.
- Súťažná snímka nesmie obsahovať podpis, vodoznak ani text, ktorý obsahovo 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 diapositívy 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. Snímok roka, v prípade, že bude táto cena udelená, bude navyše ohodnotená prémiovou 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 kategóriях zároveň postupujú do súťaže o cenu firmy Tromf, ktorú firma Tromf udelenú nezávisle na odbornej porote.

**Vyhodnotenie a výsledky:** Súťaž vyhodnotí odborná porota. Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2013.

## Všeobecné podmienky:

- Účastník 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 práce pre archív súťaže a podľa vlastného uváženia použiť súťažné fotografie na nekomercné účely bez ďalšieho súhlasu autora.
- Účastník súťaže súhlasí so zverejnením svojho mena v rámci vyhlásenia výsledkov súťaže.
- Účastník 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 31.1.2013.

Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň  
Komářianská 134  
947 01 Hurbanovo  
Slovenská republika

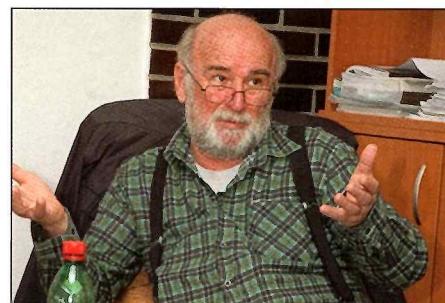


Vladimír Šifra: Leonida nad Kriváňom. Dátum a čas expozície: 17. 11. 2011 o 01:49 h. Fotoaparát: Canon EOS 7D, tokina 11 – 16 mm. Fotografia získala 2. cenu v kategórii Variácie na tému Obloha.



Roman Vaňúr: Blesky. Dátum a čas expozície: 19. 7. 2011 o 16:00 SELČ. Fotoaparát: Panasonic FZ-18, f/2,8. Fotografia získala 3. cenu v kategórii Variácie na tému Obloha.

## Neľahká úloha poroty...



Predseda poroty Dušan Kalmančok (na snímke hore) a porotcovia Eugen Gindl a Peter Dolinský (na snímke dole).



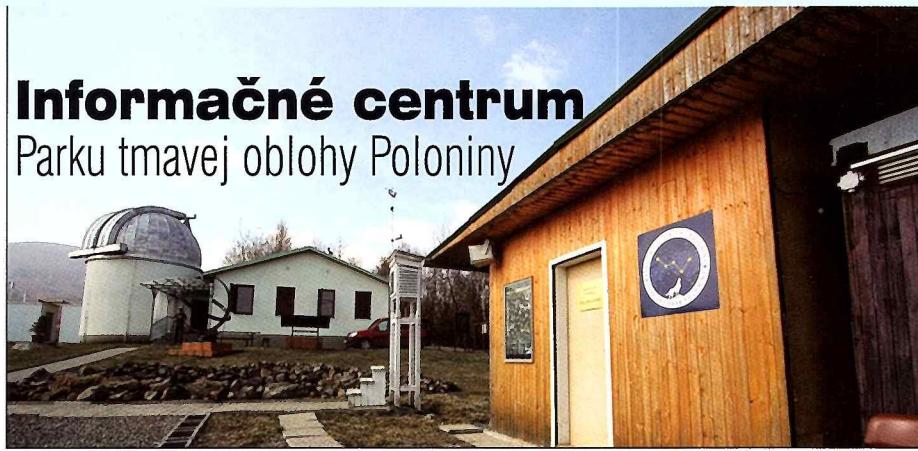
Marián Vidovenec (za vyhlasovateľa súťaže) a Pavol Rapavý (porotca).

Autorom fotodokumentácie je Peter Zbončák



# Informačné centrum

Parku tmavej oblohy Poloniny



23. marca bolo v areáli Astronomického observatória na Kolonickom sedle slávnostne otvorené nové informačné centrum Parku tmavej oblohy Poloniny. Za účasti partnerov bolo odovzdané do používania počas seminára KOLOFOTA, ktorý organizovala Vihorlatská hvezdárňa Humenné. Informačné centrum PTOP bude slúžiť na propagáciu parku a boju proti svetelnému znečisteniu, najmä počas exkurzií na observatórium. Centrum je vybavené samostatným počítačom i dataprojektorom.

Ak vás zaujme krátka prednáška či film odprezentovaný počas každej exkurzie, môžete si prezrieť aj postery vo veľkom formáte priamo v centre Parku tmavej oblohy Poloniny.

Návštěvníkom sú k dispozícii okrem iného aj propagačné materiály z dielne Sekcie ochrany pred svetelným znečistením a Slovenskej astronomickej spoločnosti pri Slovenskej akadémii vied, ale aj propagačné materiály od našich českých kolegov.

René Novýsedlák, foto Pavol Rapavý



Objavová snímka asteroidu 1997 CP1 (18,8 mag). Jasná hviezdza je SAO 96034 (7,9 mag). Šípka vľavo označuje kométu 119P/Parker-Hartley.

## Poloniny medzi hviezdami

O Parku tmavej oblohy Poloniny sme písali už v Kozmose 1/2011.

Myšlienka jeho vyhlásenia nadobudla konkrétnie črty na úvodnej konferencii projektu „Karpatské nebo – Rozvoj produktov cestovného ruchu založených na astronómii v regióne polsko-slovenského pohraničia“ začiatkom októbra 2009, kde zaujala zamestnancov Správy Národného parku Poloniny. V roku 2010 bol pri Vodárenskej nádrži Starina, vďaka podpore Nadácie Orange, postavený veľkoplošný informačný panel. Po konferencii IDA v Kapovsári nabrali prípravy na otvorenie Parku rýchly spád, samotné vyhlásenie sa uskutočnilo v Snine 3. decembra 2010.

Už vtedy sme sa akosi pohrávali s myšlienkovou „našom hviezdnom parku“ pomenovať asteroid.

**Osvedčenie si prevzal aj Mgr. Adamec, riaditeľ sekcie ochrany prírody a krajiny Státnej ochrany prírody SR.**

- Asteroid bol objavený na Astronomickom a geofyzikálnom observatóriu Fakulty matematiky, fyziky a informatiky v Modre. Je v hlavnom pásu asteroidov s obežnou dobou 3,74 roka.
- Oficiálne pomenovanie bolo uverejnené v Minor Planet Circular № 77502 10. decembra 2011.
- Preklad oficiálnej citácie: (22469) Poloniny = = 1997 CP1
- Objavili P. Kolény a L. Kornoš 2. februára 1997 v Modre.
- Poloniny sú prvou chránenou oblasťou trny na Slovensku vyhlásenou 3. decembra 2010, nachádzajúcou sa v Národnom parku Poloniny. Poloniny je rusínsky výraz pre horské lúky a pastviny. V Parku je astronomické observatórium na Kolonickom sedle. Pomenovanie navrhlo Slovenský vzäť astronómov amatérarov.



Slovenský kozmonaut Ivan Bella s ľacom Parku tmavej oblohy Poloniny.

Kedže naši kolegovia z Modry dobre chápú problematiku svetelného znečistenia, našli sme u nich pochopenie a spoločne sme podali návrh na pomenovanie. Komisia pre pomenovanie malých telies Medzinárodnej astronomickej únie schválila na počesť Parku tmavej oblohy Poloniny pomenovanie asteroidu (22469) Poloniny.

Slávnostné odovzdanie osvedčenia o pomenovaní asteroidu (22469) Poloniny bolo jedným z bodov programu záverečnej konferencie projektu Karpatské nebo 26. – 27. apríla, keď bolo slávnostne uvedené do prevádzky planetárium na Kolonickom sedle. Pásku prestrihol ako čestný hosť náš prvý kozmonaut plk. Ing. Ivan Bella. Park a tmavá obloha sa skloňovali vo všetkých pádoch, tiahli sa príhovormi ako červená niť.

Osvedčenie si prevzali od iniciátora pomenovania dvaja zástupcovia vyhlasovateľov Parku, riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne v Humennom Dr. Kudzej a riaditeľ Správy Národného parku Poloniny Ing. Buráf. Problematica svetelného znečistenia zaujala aj I. Bellu, ktorého nebolo nutné ani presvieďať o vhodnosti propagácie tohto výnimočného územia. Na svoju kombinézu si pripol logo Parku. Pavel Rapavý



## Výročie hvezdárne v Hlohovci

16. februára 2012 uplynulo 40 rokov od od založenia Hvezdárne a planetária M. R. Štefánika v Hlohovci ako štátnej a verejnoprávnej inštitúcie. Pri tejto príležitosti bol zorganizovaný astronomický seminár v rámci 13. ročníka Csereho astronomických dní. Nad podujatím prevzal záštitu Ing. Tibor Mikuš, PhD, predseda Trnavského samosprávneho kraja, ktorý pri tejto príležitosti udelił hlohovskej hvezdárni Pamätnú medailu predsedu TTSK ako výraz ocenenia jej práce za 40. rok.

Predsedu Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV RNDr. Ladislav Hric, CSc., odovzdal hvezdárni Čestné uznanie pri príležitosti 40. výročia založenia ako výraz ocenenia jej významného príspevku k rozvoju amatérskej a profesionálnej astronómie na Slovensku. Generálny riaditeľ Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove Ing. Teodor Pintér odovzdal dakovný list s ocením za doterajšiu dobrú spoluprácu.

V odbornej časti seminára odzneli 3 prednášky. Jednu prednášku mal RNDr. Jiří Grygar, CSc., ktorý bol takisto ocenený Pamätnou medailou predsedu TTSK, ďalej prednáška prof. Júliusa Krempaského, DrSc., a nakoniec prednáška pracovníka HaP M. R. Štefánika Mgr. Karola Petrika.

Na podujatí sa zúčastnilo 80 účastníkov, riaditeľov a zástupcov spolupracujúcich hvezdárni a astronomických kabinetov, bývalých pracovníkov hvezdárne, vedúcich astronomických kružkov, pozorovateľov a spolupracovníkov hvezdárne.

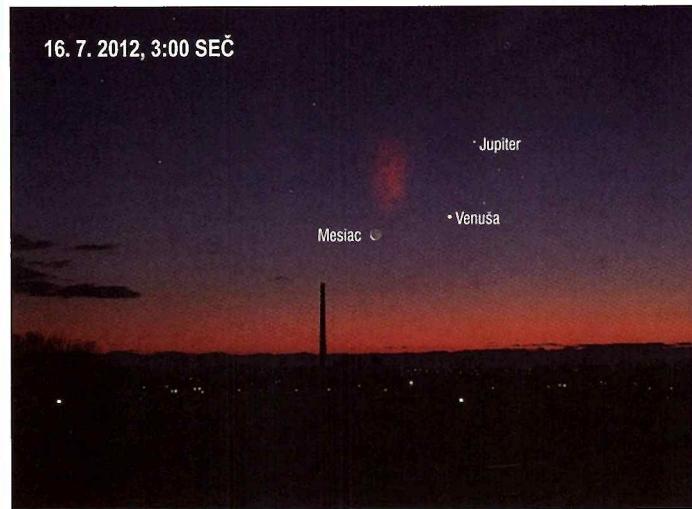
Jozef Kríštofovič,  
riaditeľ HaP M. R. Štefánika v Hlohovci



Jún – júl 2012

Všetky časové údaje sú v SEČ

# Obloha v kalendári



**J**ednoznačne najvýznamnejším úkazom bude prechod Venuše pred slnečným diskom ráno 6. júna, takže si to v žiadnom prípade nenechajte ujsť. Ďalšou zaujímavosťou je zákryt Jupitera Mesiacom 15. 7. Dobre bude pozorovateľný Merkúr, Venuše sa po prechode presunie na rannú oblohu. Viditeľnosť Marsu a Saturna sa skracuje, Jupitera predĺžuje. Trpaslicka planéta Pluto má najlepšie podmienky pozorovateľnosti v tomto roku, niekolko asteroidov sa priblíži k objektom nočnej oblohy, čo môže inšpirovať astrofotografov. Kométa Garradd slabne, pomerne jasná bude periodická Machholz, no len v nevelkej uhlovej vzdialosti od Slnka.

## Planéty

**Merkúr** hned na začiatku júna je nízko nad západným obzorom, zapadne koncom občianskeho súmraku. 1. 6. je v tesnej konjunkcii s Venušou, a keďže má -1,7 mag, mali by sme ho uvidieť aj voľným okom len kúsok vpravo od jasnej Venuše. Triédrom či dalekohľadom to bude pohľad vskutku skvelý. Fáza Merkúra bude 0,96 a Venuše 0,69.

Večerná viditeľnosť Merkúra sa bude predĺžovať, uhlovo sa od Slnka vzdialuje a 1. 7. bude v najväčšej východnej elongácii (25,7°). S približovaním sa k elongácii sa však jeho fáza bude zmenšovať až na 0,4 a tým aj jeho jasnosť, ktorá na prelome mesiacov dosiahne 0,6 mag. Po elongácii bude slabnúť a uhlovo sa približovať k Slnku. V polovici júla zapadne už pred koncom občianskeho súmraku ako objekt len 2 mag a 28. 7. je v dolnej konjunkcii.

**Venuše** (-3,9 až -4,4 mag) v Býkovi je 1. 6. na večernej oblohe nízko nad obzorom. Je jasná, a tak ju poľahky nájdeme aj na súmrakovej oblohe aj s Merkúrom. V ďalších dňoch sa nám stratí, nakoľko sa uhlovo priblížuje k Slnku a 6. 6. prejde dokonca pred slnečným diskom.

Po prechode sa presunie na rannú oblohu, v polovici júna vychádza koncom občianskeho súmraku a 18. 6. sa k nej pridruží aj kosáčik ubúdajúceho Mesiacu. Scenériu ešte doplní Jupiter vyššie nad obzorom, čo iste zaujme astrofotografov.

27. 6. je v zastávke, začne sa pohybovať medzi hviezdami v priamom smere a o tri dni neskôr bude uhlovo k Jupiteru najbližšie na zaujímavom pozadí Hyád. Je to možnosť zachytiť zmene vzájomnej polohy oboch planét aj elegantný oblúk Venuše na pozadí Hyád. Konjunkcia s Mesiacom 15. 7. bude navyše okorenená ranným zákrytom Jupitera.

**Prechod** Venuše pred slnečným diskom bude od nás pozorovateľný ráno 6. 6. po východe Slnka. Je

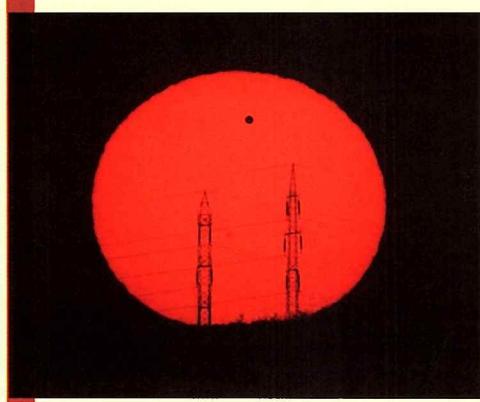
to mimoriadna príležitosť vidieť, nakoľko ďalší prechod sa zopakuje až 11. 12. 2117., no tento z nášho územia pozorovateľný nebude. Sme šťastnou generáciou, ktorá má možnosť vidieť dva prechody Venuše, a tak by sme si v stredu 6. júna mali priviesť. Viac informácií o tohtoročnom prechode sme uviedli v predošom čísle Kozmosu. Sú aj na stránke <http://venustransit2012.szaa.org/>, kde je k dispozícii aj brožúrka a plagát venovaný tomuto mimoriadnému územu.

**Mars** (0,5 až 1,1 mag) sa 21. 6. presunie z Leva do Panny. Začiatkom júna zapadne necelú hodinu po polnoci, jeho nočná viditeľnosť sa skracuje a koncom júla zapadne už po 21. hodine. Od Zeme sa vzdial z 1,19 na 1,62 AU a jeho uhlový rozmer sa zmenší zo 7,9 na 5,8", čo je na dobré pozorovanie albedových útvarov pomerne málo. Jeho vlastný pohyb medzi hviezdami si môžeme všimnúť hned pri niekoľkých hviezdach. Hned v prvý júnový deň, keď bude štvrtstupňa od  $\chi$  Leo (4,6 mag), 10. 6. necelý stupeň pod  $\sigma$  Leo (4,0 mag) 28. 6. 13° južne od  $\beta$  Vir (3,6 mag) a 12. 7. 1,2 južne od  $\eta$  Vir (3,9 mag).

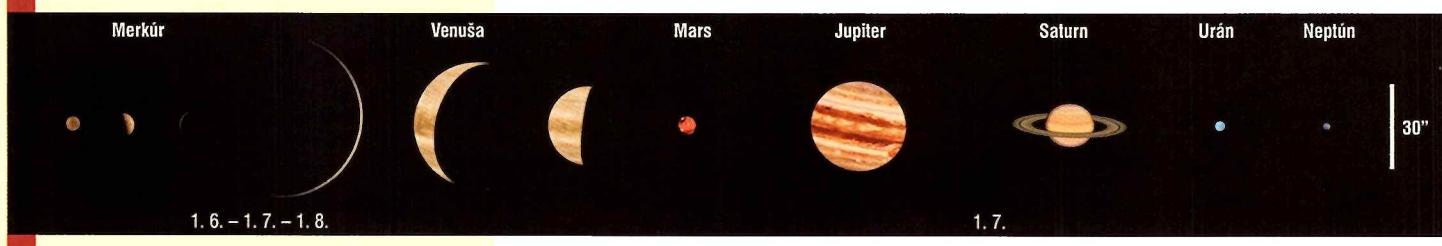
Napriek tomu, že slabne, zaujme medzi hviezdami svojím červenkastým sfarbením. Koncom júla sa priblíží k Saturnovi a Spiku, vytvoria farebne zaujímavé zoskupenie.

Konjunkcie s Mesiacom 26. 6. a 24. 7. sú pomerne nevýrazné, no zaujmú prítomnosťou Saturna a Spiku. Zaujímavejšia bude konjunkcia júlová.

**Jupiter** (-2,0 až -2,2 mag) v Býkovi vychádza začiatkom júna len počas občianskeho súmraku, no viditeľnosť sa predĺžuje, na prelome mesiacov sa nad obzor dostane už poldruha hodiny po polnoci a koncom júla vychádza už krátko pred polnocou. 17. 6. ráno potom priblíženie Jupitera k Mesiacu za asistenciu Venuše nízko nad obzorom. Konjunkcia, keď Jupiter bude len 25' od južného rohu mesačného kosáčika, však nastane až počas dňa. Aj keď nie tes-



Ráno 6. 6. bude po východe Slnka pozorovateľný prechod Venuše pred slnečným diskom.

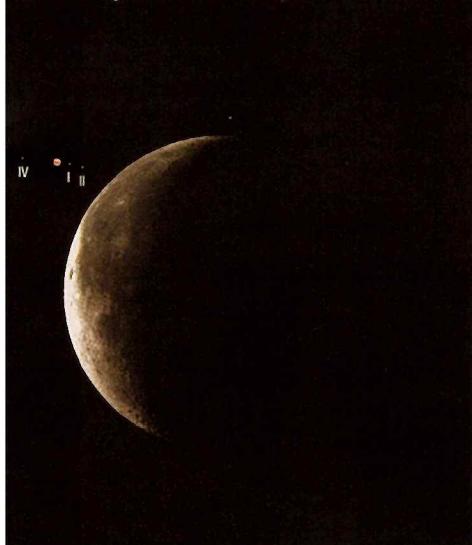


## Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2012)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
1. 6.	19 28 53	D	19971	6,4	+70N	85	101	22
8. 6.	2 24 26	R	28531	6,2	+72S	235	79	30
6. 7.	0 43 58	R	29150	6,6	+46S	203	51	84
7. 7.	21 47 1	R	30851	5,3	+57S	212	26	137
7. 7.	23 57 54	R	30890	6,4	+57N	278	94	58
8. 7.	22 49 40	R	31588	6,4	+23N	312	80	11
14. 7.	0 21 9	R	4460	6,4	+44S	210	-33	141
15. 7.	0 28 52	R	5546	4,8	+41N	308	1	36
29. 7.	22 52 14	D	23692	6,6	+13N	17	-11	70
30. 7.	22 8 33	D	25535	6,5	-6N	355	-129	368
30. 7.	23 21 0	D	25627	5,9	+73S	107	82	-87

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

## Mesiac a Jupiter 15. 7. 2012, 2:20 SEČ



pohybovať aj asteroid (2) Pallas a najbližšie k sebe budú 12. 7. (2,8°). 13. 7. bude Urán v zastávke a začne sa na hviezdnom pozadí pohybovať späťne. Konjunkcie s Mesiacom 12. 6. a 10. 7. sú nevýrazné, vzdialenosť neklesne pod 4°.

**Neptún** (7,9 – 7,8 mag) vo Vodnárovi je 35° západnejšie ako Urán, a tak vychádza asi o hodinu skôr. 5. 6. je v zastávke a začne sa pohybovať späťne. V dalekohľade ho uvidíme ako modrástý kotúčik s priemerom 2,3". Konjunkcie s Mesiacom sú vo vzdialnosti nad 5°.

### Fázy Mesiaca

splín	4. 6., 12:12	3. 7., 19:52
posledná štvrt	11. 6., 11:41	1. 7., 2:48
nov	19. 6., 16:02	19. 7., 5:24
prvá štvrt	27. 6., 4:30	26. 7., 9:52

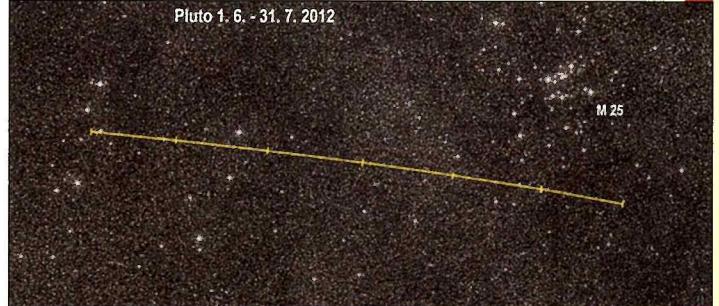
**Čiastočné zatmenie Mesiaca** 4. 6. od nás pozorovateľné nebude. Maximálna fáza zatmenia dosiahne 0,37 a v celom priebehu bude pozorovateľné len z Austrálie a Tichomoria.

### Trpasličie planéty

(1) Ceres (9,0 – 9,1 mag) sa polovicí v prvej júnovej dekáde presunie z Barana do Býka, uholovo sa od Slnka vzdáluje a podmienky jej viditeľnosti sa zlepšujú. Začiatkom júna vychádza okolo 3. hodiny, koncom júla už krátko po polnoci. V polovici júla bude prechádzať popred Hyády.

(134340) Pluto (14,2 mag) v Strelcovi má najlepšie pozorovacie podmienky v tomto roku. Je nad obzorom takmer celú noc, nakoľko 29. 6. je v opozícii. Od polovice júla bude prechádzať južným okrajom otvorennej hviezdokopy M 25 (4,6 mag) a tak aj tu je možné získať sériu zaujímavých obrázkov.

Pluto 1. 6. – 31. 7. 2012



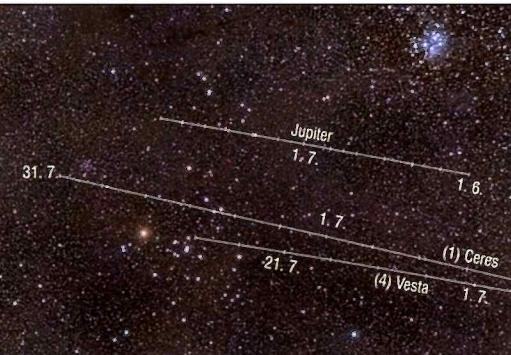
ná, no pre jasnosť zaujímavá bude konjunkcia s Venušou posledný júnový deň. Začiatkom júla prejde „zlato bránou ekliptiky“, spojnicou Aldebarana a Plejád.

V každom prípade by sme si však nemali nechať ujsť zákryt Jupitera Mesiacom 15. 7.; pohľad na postupne zakrývajúci Jupiter s jeho 4 mesiacmi bude skvelý. Kotúčik Jupitera Mesiac zakryje asi na 85 %. Výstup nastane už na svetlej oblohe počas občianskeho súmraku, no dalekohľadom ho uvidíme bez problémov.

**Saturn** (0,5 – 0,8 mag) je v Panne, necelých 5° severne od Spiky. Začiatkom júna zapadá 2 hodiny po polnoci, jeho nočná viditeľnosť sa kráti a na konci tohto obdobia zapadne už 2 hodiny pred polnocou. Od Zeme sa vzdiali z 9,0 na 10,0 AU, v dalekohľade sa môžeme pokochať jeho mohutnými prstencami, ktorí pozorujeme v ich severnej strane. 26. 6. je v zastávke a začne sa pohybovať v priamom smere. Počas týchto dvoch mesiacov opíše medzi hviezdami elegantnú slučku.

Konjunkcie s Mesiacom 1. 6., 28. 6. a 25. 7. sú pomerne nevýrazné, vzdialenosť oboch telies neklesne pod 6°. Určite však zaujmeme vzájomné večerné zoskupenie Saturna s Mesiacom, Marsom a Spikou 24. až 25. 7.

**Urán** (5,9 – 5,8 mag) vo Veľrybe vychádza hodinu po polnoci, do konca júla sa jeho viditeľnosť zlepší a nad obzor sa dostane už po 21. hodine. Pomocou hviezdnej mapy ho nájdeme pri troške trpežlivosti aj volným okom. V dalekohľade bude ako malý zelenkastomodrý kotúčik s uhlovým priemerom 3,5". K Zemi sa priblíži z 20,51 na 19,54 AU. Severne od Uránu sa bude



### Efemerida (1) Ceres

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	3h18,7m	+13°20,2'	9,0	20,5
6. 6.	3h26,5m	+13°55,3'	9,0	23,2
11. 6.	3h34,3m	+14°28,9'	9,1	25,9
16. 6.	3h42,1m	+15°01,1'	9,1	28,7
21. 6.	3h49,9m	+15°31,7'	9,1	31,5
26. 6.	3h57,6m	+16°00,8'	9,1	34,3
1. 7.	4h05,3m	+16°28,3'	9,1	37,1
6. 7.	4h13,0m	+16°54,3'	9,1	39,9
11. 7.	4h20,7m	+17°18,7'	9,1	42,8
16. 7.	4h28,2m	+17°41,6'	9,1	45,7
21. 7.	4h35,7m	+18°03,0'	9,1	48,6
26. 7.	4h43,1m	+18°22,9'	9,1	51,6
31. 7.	4h50,4m	+18°41,4'	9,1	54,6

### Efemerida (134340) Pluto

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	18h37,1m	-19°15,9'	14,2	151,7
11. 6.	18h36,1m	-19°17,2'	14,2	161,4
21. 6.	18h35,1m	-19°18,9'	14,2	170,7
1. 7.	18h34,0m	-19°20,7'	14,2	175,9
11. 7.	18h33,0m	-19°22,8'	14,2	168,2
21. 7.	18h32,0m	-19°25,0'	14,2	158,7
31. 7.	18h31,0m	-19°27,2'	14,2	149,1

## (138) Tolosa + M 19

7.7. 12.7.

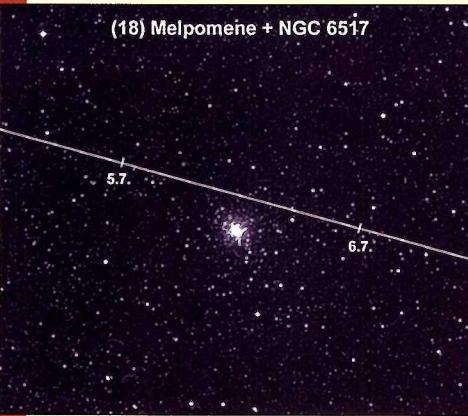


## Efemerida asteroidu (4) Vesta

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4.	18 <sup>h</sup> 22,9 <sup>m</sup>	-12°01,1'	11,2
1. 6.	2h51,2 <sup>m</sup>	+11°09,6'	8,4
6. 6.	2h59,6 <sup>m</sup>	+11°46,2'	8,4
11. 6.	3h08,0 <sup>m</sup>	+12°21,0'	8,4
16. 6.	3h16,3 <sup>m</sup>	+12°54,0'	8,4
21. 6.	3h24,5 <sup>m</sup>	+13°25,1'	8,4
26. 6.	3h32,7 <sup>m</sup>	+13°54,3'	8,4
1. 7.	3h40,9 <sup>m</sup>	+14°21,6'	8,4
6. 7.	3h48,9 <sup>m</sup>	+14°46,9'	8,4
11. 7.	3h56,8 <sup>m</sup>	+15°10,3'	8,4
16. 7.	4h04,6 <sup>m</sup>	+15°31,7'	8,4
21. 7.	4h12,3 <sup>m</sup>	+15°51,2'	8,4
26. 7.	4h19,9 <sup>m</sup>	+16°08,8'	8,4
31. 7.	4h27,3 <sup>m</sup>	+16°24,5'	8,3

## (18) Melpomene + NGC 6517

5.7. 6.7.



## (7) Iris

14h30m

14h20m 14h10m

14h10m 14h00m

14h00m 13h50m

13h50m 13h40m

13h40m 13h30m

13h30m 13h20m

13h20m 13h10m

13h10m 13h00m

13h00m 12h50m

12h50m 12h40m

12h40m 12h30m

12h30m 12h20m

12h20m 12h10m

12h10m 12h00m

12h00m 11h50m

11h50m 11h40m

11h40m 11h30m

11h30m 11h20m

11h20m 11h10m

11h10m 11h00m

11h00m 10h50m

10h50m 10h40m

10h40m 10h30m

10h30m 10h20m

10h20m 10h10m

10h10m 10h00m

10h00m 09h50m

09h50m 09h40m

09h40m 09h30m

09h30m 09h20m

09h20m 09h10m

09h10m 09h00m

09h00m 08h50m

08h50m 08h40m

08h40m 08h30m

08h30m 08h20m

08h20m 08h10m

08h10m 08h00m

08h00m 07h50m

07h50m 07h40m

07h40m 07h30m

07h30m 07h20m

07h20m 07h10m

07h10m 07h00m

07h00m 06h50m

06h50m 06h40m

06h40m 06h30m

06h30m 06h20m

06h20m 06h10m

06h10m 06h00m

06h00m 05h50m

05h50m 05h40m

05h40m 05h30m

05h30m 05h20m

05h20m 05h10m

05h10m 05h00m

05h00m 04h50m

04h50m 04h40m

04h40m 04h30m

04h30m 04h20m

04h20m 04h10m

04h10m 04h00m

04h00m 03h50m

03h50m 03h40m

03h40m 03h30m

03h30m 03h20m

03h20m 03h10m

03h10m 03h00m

03h00m 02h50m

02h50m 02h40m

02h40m 02h30m

02h30m 02h20m

02h20m 02h10m

02h10m 02h00m

02h00m 01h50m

01h50m 01h40m

01h40m 01h30m

01h30m 01h20m

01h20m 01h10m

01h10m 01h00m

01h00m 00h50m

00h50m 00h40m

00h40m 00h30m

00h30m 00h20m

00h20m 00h10m

00h10m 00h00m

## Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (44) (138) Tolosa (14. 6.; 10,9 mag), (23) Thalia (14. 6.; 11,0 mag), Nysa (23. 6.; 10,5 mag), (18) Melpomene (24. 6.; 9,4 mag), (196) Philomela (27. 6.; 10,7 mag), (20) Massalia (6. 7.; 10,0 mag), (19) Fortuna (15. 7.; 10,0 mag), (67) Asia (22. 7.; 10,2 mag).

Najjasnejším asteroidom je (4) Vesta (8,4 – 8,3 mag), uholivo sa od Slnka vzdialuje a jej viditeľnosť na rannej oblohe sa zlepšuje, koncom mesiaca sa dostane až do Hyád. Dráha medzi hviezdami je podobná ako (1) Ceres, ktorá je asi 6° východnejšia.

(2) Pallas (10,3 – 9,5 mag) bude počas celého júla asi 3° od Urána a (10) Hygiea (11,0 – 10,1 mag) urobí vo Vodnárovi okolo θ Aqr (4,2 mag) celkom elegantný oblúk.

(29) Amphitrite ako objekt 10,7 mag prejde 17. 7. 13° severne od otvorennej hviezdomupy NGC 2266 (9,5 mag), (18) Melpomene (9,4 mag) bude 5. 7. tesne nad NGC 6517 (10,2 mag) a (138) Tolosa (11,6 mag) 9. 7. nad M 19 (6,8 mag).

(7) Iris ako objekt (10,1 – 11,0 mag) urobí slučku a 2. 7. sa priblíží len na 1' k červenej premennej hviezde k ET Vir (4,8 – 5,0 mag). V poli s priemerom 3° môžeme zachytiť jej celú dráhu.

## Kométy

S kométami si vela radosti počas týchto dvoch mesiacov neužijeme.

Garradd (C/2009 P1), ktorá iste mnohých potešíla, sa od nás vzdialuje a slabne. Presúva sa južne súhvezdím Raka a v prvej júlovej dekáde jej elongácia od Slnka klesne pod 30°.

Periodická kométa 96P/Machholz prejde príslušným 14. 4., dosiahne asi 2,5 mag, no jej uholová vzdialenosť od Slnka bude len 2°. Vcelku dobré geometrické podmienky nastanú po prechode perihéliom v poslednej júlovej dekáde. Kométa bude na večernej oblohe, presunie sa z Raka do Leva.

LINEAR (C/2011 F1) bude od konca júna jasnejšia ako 12 mag a do prvej júlovej dekády je cirkumpolárna. Presúva sa z Poľovných psov do Pastiera a pomaličky zjasňuje.

## Efemerida kométy Garradd (C/2009 P1)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	08 <sup>h</sup> 56,7 <sup>m</sup>	+26°15,4'	10,5	58,9
6. 6.	08 <sup>h</sup> 59,1 <sup>m</sup>	+24°49,8'	10,7	55,0
11. 6.	09 <sup>h</sup> 01,7 <sup>m</sup>	+23°29,3'	10,9	51,1
16. 6.	09 <sup>h</sup> 04,5 <sup>m</sup>	+22°13,2'	11,0	47,2
21. 6.	09 <sup>h</sup> 07,4 <sup>m</sup>	+21°00,9'	11,2	43,4
26. 6.	09 <sup>h</sup> 10,4 <sup>m</sup>	+19°51,9'	11,3	39,6
1. 7.	09 <sup>h</sup> 13,4 <sup>m</sup>	+18°45,8'	11,4	35,8
6. 7.	09 <sup>h</sup> 16,5 <sup>m</sup>	+17°42,2'	11,6	32,0

## Efemerida kométy 96P Machholz

21. 7.	09 <sup>h</sup> 01,0 <sup>m</sup>	+30°29,6'	6,6	16,6
26. 7.	10 <sup>h</sup> 07,5 <sup>m</sup>	+30°13,3'	8,6	26,1
31. 7.	11 <sup>h</sup> 09,6 <sup>m</sup>	+27°02,9'	10,0	35,1

## Efemerida kométy LINEAR (C/2011 F1)

26. 6.	14 <sup>h</sup> 04,8 <sup>m</sup>	+45°56,2'	12,0	89,8
1. 7.	14 <sup>h</sup> 03,7 <sup>m</sup>	+44°10,0'	11,9	87,7
6. 7.	14 <sup>h</sup> 03,2 <sup>m</sup>	+42°22,9'	11,9	85,5
11. 7.	14 <sup>h</sup> 03,4 <sup>m</sup>	+40°29,5'	11,8	83,2
16. 7.	14 <sup>h</sup> 04,2 <sup>m</sup>	+38°32,4'	11,7	81,0
21. 7.	14 <sup>h</sup> 05,7 <sup>m</sup>	+36°32,1'	11,6	78,6
26. 7.	14 <sup>h</sup> 07,7 <sup>m</sup>	+34°29,1'	11,6	76,3
31. 7.	14 <sup>h</sup> 10,3 <sup>m</sup>	+32°23,9'	11,5	73,9

## Meteorické roje (jún – júl 2012)

Roj	Aktivita	Max.	$\lambda_{\text{sol}}$	$\alpha [^{\circ}]$	$\delta [^{\circ}]$	$V_{\text{inf}}$	r	ZHR
anitheloniový zdroj (ANT)	10. 12. - 10. 9					30	3,0	4
júnové Bootidy (JBO)	22. 6. - 2. 7.	27.6.	95.7°	224°	+48°	18	2,2	var
Piscis Austriniidy (PAU)	15. 7. - 10. 8.	27.7.	125°	341°	-30°	35	3,2	5
južné δ Akvaridy (SDA)	12. 7. - 23. 8.	29.7.	127°	340°	-16°	41	3,2	16
$\alpha$ Kaprikornidy (CAP)	3. 7. - 15. 8.	29.7.	127°	307°	-10°	23	2,5	5
Perzeidy (PER)	17. 7. - 24. 8.	12.8.	140,0°	48°	+58°	59	2,2	100

## Meteory

Júnové Bootidy boli do pracovného zoznamu IMO znova zaradené po nečakane vysokej aktivite v roku 1998, keď prepočítaná frekvencia presiahla 100 meteorov za hodinu. Ďalšia zvýšená aktivita (ZHR 20 – 50) bola pozorovaná v roku 2004. Predpoveď aktivity sú problematické, dynamiku prúdu dobre nepoznáme. Materskou kométou roja je 7P/Pons-Winnecke s obežnou dobou 6,4 roka a perihéliom vo vzdialosti 0,24 AU za dráhou Zeme. Pre tento rok vysoká aktivity predpovedaná nie je, no pozorovania sú mimoriadne cenné. Mesiac pred

prvou štvrtou bude rušíť len zvečera. Radiant je cirkumpolárny.

27. 7. sú v maxime aj južné Piscidy a o dva dni neskôr južné δ Akvaridy (SDA) a  $\alpha$  Kaprikornidy (CAP), takže prepočítaná frekvencia rojových meteорov pravdepodobne presiahne 30. Od polovice júla sa svojou aktivitou začínajú prejavovať aj tradičné Perzeidy, ktorých maximum bude až 12. 8. Pozorovacie podmienky sú koncom júla v celku priaznivé, Mesiac okolo prvej štvrti zapadne ešte pred polnocou.

Pavol Rapavý

## Kalendár úkazov a výročí (jún – júl 2012)

1. 6. 4,8	Saturn v konjunkcii s Mesiacom Saturn 7,0° severne)
1. 6. 21,2	Merkúr v konjunkcii s Venušou (Merkúr 0,2° severne)
3. 6. 14,3	Mesiac v prízemí (358 482 km)
4. 6. 12,1	čiastočné zatmenie Mesiacu (od nás nepozorovateľné)
4. 6. 12,2	Mesiac v splne
5. 6. 7,0	Neptún v zastávke, začne sa pohybovať spätné
5. 6. 9,0	výročie (1922) narodenia J. G. Boltona
6. 6. 0,8	Venuša v prízemí (0,289 AU)
6. 6. 2,1	Venuša v dolnej konjunkcii (prechod pred slnečným diskom)
9. 6. 200	výročie (1812) narodenia J. G. Gallea
11. 6. 145	výročie (1867) narodenia M. P. Fabryho
11. 6. 250	výročie (1762) narodenia I. A. Falkovského
10. 6. 1,1	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 5,0° južne)
11. 6. 11,7	Mesiac v poslednej štvrti
12. 6. 21,8	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 4,3° južne)
14. 6. 3,0	asteroid (138) Tolosa v opozícii (10,9 mag)
14. 6. 45	výročie (1967) štartu Marineru 5 k Venuši
14. 6. 16,1	asteroid (23) Thalia v opozícii (11,0 mag)
16. 6. 2,4	Mesiac v odzemi (405 786 km)
17. 6. 8,6	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 0,7° južne), mimo nášho územia zákryt
18. 6. 0,7	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 1,2° južne)
19. 6. 16,0	Mesiac v nove
21. 6. 0,2	letný slnoverat, začiatok astronomického leta
23. 6. 5,4	asteroid (44) Nysa v opozícii (10,5 mag)
23. 6. 70	výročie (1942) narodenia M. J. Reesa
24. 6. 21,6	asteroid (18) Melpomene v opozícii (9,4 mag)
26. 6. 10,3	Saturn v zastávke, začne sa pohybovať priamo
26. 6. 60	výročie (1952) narodenia P. Krajčíka
26. 6. 10,8	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 5,8° severne)
27. 6. 4,5	Mesiac v prvej štvrti
27. 6. 5,4	Venuša v zastávke, začne sa pohybovať priamo
27. 6. 245	výročie (1767) narodenia A. Bouvara
27. 6.	maximum meteorického roja júnové Bootidy (ZHR var)
27. 6. 16,6	asteroid (196) Philomela v opozícii (10,7 mag)
27. 6. 23,5	Pluto v prízemí (31,240 AU)
28. 6. 9,5	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,5° severne)
28. 6.	100. výročie (1912) narodenia C. F. von Weizsäckera
29. 6. 16,0	Pluto v opozícii (31,24 AU)
30. 6. 17,5	Venuša v konjunkcii s Jupiterom (Venuša 4,8° južne)
1. 7. 3,0	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (25,7°)
1. 7.	50. výročie (1962) založenia Kennedyho vesmírneho centra
1. 7. 19,1	Mesiac v prízemí (362 360 km)
1. 7.	165. výročie (1847) objavu asteroidu (6) Hebe (K. Hencke)
3. 7. 19,9	Mesiac v splne

## Tabuľky východov a západov (jún – júl 2012)

### Slnko

Vych.	Záp.	Súmrak			
		Občiansky	Nautický	Astronomický	
zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 6. 3:43	19:34	3:03	20:14	2:07	21:09
6. 6. 3:40	19:38	2:59	20:19	2:02	21:16
11. 6. 3:39	19:41	2:57	20:22	1:59	21:21
16. 6. 3:38	19:44	2:56	20:25	1:58	21:25
21. 6. 3:39	19:45	2:57	20:27	1:58	21:26
26. 6. 3:41	19:46	2:59	20:27	2:00	21:26
1. 7. 3:43	19:45	3:01	20:26	2:03	21:24
6. 7. 3:47	19:43	3:06	20:23	2:09	21:20
11. 7. 3:51	19:40	3:11	20:20	2:15	21:15
16. 7. 3:56	19:36	3:16	20:15	2:23	21:08
21. 7. 4:01	19:31	3:23	20:09	2:31	21:01
26. 7. 4:07	19:25	3:30	20:02	2:40	20:52
31. 7. 4:14	19:18	3:37	19:55	2:49	20:42

### Mesiac

Východ	Západ
1. 6. 16:01	1:22
6. 6. 21:28	5:45
11. 6. 23:45	11:42
16. 6. 1:26	16:55
21. 6. 5:28	20:46
26. 6. 11:11	22:56
1. 7. 17:26	1:17
6. 7. 21:01	7:03
11. 7. 22:59	12:42
16. 7. 1:26	17:27
21. 7. 6:39	20:13
26. 7. 12:45	22:31
31. 7. 17:54	2:11

### Jupiter

Východ	Západ
1. 6. 3:08	18:14
6. 6. 2:51	18:01
11. 6. 2:35	17:48
16. 6. 2:18	17:34
21. 6. 2:02	17:20
26. 6. 1:46	17:06
1. 7. 1:30	16:52
6. 7. 1:14	16:38
11. 7. 0:57	16:23
16. 7. 0:40	16:09
21. 7. 0:24	15:54
26. 7. 0:07	15:39
31. 7. 23:48	15:24

### Merkúr

Východ	Západ
1. 6. 3:57	20:11
6. 6. 4:16	20:44
11. 6. 4:39	21:07
16. 6. 5:03	21:19
21. 6. 5:26	21:22
26. 6. 5:44	21:17
1. 7. 5:58	21:07
6. 7. 6:04	20:50
11. 7. 6:02	20:29
16. 7. 5:50	20:03
21. 7. 5:27	19:34
26. 7. 4:53	19:02
31. 7. 4:15	18:34

### Saturn

Východ	Západ
1. 6. 14:54	2:04
6. 6. 14:34	1:44
11. 6. 14:13	1:24
16. 6. 13:53	1:04
21. 6. 13:34	0:44
26. 6. 13:14	0:24
1. 7. 12:54	0:04
6. 7. 12:35	23:41
11. 7. 12:16	23:22
16. 7. 11:57	23:02
21. 7. 11:39	22:42
26. 7. 11:21	22:23
31. 7. 11:02	22:04

### Venuša

Východ	Západ
1. 6. 4:04	20:11
6. 6. 3:41	19:30
11. 6. 3:18	18:49
16. 6. 2:56	18:12
21. 6. 2:36	17:40
26. 6. 2:17	17:14
1. 7. 2:01	16:53
6. 7. 1:47	16:38
11. 7. 1:35	16:27
16. 7. 1:24	16:20
21. 7. 1:15	16:15
26. 7. 1:07	16:13
31. 7. 1:01	16:12

### Urán

Východ	Západ
1. 6. 1:16	13:43
6. 6. 0:56	13:24
11. 6. 0:37	13:05
16. 6. 0:17	12:46
21. 6. 23:54	12:27
26. 6. 23:35	12:07
1. 7. 23:15	11:48
6. 7. 22:56	11:29
11. 7. 22:36	11:09
16. 7. 22:16	10:49
21. 7. 21:57	10:30
26. 7. 21:37	10:10
31. 7. 21:17	9:50

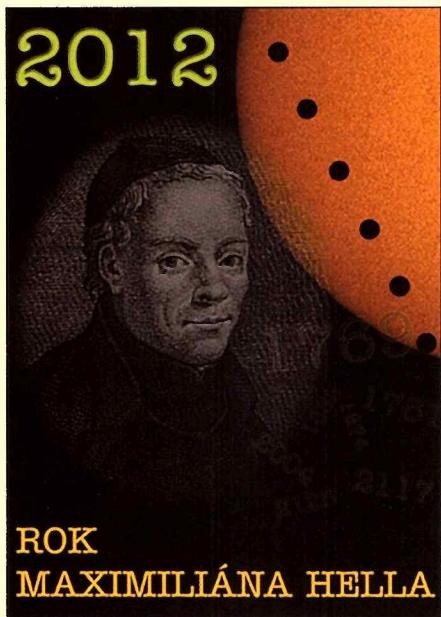
### Mars

Východ	Západ
1. 6. 11:30	0:41
6. 6. 11:22	0:25
11. 6. 11:15	0:09
16. 6. 11:08	23:50
21. 6. 11:01	23:34
26. 6. 10:55	23:18
1. 7. 10:50	23:03
6. 7. 10:45	22:47
11. 7. 10:40	22:32
16. 7. 10:36	22:17
21. 7. 10:32	22:03
26. 7. 10:28	21:48
31. 7. 10:24	21:34

### Neptún

Východ	Západ
1. 6. 0:08	10:33
6. 6. 23:45	10:14
11. 6. 23:25	9:54
16. 6. 23:05	9:35
21. 6. 22:45	9:15
26. 6. 22:26	8:55
1. 7. 22:06	8:34
6. 7. 21:47	8:14
11. 7. 21:27	7:55
16. 7. 21:07	7:34
21. 7. 20:47	7:14
26. 7. 20:27	6:54
31. 7. 20:07	6:33

# Maximilián Hell a prechod Venuše pred slnečným diskom



**V**júni tohto roku sa nám naskytne možnosť pozorovať z povrchu Zeme prechod Venuše pred slnečným diskom. Ide o mimoriadne vzácný predpovedateľný astronomický úkaz, ktorého opakovanie s veľkou pravdepodobnosťou drívá väčšinu z dnes žijúcich ľudí neuviedí, lebo jeho najbližšie opakovanie nastane až v roku 2117.

Pozorovania tohto úkazu v minulosti sú spojené, okrem množstva veľkých mien svetovej vedy, aj s významným astronómom 18. storočia, rodákom z regiónu Banskej Štiavnice – Maximiliánom Hellom. Pozoroval prechod Venuše v roku 1761 a následne v roku 1769 pripravil a viedol úspešnú expedíciu, ktorej cieľom bolo pozorovať prechod Venuše za severným polárnym kruhom. 14. apríla tohto roku sme si pripomenuli 220 rokov od úmrtia nášho učenca.



Maximilián Hell sa narodil 15. mája 1720 vo Windschachte, dnešných Štiavnických Baniach pri Banskej Štiavnici. Jeho otec Matej Kornel Hell tu v tom čase pôsobil ako hlavný banský inžinier. Významnou mierou sa podieľal na výstavbe systému Štiavnických tajchov, umelých jazier, ktorých voda poháňala pomocou dômyselných systémov čerpacie stroje a niektoré z banských zariadení. Budúce smerovanie jeho nadaného syna Maximiliána významne ovplyvnili projekty a výpočty, s ktorými od detstva prichádzal do kontaktu. Maximiliánovu pozornosť však pritáhvali hlavne prírodné vedy. Svoju cestu k nim si po štúdiu na gymnáziu v Banskej Bystrici zvolil vstupom do jezuitského rádu.

Dalšie kroky ho priviedli do Viedne, kde dostal vzdelenie v oblasti filozofie, matematiky a astronómie. V roku 1745 sa dokonca stáva asistentom v tom čase známeho fyzika a matematika, profesora Jozefa Franza na jezuitskom Viedenskom observatóriu. Po krátkom pôsobení v Levoči dokončil štúdium a v roku 1751 bol vysvätený za knaza. Popri práci duchovného tak naplno štartoval aj jeho vedecká dráha. A hned na jej začiatku zasiahol do diania na území Slovenska. Nadriadení ho poverili založením hvezdárne pri Trnavskej univerzite. Následne odišiel do Klúže v Sedmohradsku, kde sa okrem pedagogickej činnosti, venoval aj vede a aj tu buďoval astronomické observatórium.

Významným medzníkom v jeho živote je rok 1755, keď sa z poverenia Márie Terézie stal ako 35-ročný riaditeľom Viedenskej univerzitnej hvezdárne. Túto významnú funkciu vykonával až do svojej smrti. Počas pôsobenia v tejto funkcií sa zaoberal aj publikáčou činnosťou. K najvýznamnejším dielam patria *Ephemerides astronomicae ad meridianum Vindobonensem*. Bola to určitá forma astronomickej ročenky, vydávanej pod Hellovým vedením od roku 1757. V nej naplno uplatnil svoj zmysel pre exaktnosť a postupne tak získal uznanie vtedajšieho astronomického sveta.

Vedeckým vrcholom Maximiliána Hellia bolo pozorovanie prechodu Venuše pred slnečným diskom, spracovanie nameraných údajov a ich interpretácia. Význam tohto pozorovania podčiarkuje zriedkavosť tohto úkazu, ktorého períoda je 243 rokov. V tomto dlhom časovom úseku nastávajú minimálne dva, maximálne štyri prechody. V súčasnosti úkaz nastáva v dvojiciach prechodov oddelených od seba ôsmimi rokmi, medzi ktorými je prestávka dlhá striedavo 121,5 a 105,5 roka.

V druhej polovici 17. storočia vypracoval anglický vedec a astronóm Edmund Halley metódou, ktorá umožňovala pomocou presných meraní časov prechodov vnútorných planét pred diskom Slnka určiť paralaxu Slnka a výrazne spresniť parametre Slnečnej sústavy. Od prechodov Venuše v rokoch 1761 a 1769 vtedajší astronomický svet veľa očakával. Hell so svojimi spolupracovníkmi odporoval prechod Venuše v roku 1761 z Viedne bez záznamu a presnejších časových údajov. No jedným z hmatateľných dôkazov jeho významného postavenia v astronomickej obci bolo pozvanie od dánskeho kráľa Kristiána VII. na pozorovanie druhého prechodu – v roku 1769. Nakoľko v našich zemepisných šírkach nebolo možné vidieť celý priebeh úkazu, rozhodol sa Hell pozvanie prijať a cestovať tam, kde bude v júni Slnko nad obzorom po celých 24 hodín – na malý ostrov Vardö až za severný polárny kruh.

Hell si na náročnú cestu za pobočníka zvolil svojho žiaka Jána Sajnovicsa. Dvanásťčlenná výprava vyrazila viac ako 13 mesiacov pred samotným prechodom na konských povozoch z Viedne smerom do Prahy. Sem dorazili 2. mája 1768 a boli prijatí v astronomickom observatóriu pražského Klementína, ktorého riaditeľom bol Joseph Stepling. Strávili tu

niekoľko dní a už tu boli nútene riešiť, aj za výdatnej pomoci pražských kolegov, prvé opravy prevážaných astronomických prístrojov. Ich ďalšia cesta pokračovala cez Drážďany, Lipsko, Hamburg až do Kodane, kde boli prijatí na kráľovskom dvore. Odtiaľ sa presunuli do prístavu Trondheim, naložili sa a na Vardö priplávali 11. októbra 1768.

Najdôležitejšou úlohou po príchode bolo čo najskôr vybudovať pozorovateľňu. Následne sa Hellovi podarilo určiť aj svoju polohu na zemskej povrchu. Pomocou dobových prístrojov a ručnými výpočtami ju určil, v porovnaní s dnešnými meraniami pomocou prístrojov GPS, s presnosťou na neuveriteľných 853 metrov.

3. júna 1769 účastníci výpravy odpozorovali prechod Venuše. Jeho priebeh podrobne popísal aj Ján Sajnovics vo svojom denníku. Podarilo sa im zaznamenať všetky dôležité časové okamihy a stali sa tak jednou zo štyroch najúspešnejších z množstva expedičí, ktoré sledovali tento úkaz po celom svete. Hell použitím Halleyho metódy vypočítal paralaxu Slnka na 8,82 oblúkovej sekundy. Dnešná hodnota je pri tom 8,79415 oblúkovej sekundy. Vzdialenosť Zem – Slnko určil na 149 – 150 miliónov kilometrov.

Výprava samotná nemala však len čisto astronomický charakter. Jej účastníci podrobne študovali mestskú faunu, flórę, život a reč miestnych obyvateľov. Veľkú pozornosť venovali aj výskumu polárnej žiary.

Po návrate do Viedne pokračoval Hell vo svojej vedeckej a publikačnej činnosti. V roku 1771 vybudoval ďalšie observatórium v maďarskom Jágru. Ešte za svojho života bol poctený niekolkými významnými oceniami.

Jednou zo zaujímavostí Hellovho života je aj skutočnosť, že sa snažil zaviesť nové pomenovanie časti hvezdnej oblohy. Na počesť anglického panovníka Juraja III. nahradil časť súhvezzia Eridanus Jurajovou harcou. Toto novozavedené súhvezdie bolo dokonca publikované v atlase Johanna Bodeho *Uranographia* v roku 1801 pod názvom Harpa Georgii. V astronomickom svete sa však neujalo, časom upadlo do забudnutia a medzi dnešné oficiálne názvy súhvezdiá sa nedostalo.

Maximilián Hell zomrel 14. apríla 1792 na komplikácie spojené so zápalom plúc. Pochovaný je na cintoríne v Maria Enzersdorfe pri Viedni, kde mu bola v roku 2010 odhalená busta s pamätnou doskou.

Počas celého života sa popri svojich povinnostach duchovného zodpovedne venoval vedeckej práci. Publikoval 26 vedeckých alebo menších vedeckých prác. Napísal niekoľko učebníčkov matematiky, zaujímal sa o jazykovedu, históriu a literatúru. Bol členom mnohých učených spoločností v Európe. Je po ňom pomenovaný kráter na Mesiaci s priemerom 33,3 km a od 31. júla 2000 tiež asteroid 3727 Maxhell.

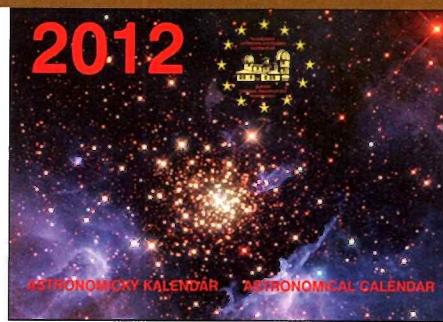
V súčasnosti sa o šírenie povedomia o ňom snaží občianske združenie Maximilián Hell a jeho meno nesie vo svojom názve aj Krajská hvezdáreň a planetárium v Žiari nad Hronom. Pracovníci tejto hvezdárne sa rozhodli aktivity spojené s pozorovaním Venuše pred slnečným diskom zastrešiť projektom s názvom **2012 – Rok Maximiliána Hellia**. V spolupráci s Astronomickým ústavom SAV v Tatranskej Lomnici a Slovenským zväzom astronómov-amatérov chcú významnou mierou prispieť k tomu, aby tento úkaz mohlo vidieť čím viac ľudí na Slovensku a aby sa do jeho pozorovania zapojili predovšetkým žiaci a študenti všetkých typov škôl. Pozorovanie tohtoročného prechodu Venuše pred slnečným diskom je pre nás totiž jedinečnou možnosťou spojiť v očiach verejnosti šírenie odkazu života a diela nášho významného rodáka a popularizáciu tejto krásnej vedy, akou astronómia nesporne je.

Tomáš Dobrovodský

## Mimoriadne ocenenie za Astronomický kalendár 2012

Mimoriadne ocenenie za pôsobivé sprístupnenie vedeckej témy do umeleckého výrazu udelili Klub fotopublicistov Slovenského syndikátu novinárov a Štátnej vedeckej knižnice Banská Bystrica, Slovenskej ústrednej hvezdárii v Hurbanove za Astronomický kalendár 2012 (autor Ladislav Druga, výtvarný redaktor Milan Lackovič).

Slávostné vyhodnotenie, vyhlásenie výsledkov a odovzdanie diplomov za ocenéne diela v súťažiach *Najkrajšie kalendáre Slovenska 2012 a Najkrajšie knihy a propagačné materiály o Slovensku (2009 – 2011)* sa uskutočnilo 11. 4. 2012 v Štátnej vedeckej knižnici, v Banskej Bystrici.



Víťazné kolekcie kalendárov, kníh a propagačných materiálov boli vystavené v Banskej Bystrici do 30. 4. 2012 a počas roka aj vo vybraných slovenských mestách (Bardejov, Košice, Levice, Lučenec, Muráň, Nitra, Piešťany, Rožňava, Stará Lubovňa, Veľký Krtíš a Zvolen).

Univerzálnosť astronomických údajov a najmä systematicky narastajúce dátá výročí našich i svetových astronómov, vzbudzujú čoraz väčší záujem verejnosti o kalendár aj v okolitých krajinách. Astronomický kalendár, vydávaný postupne aj v spolupráci s medzinárodnými historickými astronomickými spoločnosťami, sa v budúcnosti môže stať zrkadlom univerzálnych astronomických javov, historických udalostí a výročí celej Európskej únie.

(Id)



## Zivotné jubileum Márie Gallovej



Dňa 23. 3. 2012 oslavila svoje významné životné jubileum pani Mgr. Mária Gallová (1952). V rokoch 1970 – 1972 pracovala v Slovenskej ústrednej hvezdárii v Hurbanove a od roku 1972 – 2012 v Krajskej hvezdárii v Banskej Bystrici. Po Pomaturitnom štúdiu astronómie v Hurbanove (1971) absolvovala Filozofickú fakultu Univerzity Komenského (1992).

Mgr. Mária Gallová je významná slovenská popularizátorka astronómie, s bohatou organizačnou a publikáčnou činnosťou

v oblasti dejív astronómie a osobnosti nie len v meste Banská Bystrica a v Stredoslovenskom kraji, ale aj v celoslovenskom meradle a v zahraničí.

Patri medzi prvých odborných pracovníkov, ktorí začali v meste Banská Bystrica a na Slovensku organizovať špecializovanú kultúrnovýchovnú činnosť v astronomických zariadeniach a planetáriach.

Spolupracovala pri zdrobe a organizácii viacerých celoslovenských i krajských a mestských projektov a podujatí (medzinárodné razy mladých astronómov amatérov, celoštátné semináre o historických osobnostiach na Slovensku a v samotnom meste Banská Bystrica, astronomické výtvarné a kvízové súťaže, astronomické fil-

move festivaly a mnoho iných). Konkrétnie v Stredoslovenskom kraji a meste Banská Bystrica zhromaždila v priebehu 4 desaťročí bohatý historickej materiál o živote a diele významných osobností, ktorý reprezentovala v množstve prednášok, článkov a štúdií.

Pani Mgr. Mária Gallová je členkou SAS SAV (1970), Spoločnosti M. R. Štefánika (1990) a Spoločnosti M. T. Konkolyho.

Za svoju prácu získala viaceré ocenenia – plaketu SAS pri SAV, čestné uznanie za popularizačnú prácu v Akadémii vzdelávania (Odbor kultúry ONV a S KNV, ZMOS v Banskej Bystrici).

Ladislav Druga

Petr Harmanec, Miroslav Brož

## Stavba a vývoj hviezdi

Matfyzpress,  
vydavateľstvo Matematicko-fyzikálnej fakulty  
Univerzity Karlovej v Praze

Študentom študijného programu „astrofyzika“ na našich univerzitách sa dostáva do ruky nová vysokoškolská učebnica od skúsených vysokoškolských učiteľov a popredných astrofyzikov.

Zdalo by sa, že v tejto klasickej téme niesť čo nového napišať, ale opak je pravda. Nielen preto, že kniha prináša najčerstvnejšie poznatky o hviezdach od jadra až po obály, stavbe a vývoji, interakcií v dvoj- a viacnásobných systémoch – nič iné by sme od týchto autorov ani nemohli očakávať – ale pre spôsob, akým poznatky podáva. Vznikla na základe živých prednášok, ktoré, podľa toho, ako sa kniha číta, sa museli aj dobre počúvať. Už sám prvý odsek úvodu *Energetické úvahy čitateľa* navádzza, aby ju hned neodložil na poličku a zistil, o čo vlastne ide. Začíta sa a po chvíli si uvedomí, že to čita ako román. Kniha je sice plná vzorcov, rovníc a príslušných matematických operácií, ale pre pochopenie podstaty problematiky nie je bezpodmienečne nutné sa nimi „prekopat“. Aj keď môže byť zaujímavé odvodiť si takú „samozrejmost“, ako je Planckova funkcia. A tak nielen študent odboru, ale aj priateľ astronómie si môže zvolať takú hlbšiu štúdia, pri ktoréž získa vedomosti podľa svojej chuti. Popri klasických kapitolách stavby a vývoja hviezdi na nájdeme aj také, v ktorých sa dozvádame o súlade teórie s pozorovaniami a nachádzame tak odpoved načo sú dobré tie teoretické výskumu: *Srovnání predpovedí teorie hviezdného vývoje s pozorováním, Hviezdný vývoj a ztráta hmoty hviezdi, Pulsace hviezdi, Explosívni stadia ve vývoji hviezdi, Typy pozorovaných hviezdi a stadia jejich vývoje* – aby som spomenul aspoň niektoré. A klasika na koniec – *Jednotky a veličiny používané v astronomii, fyzikálne i astronomické, odporúčané a priaté Medzinárodnou astronomickou úniou*.

S plnou vážnosťou môžem túto knihu odporučiť do pozornosti študentom astronómie a príbuzných odborov, a to nielen vysokoškolským, popularizátorom, pracovníkom hvezdárii, ako aj „neprofesionálom“, priateľom astronómie.

Ako knihu získate? Kliknite si na <http://www.mff.cuni.cz/fakulta/mfp/>, kde sa dozviete všetko potrebné. Dokonca si tam môžete čítať elektronickú verziu.

Juraj Zverko



Čo sú na pamäť porotcov a účastníkov hodnotení Astrofota, nezíska sa ešte v žiadnom rôčniku taká vyrovnaná konkurencia ako pri hodnotení fotografií z roku 2011. Preto sme sa rozhodli na tento veľký priestor uveľtejnejť aspoň jednu z neocenených fotografií, hoci rovako kvalitných by sme mohli pokoju vybrať aj dvaadsať. Autorom tejto fotografie s názvom Rozeťa je Marian Urbaník. Dátum a čas expozicie: 8. 3. 2011, 33x300 s, Sigma 2,8/150, Canon 450, Vixen Photoguider.