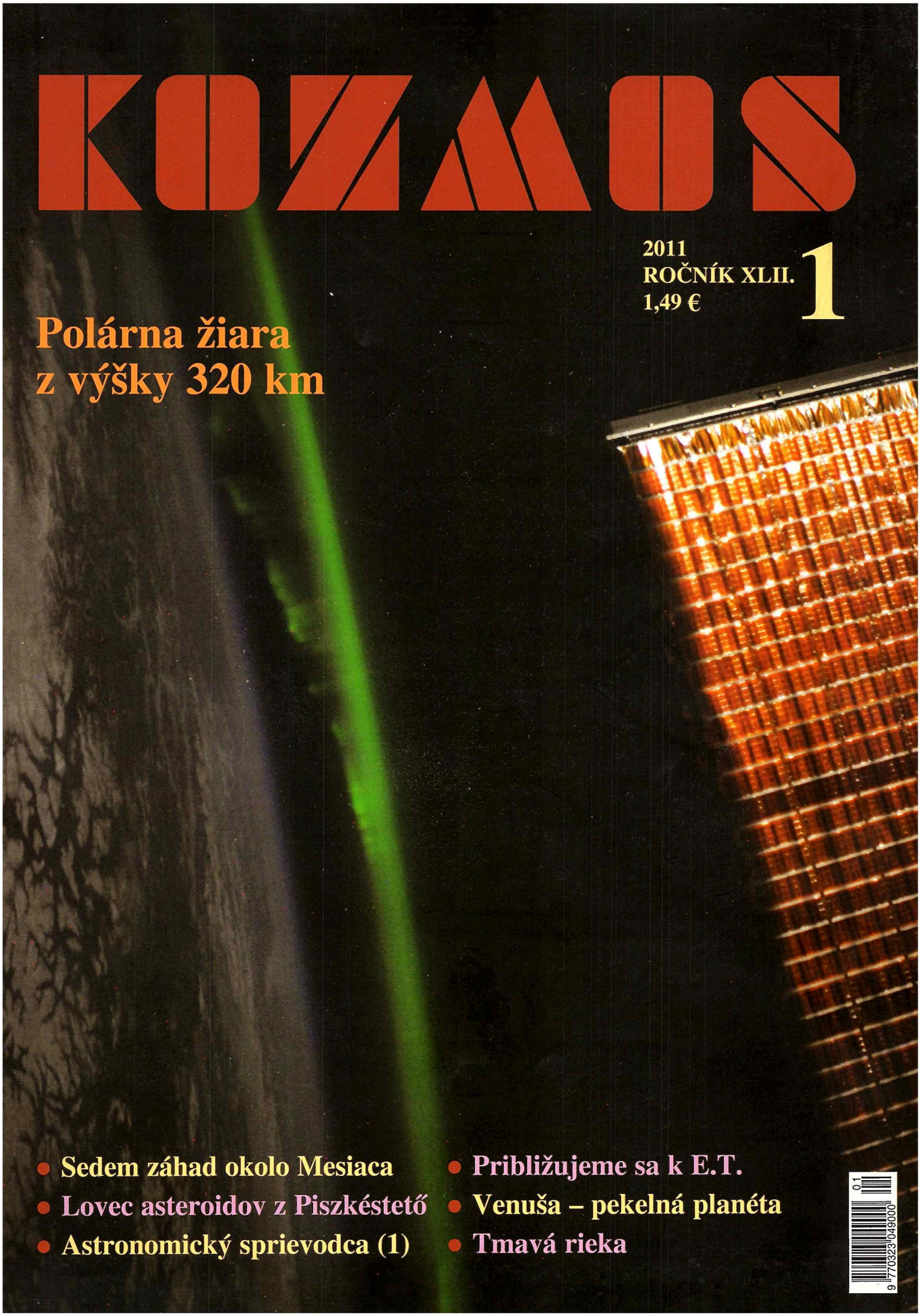
KOZMOS

2011
ROČNÍK XLII.
1,49 €
1

Polárna žiara z výšky 320 km



- Sedem záhad okolo Mesiaca
- Lovec asteroidov z Piszkéstető
- Astronomický sprievodca (1)
- Približujeme sa k E.T.
- Venuša – pekelná planéta
- Tmavá rieka

Účastníci semináru v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove.

Štefánik v Hurbanove

Milan Rastislav Štefánik v mestečku Stará Ďala určite nebol. S Mikulášom Konkoly-Thege, zakladateľom tamojšej hvezdárne, sa však podľa všetkého stretli: v Paríži v roku 1904 na observatóriu Meudon, kde bol v tom čase riaditeľom pezinský rodák, Maurice Loewy. Konkoly patril v tom čase k uznávaným európskym astronómom. V Starej Ďali neraz privítal astronómov z najvýznamnejších hvezdární a sám býval ich hosťom. V Paríži sa stýkal najmä s Camillom Flammarionom a Julesom Janssenom, významnými francúzskymi astronómami. S obidvomi Štefánik na meudonskej hvezdárni spolupracoval. Od roku 1904, ako Janssenov asistent.

V decembri 2010 usporiadala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove seminár. Jadrom semináru boli tri prednášky. Predniesli ich ľudia, ktorí Štefánikovi venovali kus svojho života:

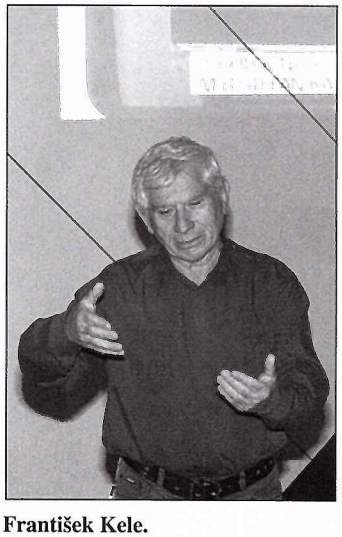
Vojtech Rušin z AÚ SAV zdôraznil vedecký prínos Štefánika, zameraný na fyziku Slnka. Na hvezdárni v Meudone, na Mont Blancu, na početných lokalitách, kam vycestoval za zatmeniami. *František Kele*, najznámejší slovenský cestovateľ, priblížil Štefánikove cesty po svete. Ako vedca-slniečkára, ako poverenca francúzskej vlády, diplomata a vojaka. Obaja väčšinu týchto miest osobne navštívili. F. Kele aj so zámerom pripomenúť Tahiťanom, domorodcom ostrova Vavau, či obyvateľom Quita, hlavného mesta Ecuadoru, význam slovenského vedca. Okrem iného aj identifikáciou miest, kde pozoroval, postavením pamätníkov, či odhalením pamätných tabúľ.

Mimoriadne objavný bol najmä film *Pavla Kanisa* o Štefánikovi. P. Kanis, autor námetu, scenára i režisér filmu, zhromaždil v priebehu desiatich rokov unikátny materiál: dokumenty, listy, osobné svedectvá, fotografie i filmy, ktoré zostrihal do štvordielneho dokumentárneho filmu. Každý diel priblížil inú etapu Štefánikovho života, so zvláštnym dôrazom na jeho činnosť (vedeckú, diplomatickú, politickú), ktorá v jednotlivých obdobiach dominovala. Účastníci videli iba štvrtý diel, v ktorom autor analyzoval možné príčiny i dôsledky Štefánikovej smrti.

Seminár doplnil i referát o podujatiach venovaných pamiatke M. R. Štefánika, ktoré slovenské hvezdárne počas ostatných dvoch rokov zorganizovali.

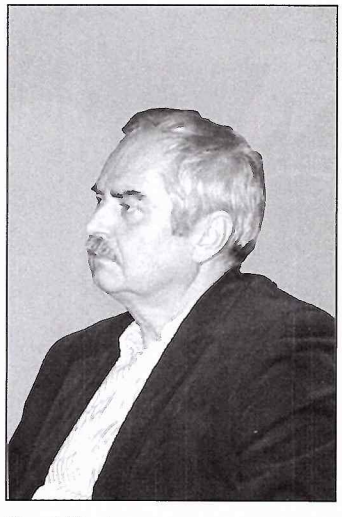
EG

Riaditeľ SÚH, Teodor Pintér.

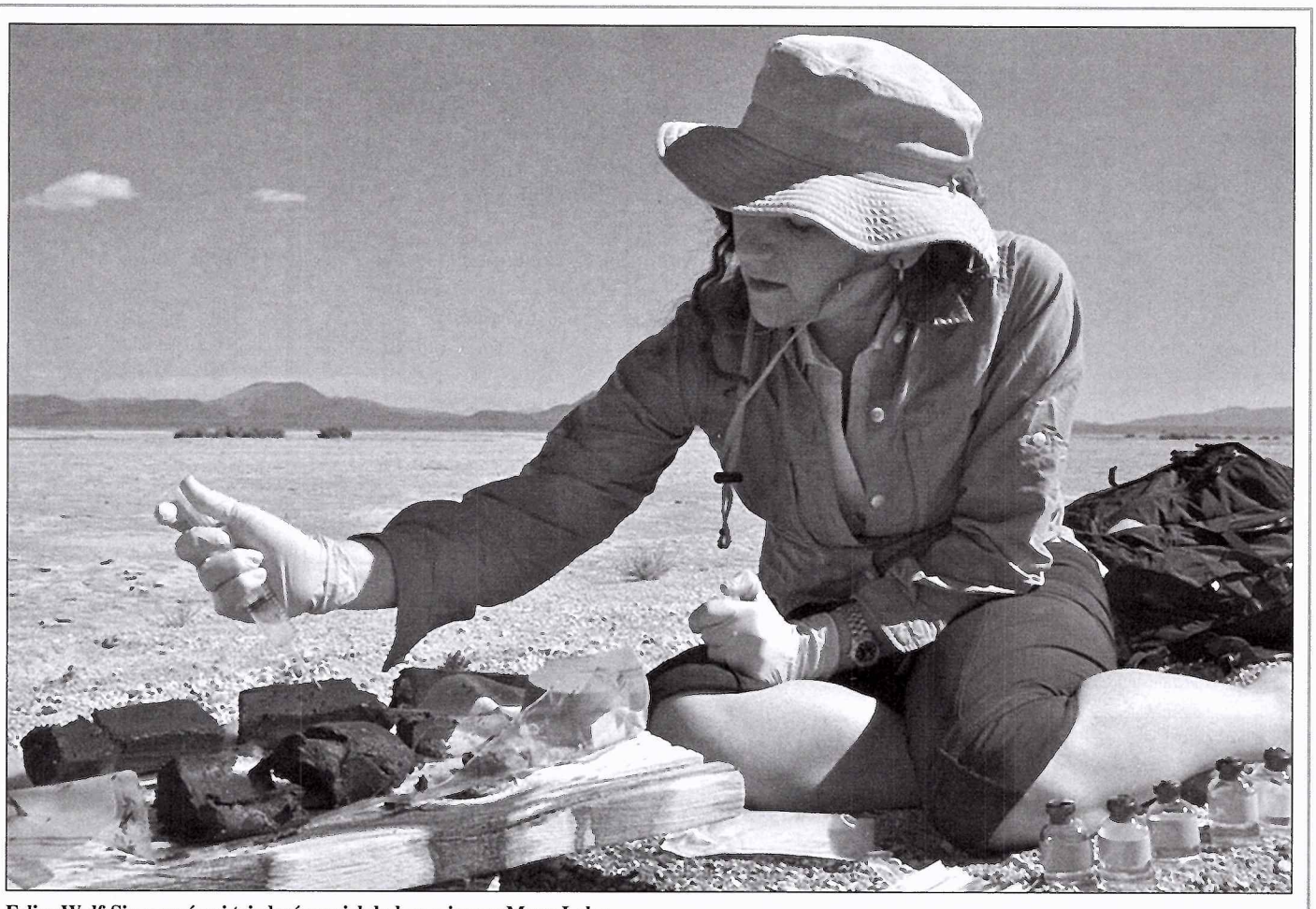


František Kele.

Vojtech Rušin.



Pavol Kanis.



Felice Wolf-Simonová pri triedení vzoriek bahna z jazera Mono Lake.

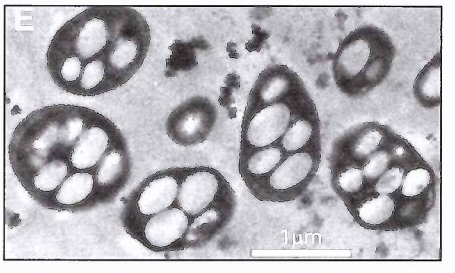
Senzácia, alebo vedecký bluf?

Informácia o objave bizarnej baktérie sa stala mediálnou bombou. Ozvali sa však aj skeptici. Rosie Redfieldová z University of British Columbia po detailnom rozbore práce Felice Wolf-Simonovej vyhlásila, že ide o „pochybnú vedu". Kritici Felice vyčítajú najmä to, že práca vonkoncom nevysvetľuje mechanizmus náhrady fosforu arzénom. Zverejnenie objavu preto považujú za predčasné.

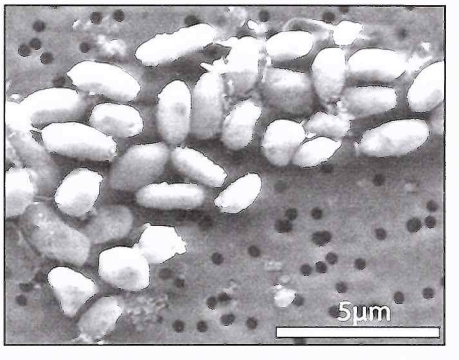
Oponenti upozorňujú, že v štúdii chýba hmotnostná analýza izolovanej DNA, ale i ďalších zlúčenín, v ktorých bol fosfor nahradený arzénom. Nakoľko má arzén oproti fosforu viac než dvojnásobnú atómovú hmotnosť, rozdiel by sa výrazne prejavil. Redfieldová sa nazdáva, že ak sa arzén v DNA baktérií naozaj objavil, autori sa najmenej o jeden rád pomýlili. Arzénom bol v reťazci molekuly DNA nahradený iba jeden z 5 000 atómov fosforu, čo je zanedbateľné množstvo.

Autori štúdie sa bránia: „Baktérie GFAJ-1 na arzénovej diéte a zvyšku fosforu na rozdiel od ostatných baktérií, ktoré našli v bahne jazera, prežili." Kritici oponujú: „Kolegovia mali uskutočniť kontrolné pokusy s inými, dobre prebádanými kmeňmi baktérií, napríklad E.coli, ktorá dominuje v našich črevách. Ak by v arzénovom roztoku neprežila, potom by GFAJ-1 mala mimoriadne vlastnosti."

Redfieldová vypočítala, že baktérie mohli vystačiť aj so zvyškom fosforu v živnom roztoku. Navyše počas pokusu časť baktérií GFAJ-1 zahynula od hladu, takže ostatné baktérie mohli využívať fosfor z mŕtvych buniek. Kanibalizmus však Felice neoverila.



Fotografie baktérií GFAJ-1 pod mikroskopom.



Ďalšou slabinou objavu je, že kmeň GFAJ-1 patrí do známej čeľade baktérií Halomonadaceae, kde má celý rad blízkych príbuzných. Nejde teda o novú formu života. Ak baktéria naozaj vegetovala na arzéne, jej metabolické reakcie a enzýmy by sa tomu museli prispôsobiť. V takom prípade by sa museli od ostatných baktérií výrazne odlišovať. To sa však nepotvrdilo. Iní kritici pripomínajú, že náhrada fosforu arzénom môže prebiehať aj bez prispôsobenia. Potom by sa však dokázali prispôsobiť aj iné baktérie. Ibaže, nedokázali to, pretože zlúčeniny arzénu sú veľmi nestabilné.

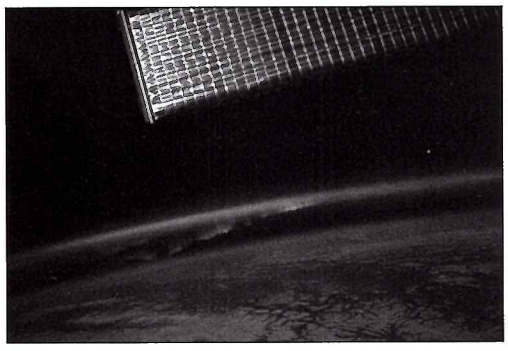
Skeptici upozorňujú, že aj mikroorganizmy sa menia iba pod tlakom meniacich sa podmienok. Ak by sa množstvo fosforu znížilo na minimum, možno by boli prinútené hľadať iný zdroj potravy. V Mono Lake je však fosforu oveľa viac ako arzénu, takže baktérie nemali dôvod zmeniť svoje stravovacie návyky.

Podľa Jiřího Grygara má NASA dlhodobý sklon predstaviť americkej verejnosti každý nový objav ako senzáciu. Je to osvedčená stratégia, pomocou ktorej získavajú náklonnosť nielen daňových poplatníkov, ale aj politikov, ktorí pre NASA uvoľňujú peniaze zo štátneho rozpočtu. Rozpočet NASA predstavuje 75 % štátneho rozpočtu Slovenska.

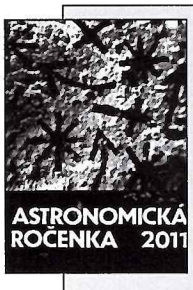
Výskum Felice Wolf-Simonovej financovala NASA v rámci Programu Exo/Evo (Exobiology and Evolutionary Biology), ktorého cieľom je študovať evolúciu génov, metabolické premeny a zvláštne druhy baktérií so zvláštnym zreteľom na pochopenie podmienok pre vznik života v iných ako pozemských podmienkach.

Science Express

Obálka



14. novembra nafotografoval kozmonaut D. Wheelock z družice ISS polárnu žiaru z výšky 320 km. Na jeho obrázku je žiariaci zelený oblúk polárnej žiary koncentrický s obzorom Zeme. Na obálke je obrázok otočený o 90 stupňov. Dôstojník americkej armády Doug Wheelock bol letovým inžinierom na Sojuze TNA-19 a veliteľom 25. expedície na Medzinárodnej vesmírnej stanici. V roku 2007 navštívil stanicu v rámci STS-120 misie ako špecialista a absolvoval tri výstupy do vesmíru. *Pozri aj rubriku Slnečná aktivita na 35. strane.*



Astronomická ročenka 2011

Zostavil: RNDr. Eduard Pittich

Publikácia je najnovším titulom Slovenskej ústrednej hvezdárne v Hurbanove. Obsahuje základné časové a polohové údaje nebeských objektov na oblohe od januára do decembra 2011. Sú v nej aktuálne informácie o pohyboch Slnka, Mesiaca a planét na oblohe, meteorických rojoch, kométach, planétkach, Galileiho mesiačikoch, zatmeniach Slnka a Mesiaca, premenných hviezdach, zákrytoch hviezd Mesiacom a pod. Obsahuje aj mnohé poučné články: Premenné hviezdy, Astronomické a fyzikálne údaje, Krivka rastu, Časové signály. Je užitočnou pomôckou pre všetkých záujemcov o pozorovanie hviezdnej oblohy (cena: 2,66 €).

Astronomický kalendár 2011

Autor: Mgr. Ladislav Druga

V týchto dňoch vydala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove Astronomický kalendár na rok 2011. Na jeho stránkach sú uvedené bohaté informácie o postavení planét, Mesiaca a Slnka na jednotlivé dni roka, pomocou ktorých sa i najširšia verejnosť dokáže orientovať na hviezdnej oblohe. Súčasťou týchto informácií sú údaje o východe a západe Slnka, fázach Mesiaca, jeho najmenšej a najväčšej vzdialenosti od Zeme, maximálnych jasnostiach planét, zatmeniach Slnka a Mesiaca, vstupoch Slnka do znamení zvieratníka, maximách meteorických rojov, extrémnych teplotách v jednotlivých mesiacoch roka za posledných 138 rokov, ako aj údaje o zavedení letného času. Pripomína výročia našich a svetových astronómov a výročia svetovej kozmonautiky. Publikácia je ilustrovaná pozoruhodnými farebnými fotografiami, ktoré boli vyhotovené v priebehu jej bohatej 140-ročnej histórie (cena: 2,99 €).

Publikácie si môžete objednať u vydavateľa na adrese: Slovenská ústredná hvezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo (tel. 035/7602484-6, fax: 035/7602487, e-mail: suhlib@suh.sk) alebo priamo zakúpiť vo všetkých hvezdárňach a planetáriách na Slovensku.

Témy čísla

9 **Sedem záhad okolo Mesiaca (1. časť)**
12 **Mimozemšťanov (vraj) objavíme... Najneskoršie do konca tohto storočia**
16 **Revize vize** / *Tomáš Přibyl*
18 **Venuša – pekelná planéta**
21 **Tmavá rieka**
24 **Astronomický sprievodca (1) – Ako zmapovali oblohu** / *Milan Rybanský*
26 **Přichází zlatý věk neutrinové astronomie** (dokončení) / *Vladimír Wagner*
30 **Meteority z pohľadu vedcov i zberateľov (2)** / *Očenáš*
33 **Lovec asteroidov z Piszkéstető** / *Štefan Kürti*

Aktuality

3 **Molekuly kyslíka na Saturnovom mesiaci Rhea**
4 **Vodojemy pod povrchom Marsu; Eris je menšia ako Pluto; Chémia ľadu na Jupiterovom mesiaci Európa**
5 **Exoplanéta z inej galaxie; Otázniky okolo SuperZeme s atmosférou; Horúca škvrna na exoplanéte**
6 **Prvé gigantické štruktúry vo vesmíre; Najmasívnejšia neutrónová hviezda**
7 **Objavili najmladšiu čiernu dieru...; Chandra objavila ostrov chýbajúcej hmoty**
8 **Svetelné mosty nad slnečnou škvrnou; Číňania vypustili lunárnu sondu Chang'e; Objavili stratený Lunochod**

Rubriky

ALBUM POZOROVATEĽA
20 **Čiastočné zatmenie Slnka 4. 1. 2011** / *S. Kaniansky, M. Harman, P. Zbončák, J. Tóth, I. Dorotovič, L. Pastorek*
PODUJATIA
3. ob. **Štefánik v Hurbanove** / *Eugen Gindl*
32 **PEEP projekt** / *Ladislav Hric*
35 **Obloha na dlani** / *Vladimír Mešter*
40 **Stretnutie pozorovateľov komét** / *Attila Mizsér*
SLNEČNÁ AKTIVITA
35 **Slnečná aktivita (október – november)** / *Milan Rybanský* + 1. str. obálky
POZORUJTE S NAMI
36 **Obloha v kalendári** / *Pavol Rapavý*
38 **Kalendár úkazov a výročí** (február – marec 2011) / *Pavol Rapavý*

Rôzne

3 **Príhovor generálneho riaditeľa SÚH Hurbanovo** *Ing. Teodora Pintéra*
35 **Pre milovníkov a podporovateľov astronómie**
35 **Zborník referátov z 20. celoštátneho slnečného seminára (CSS)** / *Ivan Dorotovič*
38 **Percentá pre oblohu** / *Dana Rapavá*
38 **Vyhodnotenie súťaže Svieťme si na cestu, nie na hviezdy 2010 a vypísanie tohtoročnej súťaže**
39 **Park tmavej oblohy Poloniny** / *Pavol Rapavý*
39 **Péter Vizi: Hviezdny atlas k malým ďalekohľadom** (recenzia knihy) / *Pavol Rapavý*
39 **Pomaturitné štúdium astronómie**

KOZMOS

Populárno-vedecký astronomický časopis

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

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

Redakčný kruh: doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD, doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribullová, PhD, RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, CSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

Tlač: Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava.

Vychádza: 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame.

Cena jedného čísla 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného.

Objednávky na predplatné prijíma každá pošta a doručovateľ Slovenskej pošty. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk.

Predplatitelia: V Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava, tel. 44 4 537 11. Podávanie novinových zásielok povolené Riaditeľstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00402/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/ /98. Indexné číslo: 498 24. EV 3166/09

Zadané do tlače 19. 1. 2011

ISSN 0323 – 049X

Príhovor generálneho riaditeľa SÚH v Hurbanove Ing. Teodora Pintéra

Vážení čitatelia,

Kozmos, v nezmenenom rozsahu, periodicite a za rovnakú cenu budete môcť čítať aj v tomto roku. Napriek tomu, že aj Slovenská ústredná hvezdáreň musí šetriť. Som však presvedčený, že i v tomto roku kvalitu informácií v našom časopise vylepšíme. V neposlednom rade aj preto, že astronómia, čo do množstva a významu objavov, prežíva zlatý vek a na dobrodružstve poznávania vesmíru sa vďaka prístupnejším a kvalitnejším zdrojom zúčastňuje čoraz viac ľudí.

Vlani sme si pripomenuli významné výročie M. R. Štefánika. V tomto roku si pripomenieme 140. výročie vzniku hurbanovskej hvezdárne, najstaršieho kontinuálne pracujúceho vedeckého pracoviska na Slovensku, ktoré založil a dlhé roky viedol hurbanovský rodák Mikuláš Konkoly-Thege.

Kozmos, aj vďaka našim prispievateľom, profesionálnym a amatérskym astronómom zo Slovenska a Česka, i členom redakčného kruhu, patrí medzi vyprofilované európske periodiká, ktoré sa venujú popularizácii astronomických poznatkov. Sme hrdí na to, že sa nám ho aj v čoraz ostrejšej konkurencii, najmä internetu, darí udržať a skvalitňovať.

Vzhľadom na to, že každý časopis stojí a padá so záujmom čitateľov, verím, že si vašu priazeň aj v tomto roku udržíme. Ako aktívnych čitateľov, tak aj propagátorov Kozmosu, ktorí podporia naše snaženie. Napríklad tým, že časopis predplatia pre svojich príbuzných a známych ako vhodný darček.

Urobíme všetko pre to, aby sa Kozmos, aj s pomocou Ministerstva školstva, opäť vrátil na všetky základné a stredné školy. Ako zdroj aktuálnych informácií i ako prostriedok zvyšovania záujmu mladých ľudí o prírodné vedy. Zakladáme si na tom, že naši mladí astronómovia, aj vďaka záujmu, ktorý podnietil Kozmos, získavajú na astronomických olympiádach významné ocenenia. Digitálna technika umožňuje dnes aj amatérom podieľať sa na astronomickom výskume a zapájať sa v čoraz väčšej miere aj do medzinárodných programov.

Vážení čitatelia, na prahu roku 2011 vám želám veľa silných astronomických zážitkov a veľa tmavých, hviezdnatých nocí nad Slovenskom.

Teodor Pintér

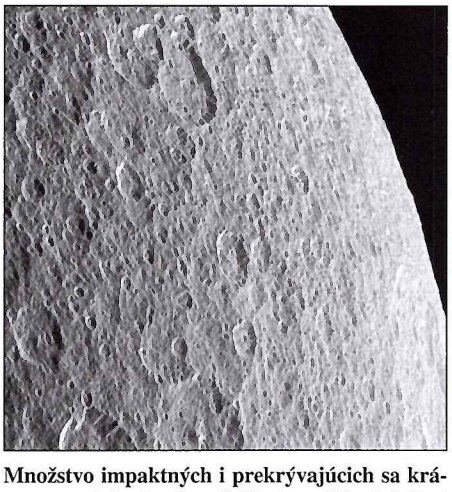
Molekuly kyslíka na Saturnovom mesiaci Rhea

Rhea, druhý najväčší mesiac Saturna (priemer 1 528 km), má atmosféru. To však nie je všetko: detektory sondy Cassini objavili v riedkej atmosfére Rhei molekuly kyslíka a oxidu uhličitého. V prípade kyslíka ide o prvú priamu detekciu kyslíka, objaveného sondou na inom telese Slnečnej sústavy než na Zemi.

Vedci zistili, že objem kyslíka v atmosfére Rhey narastá vtedy, keď sa mesiac ocitne v rotujúcom magnetickom poli Saturna. Energetické častice polapené magnetickým poľom planéty bombardujú potom ľadom pokrytý povrch mesiaca. Spršky častíc spúšťajú chemické reakcie, ktoré uvoľňujú kyslík.

Kyslík viazaný v povrchu Rhei má 5 biliónkrát menšiu hustotu ako v horninách na Zemi. Počas bombardovania energetickými časticami sa však z neho uvoľňuje 100-krát viac kyslíka ako z nášho Mesiaca alebo z Merkúra. Paralelný výskyt kyslíka a oxidu uhličitého môže spúšťať zložité chemické procesy na mnohých ľadových telesách. Vedci sa nazdávajú, že tieto chemické reakcie spúšťajú aj zložitejšie procesy, ktorých koncovkou môže byť vznik života. Nie však na povrchu Rhei: na povrchu takého chladného telesa sa voda v tekutom skupenstve, ako základný predpoklad života, nemôže udržať.

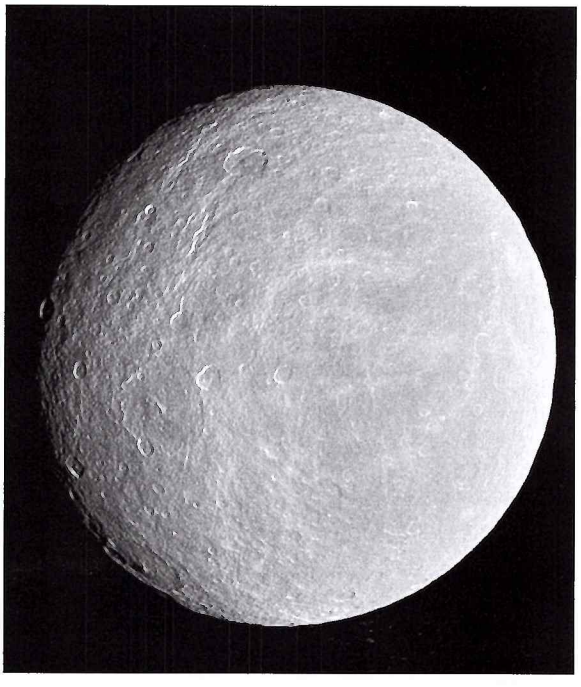
Priaznivejšie podmienky pre vznik a vývoj života na mesiaci Rhea môžu byť v globálnom oceáne vody, hlboko pod ľadovou škrupinou. Viaceré telesá takýto oceán majú. Ak ho má aj Rhea, čo je pravdepodobné, potom kyslík a oxid uhličitý, ak existuje spojenie medzi kôrou a oceánom, môžu spustiť formovanie komplexnejších organických molekúl aj na tomto mesiaci. Početné trhliny v ľadovej kôre mohli takéto prepojenie zabezpečovať.



Množstvo impaktných i prekrývajúcich sa kráterov na južnej pologuli Rhei svedčí o búrlivej minulosti mesiaca.

Objav kyslíkovej, hoci riedkej atmosféry na Rhei je významným objavom. Titan má hustú atmosféru, bohatú na dusík a metán, ale kyslík a oxid uhličitý sa tam nachádzajú iba v nepatrnom množstve.

Podaktorí planetológovia objav O_2 a CO_2 na Rhei očakávali. Hubblov vesmírny ďalekohľad i sonda Galileo detegovali totiž podobné molekuly aj na ľadových mesiacoch Jupitera. Navyše sonda Cassini zaznamenala kyslík unikajúci z ľadových prstencov Saturna po bombardovaní UV-žiarením. Priama detekcia kyslíka prístrojmi sondy však bola možná iba preto, že Cassini monitorovala povrch Rhei počas posledného obletu z výšky 101 kilometrov.



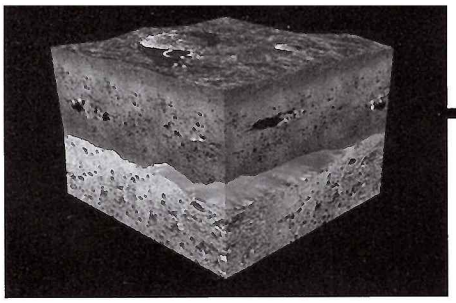
Posledný portrét Rhei: Ľadový povrch je očividne popraskaný. Snímka bola exponovaná zo vzdialenosti 30 000 kilometrov. Rozlíšenie: 2 km na pixel.

Významnú úlohu zohrala aj špeciálna sústava prístrojov na palube Cassini.

Vedci skombinovali údaje spektrometra pre detekciu iónov a neutrálnej hmoty i plazmového spektrometra, získané počas troch blízkych obletov Rhei: v novembri 2005, v auguste 2007 a v marci 2010. Prvý spektrometer zaznamenal počas kyslíkového vrcholu 50 miliárd molekúl na meter kubický. Detegovaný vrchol hustôt CO_2 bol 20 miliárd molekúl na meter kubický. Plazmový spektrometer zachytil okrem toho aj jasné čiary pozitívnych a negatívnych iónov s hmotnosťami, ktoré sú typické pre kyslík a oxid uhličitý.

Mechanizmus uvoľňovania CO_2 je zatiaľ neznámy, ale vedci sú presvedčení, že údaje z ďalších obletov pomôžu aj túto záhadu objasniť. Podľa jednej z hypotéz môže byť CO_2 zvyškom „suchého ľadu", pozostatkom primordiálnej hmoty, z ktorej sa sformovali aj kométy. Podľa inej hypotézy môže žiarenie uvoľňovať oxid uhličitý aj z materiálov bohatých na uhlík, ktoré sú pozostatkom po dávnych impaktoch, alebo z organických látok, spútaných ľadovou kôrou.

Cassini Press Release



Marťanská kôra podľa všetkého pripomína ementálsky syr. Je plná dutín, prírodných vodojemov, z ktorých cyklicky vyrážala voda na povrch. Je pravdepodobné, že niektoré z týchto vodojemov ešte nevyschli, čo by kolonizáciu Marsu podstatne uľahčilo.

Vodojemy pod povrchom Marsu

Fotografie z marťanských sond svedčia o tom, že na povrchu Červenej planéty boli kedysi moria a oceány. Planetológovia už celé roky skúmajú, ako sa obnovovali. Z najnovších údajov vyplýva, že v marťanskej kôre sa sformovali početné obrovské i menšie vodojemy, z ktorých trhlinami prúdila voda na povrch. Tak vznikli rozkonárené korytá riek, kanály vyhĺbené cyklickými záplavami, veľkoškálové erózie, rozsiahle polia hlbokých usadenín a početné vodné nádrže.

Alexis Palmero Rodriguez z Planetary Research Institute (PRI) objavil na severných nížinách rozsiahle polia usadenín. Pripomenuli mu podobné útvary na dne pozemských oceánov. O pôvode marťanských jazier a morí sa špekuluje už dávno. Podľa jednej teórie išlo o cyklické, tektonickou aktivitou spôsobené výrony vody z oblastí známych ako „chaotický terén" na miestach, kde došlo ku kolapsu, preboreniu kôry. Chaotických terénov je však málo, zatiaľ čo polia usadenín sa vyskytujú po celom povrchu.

Rodriguez vytvoril nový model na základe údajov zo severných planín (južne od Gemini Scopuli v Planum Boreum). Z modelu vyplynulo, že bazény vody v týchto končinách sa vyskytovali hojne a udržali sa dlhý čas, takže je možné, že vodu do nich dopĺňali vodojemy z hlbín. Rodriguez upozorňuje, že povrch Marsu na týchto planinách pripomína tie oblasti na Zemi, kde sa v minulosti zrútila klenba veľkých jaskýň. Nazdáva sa, že objem vody v podloží sa postupne zmenšoval, voda vo vodojemoch čoraz slabšie podopierala klenbu, takže na mnohých miestach sa klenba nad jaskyňami zrútila.

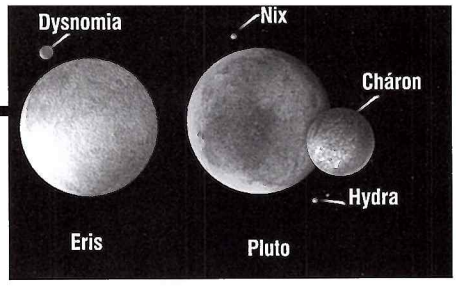
Na severných planinách Marsu však existujú aj suché bazény pokryté usadeninami, ktorých dno sa ešte neprepadlo. A práve tam sa vyskytuje najviac stôp po dlhodobej hydrologickej aktivite. V oblastiach s chaotickým terénom takéto stopy už dávno erózia zahladila.

Z modelu vyplýva, že podpovrchové vodojemy pod povrchom Marsu boli početné. Voda a múľ z nich vyvierali dlhodobo a na povrchu sa zhromažďovali v bahnistých bazénoch, jazerách a moriach. Všetko svedčí o tom, že tento cyklus sa obnovoval v rozličných obdobiach histórie Marsu.

Ak sa život na Marse sformoval vo vodojemoch pod povrchom a cyklické výrony vynášali mikroorganizmy na povrch, treba ich fosílie hľadať práve v týchto hlbokých sedimentoch.

Planetary Science Institute

Eris je menšia ako Pluto



Mike Brown pred tromi rokmi objavil v Kuiperovom páse Eris, teleso údajne o tretinu väčšie ako Pluto. Objav postavil vedcov pred dilemu. Ak je Eris naozaj o tretinu väčšia ako Pluto (a takých telies môže byť viac), možno Pluto považovať za planétu? Dilemu napokon vyriešil kongres, na ktorom preradili Pluto medzi plutoidy, trpasličie planéty, typické pre Kuiperov pás. Ukázalo sa, že predčasne.

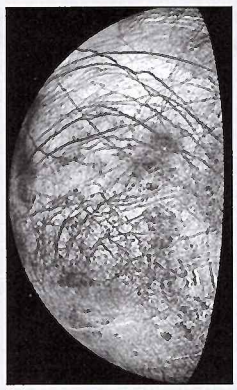
V decembri 2010 sa ponúkla skúška správnosti: astronómovia pozorovali zákryt hviezdy trpasličou planétou Eris. Najvhodnejšie podmienky boli na južnej pologuli, v Čile. Tri ďalekohľady, VLT/ /ESO na La Silla a dva ďalekohľady SPACE o 1 000 km južnejšie, zákryt zaznamenali. VLT počas 28 s, ďalekohľady SPACE počas 78 sekúnd.

Eris krúži okolo Slnka v raz takej vzdialenosti ako Pluto. Vďaka zákrytu mohli vedci spresniť údaje o jeho veľkosti. Ukázalo sa, že polomer Eris (1170) je nepatrne kratší ako polomer Pluta (1172). Eris však môže byť ešte menšia! To však nie je jediná senzácia: Eris je podstatne hmotnejšia ako Pluto. Stačí porovnať údaje o hustote oboch telies: Pluto 2,03 g/cm^3; Eris 2,50 g/cm^3. Vedci zatiaľ nevedia, ako to zosúladiť s údajmi o zložení ľadovej kôry oboch telies (dusík, metán), ktoré je takmer totožné. Zdá sa, že Pluto a Eris majú podstatne iný pôvod. Hustota Eris naznačuje, že môže ísť o teleso z hlavného pásu asteroidov, ktoré gravitačný biliard vypudil až do Kuiperovho pásu. **ESO Press Release**

Chémia ľadu na Jupiterovom mesiaci Európa

Hrubý ľad pokrývajúci Európu neobaľuje iba globálny oceán. Podľa všetkého v ňom prebiehajú prekvapujúco rýchle chemické procesy medzi vodou a oxidom siričitým v podmienkach extrémne nízkej teploty. Také rýchle reakcie by však podľa chemikov mali prebiehať iba v kvapalnom skupenstve, napríklad v kvapkách kyslých dažďov na Zemi.

Vedci z NASA nedávno zistili, že voda a oxid siričitý podobne reagujú aj v podmienkach hlboko pod bodom mrazu. Nakoľko tieto reakcie zaznamenali v laboratóriu bez vplyvu rádioaktívneho žiarenia, napadlo im, že podobné procesy by mali prebiehať aj v hrubej ľadovej kôre Európy.



Jupiterov mesiac Európa na snímke sondy Galieo.

Vedci síce existenciu podobných chemických reakcií pripúšťali aj na Európe, ale iba s prispením rádioaktivity. Na zaľadnenom mesiaci kolíšu teploty od mínus 175 po mínus 125 °C. V takýchto teplotách sa väčšina chemických reakcií nespustí bez tepla generovaného radioaktivitou alebo žiarením nejakého telesa. Európu bombardujú aj častice z radiačných pásov Jupitera. Nakoľko na decimeter štvorcový ľadového panciera dopadá iba niekoľko takýchto častíc, tento zdroj energie možno vylúčiť.

Planetológom donedávna ani nenapadlo, že chemické reakcie by mohli prebiehať aj v ľade pod povrchom Európy. Chemické reakcie, ktoré objavili v laboratóriu, sa však spúšťajú aj v ľade s hrúbkou 10 až 100 metrov. Pravdaže, iba ak sa tam vyskytuje oxid siričitý. Objav zvýraznil dôležitosť podrobnejšieho výskumu chémie a geológie ľadovej kôry Jupiterovho mesiaca.

Planetológovia vedia, že ľad na Európe obsahuje aj prímesi síry. Je to síra, ktorú chrlia vulkány na susednom mesiaci Io. Atómy síry sú ionizované a po zložitej púti sa ukladajú aj na zaľadnenom povrchu Európy.

Vedci netušia, ako sa importovaná síra previazaná s ľadom správa. Preto urobili pokus, ktorý napodobnil podmienky na Európe. Do vákuovej komory (kocky obloženej zrkadlami), napustili vodnú paru a plyn oxidu siričitého. Nakoľko povrch zrkadiel bol schladený na teplotu –210 až –165 °C, plyny okamžite skondenzovali do podoby ľadu. Keď sa reakcia spustila, vedci pomocou spektroskopie sledovali pokles koncentrácií vody a oxidu siričitého a zároveň nárast koncentrácií pozitívnych a negatívnych iónov.

Napriek extrémnemu chladu zmrazené molekuly reagovali rýchlo. Pri teplote mínus 125 °C, čo je najvyššia predpokladaná teplota na Európe, bola reakcia okamžitá. Pri nižšej teplote sa reakcia spustila až po uplynutí 12 hodín. V geologickom čase je to okamih.

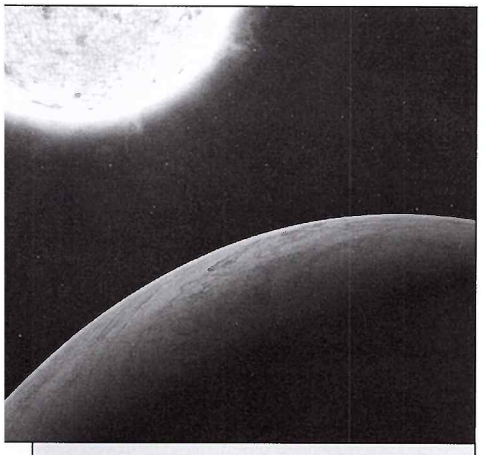
Na otestovanie reakcie použili vedci suchý ľad, zamrznutý oxid uhličitý, ktorý sa hojne vyskytuje na zaľadnených telesách. Ak by CO_2 reakciu zablokoval, pokus by skončil. Reakcie však nerušene pokračovali, takže pokojne môžu prebiehať aj na Callisto, Ganymede a ďalších ľadových telesách v Slnečnej sústave.

Ukázalo sa, že reakcia zmenila až tretinu oxidu siričitého na očakávaný produkt. Vedci by sa boli uspokojili aj s 5 percentami. Navyše: vyprodukované pozitívne a negatívne ióny vstupovali do reakcií s ďalšími molekulami. To bola chemická senzácia, pretože bisulfit, jeden z iónov síry, ale aj ďalšie produkty tejto reakcie sú dostatočne stabilné, takže hneď nezanikajú.

Vedci z Jet Propulsion Laboratory pri NASA konštatovali: „Objavili sme neznámu chémiu, ale nedokážeme ju vysvetliť. Pri ďalších pokusoch použijeme aj ďalšie prvky, aby sme zistili, do akej miery nepatrné množstvo oxidu siričitého na Európe ovplyvňuje globálnu chémiu mesiaca."

Najspoľahlivejšou skúškou správnosti laboratórnych pokusov bude však detekcia produktov rôznych reakcií na povrchu Európy.

NASA Press Release



Exoplanéta z inej galaxie

Astronómovia pri hviezde, ktorá vstúpila do našej Galaxie, objavili planétu. Planéta má parametre Jupitera. Krúži okolo materskej hviezdy, ktorá sa v poslednom štádiu svojho života rozpína, takže planétu o nejaký čas pohltí. Objav ohlásil tím európskych astronómov, ktorí využili 2,2-metrový MPG/ /ESO ďalekohľad na observatóriu La Silla v Čile.

ESO Press Release

Otázniky okolo SuperZeme s atmosférou

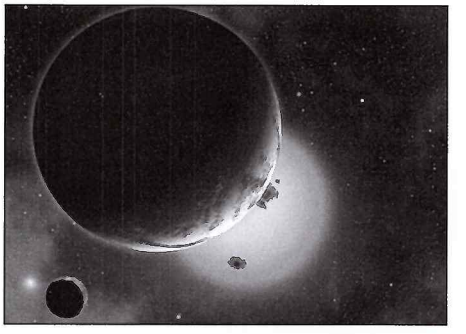
Objav exoplanéty GJ 1214b ohlásili v decembri 2009. Podľa objaviteľov by mala mať hustú atmosféru. Tím, ktorý vedie Jacob Bean (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) pôvodné údaje preveril a potvrdil, že exoplanéta má atmosféru. Ale akú...?

GJ 1214b je prvou superZemou s atmosférou. Je 2,7-krát väčšia a 6,5-krát hmotnejšia ako Zem. Zdá sa, že má pevný povrch, ktorý tvorí zmes hornín a ľadu. Čo sa týka zloženia atmosféry, vedci pripúšťajú tri možnosti. Prvá: planétu obaľuje hrubá vrstva vodnej pary z ľadu, ktorý mení skupenstvo pod vplyvom žiarenia materskej hviezdy. Druhá: planéta je miniNeptún so skalnatým jadrom a vodíkovo/héliovou atmosférou. Tretia: planéta má skalnatý povrch obalený zmesou plynov s prevahou vodíka, ktorá vznikla v dôsledku trvajúcej sopečnej aktivity.

Tím študoval atmosféru planéty počas jej prechodu pred hviezdou. Počas prechodu atmosféra filtruje svetlo hviezdy. Svetlo hviezdy je absorbované na istých vlnových dĺžkach, čo umožňuje chemickú analýzu. Takýmto spôsobom identifikovali pary vodíka a sodíka v atmosférach „horúcich jupiterov".

GJ 1214b je prvou superZemou s atmosférou, ktorú planetológovia analyzovali. Spektrum exoplanéty vylučuje bezoblačnú atmosféru s prevládajúcim vodíkom. Ak by v nej bolo dosť vodíka, musela by to byť mohutná, oblačná atmosféra, taká, akú ma Venuša, alebo „špinavá" atmosféra, akú má Saturnov mesiac Titan. Podľa vedcov ide o veľmi hustú atmosféru. Pätinu tvorí vodná para. Na rozdiel od ovzdušia Zeme, s pätinou kyslíka a štyrmi pätinami dusíka a iba z malou prímesou vodnej pary.

Tím študoval GJ 1214b pomocou ďalekohľadu VLT (Mount Paranal/Čile) v blízkej infračervenej oblasti spektra (790 až 1000 nanometrov). Údaje doplnia pozorovania na strednej a ďalekej infračervenej oblasti. Až potom vedci odpovedia na otázku, či je atmosféra GJ 1214b plná vodnej pary, alebo plynov. **Harvard Press Release**



Ilustrácia zobrazuje exoplanétu GJ 1214b s dvoma hypotetickými mesiacmi. Planéta obieha okolo trpasličej hviezdy, vzdialenej 40 svetelných rokov od Zeme. Má hustú atmosféru.

Horúca škvrna na exoplanéte

Obria planéta Upsilon Andromedes b obieha tesne okolo materskej hviezdy s večne privrátenou stranou. Atmosféra na privrátenej strane doslova vrie. Upsilon Andromedae b je jedným z vyše 200 doteraz objavených „horúcich jupiterov".

Planetológovia sa nazdávali, že najhorúcejšie miesto by sa malo nachádzať uprostred k hviezde privrátenej strany. Ukázalo sa však, že „horúca škvrna" je oproti predpokladanému miestu výrazne posunutá. Jeden z možných dôvodov: horúce plyny premiestňujú z horúceho „ohniska" hviezdne vetry.

Najnovšie údaje z vesmírneho ďalekohľadu Spitzer ukázali, že horúca škvrna na exoplanéte upsilon Andromedae b sa nachádza vysoko nad miestom, kde by mala byť najvyššia teplota.

To nikto nečakal. Zdá sa, že znalosti o atmosfére „horúcich jupiterov" sú zatiaľ iba v plienkach.

Spitzer dokáže priamo detegovať fotóny odrazené z exoplanéty. Prvá takáto detekcia sa podarila už v roku 2005. Odvtedy Spitzer, ale aj Hubblov vesmírny ďalekohľad, detegovali v atmosférach horúcich jupiterov vodu, metán, oxid uhličitý a oxid uhoľnatý.

V štúdii, ktorú zverejnil Astrophysical Journal, interpretujú vedci pozorovania upsilon Andromedae b získané počas piatich dní vo februári 2009. Exoplanéta obehne okolo hviezdy za 4,6 dní. Vyplynulo to z meraní pomocou techniky radiálnej rýchlosti pozemskými ďalekohľadmi, pretože techniku využívajúcu periodické zákryty hviezdy nebolo možné v tomto prípade použiť.

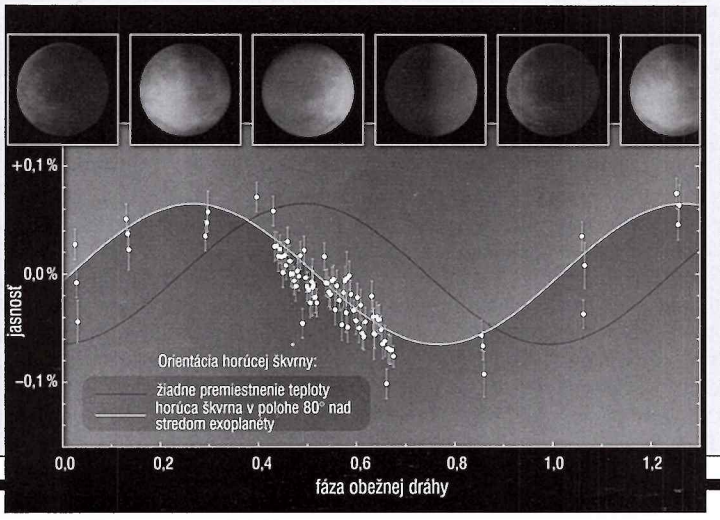
Spitzer zmeral kombinované svetlo hviezdy i planéty. Ďalekohľad „nevidí" planétu priamo, ale dokáže detegovať variácie kombinovaného infračerveného svetla zo systému, ktoré uniká z horúcej strany planéty do zorného poľa pozemských pozorovateľov. Najhorúcejšia oblasť planéty vyžaruje najviac infračerveného svetla.

Vedci očakávali, že systém bude najjasnejší vo chvíli, keď je planéta za hviezdou. Rovnako predpokladali, že systém bude najtmavší vtedy, keď sa planéta ocitne pred hviezdou, privrátená k Zemi svojou od hviezdy večne odvrátenou stranou. Ukázalo sa však, že systém je najjasnejší vtedy, keď sa planéta ocitne vedľa hviezdy a je privrátená k Zemi horúcou stranou. Ako to vysvetliť?

Je možné, že planetárne vetry s nadzvukovou rýchlosťou premiestňujú nárazové vlny horúceho materiálu? Alebo je efekt dôsledkom magnetických interakcií? Zatiaľ ide iba o špekulácie. Astronómovia budú musieť otestovať oveľa viac horúcich jupiterov.

Najnovšie údaje zo Spitzera naznačili, že o exoplanétach máme zatiaľ iba nedokonalé predstavy. Interpretované údaje získal ďalekohľad ešte pred májom 2009, pred štartom jeho „teplej misie", ktoré presnosť meraní podstatne zvýšia.

JPL Press Release



Graf objasňuje, ako astronómovia určili polohu „zatúlanej" horúcej škvrny na vzdialenej exoplanéte upsilon Andromadae b. Planéta krúži okolo hviezdy v gravitačnom zámku. Je k nej privrátená stále tou istou stranou. Najhorúcejšie miesto by malo byť uprostred planéty. Ukázalo sa však, že leží vysoko nad ním. Svetlá vlnovka znázorňuje, ako by svetelná krivka (výkyvy jasnosti systému), vyzerala, keby bola horúca škvrna uprostred k hviezde privrátenej strane planéty. Tmavá krivka zviditeľňuje to, čo vidíme: svetelná krivka je posunutá, čo znamená, že horúca škvrna je vysoko nad stredom.

Prvé gigantické štruktúry vo vesmíre

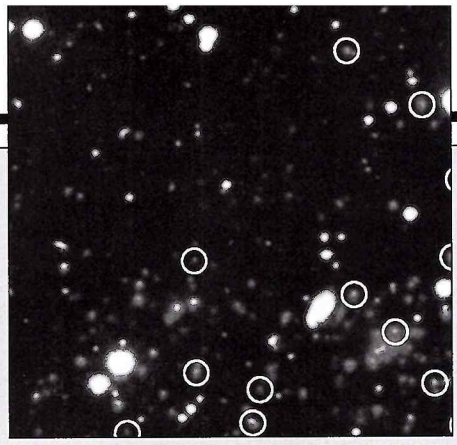
Astronómovia pomocou South Pole Telescope (SPT) objavili najmasívnejšiu kopu galaxií vo vzdialenosti 7 miliárd svetelných rokov. Kopa SPT-CL J0546-5345 má hmotnosť 800 biliónov Slnk. Tvoria ju stovky galaxií.

Kopa v súhvezdí Maliara má červený posun z = 1,07. Vidíme ju tak, ako vyzerala pred 7 miliardami rokov, keď bol vesmír o polovicu mladší. (Hodnota červeného posunu prezrádza, do akej miery expanzia vesmíru svetlo „natiahla".)

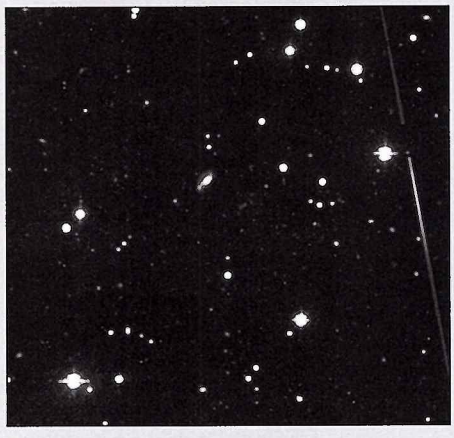
Napriek relatívne nízkemu veku má kopa rovnakú hmotnosť ako blízka kopa Coma v súhvezdí Vlasy Bereniky. Odvtedy sa zväčšovala, takže dnes je štyrikrát väčšia. Keby sme ju videli v dnešnej podobe, bola by jednou z najmasívnejších kôp galaxií vo vesmíre.

Kopy galaxií využívajú hvezdári v rámci štúdií, ktoré vyjadrujú, do akej miery tmavá hmota a tmavá energia ovplyvnili nárast kozmických štruktúr. V čase, keď bol vesmír oveľa menší a kompaktnejší, mala gravitácia významnejší vplyv. Čoraz rýchlejšie rozpínanie vesmíru pod vplyvom tmavej energie spôsobuje jeho rednutie. Galaxie v kope sa od seba vzďaľujú.

Tím Marka Bodwina z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics vyhodnotili údaje o kope iba z 200 štvorcových stupňov oblohy. Dnes majú, k dispozícii údaje z plochy pokrývajúcej 2 500 štvorcových stupňov. (Ide o údaje z prelomovej prehliadky oblohy v milimetrových vlnách.) Tím objavuje veľké kopy galaxií, využívajúc takzvaný SZ-efekt (Sunjajev/Zeľdovič). Ide o nepatrné zakrivenie mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia, zvyšku po big bangu. Toto zakrivenie vzniká vtedy, keď žiarenie pozadia prechádza veľkými kopami galaxií.



Takto vyzerá masívna kopa galaxií, vzdialená 7 miliárd svetelných rokov, na kombinovanej opticko-infračervenej snímke. Hmotnosť kopy je 800 biliónov Slnk. Galaxie so „starými" populáciami hviezd, pripomínajúce dnešné eliptické, označujú biele krúžky; mladé populácie hviezd, podobné dnešným špirálam, sivé krúžky.



Optická snímka nedávno objavenej kopy galaxií.

Zaznamenávanie SZ-efektu má oproti iným technikám hľadania významnú výhodu. Prejavuje sa tak vo veľmi vzdialených, ako aj v blízkych kopách. Vďaka SZ-efektu dokážu astronómovia objaviť aj veľmi zriedkavé, vzdialené a masívne kopy a presne zmerať ich hmotnosť. To má zásadný význam pre odhaľovanie podstaty tmavej energie.

Hlavným cieľom ďalekohľadu SPT je objavovanie masívnych kôp galaxií so zámerom zmerať množstvo tmavej energie, charakterizujúcej kozmickú infláciu a zrýchľujúce sa rozpínanie vesmíru. Ďalším cieľom je pochopenie evolúcie horúceho plynu v kopách, štúdium evolúcie masívnych galaxií v kopách a identifikácia vzdialených, gravitačne šošovkovaných galaxií s búrlivou hviezdotvorbou.

Keď vzdialenú kopu objavia, študujú ju pomocou infračervenej kamery na vesmírnom ďalekohľade Spitzer, aby získali údaje o jednotlivých galaxiách. Z mimoriadne presných údajov o rýchlostiach galaxií, ktoré získavajú ďalekohľady Magellan v Čile, vypočítajú ich hmotnosť. V budúcom roku, keď bude prehliadka SPT úplná, budú mať vedci ako na dlani väčšinu najmasívnejších kôp v mladom vesmíre.

South Pole Telescope (SPT) je projektom, ktorý vznikol medzinárodnou spoluprácou vedcov z dvanástich inštitúcií.

Astrophysical Journal

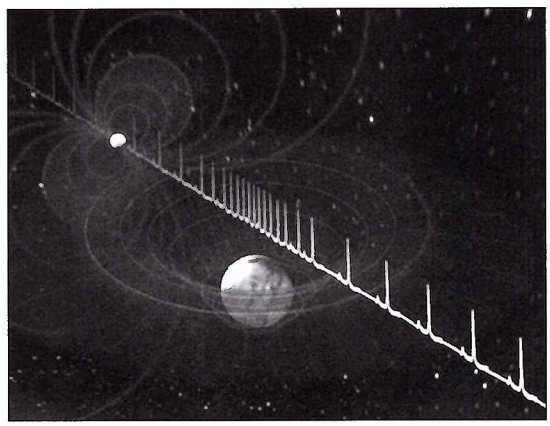
Najmasívnejšia neutrónová hviezda

Má dvakrát vyššiu hmotnosť ako Slnko. Teória existenciu takej masívnej neutrónovej hviezdy donedávna vylučovala.

Neutrónové hviezdy sú superhusté pozostatky masívnych hviezd, ktoré skončili život výbuchom supernovy. Kolaps stlačí protóny a elektróny výbuchom obnaženej hviezdy do takej miery, že sa premenia na neutróny. Neutrónová hviezda môže byť niekoľkonásobne hustejšia ako jadro atómu. Bežná neutrónová hviezda s priemerom 20 kilometrov môže mať hmotu 500 miliónov ton.

Vedci študovali dvojhviezdu s dvoma zložkami: neutrónovou hviezdou a bielym trpaslíkom. Neutrónová hviezda je rotujúci pulzar, ktorý emituje, podobne ako maják, pulzy rádiových vĺn. Pulzar PSR J1614-2230 sa otočí okolo osi 317-krát za sekundu. Biely trpaslík raz za 9 dní. Dvojhviezda, ktorej zložky obiehajú spoločné ťažisko, je vo vzdialenosti 3 000 svetelných rokov. Systém je naklonený k Zemi tak, že rovina sklonu oboch telies je takmer totožná so zorným lúčom. Ideálna poloha zvyšuje presnosť meraní.

Vo chvíli, keď biely trpaslík prekryje pulzar, emisie pulzaru smerujúce k Zemi prechádzajú v jeho blízkosti. Gravitácia pulzaru zakrivuje časopriestor, preto sa emisie smerujúce k Zemi nepatrne oneskorujú. Tento efekt, nazývaný aj Shapirovo oneskorenie, umožňuje vedcom zmerať hmotnosti oboch telies.



Pulzy z neutrónovej hviezdy spomaľuje gravitácia bieleho trpaslíka *(v popredí)*. Tento efekt umožňuje astronómom neobyčajne presné meranie hmotností oboch telies.

Astronómovia využili prístroj GUPPI (Green Bank Ultimate Pulsar Processing Instrument) prepojený s ďalekohľadom GBT, a sledovali dvojhviezdu počas celého roka. Presnosť meraní sa za ten čas niekoľkonásobne zvýšila.

Vedci očakávali, že pulzar PSR J1614-2230 bude mať 1,5 hmotnosti Slnka. Jeho skutočná hmotnosť je však dvojnásobkom slnečnej hmotnosti. Ak sa údaj potvrdí, potom budeme musieť korigovať naše predstavy o zložení neutrónových hviezd. Podľa niektorých ešte neoverených teórií by neutrónové hviezdy okrem neutrónov mohli obsahovať aj subatomárne častice hyperóny, alebo kondenzáty takzvaných kaónov.

Ak sa v jadre neutrónovej hviezdy vyskytujú aj kvarky, nemôžu byť „voľné", pretože musia navzájom silne interagovať, podobne ako v jadrách atómov.

Zloženie neutrónových hviezd vysvetľuje niekoľko ďalších teórií, lenže namerané údaje ich spochybnili, rovnako ako predstavy o maximálnej hustote chladnej hmoty. Telesá s extrémnou hustotou by mali byť produktom „krátkych vzplanutí gama", ktoré generujú kolízie dvoch neutrónových hviezd. Ak je pulzar PSR J1641-2230 naozaj taký masívny ako vyplýva z meraní, sám by mal byť zdrojom vzplanutí gama.

Kolízie neutrónových hviezd produkujú gravitačné vlny, na ktoré striehne niekoľko observatórií v USA i v Európe. Tieto vlny, ak by sa ich podarilo zachytiť, poskytli by nové informácie o neutrónových hviezdach.

Pulzary sú jedným z najperspektívnejších kľúčov k exotickej fyzike.

NRAO Press Release

Objavili najmladšiu čiernu dieru...

...navyše v našom susedstve! Objekt je pozostatkom po výbuchu SN 1979C, supernovy v galaxii M 100, vzdialenej 50 miliónov svetelných rokov. Údaje zo satelitov Swift, XMM-Newton a ROSAT, získavané v rokoch 1995 až 2007 zviditeľnili jasný zdroj röntgenového žiarenia. Vedci sa nazdávajú, že zdrojom žiarenia je hmota, ktorú nasáva veľmi mladá čierna diera po výbuchu supernovy. Tak skončila život druhá zložka dvojhviezdy. Vek odhadli na 30 rokov. Ide teda nielen o blízku, ale aj o najmladšiu čiernu dieru. Navyše, ešte nikdy nebol zrod čiernej diery pozorovaný z takej malej vzdialenosti.

SN 1979C, objavená astronómom-amatérom v roku 1979, vznikla, keď hviezda, 20-krát masívnejšia ako Slnko, skolabovala. Vo vzdialenom vesmíre sme objavili veľa čiernych dier ako zdroje žiarenia gama (GRB). SN 1979C sa do nich odlišuje, pretože je oveľa bližšie a patrí do triedy supernov, ktoré nemajú s GRB nič spoločného. Podľa teórie sa väčšina čiernych dier vo vesmíre sformuje vtedy, keď jadro hviezdy skolabuje, ale GRB nevznikne! Podľa najnovších teórií väčšina čiernych dier GRB neemituje. K tomuto záveru dospeli vedci po celé desiatky rokov trvajúcich röntgenových pozorovaniach.

SN 1979C, supernova v galaxii M 100, je podľa všetkého najmladšou čiernou dierou v Lokálnom vesmíre.

Objav čiernej diery, ktorá má iba 30 rokov (!) podporil spomínané teórie. Už v roku 2005 vedci z University of Dakota zverejnili teóriu, podľa ktorej viditeľné svetlo tejto supernovy generoval výtrysk z čiernej diery, ktorý by nedokázala preniknúť cez vodíkovú obálku hviezdy a sformovať GRB. Údaje z SN 1979C túto teóriu podporili.

Generátorom silného röntgenového žiarenia však môže byť aj mladá, rýchle rotujúca neutrónová hviezda, produkujúca vietor vysokoenergetických častíc. Ak sa to potvrdí, potom sa SN 1979C stane najmladším a najjasnejším príkladom „pulzarovej hmloviny" a zároveň najmladšou neutrónovou hviezdou.

Objav overia aj iné ďalekohľady. Najmä Chandra.

NASA Press Releaser

Chandra objavila ostrov chýbajúcej hmoty

Röntgenové vesmírne ďalekohľady Chandra a XMM-Newton objavili gigantický oblak medzigalaktického plynu vo vzdialenosti 400 miliónov svetelných rokov. Ide o doposiaľ najsilnejší dôkaz toho, že chýbajúca hmota v blízkom vesmíre hniezdi v ozrutnej sieti horúceho, difúzneho plynu.

Chýbajúcu hmotu si laici neraz zamieňajú s nebaryonickou tmavou hmotou. Chýbajúca hmota je baryonická. Tvoria ju známe častice, protóny, neutróny a ďalšie častice, ktoré tvoria plyn, hviezdy, galaxie viditeľného vesmíru. Tieto objekty „normálnej hmoty" sa sformovali už počas prvých miliárd rokov evolúcie vesmíru. V blízkom vesmíre je však o polovicu menej normálnej hmoty ako by malo byť. Táto anomália bola podstatou problému „chýbajúcej hmoty". V blízkom vesmíre sa ju dlho nedarilo objaviť.

Najnovšie údaje z röntgenových satelitov podporili predpovede, podľa ktorých by sa chýbajúca hmota mala nachádzať v sieti horúceho plynu, známej ako Warm-Hot Intergalactic Medium (WHIM). Vedci sa nazdávajú, že WHIM je pozostatkom po formovaní galaxií, obohatený v priebehu času prvkami, ktoré z galaxií unikali po výbuchoch nov a supernov.

WHIM nie je ľahko objaviť, pretože jeho hmota je difúzna, riedka a priezračná. Na rozdiel od bežných, oveľa hustejších oblakov prachu a plynu, ktoré zahaľujú početné objekty a sťažujú pozorovanie. Hustota WHIM je 6 protónov na kubický meter. Pre porovnanie: medzihviezdna hmota, veľmi riedky plyn medzi hviezdami našej Galaxie, má hustotu milión atómov vodíka na kubický meter.)

Vedci analyzovali röntgenové údaje z rýchlo sa zväčšujúcej, masívnej čiernej diery, vzdialenej 2 miliardy svetelných rokov. Podobné čierne diery hniezdia v jadre všetkých veľkých galaxií. Astronómovia ich označujú aj ako aktívne jadrá galaxií (AGN).

AGN, ktoré vyvolalo v astronomickom svete taký rozruch, mimoriadne intenzívne žiari v röntgenovej oblasti.

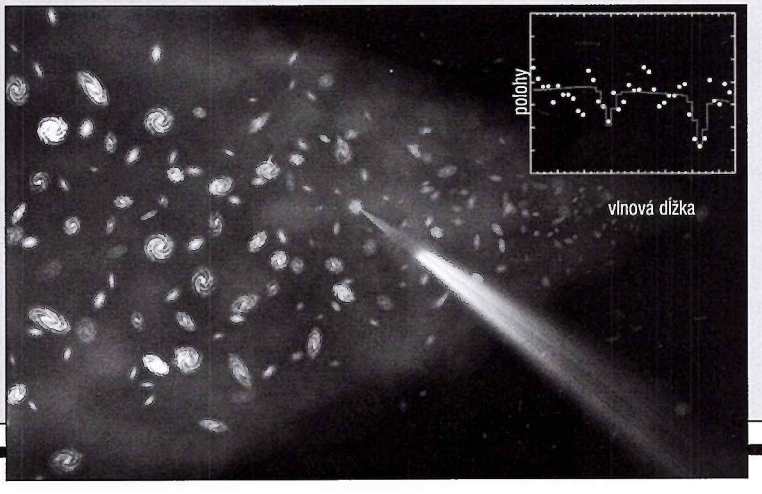
Na zornej línii pozemského pozorovateľa a tohto zvláštneho AGN vo vzdialenosti 400 miliónov svetelných rokov, je takzvaná Sochárova stena. Táto „stena", veľká difúzna štruktúra s priemerom desiatok miliónov svetelných rokov, obsahuje tisíce galaxií. Ak sú teoretické simulácie správne, v Sochárovej stene je aj potenciálny rezervár WHIM.

Časť röntgenového žiarenia putujúceho z AGN na Zem, najmä atómy kyslíka v ňom, absorbuje WHIM. Potvrdili to aj najnovšie údaje z Chandra a XMM-Newton. Údaje o absorpcii zodpovedajú tak vzdialenosti Sochárovej steny, ako aj teplote a hustote WHIM. Vedci veria, že oblaky WHIM sa nachádzajú aj v iných veľkoškálových štruktúrach.

WHIM sa podarilo detegovať už dávnejšie, ale nakoľko údaje poskytol iba jediný ďalekohľad, vedci ich prijali skepticky. Údaje z dvoch vesmírnych ďalekohľadov poskytli vedcom istotu, že chýbajúca hmota nie je ilúzia. Objav podporili aj údaje z UV ďalekohľadov, podľa ktorých sa v blízkom vesmíre nachádzajú ostrovy WHIM s teplotou 100 000 °C. Údaje röntgenových ďalekohľadov, ktoré zmerali teplotu röntgenových emisií z kôp galaxií naznačujú existenciu WHIM s teplotou až 10 miliónov °C. Tieto však tvoria relatívne malú časť WHIM.

Astrophysical Journal

Vedci pomocou röntgenových ďalekohľadov Chandra a XMM-Newton objavili ostrovy „chýbajúcej hmoty" v blízkom vesmíre.



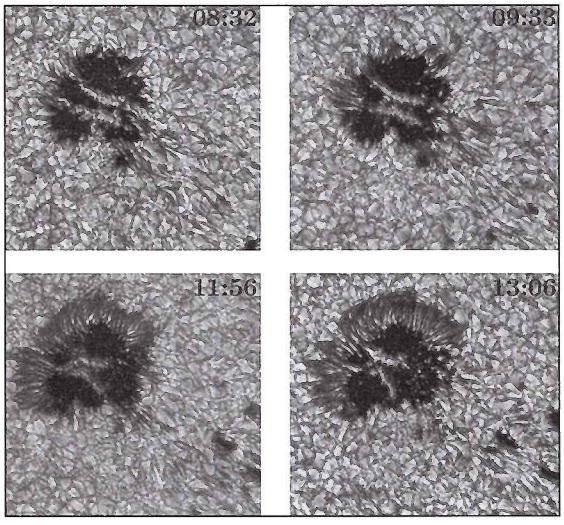
Svetelné mosty nad slnečnou škvrnou

Astronómom sa podarilo podrobne preštudovať vznik jednej slnečnej škvrny. Slnečné škvrny sú najnápadnejšie a najdlhšie známe prejavy magnetických polí. Čínski astronómovia ich opísali už pred 1 000 rokmi. Po objave ďalekohľadu pred 400 rokmi, ich slniečkári systematicky študujú. Pred vyše 100 rokmi Američan George Ellery Hale zistil, že v jednej slnečnej škvrne hniezdi magnetické pole, 10 000-krát silnejšie ako magnetické pole Zeme. Magnetické pole zabraňuje úniku energie zo škvrny, preto sú škvrny chladnejšie a tmavšie ako ich okolie.

Vnútro slnečnej škvrny nazývame umbra, jej okolie penumbra. V penumbre sa tvoria radiálne svetlé i tmavé pruhy. Tím Rolfa Schlichenmeiera z Kiepenheuerovho inštitútu pre slnečnú fyziku pozoroval, ako tieto pruhy vznikajú. Škvrnu pozorovali pomocou obrieho slnečného ďalekohľadu (vákuovej veže) na ostrove Teneriffa. 4. júla 2009 spozorovali na slnečnom kotúči umbru, ktorá sa vyvinula počas noci. Škvrnu pretínali dva svetlé pruhy, tzv. „svetelné mosty". Penumbra sa však neobjavila. Mimoriadne priaznivé podmienky na pozorovanie umožnili vedcom vývoj umbry a jej okolia pozorovať bezmála 5 hodín. Spočiatku sa objavilo iba niekoľko penumbrálnych pásov. Neskôr sa objavili aj ďalšie a penumbra sa zväčšila. Po 4 hodinách pokrýval prstenec penumbry 30 % okolia umbry.

Astronómovia zaznamenali vývoj na 700 fotografiách. Vysoké rozlíšenie, 0,3 oblúkovej sekundy, umožnili adaptívna optika na ďalekohľade a nová metóda rekonštrukcie fotografií, ktoré vyvinuli na Kiepenheuerovom inštitúte.

Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik



Zrod slnečnej škvrny: okolo umbry chladnejšieho stredu škvrny narastajú pruhy, ktoré o krátky čas obklopia polovicu škvrny.

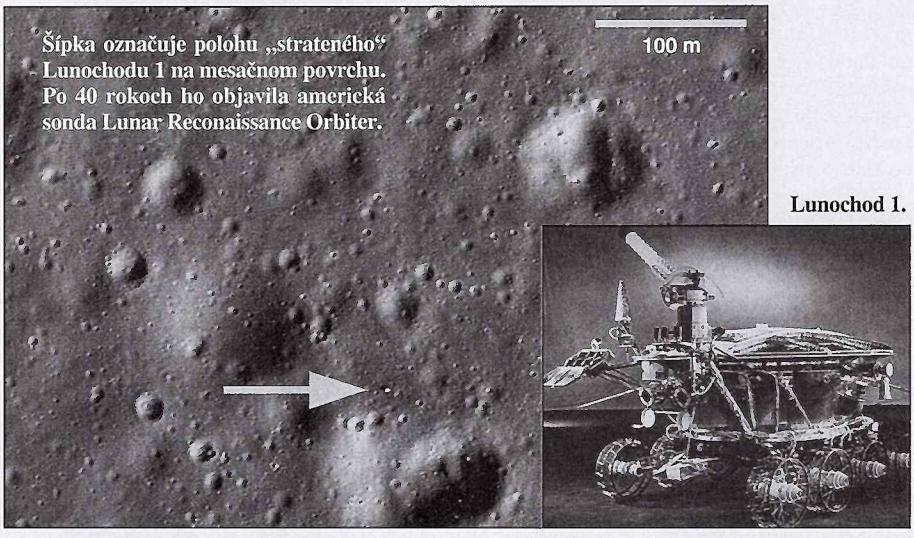
Číňania vypustili lunárnu sondu Chang'e

Raketa Dlhý pochod III vyniesla 1. októbra smerom k Mesiacu čínsku lunárnu sondu. Sondu Chang'e 2 vypustili z kozmodromu Yichang, ktorý leží v provincii Sečchuan. Prvého októbra slávi Čína výročie svojej nezávislosti. Na námestí Nebeského pokoja v Pekingu, pred pamätníkom hrdinov, sledovali úspešný štart na obrovskej obrazovke spolu s najvyššími predstaviteľmi strany a štátu milióny ľudí. Televízia CCTV vysielala prípravy na štart naživo. Prípravy trvali celých osem hodín. Vyše 3 000 turistov, ktorí chceli vidieť štart na vlastné oči, stáli na lúčke štyri kilometre od rampy. Jeden lístok na státie stál 480 juanov (asi 65 euro).

Lunárna sonda Chang'e, pomenovaná po bájnej mesačnej víle z čínskej mytológie, letela k Mesiacu 112 hodín. Usadila sa na kruhovej obežnej dráhe vo výške 100 kilometrov. Neskôr sa obežná dráha zmení z kruhovej na eliptickú. To umožní prístrojom na sonde snímať povrch Mesiaca dokonca z výšky 15 kilometrov, s rozlíšením 1,5 metra na pixel. Cieľom tohto prieskumu je vytipovanie miesta, na ktorom by v roku 2013 mala pristáť sonda Chang'e 3. O rok neskoršie by sonda Chang'e 4 mala z vytipovanej oblasti na Mesiaci dopraviť vzorky na Zem. Hlavný cieľom Číňanov je získať prehľad výskyte surovín, ktoré by sa v budúcnosti oplatilo dovážať na Zem.

Číňania všetky zverejnené údaje o zložení povrchu Mesiaca veľmi dôkladne študujú. Ide najmä o urán, tórium, draslík, alumínium, kremík, železo a titan. Najväčší záujem sa sústreďuje na hélium 3, látku, ktorú vedci považujú za najvhodnejšie palivo pre reaktory jadrovej fúzie, ktoré sa vyvíjajú aj s čínskou účasťou. Na Zemi sa tento izotop vyskytuje iba minimálnom množstve, ale zásoby na Mesiaci sa odhadujú na milióny ton. Po vyčerpaní klasických palív na Zemi sa práve hélium 3 má stať významným zdrojom energie.

Objavili stratený Lunochod



Šípka označuje polohu „strateného" Lunochodu 1 na mesačnom povrchu. Po 40 rokoch ho objavila americká sonda Lunar Reconaissance Orbiter.

Lunochod 1.

Štyridsať rokov hľadali astronómovia Lunochod 1, ktorý 17. novembra 1970 dopravila na Mesiac sonda Luna 17. Rusi s Lunochodom 1 udržiavali rádiový kontakt bezmála 10 mesiacov. Potom onemel. Predpokladalo sa, že 2,3 metra vysoký, pohyblivý robot spadol do krátera. Citlivá kamera na sonde LRO stratený Lunochod našla. Vedci z Kalifornskej univerzity použili pozemský laser, aby polohu robota spresnili. Ukázalo sa, že sa nachádza niekoľko kilometrov od miesta, kde ho celé roky hľadali.

Astronauti z lodí Apollo 11, 14 a 15, zanechali na povrchu Mesiaca reflektory, ktoré odrážajú laserové lúče zo Zeme.

V Novom Mexiku pracuje 3,5-m ďalekohľad na Apache Point Observatory, ktorý využívajú na laserové merania. Vedci takto okrem iného, priebežne, s milimetrovou presnosťou merajú aktuálnu vzdialenosť Mesiaca od Zeme, čo pomáha testovať napríklad aj teóriu relativity.

Laserové odrážače mali aj rovery Lunochod 1 a 2. Tomovi Murphymu z Kalifornskej univerzity sa podarilo už na prvý raz určiť polohu Lunochodu 1 s presnosťou 10 metrov a jeho vzdialenosť s presnosťou niekoľkých centimetrov. Zdá sa, že Lunochod 1 má vzhľadom k Zemi optimálny sklon, pretože sila odrazu je minimálne 5-krát silnejšia ako pri Lunochode 2. Najlepší signál z Lunochodu 2, ktorý Američania zachytili, obsahoval 750 fotónov na jeden laserový pulz. Lunochod 1 vrátil už po prvom pokuse 2000 fotónov.

Pomocou piatich laserových reflektorov na povrchu Mesiaca dokážu vedci s vysokou presnosťou merať nielen pochyby Mesiaca, ale aj jeho deformácie, spôsobované slapovými silami. Namerané údaje sa analyzujú s cieľom získať čo najviac informácií o vnútre spolupútnika Zeme.

UCSD Press Release

Sedem záhad okolo Mesiaca

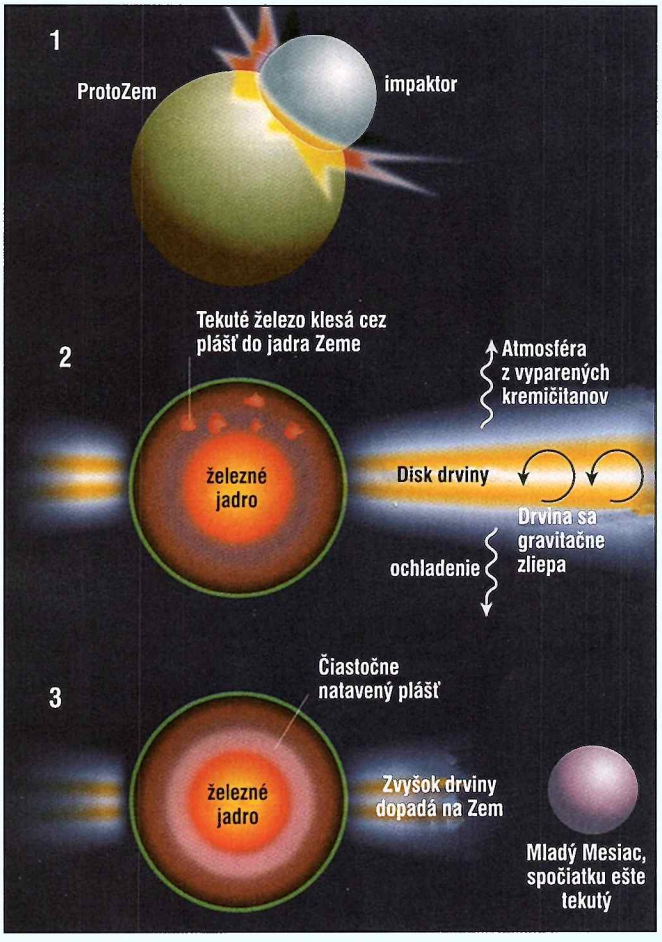
Mesiac je najdôkladnejšie preskúmaným telesom v našej Slnečnej sústave. Astronómovia poznajú jeho fyzikálne vlastnosti. Astronauti priviezli na Zem 400 kilogramov mesačných hornín. Vedci majú k dispozícii vyše 130 lunárnych meteoritov. Na povrchu pristáli početné sondy a vysielali z neho údaje. Oveľa väčší počet sond skúmalo a skúma Mesiac z najrozličnejších obežných dráh. Vieme, že Mesiac vznikol zhruba pred 4,5 miliardami rokov. Z údajov o lunotrasení vedci získali poznatky o jeho podľa všetkého ešte horúcom, plastickom vnútre. Svedčia o tom aj obrovské, staré koberce lávy na jeho strane privrátenej k Zemi. Iba nedávno boli na Mesiaci potvrdené aj značné zásoby vodného ľadu, ktorý uľahčí jeho kolonizáciu. Rovnako sa ukázalo, že Mesiac má na Zem významný vplyv. Nielen ako generátor prílivov... Napriek tomu sa sedem lunárnych záhad ešte nepodarilo vyriešiť. Zatiaľ...

1. Počet ľudí na Mesiaci	12	Všetci apollonauti boli americkí občania. Eugen Cernan mal po otcovi slovenský pôvod.
2. Priemer	3 476 km	Priemer Mesiaca má 27 % priemeru Zeme. Hmotnosť Mesiaca: 1,2 % hmotnosti Zeme.
3. Povrch Mesiaca	37 932 330 km^2	Povrch Mesiaca je 3,7-krát väčší ako Európa.
4. Teplota na povrchu	od –160 po +130 °C	V hlbokých kráteroch okolo pólov klesne teplota aj na mínus 238 °C.
5. Čas obehu okolo Zeme	27,3 dní	To je dĺžka jedného mesačného dňa.
6. Vzdialenosť od Zeme	60 zemských polomerov	To je 384 400 kilometrov s výkyvmi až 42 200 kilometrov.
7. Hustota	3,34 g na cm^2	Hustota Zeme: 5,52 g na centimeter kubický. Vyššiu hustotu Zeme spôsobuje oveľa väčšie železné jadro.
8. Gravitačné zrýchlenie	1,62 m/sek^2	Je to 16,5 % rýchlosti pádu na Zemi (9,81 m/sek^2). Gravitácia Zeme je 6-krát silnejšia.
9. Atmosféra	Celková hmotnosť: 10 000 kg	Mesiac má extrémne riedku atmosféru. Tvoria ju argón, hélium a vodík. Presnejšie zloženie zatiaľ nepoznáme.
10. Sila magnetického poľa	0,1 % magnetického poľa Zeme	Sila lokálnych magnetických polí sa mení. Pravdepodobne sú zvyškami po voľakedajšom globálnom magnetickom poli.

1 Ako vznikol Mesiac?

Keď pred 4,6 miliardami rokov vzplanula uprostred zahusťujúceho sa prachoplynového oblaku mladá hviezda – Slnko, začali sa formovať protoplanéty: najprv sa z kozmického prachu pozliepali planetezimály, z planetezimálov sa postupne sformovali planéty. V tom čase sa sformovala aj Zem. V čase, keď dosiahla približne dnešnú veľkosť, zrazila sa podľa všeobecne uznávanej teórie s iným planetárnym telesom. Nebola to priama zrážka: iná planéta, približne s parametrami Marsu, narazila na Zem pod ostrým uhlom. Impaktor sa rozpadol a jeho zvyšky, premiešané s vyvrhnutým materiálom zo Zeme, začali krúžiť okolo našej planéty. Z tejto drviny sa pomerne rýchle sformoval Mesiac.

Táto teória, známa pod menom Veľký impakt, platí od polovice 80. rokov minulého storočia. Dodnes ju iná, lepšia nenahradila. Platnosť teórie dokazuje podobné zloženie



Prvá fáza: **ProtoZem sa zrazila s iným protoplanetárnym telesom. V tom čase mala Zem už 90% dnešnej hmotnosti. Zrážka, po ktorej sa sformoval Mesiac, nebola priama. Impaktor sa o Zem iba nešetrne obtrel, ale zrážku aj tak neprežil, napriek tomu, že mal asi 1/10 dnešnej hmotnosti Zeme.**

Druhá fáza: **Disk, ktorý sa po zrážke z drviny a magmy sformoval, krúžil okolo Zeme, ktorá sa rýchle „hojila". Priemerná teplota na jej povrchu dosiahla po zrážke 4000 °C. Roztopili sa nielen kamenné horniny, ale aj železo. Niektoré kremičitany sa vyparili. Turbulentná výmena plynov medzi Zemou a formujúcim sa Mesiacom chemické rozdiely takmer zotrela. Roztopené železo z rozpadnutého impaktora kleslo postupne do vnútra Zeme a splynulo s jej jadrom.**

Tretia fáza: **Vonkajšie časti disku rýchle chladli. Počas niekoľkých tisícročí sa gravitačne prepojili a vytvorili teleso Mesiaca. Nespotrebovaný materiál Zem postupne stiahla na svoj povrch. Pôvodná obežná dráha mladého Mesiaca bola pomerne výstredná. Mesiac sa k povrchu Zeme pravidelne približoval až na vzdialenosť 20 000 kilometrov. Jedným z dôsledkov gravitačných interakcií na diaľku bol aj mohutný vulkanizmus.**

hornín oboch telies, napríklad takmer identický pomer izotopov kyslíka. Túto podobnosť si všimli už vedci, ktorí skúmali horniny dovezené z Mesiaca posádkami misie Apollo. Výsledky chemickej analýzy boli jednoznačné: pôvodný materiál Zeme a Mesiaca bol veľmi podobný. Čas, keď ku zrážke došlo, spresnili neskôr počítačové simulácie.

Simulácie vysvetlili aj záhadu, prečo sa Mesiac až do takej miery odlišuje od mesiacov iných planét, prečo je v porovnaní s materskou planétou, so Zemou, taký veľký. Vedci dokázali na počítačoch reprodukovať aj vzťah medzi rotáciou Zeme a obežnou dráhou Mesiaca. Teóriu vzniku Mesiaca potvrdil aj nedostatok prchavých prvkov, sodíka a draslíka, v jeho horninách, ktoré sa už pri nízkej teplote vyparujú. V pekelnej horúčave zrážky nemohli pretrvať.

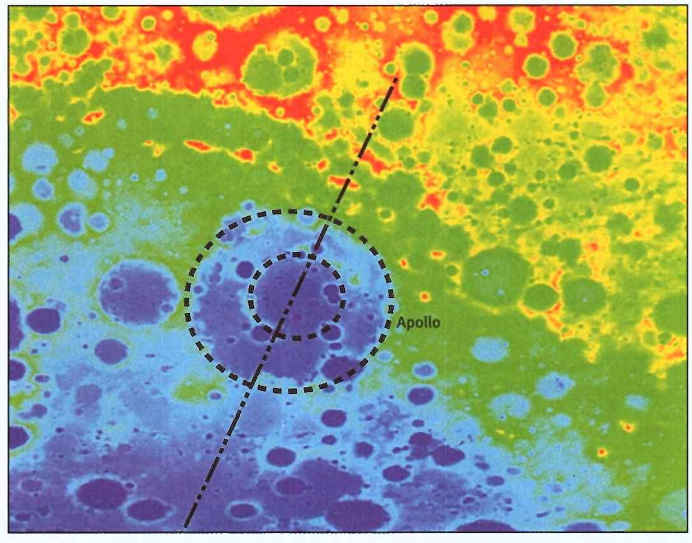
Napriek tomu vedci teóriu vzniku Mesiaca ešte definitívne neodobrili. Má totiž jednu slabinu: o impaktore nič nevieme. Do výpočtov ho dosadili ako premennú s neurčitou hodnotou. Navyše v roku 2008 prekvapila planetológov správa, podľa ktorej bol mladý Mesiac bohatý na vodu. Americkí planetológovia uverejnili v časopise Natur nové výsledky analýzy mesačných hornín z lodí Apollo. Zaujali ich najmä nepatrné červené a zelené vulkanické guľky zo skla. Vznikli v mesačnom vnútre a možno z nich vyčítať údaje o plášti Mesiaca. Vedci vďaka skleneným guľkám odhadli aj pôvodné množstvo vody v mesačných horninách. Údaje ich šokovali: vody tam bolo toľko ako v plášti Zeme.

Ak sa výsledky analýzy potvrdia, vynorí sa otázka: „Ako je možné, že sa voda počas horúcej zrážky nevyparila?“ Vedci pripúšťajú, že Zem a formujúca sa drvina, ktorá okolo nej po zrážke obiehala, si ešte dlho vymieňali prchavé látky. Okrem iných aj paru. To potvrdzujú aj rovnaké hodnoty izotopov kyslíka na oboch telesách. Sugestívne sú aj ďalšie indície, ale rozhodujúci dôkaz, ktorý by teóriu zrážky jednoznačne potvrdil, zatiaľ chýba.

2 Prečo je odvrátená strana Mesiaca taká fádna?

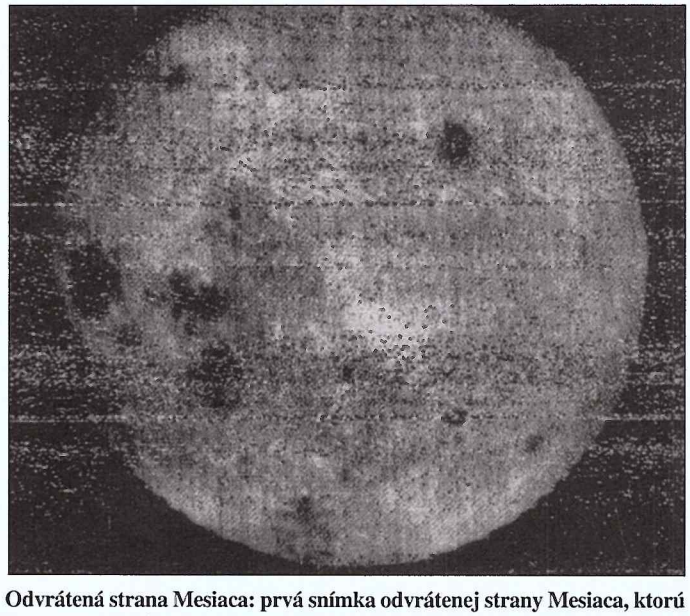
Mesiac je privrátený k Zemi stále tou istou stranou. Nie je to nič nezvyčajné: podobne zviazané so svojimi planétami sú aj niektoré iné mesiace. O odvrátenej strane Mesiaca sme až do roku 1959 nič nevedeli. Keď sovietska lunárna sonda Lunik 3 po prvýkrát Mesiac obletela a odvrátenú stranu Mesiaca odfotografovala, vedci nechceli veriť vlastným očiam: odvrátená strana Mesiaca vyzerala celkom inakšie ako privrátená. Na známej privrátenej strane vidíme tmavé oblasti, ktoré starí hvezdári nazvali „moria“. Spolu so svetlými vysočinami vytvárajú dôverne známu tvár nášho spolupútnika.

Odvrátená strana „tvár“ nemá. Nie sú na nej takmer žiadne „mo-



Výrez zo svahu Aitkenovho bazénu na odvrátenej strane, ktorý siaha až k Južnému pólu Mesiaca. Je to najväčší impaktný kráter na Mesiaci. Mapa vymedzuje polohu kráteru Apollo (priemer 538 km). Červená farba znázorňuje vysočiny, dvíhajúce sa 7000 metrov nad úrovňou strednej hladiny. Najhlbšie, najmodrejšie oblasti ležia na dne krátera Aitken, 6000 metrov pod úrovňou strednej hladiny.

Privrátená a odvrátená strana Mesiaca: na odvrátenej strane veľké moria ako Oceanus Procellarum *(vpravo)* nenájdeme. Aj Mare Orientale *(v strede)*, rozoznáme zo Zeme voľným okom. Snímku získala v roku 1996 sonda Galileo.



Odvrátená strana Mesiaca: prvá snímka odvrátenej strany Mesiaca, ktorú exponovala sovietska sonda Lunik 3, začiatkom októbra 1959, zviditeľnila dve tretiny povrchu pri pohľade sprava. Tmavá škvrna vpravo hore je Mare Moscoviense, jeden z mála impaktných bazénov na odvrátenej strane.

ria". Doteraz skúmalo Mesiac zblízka 73 mesačných sond. Vďaka nim vedci vedia, že obe strany sa odlišujú aj pokiaľ ide o iné vlastnosti. Väčšina odvrátenej strany vyzerá na prvý pohľad oveľa staršia, jej povrch zjazvuje oveľa viac impaktných kráterov. Rozdielne je i chemické zloženie: rádioaktívne prvky, najmä tórium sa vyskytujú predovšetkým na privrátenej strane, na ktorej bola aj intenzívnejšia vulkanická činnosť.

Odlišnosť privrátenej a odvrátenej strany Mesiaca nedokážu vedci zatiaľ vysvetliť. Dôležitú úlohu zohral v minulosti obrovský „oceán", v ktorom však nikdy nebola voda. Keď sa totiž Mesiac, v tom čase žeravé, plastické teleso, sformoval, jeho povrch pokrývala horúca magma. Oceán magmy mal hĺbku 500 metrov. Oceán na privrátenej strane chladol pomalšie, pretože chladnutie spomaľoval rozpad rádioaktívnych prvkov. Odvrátená strana však pomerne rýchle skamenela. Spočiatku na ohnivej hladine plávali skalnaté hory ako ľadovce na našich polárnych moriach. Neskôr sa tieto ostrovy pospájali a vytvorili kontinent, ktorý je srdcom odvrátenej strany.

Neskôr kamenná kôra pokryla celý povrch Mesiaca. Na túto kôru dopadali gigantické i menšie asteroidy a vytvárali na povrchu dodnes viditeľné krátery. Obrovský asteroid vyhĺbil aj neďaleko južného pólu kráter Aitken, hlboký 13 kilometrov s priemerom 2500 kilometrov.

Na privrátenej strane Mesiaca sa neskôr vytvárali veľké trhliny (aj pôsobením slapových síl), ktorými na povrch prúdila magma a vypĺňala impaktné bazény. Vulkanický čadič pokrýva veľkú časť privrátenej strany. Prečo tieto procesy ušetrili odvrátenú stranu, nevieme ani 51 rokov po prvej fotografii zo sovietskej sondy. Nie je vylúčené, že kôra na odvrátenej strane je hrubšia. Či naozaj, preskúmajú dve sondy, ktoré dôkladne zmapujú gravitačné polia, maskony (oblasti s odlišnou gravitáciou ako okolie pod povrchom Mesiaca i hrúbku mesačnej kôry.)

3 Prečo má Mesiac magnetické pole?

Kamene na sivom povrchu Mesiaca sú magnetické. Svedčia o tom údaje, ktoré namerali lunárne sondy z obežnej dráhy i analýzy mesačných hornín v pozemských laboratóriách. Magnetické polia sa síce výrazne menia, ale ani jedno nedosahuje úroveň zemského magnetizmu. Magnetizmus Zeme a Mesiaca sa totiž podstatne odlišujú: naša Zem generuje hlboko vo svojom vnútre globálne magnetické pole. Na Mesiaci je zmagnetizovaná jeho kôra, presnejšie, jej najvrchnejšia časť.

Globálne magnetické pole býva pri pevných, terestrických telesách Slnečnej sústavy skôr výnimkou. Okrem Zeme majú globálne magnetické pole iba Merkúr a Jupiterov mesiac Ganymedes. V mladosti, krátko po vzniku však mohli mať magnetické pole aj ďalšie telesá. Mars ho mal, podľa vedcov, takmer určite. Mesiac ho mohol mať. Ak ho mal, potom súčasný magnetizmus mesačnej kôry možno ľahko vysvetliť: počas horúcej mladosti, keď plastické vnútro mesiaca ešte globálne magnetické pole generovalo, horniny kôry boli natrvalo zmagnetizované.

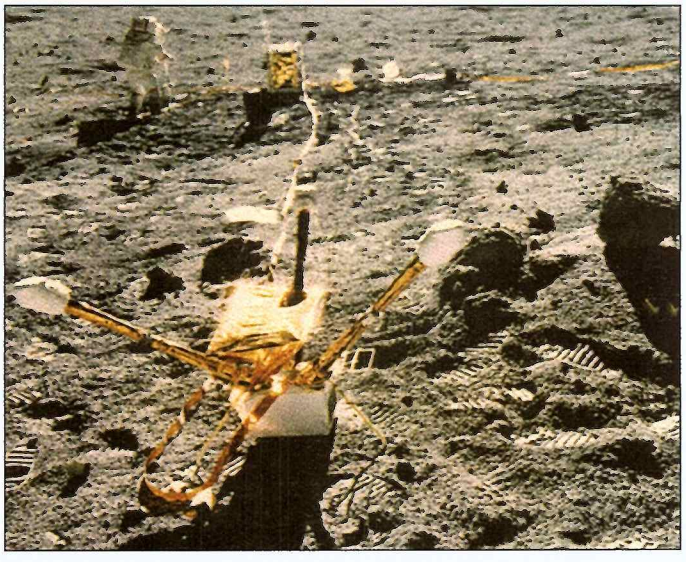
Existencia magnetického poľa sa vysvetľuje efektom dynama. Tento efekt sa v prípade Zeme prejavuje v tekutej časti železného jadra, v hĺbke od 3000 do 5000 kilometrov. Tam prúdy tekutého kovu proces poháňajú. Podobne, ako pri dyname na bicykli, to funguje vďaka indukcii. Dynamo na bicykli však nepoháňajú „prúdy", ale otočky kolieska pohonu. Pohon zemského dynama by neutiahli ani stovky elektrární.

Globálne dynamá sú vzácne a všetky fungujú na rovnakom princípe: tekuté a elektricky vodivé jadro plus dostatočne rýchle prúdy vo vnútre tekutého jadra.

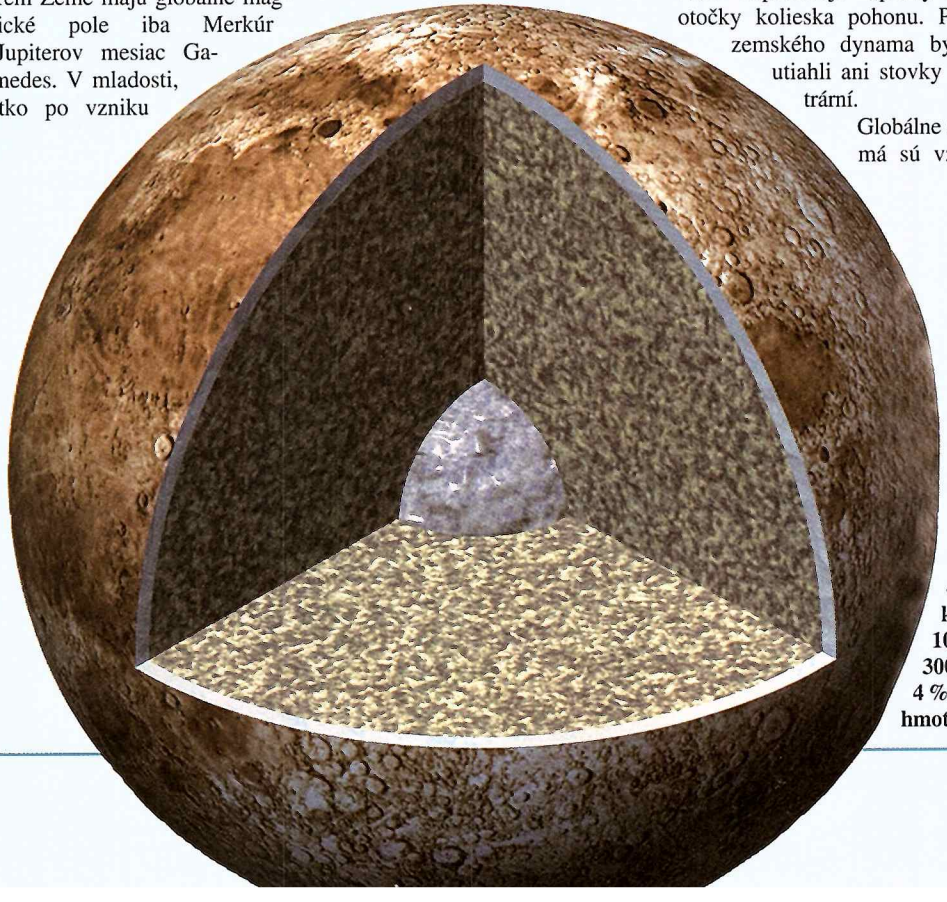
Prúdy v tekutom jadre môžu generovať rozdiely teploty, ktoré spôsobujú konvekciu. Presne to sa odohráva aj v jadre Zeme. Má aj Mesiac tekuté jadro? Vedci predpokladajú, že Mesiac má kovové jadro. Neistotu môžu rozptýliť až presnejšie seizmometre na povrchu Mesiaca.

Isté je, že jadro Mesiaca, ak naozaj existuje, musí byť veľmi malé. Planetológovia predpokladajú, že jeho polomer má 300 až 425 kilometrov. Jadro Zeme (3 470 km) je oproti nemu obrovské. Či je mesačné jadro pevné, plastické alebo tekuté, to zatiaľ nevieme.

(Pokračovanie v budúcom čísle)



Okolo miesta, kde pristala loď Apollo 16, namerali veľké variácie lunárneho magnetického poľa. Jeho intenzita kolíše až 50-násobne, ale nikde nedosahuje vyššiu hodnotu ako 1/100 intenzity magnetického poľa Zeme.



Mesiac má kôru, plášť a jadro. Kôra Mesiaca nemá rovnakú hrúbku. Pod impaktnými krátermi má niekoľko desiatok, inde aj vyše 100 kilometrov. Polomer lunárneho jadra je 300 až 425 kilometrov a predstavuje sotva 2 až 4 % hmotnosti Mesiaca. Jadro Zeme je oveľa hmotnejšie: obsahuje 30 % hmotnosti Zeme.

Mimozemšťanov (vraj) objavíme... Najneskoršie do konca tohto storočia

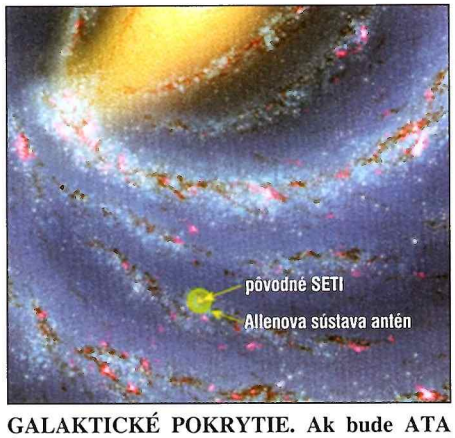
SETI nezachytil doteraz žiadny signál od mimozemskej civilizácie, ale nové technológie otvárajú sľubné možnosti.

RÁDIOVÁ HLIADKA. Pole rádioteskopov Allen (ATA), ktoré má zatiaľ (pre nedostatok financií) iba 42 rádiových antén s priemerom 6 m, je však aj tak v súčasnosti jedným z najvýkonnejších zariadení pre rádiové hľadanie mimozemských signálov. ATA leží na pozemku „Hat Creek Observatory", ktoré prevádzkuje Kalifornská univerzita v Berkeley.

Na jar v roku 1960 Frank Drake, nový pracovník Národného rádioastronomického observatória, rozmýšľal, ako by sa dal využiť 30-metrtový rádioteskop Green Bank, v západnej Virgínii. Rozhodol sa, že namiesto rádiového mapovania oblohy, čím sa v tom čase zaoberala väčšina rádioastronómov, bude hľadať rádiové zdroje, ktoré by mohli mať umelý pôvod. Vychádzal z predpokladu existencie civilizácie v našom okolí a z logického záveru, že ak sú mimozemšťania na podobnej úrovni vývoja ako my, potom by ich signály mala nová anténa detegovať.

Drake zostavil prijímač, ktorý sa dal naladiť na frekvenciu 1428 MHz vodíkovej čiary 21 cm a zariadenie, ktoré automaticky prelaďovalo zariadenie okolo tejto hodnoty. Počítal s tým, že mimozemšťania si vybrali dobre známu vodíkovú vlnovú dĺžku ako kozmický „volací kanál". Tento výber zároveň utlmil kritiku zo strany kolegov, pretože takto bol prijímač schopný plniť aj konvenčný pozorovací program.

Projekt OZMA celé dva mesiace skúmal signály z dvoch blízkych, Slnku podobných hviezd – Tau Ceti a Epsilon Eridani. Bol to lacný projekt, náklady neprevýšili 2 000 dolárov. Vedci síce nijaký signál nezachytili, ale projekt OZMA otvoril éru hľadania mimozemských civiliácii. Súčasný program SETI je priamym potomkom OZMA. Vodíková čiara je stále preferovaným kanálom na rádiový prieskum. Inštitút SETI dodnes využíva aj Drakeovu stratégiu a jeho antény skúmajú blízke, Slnku podobné hviezdy.



GALAKTICKÉ POKRYTIE. Ak bude ATA skompletizovaná, priestor, ktorý bude prieskumom pokrytý v programe SETI, podstatne vzrastie (vzhľadom na daný konštantný výkon vysielača). Do prieskumu zaradia milióny doteraz nepreskúmaných hviezd. V našej Galaxii sa predpokladá existencia tisícov vysielajúcich civilizácii. ATA má nádej zachytiť ich signály.

Po polstoročnom experimentovaní v rámci projektu SETI (Search for Extraterrestrial Inteligence) stále nevieme, či sa v kozmickom okolí vyskytuje civilizácia na našej úrovni. Mohlo by sa zdať, že vynaložené náklady neprinesli nijaký úžitok. Väčšina vedeckej obce je však presvedčená, že mimozemšťanov musíme hľadať.

V rádiovej oblasti spektra sme preskúmali veľké priestory, ale čas, ktorý sme mohli venovať prieskumu v určitom smerovom uhle bol veľmi krátky. Výsledok takého postupu je zväčša oveľa menej citlivý, ako keby sme skúmali jednotlivé hviezdy. Počet hviezdnych sústav uvážlivo vytipovaných v rámci v SETI, monitoruje sa v rozsahu slabých signálov iba 750 frekvencií, pričom na každej frekvencii bola relácia príjmu krátka. V optickom prieskume, kde poľujeme na veľmi krátke a veľmi jasné záblesky, môžeme zo zoznamu vyškrtnúť zhruba 5 000 hviezd, ale aj na tomto poli bolo trvanie „poľovačky" veľmi krátke.

V Galaxii, kde sa nachádza niekoľko sto miliárd hviezd, je to iba nepatrná vzorka. Ak po takej prehliadke tvrdíme, že mimozemšťania neexistujú, podobá sa to tvrdeniu zoológa, ktorý po preskúmaní pol hektára územia bohorovne vy-

PRAVDEPODOBNE NAJZNÁMEJŠÍM PRODUKTOM SETI v posledných rokoch je šetrič obrazovky SETI@home. Autormi tohto softvéru sú výskumníci pracujúci v programe SETI na kalifornskej univerzite v Berkeley. Program umožňuje každému majiteľovi počítača pripojeného na internet analyzovať rádiové údaje, získané v programe SETI a spolupracovať v rámci programu, na konci ktorého je Nobelova cena.

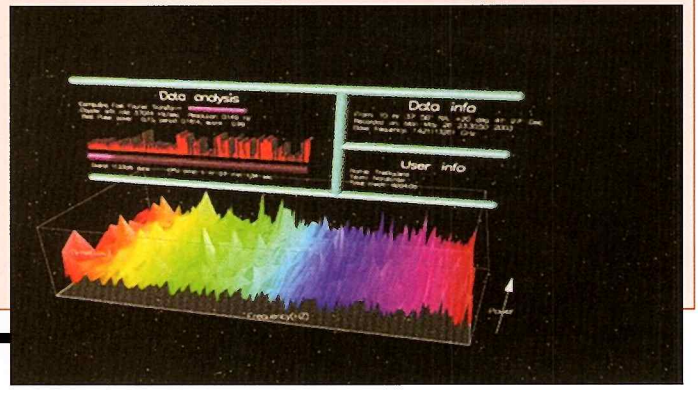
Už viac ako desať rokov spracovávajú nadšenci dáta pomocou SETI@home, dúfajúc, že objavia umelý signál. Tento program si stiahlo viac ako 8 miliónov ľudí. V najnovšej verzii sa hľadajú veľmi krátke rádiové záblesky (je to podobný spôsob ako hľadanie laserových zábleskov v optickom odbore spektra), v programe pod názvom Astropulse. Ak si záujemca stiahne domov nové pozorovania na analýzu, dostane dáta za približne polovicu pozorovacieho času. Program potom hľadá „pípnutia" trvajúce približne miliónti nu sekundy. Výsledky analýzy sa zhromažďujú v Arecibo, kde sa nachádza 300-metrová rádiová anténa. Doteraz sa našlo v tomto programe okolo 100 zaujímavých signálov, ktoré boli vzápätí otestované špeciálnymi pozorovaniami v Arecibo. Nadšenci takto podstatne rozširujú možnosti SETI, hovorí vedúci projektu SETI@home, Dan Werthimer.

Inštitút SETI takto aj demokratizuje hľadanie E.T. tým, že každý má prístup k dátam aj k analýze. Podľa A. Agrawala: „Ide nám o to aby sme do hľadania zapojili celý svet. Ani nie tak výpočtovou kapacitou ako kapacitou invencie."

Na podobnej myšlienke je založená aj iniciatíva nazvaná setiQuest. Ľudia, bažiaci hľadať v dátach z ATA zaujímavý signál, môžu si stiahnuť súbor dát nazvaný SonATA (akronym od SETI a ATA) z http://seti.berkeley.edu. Stačí potom spustiť program a na vašej obrazovke bude svietiť tzv. „vodopád grafických priebehov". Úzkopásmový signál, charakteristický pre rádiové vysielače, sa znázorní jasnou čiarou a tak sa odlíši od prirodzených signálov. Hoci programy používané v SETI sú schopné nájsť jednoduché štruktúry, predsa však ľudské oko môže postrehnúť komplexný signál aj tam, kde ho počítač prehliadol. Potom taký postreh stačí oznámiť do diskusného fóra webovej stránky setiQuest, aby sme naň upriamili pozornosť vedcov, pracujúcich v Inštitúte SETI.

SetiQuest aj SonATA sú otvorené aj pre návrhy účastníkov na zdokonalenie programov. Ak niekto chce otestovať nový algoritmus na analýzu dát, môže mu SETI Inštitút poskytnúť potrebný súbor pozorovacích dát.

ŠETRIČ OBRAZOVKY SETI. Hocikto si môže cez internet stiahnuť do počítača SETI@home šetrič obrazovky. V pohotovostnom režime potom počítač testuje dáta SETI na prítomnosť umelého signálu.



hlási, že klokanov v Austrálii niet. Doterajší neúspech programu SETI spôsobila najmä nedokonalosť našich experimentov. O osídlení Galaxie rozumnými bytosťami však nehovorí nič. Našťastie program SETI sa obnovuje. Optimisti tvrdia, že už v priebehu niekoľkých desaťročí signál mimozemšťanov zachytíme...

Optimizmus v rámci SETI exponenciálne rastie vďaka čoraz dokonalejšej technológii. Moderný rádiový prieskum využíva množstvo výdobytkov digitálnej techniky, ktorá umožňuje prijímať paralelne signály na miliardách úzkopásmových kanálov a detegovať každý signál, vystupujúci nad širokopásmový galaktický šum. Ak má experimentátor k dispozícii rýchlejšie počítače, môže zväčšiť počet pozorovaných kanálov tak, že skráti čas potrebný na spracovanie signálu.

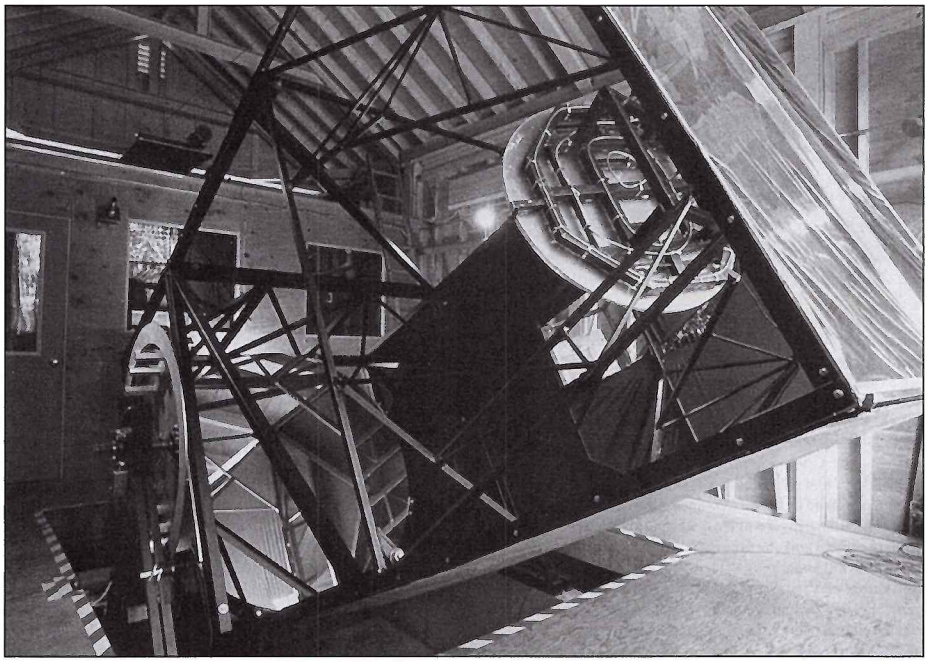
Digitálna elektronika zdvojnásobuje rýchlosť spracovania každých 18 mesiacov, o čom vie každý čitateľ, ktorý využíva najmodernejšie počítače. Projekt SETI v priebehu posledných päťdesiat rokov za týmto vývojom čoraz viac zaostával.

V rámci projektu SETI preskúmali doteraz sotva 1000 hviezd, potenciálnych zdrojov slabého rádiového signálu. Do piatich rokoch preveríme milión ďalších hviezd. Podľa štatistikov SETI dostatočný počet na to, aby sme nejaký signál mimozemšťanov zachytili! Pravdaže iba vetdy, ak je počet rádiom zistiteľných civilizácii aspoň 10 000. Účastníci projektu SETI doplňujú arzenál pátracích prístrojov zariadeniami, ktoré dokážu udržať krok s prudkým rastom výkonnosti počítačov. Takýmto prístrojom bude aj ATA (Allen Telescope Array), na budovaní ktorého spolupracuje Inštitút SETI s rádioastronomickým laboratóriom Kalifornskej univerzity v Berkeley. ATA, nový typ poľa antén, podstatne urýchli hľadanie mimozemských signálov.

ATA a jej výhody

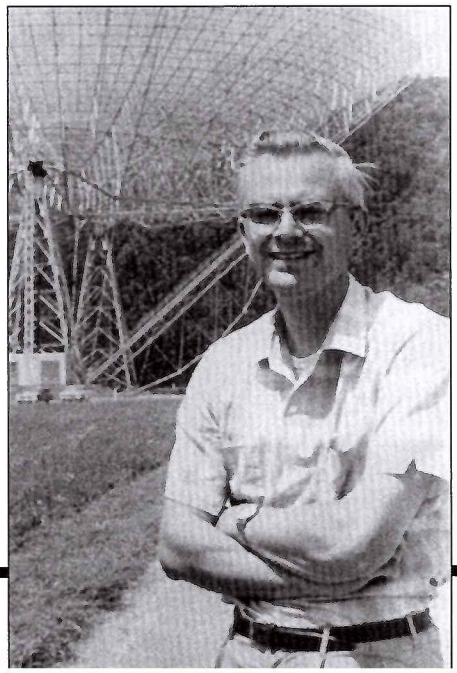
„Allen Telescope Array" (sústava Allenových rádioteleskopov), nazvali podľa autora aj sponzora technológie. Priemer parabolických antén D je relatívne malý (6 m), napríklad v porovnaní s 28 m anténami prístroja VLA v Novom Mexiku. Ich počet (N) však bude oveľa väčší. V súčasnosti už inštalovali 42 antén na rádiovom observatóriu Hat Creek v Kalifornii, ale v budúcnosti tam bude stáť až 350 takých antén. (Na VLA ich je 27.)

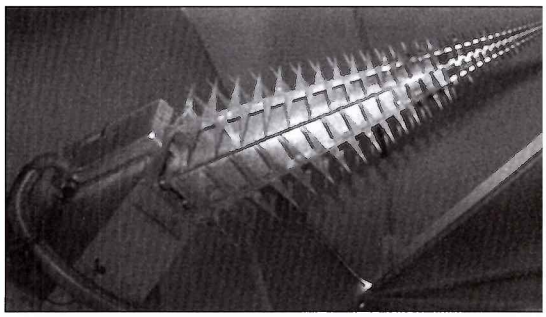
„Veľké N a malé D" (aj takúto skratku používajú pre ATA znalci), má oproti veľkej parabole tri veľké výhody.



DETEKCIA LASEROVÝCH IMPULZOV. Výskumný tím z Harvardskej univerzity používa tento 183-centimetrový reflektor každú jasnú noc na hľadanie laserových impulzov. Tieto impulzy by mohli na okamih prežiariť svetlo centrálnej hviezdy aj viac ako tisícnásobne. Harvardský ďalekohľad s elektronikou vykonáva takmer bilión (10^{12}) meraní za sekundu!

PIONIER SETI. Pred polstoročím otvoril mladý rádioastronóm Frank Drake modernú éru SETI pozorovaním pomocou 30 m antény, na observatóriu Green Bank, Západná Virginia. Hľadal umelý rádiový signál z dvoch blízkych hviezd: Tau Ceti a Epsilon Eridani.





NAPÁJACÍ VLNOVOD. V ohnisku každej parabolickej antény zariadenia ATA je zvláštny napájací vlnovod, určený na zachytenie signálu, jeho zosilnenie a vyslanie po vláknovom optickom kábli do centrály, kde sa koreluje so signálmi z iných antén. Nezvyčajná konštrukcia je schopná naladiť mikrovlnový príjem v širokom rozsahu od 3 do 60 cm (0,5 – 10,5 GHz). Malý nízkošumový zosilňovač je umiestnený na konci vlnovodu a je chladený pomocou kryogenického zariadenia.

Prvá výhoda: rad antén umožňuje pozorovateľovi detailne mapovať oblohu pomocou dobre známej apertúrnej syntézy. Môžeme spájať signály z ľubovoľných dvoch antén pre zvýšenie rozlíšenia v danom smere bez toho, aby sme museli čakať, kým budeme môcť využiť na tento účel rotáciu Zeme.

Druhá výhoda: malé ATA antény majú širšie zorné pole, čo je prednosťou pri prieskumných projektoch, alebo pri sledovaní objektov s prerušovaným signálom – to je výhodné najmä pri občasných rádiových signáloch.

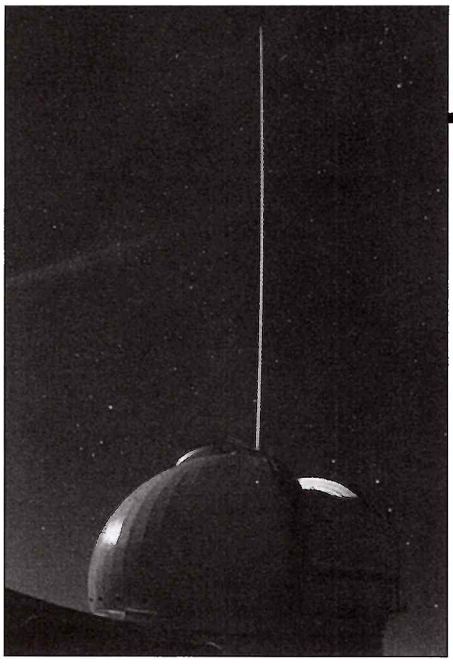
Tretia výhoda: je oveľa lacnejšie postaviť viac malých antén ako jednu veľkú, s rovnakou požadovanou účinnou plochou. Ak postavíte veľkú parabolu, množstvo kovu pre nosnú konštrukciu vzrastá rýchlejšie ako účinná plocha antény.

Ďalšou výhodou prístroja ATA je, že na rozdiel od väčšiny rádioteleskopov je „frekvenčne pružný". Inými slovami: ak potrebujete preladiť frekvenciu, nemusíte meniť nič, okrem parametrov zosilovača. V začiatkoch SETI, ak chceli preladiť príjem z pásma 21 cm na pásmo 6 cm, vyžadovalo si to demontáž nízkofrekvenčného zosilovača z ohniska paraboly a jeho nahradenie vysokofrekvenčným, čo spôsobilo výpadok 12 hodín pozorovacieho času.

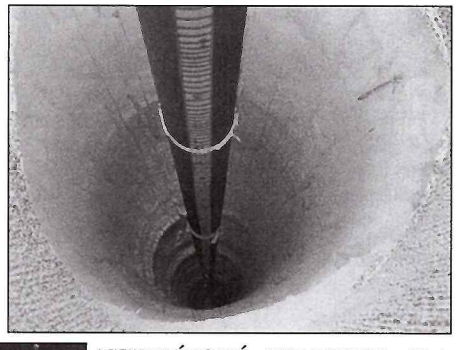
Sústava ATA je vybavená mikročipovými zosilovačmi, ktoré umožňujú naladiť ľubovoľnú dĺžku vlny od 3 cm do 60 cm. Obsluha môže naladiť celú elektroniku napísaním povelu na klávesnici počítača, ostatné činnosti sa vykonajú automaticky. Operátor sa tak môže plne sústrediť na hľadanie signálu.

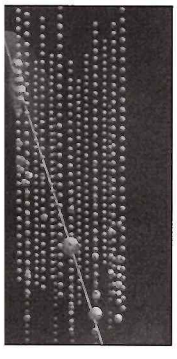
Podľa tradičného postupu v programe SETI sa počas určitej doby registruje rádiový signál z vytipovanej hviezdy. ATA umožňuje registrovať signály paralelne z celého poľa „rádiových pixlov", teda pozorovať odrazu viacero hviezd. Dnes sú to iba dva signály, ale v princípe ich môže byť tucet, alebo dokonca sto. To závisí iba od výkonu počítača. A počítače budú stále výkonnejšie.

ATA už vykonala v rámci projektu SETI celý rad zaujímavých pozorovaní. Napríklad: prístroj skúma úzky pás smerom ku galaktickému stredu,



KECKOV LASER. Výkonný laser vysiela svetelné impulzy z ďalekohľadu Keck II na Havaji. V tomto prípade je laser použitý pre adaptívnu optiku kvôli kompenzácii nepokoja obrazu, príčinou ktorého sú turbulentné pohyby vzduchu v zornom lúči. Impulzy majú relatívne dlhé trvanie. Pokročilá civilizácia by mohla využívať impulzný laser s veľkým výkonom na vysielanie signálu k vzdialeným hviezdnym systémom.





NEUTRÍNOVÝ TELESKOP. University of Wisconsin spolu s ďalšími inštitúciami skonštruovali na Južnom póle detektor neutrín pod názvom *ľadová kocka.* Hoci je určený na registráciu neutrín prirodzeného pôvodu, môže detegovať aj neutrína s vysokou energiou, pochádzajúce od rozvinutých civilizácií. Retiazka 5 000 detektorov je umiestnená v ľadovom vrte s hĺbkou viac ako 2 km. Konštrukcia má byť skompletizovaná začiatkom roku 2011.

ENERGIA Z ČIERNEJ DIERY. Pokročilá civilizácia môže byť schopná odčerpávať obrovské množstvo energie z hmoty, ktorá kolabuje do čiernej diery. Keď rozmýšľame o civilizáciách, ktoré sú o milióny rokov staršie ako naša, mali by sme pripustiť aj neobvyklé riešenia.

kde v ďalekohľadoch vidíme miliardy hviezd. Sledujeme však iba niektoré. Väčšina hviezd je totiž vo vzdialenosti niekoľkých desiatok tisíc svetelných rokov. Nijaká civilizácia by nevysielala taký silný signál, ktorý by sa dal detgovať na túto vzdialenosť našou súčasnou technikou. Ďalšie experimenty zamerali na antisolárny smer, v nádeji, že zachytíme signál od civilizácie, ktorá sleduje tranzit Zeme cez slnečný disk. Uvažujeme, že mimozemšťania môžu mať podobný program ako je program NASA – KEPLER, zameraný na objavy extratrestriálnych planét.

ATA sa buduje iba s podporou súkromných spoločností, ktoré majú pochopenie pre projekt SETI. Po dokončení (inštalovať treba ešte 305 antén), bude ATA v prevádzke nepretržite.

Prieskum v optickej oblasti

Rádiový prieskum v projekte SETI dominuje, vedci však využívajú aj alternatívne postupy: napríklad hľadanie svetelných zábleskov z okolitých hviezd. Myšlienka, že mimozemšťania k nám vysielajú svetelné signály, je celkom rozumná. Aj my sme už schopní vyslať silný laserový signál, napríklad pomocou prístroja, používaného pri pokusoch s termonukleárnou fúziou na zážeh. Krátky silný záblesk z takého zariadenia môže na okamih tisícnásobne prežiariť svetlo Slnka v medzihviezdnom priestore. Ak by sme taký signal vyslali, o niekoľko tisíc rokov ho nejaká civilizácia môže zaznamenať.

Hľadanie umelých zábleskov, známe ako *optický SETI,* sa dá uskutočňovať pomocou relatívne malých, klasických ďalekohľadov, ktoré sú vybavené citlivými detektormi, schopnými zaregistrovať občasný záblesk trvajúci iba nanosekundu (10^{-9} s). Taký krátky záblesk môže prezradiť umelý zdroj, odlišný od pomaly premenného žiarenia hviezdneho pozadia. Na Harvardskej univerzite postavil fyzik P. Horowitz optický ďalekohľad pre program SETI s priemerom 183 cm. Prístroj vytrvalo skenuje oblohu viditeľnú zo štátu Massachusetts, hľadá ultrakrátky svetelný signál.

Žiaľ, nanosekundové detektory sú relatívne veľké a drahé. Väčšina zariadení v optickom SETI používa preto „jednopixlovú kameru", takže môže vždy v danom čase sledovať iba jedinú hviezdu. V Harvardskom experimente majú rozšírené možnosti. Na detekciu používajú pásik 8×64 pixlov, môžu teda v danom čase sledovať objekty v takom úseku na oblohe, ktorý sa zobrazuje na pásik pixlov. V porovnaní s kamerami, ktoré majú tisíce pixlov ide o „primitívne prístroje", ale zdá sa, že už svitá na lepšie časy.

Andrew Howard z Kalifornskej univerzity v Berkeley tvrdí, že už čoskoro sa objavia vysokorýchlostné fotodiódové detektory. Tie budú mať na palcovom (2,54×2,54 cm) čipe okolo štvrťmilióna pixlov. Takým zariadením bude možné preskúmať veľkú oblasť oblohy s mnohými objektami odrazu.

Optický spôsob SETI je lákavý z viacerých dôvodov. Nevyžaduje si veľké antény, ani veľké náklady. Je v začiatočnom štádiu, takže má pred sebou veľké pole možností. Ako podotýka Howard: „Hľadanie laserových zábleskov je sľubný spôsob prieskumu SETI. Navyše v tomto, experimentálne jednoduchom odbore, pôsobí zatiaľ málo ľudí." Očakávaný pokrok vo vývoji detektorov, od jednoduchej diódy, cez lineárny detektor, až po dvojrozmerné pole detektorov spôsobí v tejto oblasti technickú revolúciu a znásobí pravdepodobnosť úspechu.

Alternatívne metódy

Hoci pod projektom SETI rozumieme obvykle rádiové a optické hliadkovanie, existuje aj rozsiahly zoznam iných potenciálnych spôsobov objavovania mimozemšťanov. Už dlhšiu dobu sa spomína možnosť, že mimozemšťania k nám vysielajú zväzky energetických neutrín. Vesmír je preplnený neutrínami, ale neutrína s vysokou energiou sa vyskytujú iba vzácne. Takže objavenie smerovaného zhluku energetických neutrín by sme mohli považovať za rozumný signál.

Univerzita vo Wisconsine skonštruovala neutrínový detektor, známy ako *„ľadová kocka"*. Je umiestnený v antarktickom ľadovci. Vedci, ktorí obsluhujú tento detektor, nemajú v pláne hľadať mimozemské civilizácie, ale to neznamená, že ich nemôžu nájsť. Rovnako aj pomocou optických ďalekohľadov novej generácie môžeme naraziť na diela mimozemských astroinžinierov: veľké umelé štruktúry, vybudované civilizáciou o milióny rokov staršou, ako je tá naša. Môžeme objaviť prebudovaný planetárny systém alebo veľké sústavy slnečných kolektorov, obiehajúcich centrálnu hviezdu.

Čo je tam naozaj

Predpovedať blízku budúcnosť programu SETI je rovnako zložité, ako odhadnúť počasie na niekoľko rokov dopredu. Predpokladáme pokrok v technológii, najmä pokiaľ ide o citlivosť a rýchlosť registrácie. Budeme stavať nové ďalekohľady, zavádzať najnovšiu rýchlu digitálnu elektroniku. V priebehu jednej generácie preskúmame všetky hviezdy do vzdialenosti 1 000 svetelných rokov, a možno aj ďalej.

V rovnakom čase nám pokrok v astronómii umožní lepšie pochopiť, na čo sa máme prednostne sústrediť, aby sme boli úspešní. Program družice KEPLER nám naznačí, pri akých hviezdach máme hľadať planéty podobné Zemi. Pri rozumnom použití vhodných ďalekohľadov sa nám určite podarí nájsť niekoľko tuctov bratrancov Zeme. Výskumníci SETI rýchle otestujú každý objav programu KEPLER. Ale skutočná výhra tejto vzrušujúcej misie bude štúdium spoločných znakov hviezdnych sústav, pri ktorých existuje predpoklad existencie života a inteligencie. Také informácie zúžia náš zoznam možných cieľov a zvýšia tak efektívnosť prieskumu.

Predokladáme, že inteligentný život je spojený s prítomnosťou vody a hustej atmosféry. Uplatňovanie skúseností iba z našej biologickej evolúcie však môže byť zavádzajúce. Takýto zúžený pohľad môže efektívnosť SETI významne znížiť.

Prudký rozvoj digitálnej elektroniky, ktorý urýchľuje aj možnosti SETI, je založený na predpoklade, ba nevyhnutnosti, že aj naši potomkovia budú obdarovaní dostatočnou invenciou. Ak invencia z akýchkoľvek dôvodov ustrnie, iba ťažko si možno predstaviť, že do konca tohto storočia objavíme inteligenciu, ktorá bude aspoň na takej, alebo vyššej úrovni ako tá naša.

Ako môžeme objaviť astroinžinierske diela mi-

ÁNO, PRACUJE. Typická amatérska stanica SETI skombinovaná z TV antény pre príjem v pásme C z príležitosne získanej elektroniky a z počítača. Zariadenie analyzuje prijímaný signál 24 hodín denne, tak ako obloha prechádza cez charakteristický lalok antény.

mozmšťanov? Každá vyspelá civilizácia potrebuje množstvo zdrojov energie a materiálu. Musíme preto naše hľadanie sústrediť do oblastí, kde je dostatok zdrojov týchto entít. Teda do okolia centra Galaxie, do zhluku mladých hviezd, do okolia čiernych dier, prípadne prachových hmlovín, kde je veľká hustota medzihviezdnej hmoty a blízke horúce hviezdy disponujú veľkým množstvom energie. Hľadanie svetov ktoré sú podobné Zemi si necháme na „potom".

Naša súčasná situácia pripomína Krištofa Kolumba v auguste 1492, keď po prekonaní Atlantiku zakotvil pri karibskom ostrove Palos de la Frontera. Ukázalo sa, že Nový svet nie je chiméra. Už ho bolo treba iba preskúmať.

Amatéri v SETI

Je možné, že množstvo civilizácií z rozličných oblastí oblohy vysiela na rôznych frekvenciách svoje volania smerom k Zemi, ale my o tom nevieme.

Celosvetový program SETI zapĺňa, pokiaľ ide o možné frekvencie, polohy na oblohe a doby relácií, iba nepatrnú čiastočku „prieskumného priestoru". Profesionálny výskum nemôže obsiahnuť celú túto šírku, ale pri súčasnej technickej úrovni môže v tejto oblasti pomôcť množstvo rádiových „koníčkarov", ktorí majú potrebné prístroje vo svojej výbave.

Takíto ľudia sa združili v „Lige SETI". Je to najväčšia organizácia s týmto zameraním. Založil ju v New Jersey v roku 1994 priemyselník R. Faktor a právny poradca O. Greene. Liga zahájila činnosť ako amatérsky rádioklub. V programe mali rôzne rádiotechnické zaujímavosti. Napríklad, dlho pracovali s odrazom rádiosignálu z povrchu Mesiaca a s príjmom odrazeného signálu na inom kontinente. Podobne by sa mohol prijímať rovnako slabý signál prichádzajúci z Galaxie?

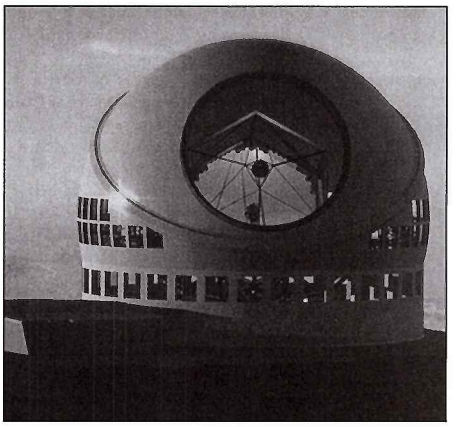
Lákavá myšlienka sa dočkala realizácie. Množstvo nadšencov so zariadením strednej výkonnosti prijalo nasledujúcu stratégiu hľadania: dlhodobo sledovať čo najväčšiu časť nebeskej sféry. Ako to uskutočniť? Sotva môžeme predpokladať, že by nejaká E.T. civilizácia vysielala celé milióny rokov. Rádiové spojenie môže byť iba alternatívnym druhom komunikácie, ktoré sa nám pri vývoji podarilo ovládnuť. Bolo by iba šťastnou náhodou, keby sme tento spôsob komunikácie ovládli v rovnakom štádiu vývoja ako mimozemšťania. V rádiovej oblasti sa nám dodnes nepodarilo zachytiť žiadny signál. Možno preto, že nemáme dostatočne citlivé prijímače.

Rádioamatéri už dlhšiu dobu ustupujú od používania TV parabol s priemerom 3 až 5 m na napájanie svojich prijímačov. Liga pre nich pripravila návrh štandardného prijímacieho zariadenia, ktoré si každý člen môže zhotoviť. Tento lacný prijímač, podľa dnešných štandardov so strednou citlivosťou okolo 10^{-23} W/m^2, je rovnako citlivý, ako bol v roku 1977 gigantický rádioteleskop na „Ohio State University". Tento prístroj, nazývaný aj „Veľké ucho", zachytil známy signál WOW.

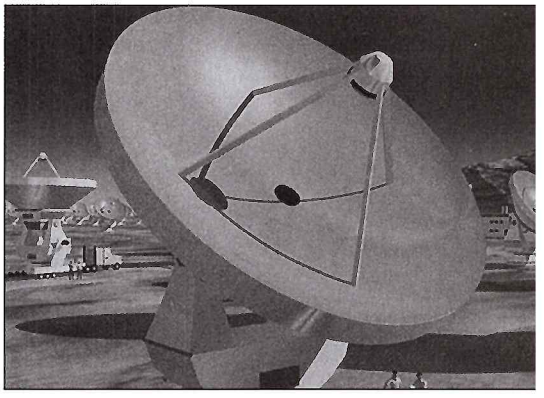
Pôvodný plán bol veľkolepý: 5000 staníc okolo celej zemegule malo neustále sledovať celú oblohu. Záznam o pozorovaní rádiového šumu má byť automaticky analyzovaný a okrem toho operátor občas, kvôli kontrole, zaznamená signál a manuálne vykoná analýzu. Plán sa však v plnom rozsahu nerealizoval. Spočiatku počet účastníkov programu Ligy narastal. V priebehu štyroch rokov sa ustálil na počte 100. Dnes hľadá mimozemšťanov 145 amatérov. Dvakrát za deň prehľadajú prakticky celú oblohu. Ich najväčšou slabinou nie je ani tak malý rozmer antény, alebo malý počet účastníkov, ale veľmi malý úsek spektra, ktorý môžu analyzovať. Štandardná amatérska stanica SETI môže odrazu pozorovať niekoľkotisíc úzkych kanálov, zatiaľ čo profesionálna až desiatky miliónov.

Problém je aj v tom, že nevieme, na akej frekvencii môžu mimozemšťania vysielať. Je skľučujúce si uvedomiť, že sa pozoruje „iba" cez 242 miliónov kanálov so šírkou 1 Hz. Mimozemšťanov teda hľadáme iba v takzvanom „vodnom okne", čo je iba veľmi malá čiastka rádiového spektra od 1,420 do 1,662 GHz. Potrebovali by sme prezerať oveľa širšie pásmo.

Liga SETI je však rovnako úspešná ako hociktorý iný projekt SETI. Jej členovia vyvinuli nové algoritmy a programy, šetria čas pre veľké profesionálne rádioteskopy. Okrem toho pracujú na rekonštrukcii starších, opustených telekomunikačných zariadení, ktoré postupne začleňujú do programu SETI. Amatéri pracujú aj v optickom SETI. Pomaly rastúca hŕstka nadšencov preniká do novej a nepreskúmanej oblasti. *(Viac podrobností na www.setileague.org.)*



ĎALEKOHĽADY BUDÚCNOSTI. História astronómie je plná nečakaných objavov, ktoré sú neraz výsledok zavedenia nových prístrojov, prekonávajúcich dovtedajší prah pozorovateľnosti (priestorové, časové alebo spektrálne rozlíšenie) a umožnili tak objaviť nové fenomény. Odhliadnuc od iných veľkých projektov, po skompletizovaní tridsaťmetrového ďalekohľadu (hore) a veľkého rádioteleskopu v púšti Atacama, určeného na pozorovanie v milimetrovom a submilimetrovom pásme (dole), sa určite začne éra objavov vyspelých civilizácií.

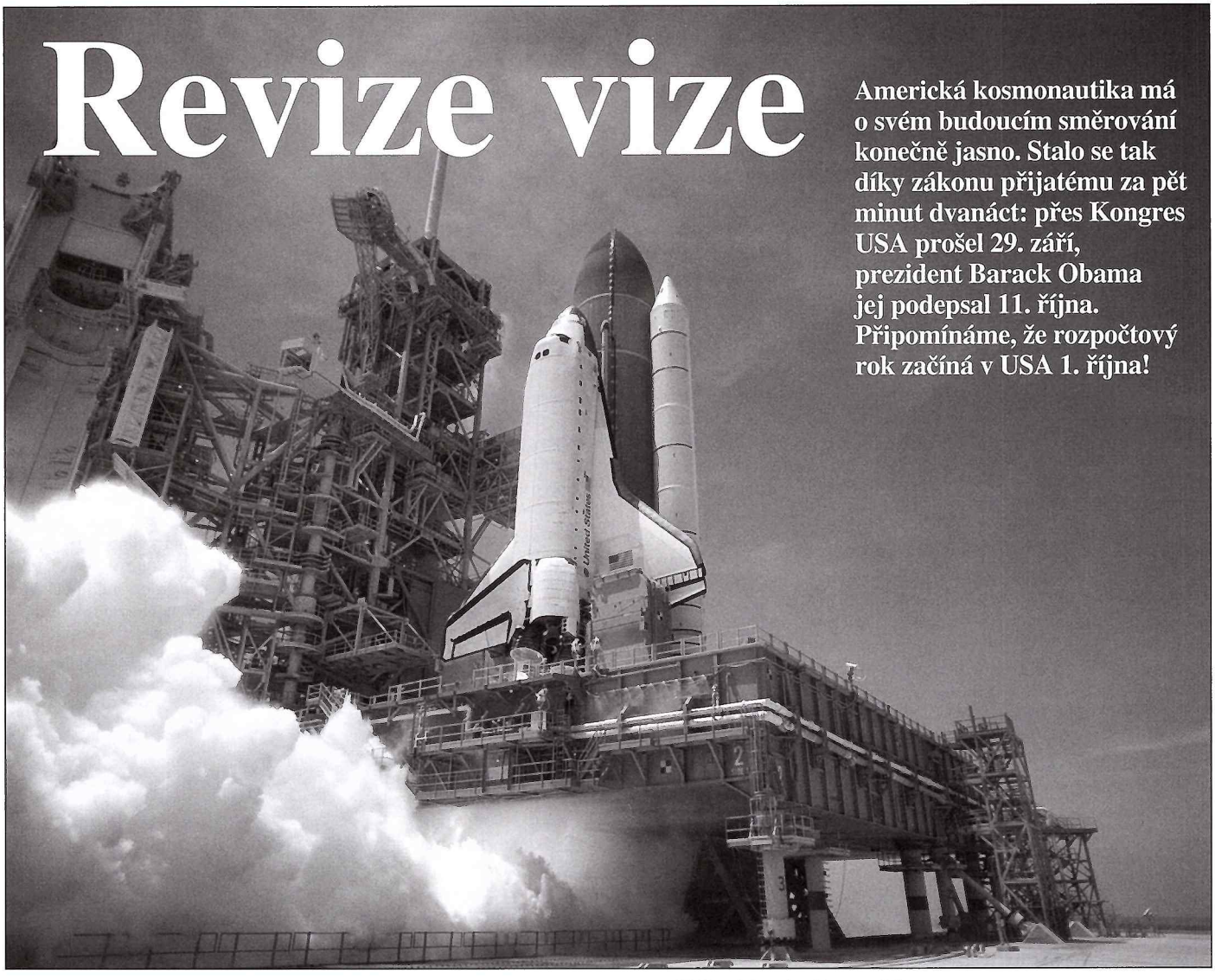


Podľa článkov S. Shostaka a H.P. Shuchea (konštruktéra prvej TV antény pre príjem z družíc a čestného predsedu Ligy SETI) v *„Sky & Telescope, november 2010"* spracoval M. Rybanský

OBLASTI VÝSKYTU MIMOZEMŠŤANOV? Pri súčasnej rýchlosti vývoja výpočtovej technológie na Zemi si môžeme ľahko predstaviť, že pokročilé civilizácie by mohli využívať umelú inteligenciu (roboti?) na stavbu veľkých astroinžinierskych projektov. Takéto konštrukcie by sa mohli vyskytovať najmä v miestach s mohutným výskytom hmoty a energie. Takými môžu byť skupiny mladých hviezd (vľavo) alebo tmavé hmloviny (vpravo).

Revize vize

Americká kosmonautika má o svém budoucím směrování konečně jasno. Stalo se tak díky zákonu přijatému za pět minut dvanáct: přes Kongres USA prošel 29. září, prezident Barack Obama jej podepsal 11. října. Připomínáme, že rozpočtový rok začíná v USA 1. října!



Raketoplány se v roce 2011 definitivně stanou minulostí. Konstrukce superrakety SLS z nich má ovšem vycházet.

Čtyři směry

Poslední dva roky jako by nebylo ve Spojených státech vidět, že právě kosmonautika je obor, který vyžaduje dlouhodobé, koncepční a promyšlené plánování. Mise, zdroje a technologie není možné připravovat „ze dne na den". Stačí se podívat na to, jak zásadním způsobem ovlivnilo celosvětovou kosmonautiku na desítky let dopředu (a dost možná, že ještě desítky dalších let ovlivňovat bude) americké rozhodnutí z počátku sedmdesátých let minulého století vyvíjet kosmický raketoplán...

Obraz toho, jak vypadal vývoj kosmonautiky v USA v uplynulých letech, jsme přinesli ve článku *Quo vadis, americká kosmonautiko?*, který jsme přinesli v Kozmosu 4/2010. Co se dělo poté? Stručně můžeme říci, že agónie americké kosmonautiky nejen pokračovala, ale dokonce se prohlubovala. Ještě v polovině září 2010 jsme mohli napočítat čtyři (!) alternativní scénáře, které jdou v mnohém proti sobě a z nichž se má vybrat (nebo poskládat) směr americké kosmonautiky v budoucích desetiletích... Jednak to bylo zachování stávajícího směru v podobě programu Constellation (tzv. Vize americké kosmonautiky). Jednak to byla „kosmonautika pro 21. století" v podobě návrhu Baracka Obamy. A jednak dva diametrálně odlišné scénáře vznikly i na půdě Kongresu USA: jeden na půdě Senátu (což je horní komora Kongresu USA) a druhý ve Sněmovně reprezentantů (dolní komora).

Nebudeme se nyní sáhodlouze věnovat srovnání těchto dvou návrhů a jejich genezi, jen stručně vypíchneme největší třecí plochy či naopak styčné body. Celý Kongres USA se shodl na tom, že Obamův plán na několikaleté studování nové supertěžké rakety a následné zahájení jejího vývoje v roce 2015 je zbytečné plýtvání časem i finančními prostředky. Trefně to vystihl jeden inženýr v Marshallově kosmickém středisku NASA: „Pokud dostaneme zadání, jsme schopni superraketu otestovat do pěti let. V roce 2015 to bude úplně stejné."

Kromě této shody ale existovaly mezi oběma komorami mnoho zásadních neshod. Například návrh Sněmovny počítá s vývojem vládní kosmické lodi (tedy pokračováním Orionu, jehož nedílnou součástí je dnes právě raketa Ares-I) a s výrazným škrtáním peněz na tzv. komerční kosmické lety. (Obamův návrh počítá během pěti let s šesti miliardami dolarů, Sněmovna chtěla jen polovinu.) Návrh Senátu zase nechce vládní loď a zachovává většinu financí pro komerční kosmonautiku.

Nejednotný názor má Kongres USA i na případné přidání jednoho startu do současného „letového řádu" raketoplánů. Dnes se počítá s misemi Discovery STS-133 a Endeavour STS-134. Souběžně s nimi se připravuje i let Atlantis STS-135, který je zatím formálně považovaný za případnou záchrannou misi pro posádku mise STS-134. Ale není vyloučeno, že se z této výpravy stane ještě jeden regulérní let k Mezinárodní kosmické stanici. Senát USA chtěl na tuto misi uvolnit peníze. Sněmovna reprezentantů v zásadě nebyla proti, ale požadovala, aby let STS-135 zhodnotila komise Aerospace Safety Advisor Panel (vznikla po požáru Apolla-1 jako nezávislý orgán dohlížející na činnost NASA), která se ovšem dosud stavěla proti jakémukoliv prodloužení programu raketoplánů.

Vítězem je ISS

Výsledný návrh zákona NASA Authorization Act of 2010 je nakonec kompromisním návrhem, který rozděluje peníze na všechny strany – ale v podstatě u žádného programu nezachovává

maximální možnou míru financování. Jinými slovy: všechny programy pojedou jen „na půl plynu". Jakákoliv revoluce se tak odkládá a na její místo nastupuje evoluce.

Velmi pozitivním signálem je, že po dvouleté zoufalé nejistotě řeší zákon financování NASA na následující tři roky a přináší tak do kosmonautiky USA onu tolik potřebnou stabilitu. Řečí absolutních čísel dostane NASA v rozpočtovém roce 2011 rovných 19 miliard dolarů, o rok později 19,45 mld. USD a v roce 2013 19,96 mld. USD. Rozpočet zajišťuje stabilní finance na všechny mise, takže nehrozí vypnutí nebo odklad některé sondy nebo družice z úsporných opatření – alespoň z krátkodobého hlediska (do roku 2015).

Jednoznačným vítězem je každopádně vědecká komunita, která získala příslib Kongresu USA na zajištění provozu Mezinárodní kosmické stanice nejméně do roku 2020. (Partneři z tohoto projektu přitom studují možnosti prodloužení její životnosti do roku 2026 či 28.) Připomeňme si jen, že stanice získala plnou šestičlennou posádku teprve v loňském roce – a že se dosud počítalo s ukončením její činnosti v roce 2015. Před vědeckým využitím komplexu se tak otevírají zcela nové možnosti.

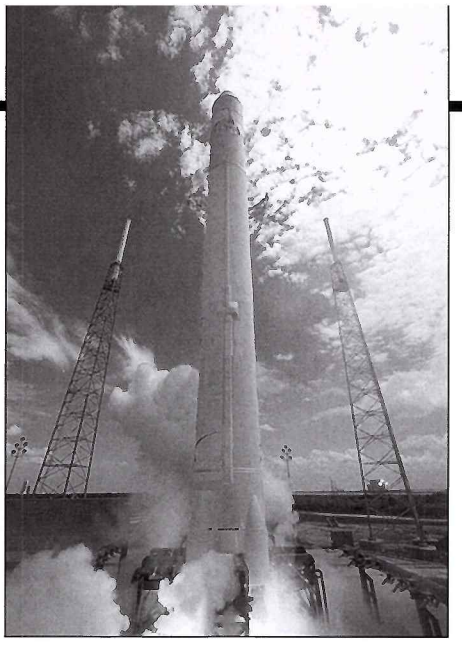
Orion vstává z mrtvých

Zákon zároveň uvádí, že dlouhodobým cílem NASA musí být „rozšíření trvalé lidské přítomnosti za nízkou oběžnou dráhu". Jinými slovy: Mezinárodní kosmická stanice sice bude fungovat dále, ale hlavní směr NASA bude ležet jinde.

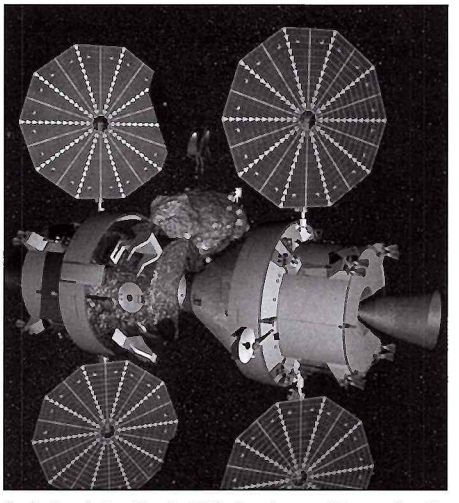
Pokračovat tak má vývoj lodi Orion: Barack Obama ji sice chtěl bez náhrady zrušit, později ji vzal na milost alespoň v podobě záchranného člunu pro ISS. Návrh zákona sice Orion implicitně nejmenuje, ale hovoří o „vývoji nové pilotované lodi pro průzkumné mise". Kdyby NASA nyní rozjela jakýkoliv jiný program, nemělo by to smysl – ani technicky (firma Lockheed Martin začne v roce 2011 stavět prototyp lodi Orion a před koncem roku 2013 jej hodlá vyslat do vesmíru), ani ekonomicky (odstoupení od zakázky by vyšlo na pokutách americké daňové poplatníky zbytečně draho – připomeňme si, že Obama v rámci ukončení projektu Constellation počítal s rozpočtem 2,5 mld. USD právě na smluvní pokuty!). „Vývoj nové pilotované lodi pro průzkumné mise" každopádně dostává v prvním roce 1,12 mld. USD (a i v dalších dvou letech si tuto úroveň financování podrží).

Stejně tak šel k ledu nápad na studování nové superrakety nebo na vývoj nosiče Ares-V (jeho koncepce se v uplynulých letech několikrát změnila a nejnovější verze měla mít dokonce tak velkou hmotnost, že by ji nemohla nést vypouštěcí plošina, kterou NASA právě pro Ares-V nechala za několik set miliónů dolarů postavit!). Naproti tomu jdou hned letos 1,63 mld. USD (a v letech příštích dokonce o miliardu více) na vývoj nové superrakety SLS (Space Launch System). Či spíše staronové, protože Kongres USA vysloveně požaduje, aby byla odvozena z programu raketoplánů (a vytěžila zkušenosti z rozjetého projektu Ares). Ve dvoustupňové verzi má mít kapacitu 70 až 100 tun nákladu na nízkou dráhu, ve třístupňové až 130 t. Systém SLS má být operační (= mít za sebou zkušební lety) do konce kalendářního roku 2016.

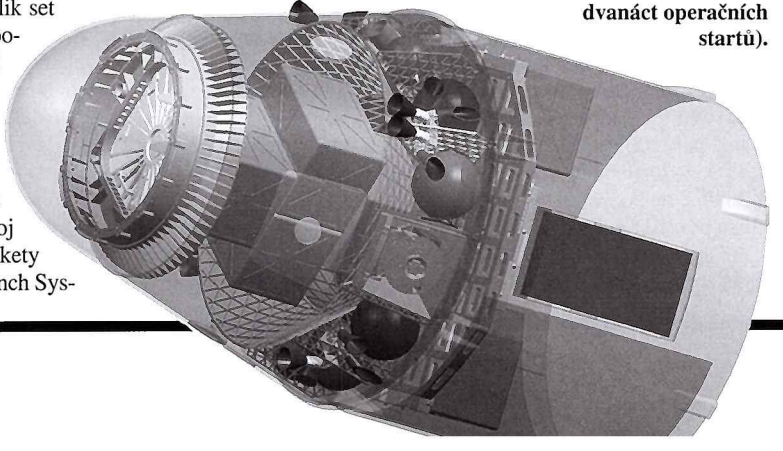
Raketa SLS by měla umožnit splnit cíl stanovený prezidentem Obamou: do roku 2025 vyslat pilotovanou výpravu k asteroidu.



Kosmická raketa Falcon-9 při premiérovém startu v červnu 2010 ukázala, že se soukromým sektorem je možné počítat.



Spřažená dvojice lodí Orion by mohla posloužit k průzkumu některého z blízkozemních asteroidů.



Kabina Dragon má v nejbližších letech sloužit k dopravě nákladu na ISS (NASA si objednala dvanáct operačních startů).

Raketoplány a komerční lodě

Ostře sledovanou je také otázka případného prodloužení letů kosmických raketoplánů. Respektive možnost přidání jedné jediné výpravy, protože vzhledem k několikaletému plánovanému tlumení celého programu není v rozumném čase a s přiměřenými finančními náklady (i tak každý další měsíc provozu raketoplánů stojí cca 200 mil. USD – což je více než dvakrát tolik, kolik Amerika investuje do vývoje nové lodi!).

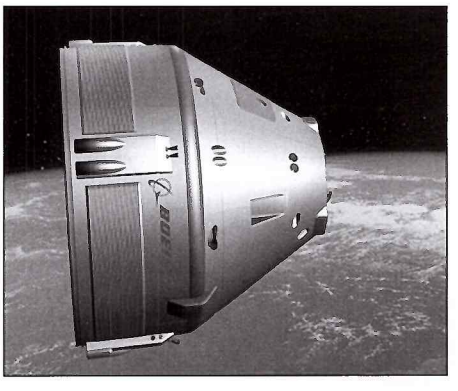
Kongres USA dal přidané misi STS-135 (s plánovaným datem startu v červnu 2011) formální požehnání, byť ji definitivně neschválil. Penězovod je sice uvolněný, ale v cestě je několik neznámých, takže manažeři programu raketoplánů hovoří o tom, že mise má šanci letět zhruba padesát na padesát.

Přidaná mise by přitom byla velmi vítaná z hlediska zásobování ISS: NASA připouští, že zvláště rok 2012 bude pro udržení stanice v plném provozu skutečně velkou výzvou. Jednak ještě nemusí být v plném provozu nově vyvíjené komerční lodě Dragon a Cygnus. A jednak to bude krátce po ukončení provozu raketoplánů, přičemž se uvádí, že jeden zásobovací start raketoplánu přiveze na stanici (vyjma pohonných látek) takové množství zásob jako sedm ruských lodí Progress.

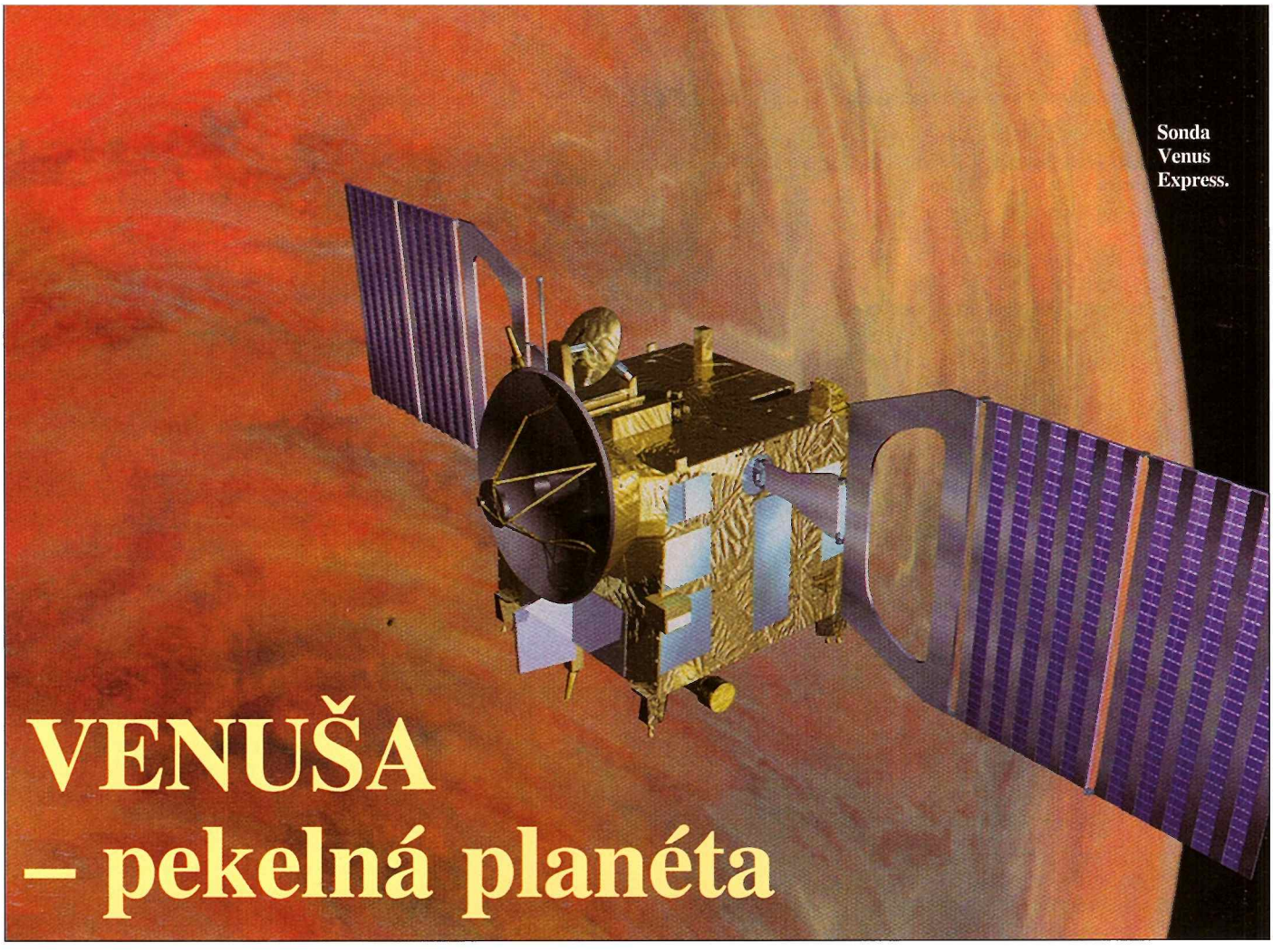
A jak to vypadá s Obamou avizovanou silnou podporou komerčních lodí pro dopravu astronautů na nízkou oběžnou dráhu? Americký prezident navrhoval během pěti let masivní šestimiliardovou podporu na vývoj komerčních systémů: NASA uváděla, že za tuto částku počítá s podporou až čtyř samostatných projektů.

Nakonec Kongres USA uvolnil v následujících třech letech 1,3 mld. USD (když si přepočteme výše uvedený pětiletý požadavek na srovnatelné tři roky, předpokládal Obama 3,1 mld. USD). To by mělo pokrýt vývoj dvojice komerčních lodí (předpokládá se pětiletý vývojový cyklus). Společnost SpaceX (nejžhavější kandidát na získání této zakázky) se už nechala slyšet, že svoji kabinu Dragon (v době uzávěrky tohoto Kozmosu na svoji premiéru teprve čekala) je schopná nabídnout v pilotované verzi do třiceti měsíců od podepsání kontraktu a že vývojové náklady odhaduje na 800 mil. až jednu miliardu dolarů. NASA už vyhlásila tendr, jehož vítězové by měli být oznámeni v březnu příštího roku.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA



Svoji vlastní jednoduchou a levnou loď CST-100 nabízí NASA i firma Boeing.



Sonda Venus Express.

VENUŠA – pekelná planéta

Teplota na povrchu Venuše dosahuje takmer 500 °C. Ani v noci významne neklesne. Mohutná atmosféra (tlak na povrchu Venuše je 90-násobne vyšší ako na Zemi), ktorú tvorí najmä oxid uhličitý, vytvára skleníkový efekt umožňujúci iba nepatrné zmeny teploty ovzdušia. Navyše hrubá vrstva oblakov kyseliny sírovej, obaľujúca atmosféru, nedovoľovala astronomickým prístrojom (s výnimkou radaru) preskúmať podrobne povrch horúcej planéty.

Opona oblakov však nie je celkom nepreniknuteľná. Planetológovia našli spôsob, ako cez ňu preniknúť. Vedci z Nemeckého centra pre letectvo a kozmické lety (DLR) využívajú „okno" na infračervených vlnových dĺžkach.

Začiatkom 90. rokov zmapovala povrch Venuše radarová sonda Magellan. Odvtedy vieme, že pod atmosférou sa skrývajú rozsiahle vulkanické oblasti, poprekrývané lávové polia. Vyzerá to tak, akoby sa v relatívne nedávnej minulosti (pred 500 miliónmi rokov) rozpútala na Venuši globálna sopečná činnosť. Láva z tisícky vulkánov zaliala rozsiahle oblasti venušianskeho povrchu. O aké horniny ide, nevedno... Sonda Magellan zmapovala takmer celý povrch Venuše. O zložení povrchových hornín však takmer nič nevieme.

Venuša so zapýrenou tvárou?

Podaktorí venušológovia sa nazdávajú, že povrch Venuše by mal byť, vzhľadom na teplotu povrchu, vo viditeľnom svetle ľahko načervenalý. Jörn Herbert z DLR to považuje za mýtus: „V laboratóriu sme rozličné vzorky hornín zohrievali na 500 až 600 °C, ale ani jedna vo viditeľnom svetle nežiarila. Keď sme však vzorky filmovali v blízkej infračervenej oblasti, žiarili, akoby boli vo vysokej peci."

Laboratórium je súčasťou DLR inštitútu pre výskum planét v Berlíne. Vedci tu skúmajú vlastnosti tepelného žiarenia rozličných vulkanických hornín v podmienkach vysokých teplôt. V tom je ich práca priekopnícka. Údaje o infračervenom žiarení vulkanických hornín zakladajú do digitálneho archívu. Planetológovia budú údaje porovnávať s dátami, ktoré meria sonda Venus Expres (VEX) a v budúcnosti aj s dátami sond, ktoré budú mapovať Merkúr.

Európska sonda Venus Express krúži okolo Venuše od roku 2006. Údaje, ktoré získava, mali spresniť dáta z vyše tridsiatich amerických a sovietskych sond, takže senzačné objavy sa neočakávali.

Planetológovia už dávnejšie vedia, že Zem a Venuša nie sú planetárne dvojičky. Čo do veľkosti, hustoty a gravitácie sa síce podobajú, ale tam sa podobnosť končí. Venuša sa okolo osi otočí za 243 pozemských dní. Okolo Slnka obehne za 224,5 dňa. Na Venuši teda deň trvá dlhšie ako rok. Pomalá rotácia vysvetľuje, prečo Venuša nemá vlastné magnetické pole. Ani platňová tektonika, ktorá na Zemi preskupuje kontinenty, na dnešnej Venuši neexistuje. Navyše Venuša je suchá, nemá vodu, pretože je veľmi horúca. Dokonca vodné pary sa v jej atmosfére vyskytujú iba v nepatrnom množstve. Keby sa vodné pary na Venuši premenili na vodu a pokryli povrch, globálny oceán by mal hĺbku sotva 3 centimetre. Pozemský oceán by mal priemernú hĺbku bezmála 3 000 metrov.

Misiu Venus Express v minulom roku predĺžili. V centrále ESA vedia, že iba dlhodobý výskum prinesie nové, podrobnejšie údaje. Vedci analyzujú a zhodnocujú milióny údajov. Okrem iného vytvorili podrobnú mapu teplôt povrchu južnej pologule z údajov, ktoré získal spektrometer VIRTIS (Visibel and Infrared Thermal Imaging Spectrometer). Tento prístroj dokáže zmerať teplotu aj cez 25 kilometrov hrubú vrstvu oblakov. Na vlnových dĺžkach v rozpätí 1,0 až 1,2 mikrometra je venušianska atmosféra pomerne priezračná. Cez toto „okno" dokázal spektrometer merať teplotu hornín na povrchu Venuše rovnako presne ako vedci v laboratóriu.

Vulkanické peklo

Väčšina povrchu Venuše je pokrytá lávou. Čo spôsobilo túto apokalypsu? To vedci zatiaľ netušia. Vulkány začali soptiť pred 500 až 1000 miliónmi rokov. Vedci to vyčítali z radarovej mapy, presnejšie z počtu, veľkosti a distribúcie impaktných kráterov. Je ich tam, oproti susedným planétam, pozoruhodne málo. Staršie impakty mohutné výrony lávy celkom prekryli.

Údaje zo spektrometru VIRTIS sa budú analyzovať dlho, pretože údaje o tepelnom žiarení, ktoré senzory detegujú, sú ovplyvnené oblakmi. Oblasti, nad ktorými je hustejšia oblačnosť, vyzerajú preto tmavšie. Korekcia týchto posunov v počítačoch je preto zdĺhavá. Vedci z DLR medzičasom zistili, že odchýlky od priemernej teploty spôsobujú veľké geologické štruktúry. V horách, ktorých vrcholky sa vypínajú až do výšky 12 km, je chladnejšie ako na nížinách. Rovnako ako na Zemi. Podľa reliéfu povrchu dokážu vedci predpovedať hodnotu lokálnej teploty.

Neďaleko severného pólu, na vysočine Lada Terra, sa však prognózy nepotvrdili. Aj v tomto

prípade pomohla vedcom radarová mapa zo sondy Magellan. Nad Lada Terra sa vypína niekoľko sopiek. Každá z nich mohla vzniknúť a soptiť v inom období, každá mohla vyvrhovať iné typy lávy. Nemožno vylúčiť ani to, že rozdiely spôsobuje aj doba, počas ktorej boli lávové polia vystavené erózii. Teplota povrchu mohla každú horninu v priebehu času chemicky zmeniť. Vedci preto rekonštruujú poradie vulkanickej aktivity v rôznych oblastiach. Aktívnu sopku však na Venuši zatiaľ nenašli.

Analýza oblačnosti

Venus Express obieha Venušu po pretiahnutej eliptickej dráhe. Doba obehu je 24 hodín. Výška obežnej dráhy sa mení od 250 do 66 000 kilometrov. Takáto dráha zvýhodňuje najmä mapovanie (pomocou kamery MPS) južnej pologule s rozlíšením 50 až 200 kilometrov na pixel. Kamera paralelne registruje 4 vlnové dĺžky: od krátkovlnnej UV až po infračervenú. Podobne ako spektrometer VIRTIS dokáže v infraoblasti zmapovať atmosféru až po povrch planéty.

Vedci študujú v atmosfére najmä najväčšie štruktúry, ktoré okolo Venuše krúžia rýchlosťou 300 kilometrov za hodinu. Tieto oblaky obehnú planétu za 4 dni. Vyskytujú sa najmä v najvrchnejšej vrstve atmosféry.

Rýchly pohyb oblakov sa dá študovať najmä na UV vlnách. Na rozdiel od viditeľného svetla, v ktorom atmosféra Venuše nemá kontúry, v UV svetle sa objavuje množstvo detailov. Vedci zatiaľ rozlíšili tri rozdielne zóny: blízko rovníka, kde je slnečné žiarenie najsilnejšie, ovplyvňuje atmosferické procesy silná konvekcia. UV snímky z týchto šíriek sú tmavé. Celkom inakšie vyzerajú oblasti okolo 40° južnej šírky, kde UV-oči sondy objavili dlhé, slížovité formácie oblakov. Vedci usúdili, že atmosféru v týchto šírkach češú vetry. Tieto oblaky vytvárajú svetlý veniec, v ktorom sa nedajú rozlíšiť výraznejšie štruktúry. Tento veniec, krúžiaci medzi 50 a 70° južnej šírky, obopína celú planétu. Táto vrstva, presýtená aerosolmi, odráža väčšinu slnečného žiarenia. Podobné vence oblakov krúžia okolo južných polárnych oblastí.

Nad južnou polárnou oblasťou krúži gigantická krútňava oblakov s priemerom 2 000 kilometrov. Okolo južného pólu obehne za 2,5 dňa. Krútňavu síce objavili aj prechádzajúce sondy, ale nie s takým rozlíšením. Oko tohto „hurikánu" nazvali vedci „polárny dipól". Oko krútňavy má dve centrá. Z času na čas sa však krútňava zmení a dipól sa stratí.

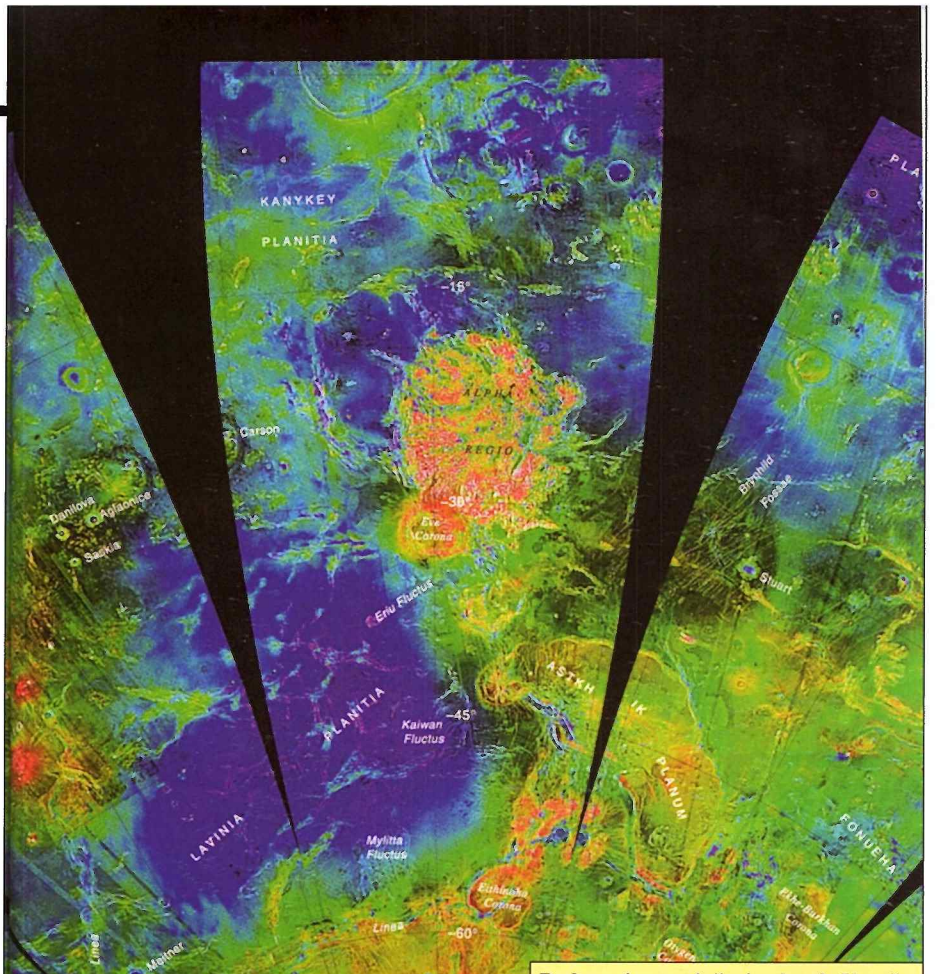
Senzačný objav zaznamenal aj rakúsky magnetometer na palube sondy. Opakovane zaznamenal rádiové vlny s mimoriadne nízkou frekvenciou. Vzplanutia, trvajúce pol sekundy, produkujú podľa všetkého blesky. Optickú snímku blýskavice však kamera zatiaľ nezachytila.

Staré kontinenty v obrovskom oceáne

Planetológovia postupne rekonštruujú dejiny Venuše. Po sformovaní bola Venuša určite chladnejšia ako dnes. V tom čase mala toľko vody ako Zem. Voda sa však vyparila, takže Venuša je dnes vyprahnutou, vulkanickou púšťou. Niektoré vysočiny, napríklad Phoebe Regio či Alpha Regio, vypínajúce sa nad planinami až do výšky 12 kilometrov, boli podľa všetkého starými kontinentmi, obmývané vodami praoceánu. Nie je vylúčené, že na mladej Venuši fungovala vtedy aj platňová tektonika.

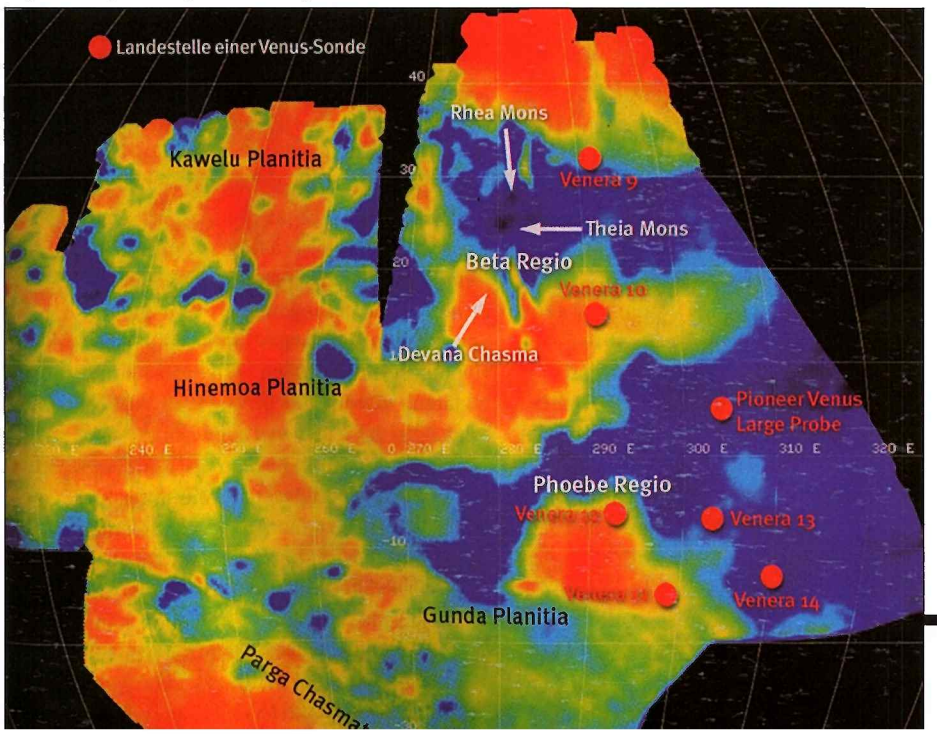
Prečo Venuša stratila vodu, prečo platňová tektonika ustala, to vyplynie až z ďalších meraní a analýz. Jedno je isté: sondu Venus Express budú vedci ešte dlho využívať. Rovnako ako japonskú sondu Venus-Satellit, ktorá sa na obežnej dráhe okolo Venuše usadila v decembri 2010.

Bild der Wissenschafft 5/2010



Radarová mapa južnej pologule Venuše. Modré planiny boli v minulosti pod vodou. Svetlozelené oblasti a hnedé pohoria boli kedysi kontinentmi. Na vysočine Lada leží Quetzalpetatl Corona, okrúhly útvar s priemerom 700 metrov, jeden z gigantických sopúchov, ktorým pred 500 miliónmi rokov celé tisícročia vylievala láva.

Infračervený pohľad cez oblačnosť: mozaika, zostavená z 1 000 kúskov, zviditeľňuje oranžové horúce nížiny (teplota 450 °C) až 5 000 metrov vysoké pohoria, kde je teplota o 40° nižšia. Červené guľky označujú miesta, kde už pristáli sondy.



Čiastočné zatmenie Slnka 4. 1. 2011

Postupka zatmenia zasadená do rannej krajiny.

Jasenie

Na prahu nového roka nielen nás hvezdárov potešila astronomická udalosť – čiastočné zatmenie Slnka, ktorému predchádzalo famózne nočné divadlo v podobe „padajúcich hviezd" meteorického roja Kvadrantíd. Spleť týchto udalostí zapríčinila intenzívnejšie sledovanie vývoja poveternostnej situácie a hľadanie miest vhodných na pozorovanie obidvoch astronomických udalostí. Predpovede počasia naznačovali okrem čiastočnej strednej oblačnosti aj výskyt pomerne mohutnej inverzie v rozsiahlych častiach Slovenska, čo znamenalo presun väčšiny pozorovateľov do vyšších nadmorských výšok. Predpovede sa aj potvrdili.

Naša expedičná skupina troch vymrznutých pozorovateľov (Ďurdina, Harman, Kaniansky) po sledovaní celkom slušnej aktivity Kvadrantíd sa usadila na vrchole kopca Jasenie (770 m n.m.) nad obcou Budiná v lučeneckom okrese. Táto lokalita sa nám už v minulosti osvedčila svojou vynikajúcou polohou a takmer nulovým horizontom od východu po západ.

Na miesto sme dorazili necelé dve hodiny pred východom Slnka, čo nám umožnilo pokochať sa nádhernou scenériou ranných zôr, v ktorých postupne zanikali južné súhvezdia Škorpión a Strelec spolu s planétou Merkúr. Venuša, ako ranná dominanta oblohy, bola dobre viditeľná ešte aj počas vystupujúceho Slnka.

Orientáciu a jednotlivé polohy Slnka sme mali dopredu spočítané a vynesené do reálnej krajiny, trochu nás však zaskočila inverzia, „pochovajúc" v sebe naše orientačné body – kopce Cerovej vrchoviny a maďarskej Mátry. Iné nám neostávalo len určiť polohy podľa buzoly. V zápätí sme rozostavili techniku a urobili prvé snímky. S nastupujúcim svetlom sa vynárali aj vrcholy Nízkych a Vysokých Tatier i blízkej Poľany. Magické more inverzie nám začínalo takmer pod nohami a tiahlo sa až po horizont v dĺžke dobrých 50 km. Teplomer síce ukazoval –10 stupňov, ale pocitovo bola relatívne príjemná zima. Aspoň pre nás, lebo fotobatérie sa vybíjali neuveriteľne rýchlo.

Prvé lúče Slnka rozohrali bizarné farby na vrcholkoch inverzie a zároveň aj pohladili čipy v našich fotoaparátoch. Za zvuku cvakajúcich uzávierok sme sa kochali prekrásnou scenériou. Nasadili sme slnečné filtre a začali snímať „postupky".

To už frčali aj dokumentačné časozberné kamery. Od severozápadu sa znenazdania začala nasúvať oblačnosť. Trochu sme zneisteli, ale našťastie sa oblačnosť postupne rozpúšťala.

Asi v tretine zatmenia však začala pulzovať dovtedy takmer statická hmla. Chuchvalce sa prevaľovali cez náš hrebeň a bolo treba tomu primerane prispôsobovať aj expozície.

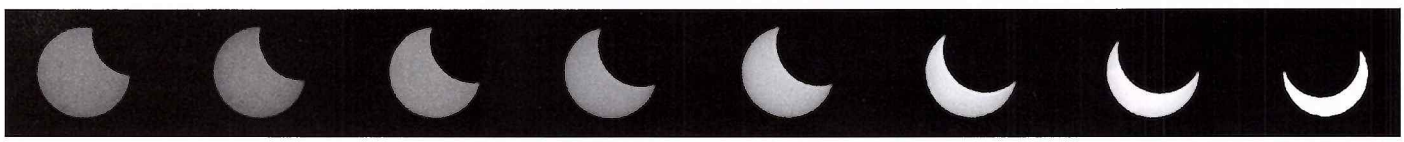
Presne v polovici zatmenia nás hmla zahalila úplne. Neúmerná vlhkosť začala pôsobiť na techniku, ale najmä na nás. Razom inováťou obeleli foťáky, statívy a aj my.

Jednému z dokumentačných foťákov dokonca vykryštalizoval displej. Keďže ani v nasledujúcich chvíľach nedochádzalo k zlepšeniu situácie, rozhodli sme sa dané miesto opustiť, avšak s hrejivým pocitom, že sa nám podarilo zdokumentovať aspoň polovicu priebehu zatmenia. Vďaka aj za to.

Stanislav Kaniansky
Foto: Marek Harman

Banská Bystrica

Keďže počasie prialo, podarilo sa nám nafotiť takmer celý priebeh čiastočného zatmenia Slnka v B. Bystrici. Cez Celestron CPC 925, 235/2350 s reduktorom ohniska na f/6,3 a Baader fotografickou fóliou. Expozičné casy sa menili podľa stavu oblačnosti od 1/4000 do 1/250 sec. Fotografie nájdete aj na našom webe *www.tromf.sk*. **Peter Zbončák**

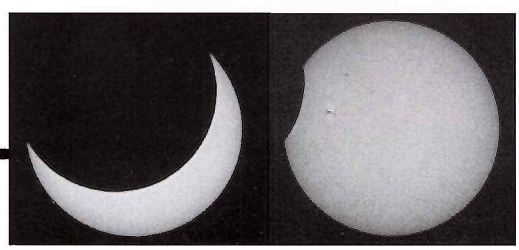


Snímky boli fotografované fotoaparátom Nikon D5000 s použitím objektívu Nikkor 18-105 f/3.5-5.6G. **Autor: Ján Tóth**

Hurbanovo

Počasie začiatkom januára nedávalo veľké nádeje na pozorovanie tohto nádherného prírodného úkazu, čo sa naplnilo aj v prvých minútach zatmenia. Oblačnosť sa však zrazu rozplynula a mohli sme si spolu s návštevníkmi hvezdárne vychutnať a zaznamenať zatmenie v plnej jeho kráse. **-id-**

Fotografie zatmenia refraktorom SCOPOS s priemerom objektívu 8 cm, digitálny fotoaparát CANON 1000D, prvá snímka čas 9^h31^m, exp. 0,4 s; druhá snímka čas 10^h49^m, exp. 1/6 s. Autor: I. Dorotovič



Projekcia zatmenia refraktorom Coudé (D = 15 cm), digitálny fotoaparát CANON PowerShot G3, čas 9^h15^m SEČ.
Autor: L. Pastorek

F. Rieger a F. Aharonian tvrdí, že proměnné vysokoenergetické (<1 TeV) záření gama u klasických *AGN* vzniká díky elektronům odstředivě urychlovaným v těsném okolí černých veleděr, kde *Lorentzovy faktory* L dosahují hodnot řádu 10^8! **Nejhmotnější veledíry** mají přitom při hmotnosti 3 $GM_\odot$ Schwarzschildovy poloměry až 9 mld. km (60 AU, což odpovídá vnějšímu poloměru *Edgeworthova-Kuiperova vnějšího pásu* planetek). D. Alexander aj. ukázali, že pro *AGN* s červenými posuvy $z \approx 2$ (vzdále-nost ≈ 3 Gpc; stáří ≈ 10 mld. let; rentgenový zářivý výkon ≈ 10^{37} W) vychází průměrná hmotnost černých veleděr v jejich centru na 100 $MM_\odot$. Odtud vyplývá, že *následkem akrece mohly do současnosti jejich hmotnosti vzrůst až na 400 $MM_\odot$*. Podle M. Kishimota aj. je zdrojem záření *AGN* opticky tlustý akreční disk, která je ohříván disipací gravitační energie černé veledíry.

M. Gierlinski aj. objevili pomocí rentgenové družice *Newton* (pásmo 0,3 – 10 keV) v *AGN* **RE J1034+396** (vzdálenost 170 Mpc) *kvaziperiodické oscilace* o délce přibližně 62 min, které lze patrně vysvětlit jako periodicky proměnnou dodávku hmoty do akrečního disku centrální černé veledíry o úctyhodné hmotnosti 10 $GM_\odot$. Je to vůbec první případ kvaziperiodických oscilací u černé veledíry.

C. Hu aj. probrali optická a ultrafialová spektra 4 tis. kvasarů z přehlídky *SDSS* až do vzdálenosti 2 Gpc od nás. Ve spektrech se vyskytují soustavně červeně posunuté široké emise Fe II s rychlostmi 400 – 2 000 km/s a také červeně asymetrická vodíková čára H-α. To lze jednoduše vysvětlit tím, že *veškerý zářící materiál padá na černé veledíry v centru kvasarů*.

A. Weiss aj získali pomocí submilimetrového bolometru *LABOCA* radioteleskopu *APEX* pracujícího na vlnové délce 0,87 mm *mapy oblastí překotné tvorby hvězd§* v aktivních galaxiích **NGC 253, NGC 4945** a **Cen A**. Dostali tak při úhlovém rozlišení 20" rozložení chladného prachu ve zmíněných galaxiích až do vzdálenosti 7,5 kpc od jejich center. Teplota prachu 17 – 20 K je prakticky táž jako v naší Galaxii, avšak v centrech překotné tvorby hvězd stoupá až na 40 K. Hmotnost plynu ve zmíněných galaxiích činí po řadě 2; 4 a 3 $GM_\odot$; z toho *teplejší plyn představuje asi desetinu uvedené hmotnosti*. V nejzajímavější *AGN Centaurus A dosahují elektrony urychlené v okolí jádra galaxie rychlosti až 0,5c* ve vzdálenosti 2,6 kpc od centra, takže září synchrotronově.

M. Ackermann aj. se snažili pomocí aparatur *AMANDA II* (19 kabelů s 677 fotonásobiči, spuštěných do hloubek 1,5 – 2,5 km v ledu na jižním zeměpisném pólu) objevit **kosmická neutrina**, která by teoreticky mohla přicházet od *AGN*. Potenciální signál je však příliš slabý na to, aby se dal odlišit od mionů z kosmického záření. Jelikož pro neutrina s energiemi >10 PeV je *Země* neprůhledná, zaměřili se na oblast energií kolem 100 TeV, kde neutrina už bezpečně procházejí *Zemí*, takže kvůli odlišení šumu se berou v úvahu jen neutrina, přicházející do antarktických fotonásobičů ze zdrojů na severní polokouli. V letech 2000 a 2002 nenašli žádné signály od vysokonergetických neutrin, takže zatím lze blízká *AGN* vyřadit ze seznamu možných zdrojů kosmických neutrin.

A. Evans aj. využili nového detektoru *HARP* u mikrovlnného radioteleskopu *JCMT* na *Havaji* k objevu spektrálních čar HCN, CO a HCO^+ v ultrasvítivé infračervené galaxii (*ULIRG*) **Mrk 231** (vzdálenost 175 Mpc), v níž probíhá extrémně intenzivní tvorba hvězd a akrece plynu na centrální černou veledíru. Podařilo se jim totiž proniknout v tomto pásmu hustými oblaky plynu a prachu, jež značně omezují možnosti optických sledování dokonce i tak výkonnou kamerou, jakou je *ACS* na *HST*. S. Bianchi aj. pozorovali pomocí *HST* a družice *Chandra* galaxii **Mrk 463** (vzdálenost 200 Mpc) typu *ULIRG* a odhalili v jejím centru *dvě svítivá jádra* o rentgenových výkonech $1{,}5.10^{36}$ W a $3{,}8.10^{35}$ W. Jádra jsou od sebe navzájem vzdálena minimálně 4 kpc. Obě jádra lze klasifikovat jako *AGN*. Jde sice teprve o druhý známý případ binárního jádra v galaxiích (předtím byla dvě jádra objevena u *ULIRG* **NGC 6240** [*Oph*; vzdálenost 120 Mpc] ve vzájemné vzdálenosti minimálně 1 kpc), ale podle názoru autorů musí být takové páry jader ve skutečnosti poměrně časté kvůli způsobu, jakým *ULIRG* vznikají.

Neméně zajímavý je podle S. Komossy aj. kvasar *SDSS* **J0927+2943** (vzdálenost 2 Gpc), jenž se v optickém spektru honosí dvěma sestavami emisních čar. První z nich se vyznačuje velmi úzkými čarami, které jsou posunuty k modrému konci spektra vůči čarám týchž prvků (Balmerova série vodíku a vysoce ionizované zakázané čáry těžších prvků), jež vykazují naopak velmi široké spektrální profily. Autoři to interpretují jako projevy přítomnosti *dvou černých veleděr*, které původně obíhaly kolem sebe po zužující se spirále, ale nakonec nesplynuly, neboť ve shodě s modelovými výpočty založenými na numerické relativitě byla jedna veledíra vymrštěna z centra kvasaru vysokou rychlostí; v tomto konkrétním případě jde o rychlost minimálně 2650 km/s, což je dokladem silně anizotropního vyzařování gravitačních vln v původním těsném páru veleděr.

C. Impellizzeriová aj. objevili *vodní maser* na frekvenci 22 GHz v blízkosti černé veledíry uprostřed kvasaru **MG J0414+0534** v rekordní vzdálenosti 3,4 Gpc díky značnému zesílení maserového signálu mezilehlou gravitační čočkou. Jeho zářivý výkon je dvakrát vyšší než u lokálních vodních maserů, což svědčí o tom, že před 11 mld. let byla *obří molekulová mračna* četnější a zářivější než dnes.

V. Dokučajev aj. se zabývali otázkou, jakým způsobem vznikají **černé veledíry ve velmi raném vesmíru**. Předpokládali, že tehdy bylo asi jedno promile hmotnosti vesmíru skryto v podobě kompaktních *shluků prvotních černých děr*, jež vznikly následkem fázových přechodů v extrémně raném vesmíru. *Rozložení těchto shluků souhlasí také s centry kondenzací skryté látky vesmíru*. Ke vzniku protogalaxií je zapotřebí shluků černých děr o hmotnostech na úrovni 10^5 $M_\odot$ v čase ≈270 mil. let po velkém třesku. Protogalaxie o typickém poloměru těsně pod 2 kpc a hmotnostech kolem 200 $MM_\odot$ mají ve svých centrech již slité prvotní černé díry a svým vzhledem se podobají pozorovaným *sféroidálním trpasličím galaxiím*.

Slévání protogalaxií s haly skryté látky o hmotnostech těsně nad 200 $M_\odot$ pak vede k pozorované velkorozměrové struktuře vesmíru a růstu hmotnosti centrálních černých děr na výsledné veledíry. Takto posílené protogalaxie se pak dále slévají na současné galaxie, což vysvětluje, proč existuje *přímá úměrnost mezi hmotnostmi černých veleděr galaxií a galaktických výdutí*. Jelikož se během růstu odehrává až 10 tis. postupných slévání černých děr, *je téměř nemožné najít dnes velkou a hmotnou galaxii, která by ve svém nitru neměla černou veledíru*. Dnešní velké galaxie také oplývají haly skryté látky o hmotnostech až 1 $TM_\odot$! Autoři rovněž navrhli zvláštní **scénář pro vznik aktivních kvasarů**, v nich slitý shluk prvotních černých děr dále roste díky akreci plynu ze svého okolí. Takto narůstající černá veledíra je obklopena *halem skryté látky*, což je sice poměrně vzácný jev, ale přesto dobře vysvětluje relativní zastoupení galaxií s aktivními jádry (*AGN*) v současném vesmíru.

Také J. Wang aj. počítali, co se děje s **prvotními černými děrami** o hmotnostech řádu 1 $kM_\odot$ od času 140 mil. let do *reionizace vesmíru* v čase 750 mil. let po velkém třesku. Hmotnost prvotních černých děr se za tu dobu zvýší řádově stokrát a na jejich další růst do hmotnosti černých veleděr, které sídlí v nitrech kvasarů, stačí akrece lehce nad Eddingtonovou mezí. *Životnost kvasarů*, jejichž zdrojem energie je akrece na černou veledíru, se pak pohybuje na úrovni 1 mld. let. Černé veledíry také výrazně regulují *tempo tvorby hvězd* v galaxiích nejméně po dobu 3 mld. let po velkém třesku.

M. Vestergaard aj. odvodili z přehlídky *SDSS DR3* na ploše 1644 čtv. stupňů oblohy **funkci hmotnosti pro černé veledíry** ve vzdálených kvasarech s výraznou aktivitou v bezprostředním okolí veleděr v jejich centru. Obdrželi tak pro 14,5 tis. kvasarů jasnějších než $i \approx 19 - 20$ mag, jejichž vzdálenosti od nás se pohybují v rozmezí 1 – 3,8 Gpc, dobré odhady hmotnosti příslušných veleděr. *Rekordní hmotnost veledíry v tomto statistickém souboru činí 3 $GM_\odot$*. Předpoklad, že zdrojem velkého zářivého výkonu kvasarů je *akrece interstelární látky na velmi hmotnou černou díru*, vyslovili jako první E. Salpeter, J. Zeldovič a I. Novikov již v r. 1964. Dnes už je to učebnicový poznatek.

S. Salviander aj. využili obřího 9,2m teleskopu *HET* v *Texasu* k podrobnému spektroskopickému studiu vzdálených (z až 0,3; tj. vzdálenost až 1 Gpc) **osamělých galaxií** z přehlídky *SDSS*. Zjistili tak, že většina z nich jeví velký rozptyl radiálních rychlostí v různých částech své struktury, což svědčí o *vysokých hmotnostech příslušných centrálních černých veleděr*. Dostali tak rozptyly až 444 km/s, čemuž odpovídá hmotnost příslušné černé veledíry 10 $GM_\odot$. Současně zjistili, že pro hmotnosti veleděr >5 $GM_\odot$ přestává platit přímá úměrnost mezi hmotnostmi veledíry a výdutě dané galaxie; rovněž tak se zastaví růst zářivého výkonu galaxie v závislosti na hmotnosti příslušné veledíry.

M. Valtonen aj. předpověděli, že dráhy černých veleděr blazaru **OJ 287** (*Cnc*; vzdálenost 1,1 Gpc) by měly vykazovat *dva efekty obecné teorie relativity*, vyplývající z jejich oběhu kolem společného těžiště, a to stáčení přímky apsid a zkracování oběžné periody. Na archivních snímcích od r. 1891 je totiž pozorovatelné výrazné podvojné (časový odstup 1 – 2 roky) *zjasnění objektu* až o 2 mag vždy po 12 letech, což je dobrý indikátor oběžné periody zmíněných černých veleděr. V polovině 90. let minulého století vznikla domněnka, že příčinou těchto zjasnění je „těsná dvojdíra" složená z černých veleděr, jež kolem sebe obíhají po silně výstředné dráze. To nyní autoři skvěle potvrdili, když ukázali, že *primární černá veledíra má rekordní hmotnost 18 $GM_\odot$* a Schwarzschildův poloměr 350 AU, kdežto sekundární veledíra je proti ní úplný drobeček s hmotností i poloměrem 180krát menším, tj. 100 $MM_\odot$ a 2 AU. Sekundární veledíra na dráze o velké poloose 9,3 kAU a výstřednosti e = 0,66 tak *během 12letého oběhu dvakrát protíná oblast akrečního disku kolem primární veledíry* a to vede k dramatickým vzplanutím svítivosti ve všech myslitelných oborech spektra. Na základě předešlých vzplanutí v letech 1994 a 1995 autoři předpověděli, že v r. 2007 dojde v případě platnosti *OTR* ke zkrácení oběžné doby o 20 dnů, jednak díky vyzařování gravitačních vln ze soustavy a jednak kvůli stáčení přímky apsid o plných 39° za jediný oběh. To se na den přesně potvrdilo, když k maximu zjasnění kvasaru došlo 12. září 2007 a intenzita výbuchu byla větší než při předešlém maximu před 12 lety. Příští výbuch by měl začít v lednu 2016. Autoři také vypočítali, že *obě veledíry se vinou gravitačního vyzařování slijí již za 10 tis. roků.*

5.6. Gravitační mikročočky a čočky

B. Scott Gaudi aj. vysvětlili záhadné zjasnění hvězdy **GSC 3656-1328** (Cas; klidová jasnost 11 mag; sp. A0 V; vzdálenost 1 kpc) o 3,9 mag (40krát) v oboru *V*, které se odehrálo koncem října 2006. Světelná křivka zjasnění v trvání 10 d byla totiž krásně souměrná a achromatická, takže autoři dokázali, že šlo o výjimečný úkaz gravitační mikročočky, způsobený anonymní hvězdou o extrémně nízké hmotnosti, nebo dokonce pouhým hnědým trpaslíkem. Jelikož šlo o jasnou hvězdu a úkaz se odehrál kolem amerického svátku Halloween, byl v literatuře znám jako *Záhada Halloween*. Rozluštění záhady však může inspirovat trpělivé astronomy-amatéry k soustavnému číhání na podobně nápadné krátkodobé úkazy po celý rok.

Mimořádnou trpělivostí museli být obrněni J. Fohlmeisterová aj., když dlouhodobě sledovali proměnnost jasnosti čtyř čočkovaných obrazů kvasaru **J1004+4112** *(Einsteinův kříž*; rozteč složek 15"; z = 1,73; vzdálenost 3,0 Gpc) od října 2006 do června 2007. Zjistili tak, že nejprve přichází signál od složky C, za ním se zpožděním 2,25 roku signál od B, načež o 41 d později signál od složky A a konečně minimálně o 3,4 roky později signál od složky D! Proměnnost kvasaru se tak dá sledovat opakovaně jakoby ze záznamu v celkovém intervalu téměř 6 let, což je přirozeně dosavadní rekord. Autoři odhadli hmotnost černé veledíry zmíněného kvasaru na 300 $MM_\odot$.

Počet objevených dokonalých gravitačních čoček dosáhl v r. 2008 úctyhodných **50 Einsteinových prstýnků**, za což vděčíme zejména přehlídce *SDSS*. Snad nejzajímavější je podle R. Gavazziho aj. případ čočky **SDSS J0946+1006** v souhvězdí *Lva*, kde se čočkující galaxie nalézá ve vzdálenosti 0,8 Gpc od nás (z =0,2) a ta gravitačně zobrazuje trpasličí galaxii vzdálenou 1,7 Gpc (z =0,6; poloměr E. prstenu 1,4") a ještě další slabounkou galaxii vzdálenou zhruba 3,4 Gpc s poloměrem E. prstenu 2,1", což umožní jednak ověřit, jak se mění tempo rozpínání vesmíru v závislosti na čase, ale též *zpřesnit stavovou rovnici skryté energie*.

Jak uvedli N. Inada aj., počet všech gravitačních čoček v dosahu přehlídky *SDSS* bude zřejmě ještě daleko vyšší. V katalogu 3. vydání přehlídky na ploše 4,2 tis. čtv. stupňů nalezli celkem 46 tis. kvasarů a z nich vybrali 22,7 tis. těch, které v blízkém infračerveném oboru *i* byly jasnější než 19 mag. Jejich červené posuvy z se pohybovaly v rozmezí 0,6 – 2,2 (vzdálenosti 1,7 – 3,2 Gpc). V tomto souboru nalezli celkem **220 gravitačních čoček** s úhlovými roztečemi čočkovaných obrazů kvasarů 1 – 20", ale 90 % objektů vykazuje rozteče <2". J. Hennaw aj. využili téže přehlídky k objevování **obřích svítících oblouků**, což jsou rovněž projevy gravitačního čočkování. Na ploše 8 tis. čtv. stupňů tak nalezli 240 kup galaxií s červenými posuvy z v rozmezí 0,1 – 0,6 (vzdálenosti 0,4 – 1,7 Gpc) a mezi nimi 16, které čočkují obří oblouky a dalších 12 kup, u nichž je to pravděpodobné.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné poznatky o stavbě i vývoji vesmíru

A. Stockton aj. ukázali, že již v raném vesmíru se vyskytovaly **hmotné obří galaxie**, jež musely zřejmě vzniknout *„shora dolů"*, tj. zhroucením gigantických oblaků plynu, i když *větší část galaxií vznikala spíše „zdola nahoru"*, tj. postupným sléváním a kanibalizací trpasličích galaxií. T. di Matteová aj. shrnuli, že současný **standardní kosmologický model** doplněný o vliv kosmologické konstanty λ v podobě skryté energie dává obecně dobrý souhlas s pozorováním velmi vzdáleného vesmíru. Autoři přitom zdůrazňují, že již raný vývoj vesmíru silně ovlivnily *černé veledíry* o hmotnostech >100 $MM_\odot$. Nemusí však být totožné s dnes vůbec nejhmotnějšími černými veleděrami.

S. Driver aj. spočítali **hustotu zářivé energie vesmíru** v rozsahu 0,1 – 1 000 μm, na níž se v současné době největší měrou podílí vyzařování hvězd. Vyšlo jim, že v naší *Galaxii* činí tato hustota záření $(1{,}6 \pm 0{,}2).10^{35}$ W/Mpc^3. Přes polovina tohoto záření uniká rovnou do intergalaktického prostoru vesmíru. Ještě krátká historická poznámka. V dubnu 2008 se dožila „penzijního" věku 60 let zatím stále nejúspěšnější teorie o vzniku a vývoji vesmíru. Tehdy totiž vyšla v časopise *Physical Review 77 (1948), str. 803–804* práce R. Alphera, H. Betheho a G. Gamowa: **„The Origin of Chemical Elements"**, která byla fakticky shrnutím hlavního výsledku Alpherovy doktorské disertace, tj. že v horkém raném vesmíru vznikly všechny chemické prvky postupným přibíráním neutronů k vodíku. Školitelem Alphera byl Gamow, který si byl vědom toho, že jde o průlom v popisu začátku existence vesmíru, a protože řecká abeceda začíná písmeny *alfa-beta-gama*, připsal mezi spoluautory slavného fyzika H. Betheho také proto, že práce vyšla přesně na Apríla...

Práce, které došla do redakce časopisu 18. února 1948, je dnes proto často označována jako $\alpha\beta\gamma$ a když později byla kritizována (název *„Big Bang"* vymyslel kritik teorie F. Hoyle jako posměšek), Bethe napsal Gamovovi, že uvažuje o tom, že se dá přejmenovat na Zachariáše... Další výzkumy totiž ukázaly, že Alpherem navržený mechanismus vzniku chemických prvků nefunguje; troskotá na tom, že *ve žhavém a hustém vesmíru tak nemohou vzniknout prvky s počtem nukleonů 5 a 8*, takže se zadrhne hned po vzniku nepatrného množství lithia, berylia a bóru. Alpher však ve své disertaci správně určil podíl prvotního vodíku a hélia (3:1 podle hmotnosti) a v pozdější práci společně s Gamowem a R. Hermanem

dokonce *předpověděl existenci rádiové ozvěny velkého třesku*, jenže teorie αβγ měla tehdy tak špatnou pověst, že předpověď navzdory Alpherově snaze nikdo nebral vážně. Znechucený Alpher opustil v r. 1955 akademickou půdu a odešel do průmyslu.

Jak známo, Alpherem předpověděná rádiová ozvěna velkého třesku byla v r. 1965 bezděčně objevena A. Penziasem a R. Wilsonem jako tzv. **reliktní záření**. Bethe ovšem již v r. 1939 spočítal, že těžší chemické prvky mohou vznikat při termonukleárních reakcích ve hvězdách *(Phys. Rev. 55, 434)* a Hoyle společně se svými žáky manžely Burbidgeovými a americkým fyzikem W. Fowlerem ukázali v r. 1957 v historické práci *B^2FH (Rev. Modern Phys. 29, 547:* **„Synthesis of the Elements in Stars"**, že přibírání neutronů funguje při výbuších supernov pro prvky počínaje mědí a konče uranem. Bethe, Penzias a Wilson i Fowler za své podíly na těchto objevech Nobelovy ceny získali, ale na Alphera, Gamowa a Hoyla se jaksi zapomnělo, přestože Alpherova doktorská obhajoba v r. 1948 byla společenskou událostí prvního řádu (v zasedací místnosti se tísnilo na 300 posluchačů včetně novinářů, kteří pak hlavní Alpherův výsledek publikovali v celostátních novinách pod palcovými titulky).

6.2. Problém skryté hmoty (angl. dark matter + dark energy)

L. Calderová a O. Lahav rekapitulovali vývoj fyzikálních názorů na povahu a vlastnosti **gravitační interakce** ve vesmíru. Názor, že gravitace by měla ubývat s druhou mocninou vzdáleností, vyslovil jako první v r. 1640 Ismael Bullialdu (1605 – 1694), kdežto *I. Newton původně uvažoval o tom, že gravitace je přímo úměrná vzdálenosti objektů (Principia 1687*, problém 77, teorém 37), k čemuž ho nejspíš inspiroval *Hookeův zákon pružnosti těles* z r. 1674. Newton se však i po vlastním objevu gravitačního zákona, v němž přitažlivá síla dvou hmotných těles klesá s 2. mocninou jejich vzdálenosti, domníval, že *soustava hvězd je konečná, kdežto prostor vesmíru je nekonečný a za hvězdnou koulí je prázdný*!

Nyní se možnost existence síly, která se vzdáleností těles lineárně roste, vrátila do kosmologie oklikou díky objevu **skryté energie** (*dark energy*), která se v nejjednodušším případě projevuje jako odpudivá síla rostoucí lineárně se vzdáleností, přičemž platí, že poměr w = (tlak/hustota) = –1. V tom případě se *hustota skryté energie nemění s časem*, takže během vývoje vesmíru postupně začíná převažovat nad hustotami zářící a skryté látky (*dark matter*).

Tušení o této možnosti měl již A. Einstein, když v r. 1917 zavedl do svých rovnic **kosmologickou konstantu** λ a napsal, že pozorovací možnosti zatím nestačí na určení její velikosti. Od té doby se pozorovací možnosti astronomie nesmírně zlepšily a v současnosti už víme, že *kosmologická konstanta určená z pozorování je docela blízká nule a je pravděpodobně konstantní v čase*. Jak však zjistil v r. 1989 S. Weinberg, existuje příkrý nesoulad mezi hodnotou λ z astronomických pozorování a z kvantové teorie – jde vůbec o *nejhorší výsledek v dějinách přírodních věd vůbec*, protože teoretická hodnota kosmologické konstanty je o 120 řádů (!!) vyšší, než astronomové měří.

Objev skryté energie tak vrhá temný stín na celou moderní kosmologii, ale ani astronomové ani fyzici kvůli tomu nevěší hlavu; naopak je to inspiruje k novým pozorováním i teoretickým úvahám o povaze vesmíru a podmínek, které v něm panují. Velmi nadějně probíhá projekt hledání **baryonových akustických oscilací** pomocí studia velkorozměrové struktury velmi vzdálených galaxií u australského teleskopu *AAT*. Studiem oscilací s charakteristickým rozměrem 150 Mpc lze totiž odhalit vliv skryté energie na tyto struktury. Náročný projekt má být dokončen už v r. 2010.

L. Guzzo aj. získali jasný údaj o **zlomu v tempu rozpínání vesmíru** měřením červených posuvů pro 10 tis. slabě svítících galaxií. Zlom, „zaviněný" rostoucím vlivem skryté energie na tempo rozpínání vesmíru, nastává pro z = 0,8, tj. pro stáří vesmíru zhruba *7 mld. let po velkém třesku*, což výborně souhlasí s údajem, který byl zveřejněn nezávisle již dříve díky svítivým supernovám třídy Ia a díky měřením fluktuací reliktního záření.

Pokud jde o **skrytou látku**, její projevy se začínají hledat i ve fyzikálních laboratořích. Podle Y. Butta totiž teorie naznačuje, že by částice skryté látky (*WIMP*) o hmotnostech až 600krát vyšších, než je hmotnost protonu, měly slabě interagovat s látkou zářící, ale zatím se žádné interakce nepodařilo pozorovat.

K nejslibnějším projektům v tomto směru patří **spektrometr AMS** v ceně 1,5 mld. dolarů, jenž má být umístěn na Mezinárodní kosmické stanici (*ISS*) a dále možnost „vyrobit" *WIMPy* v obřím urychlovači *LHC* v laboratoři *CERN*. Mezitím S. Aadler aj. oznámili, že *v prostoru mezi Zemí a Měsícem je nanejvýš $1{,}5.10^{15}$ kg skryté látky*.

K nejnadějnějším výsledkům uveřejněným v r. 2008 patří pozorování z experimentu **ATIC** uskutečněná *NASA* při 14denních výstupech balónu v *Antarktidě* do výšky 35 km v letech 2000 a 2002. Podle J. Changa aj. zaznamenala aparatura v balónu *třetinový přebytek elektronů a pozitronů* v energetickém pásmu 300 – 800 GeV (s vrcholem pro energie 620 GeV a ostrým poklesem u 800 GeV), za který by případně mohly interakce zářící látky s *WIMPy*. Podobný *přebytek pozitronů* v pásmu energií 10 – 100 GeV zaznamenala podle P. Picozzy aj. také italská družice **PAMELA**, která pracuje na eliptické oběžné dráze 350×610 km od léta r. 2006.

L. Strigeri aj. zjistili při podrobném sledování 23 **satelitů naší Galaxie** o svítivostech v rozmezí 10^3 – 10^8 $L_\odot$, že v jejich centrálních 300 pc se nachází vždy stejné množství hmoty 10 $MM_\odot$. Přitom sféroidální trpasličí galaxie obsahují velmi málo plynu, takže v této centrální oblasti už hvězdy nevznikají a optická svítivost těchto satelitů je neobvykle nízká. To znamená, že *převážnou část jejich hmotnosti tvoří skrytá látka s hustotou 0,1 $M_\odot/pc^3$*.

V současné době se do středu pozornosti kosmologů dostávají **„horké" kupy galaxií**, jejichž geometrický rozsah se pohybuje v rozmezí 1 – 3 Mpc a úhrnné hmotnosti dosahují 10^{14} – 10^{15} $M_\odot$. Ukazuje se, že v průměru 80 % jejich hmotnosti představuje skrytá látka a zbylých 20 % difuzní horké vnitrokupové plazma, takže *na hvězdy, mezihvězdný prach a studený plyn připadá zcela zanedbatelný zlomek hmotnosti kupy*!

6.3. Základní kosmologické parametry

S. Allen aj. využili pozorování 42 horkých kup galaxií rentgenovou družicí *Chandra*, vzdálených od nás v rozmezí 0,2 – 2,5 Gpc, k určení **podílu látky a skryté energie** na hustotě hmoty vesmíru. Dostali tak podíl látky (zářící a skryté dohromady) Ω_m = (0,28 ±0,06) a skryté energie Ω_λ = (0,86 ±0,21), přičemž konstanta stavové rovnice skryté energie w = (–1,14 ±0,31) naznačuje, že její hustota se nemění s časem. Pokud se tyto výsledky zkombinují s nezávislými údaji získanými pomocí měření jasnosti vzdálených *supernov třídy Ia* a s měřením fluktuací reliktního záření pomocí družice *WMAP*, dostáváme ostřejší meze, tj. Ω_m = (0,25 ±0,02) a w = (–0,98 ±0,07). N. Inada aj. a M. Oguri aj. využili k témuž cíli přehlídky *SDSS DR3*, z níž vybrali údaje o téměř 23 tis. kvasarech jasnějších než 19 mag na ploše téměř 4,2 tis. čtv. stupňů oblohy. V tomto obsáhlém souboru pak našli 220 *kvasarů, zobrazených mezilehlými gravitačními čočkami*, když jednotlivé obrazy kvasarů se nacházely v úhlových roztečích 1 – 20". Odtud pak dostali parametry Ω_m = 0,26; Ω_λ = 0,74 a w = –0,1.

A. Barrau aj. využili pozorování četnosti **paprsků gama** v energetickém pásmu 0,1 – 10 TeV k určení spodní meze hodnoty

$H_\odot$ = 74 km/s/Mpc. N. Liang aj. odvodili z údajů o 42 zábleskových zdrojích záření gama (*GRB*) ve vzdálenostech 2,8 – 3,9 Gpc (z v rozmezí 1,4 – 6,6) následující kosmologické parametry nezávislé na kosmologickém žebříku vzdáleností: $\Omega_m = 0{,}25$; $\Omega_\lambda = 0{,}75$ a $w = -1{,}05$.

J. Coles aj. využili zpoždění signálů podél různých drah od 11 vzdálených kvasarů zobrazených gravitačními čočkami k odhadu **stáří vesmíru** a obdrželi tak hodnotu 13,7 mld. let s chybou 13 %. Podobně C. Vuissoz aj. sledovali po dobu tří let (březen 2004 až květen 2007) změny jasnosti čtyř čočkovaných obrazů kvasaru **WFI J2033-4723** (z = 1,7; vzdálenost 3 Gpc) a odtud obdrželi $H_\odot$ = (65 ±2) km/s/Mpc.

G. Tammann aj. porovnali vzdálenosti 24 galaxií, v nichž lze pozorovat jak *vrchol větve červených obrů,* tak proměnné typu *RR Lyr* a *cefeidy* a odvodili tak dosti přesnou hodnotu **Hubbleovy konstanty** $H_\odot$ = (62 ±5) km/s/Mpc, která však v mezích chyby nesouhlasí s hodnotou $H_\odot$ odvozenou z klíčového projektu *HST* a s pozorováním reliktního záření. Rozdíl by prý mohl být způsoben tím, že proslulá kosmologická konstanta λ se ve skutečnosti s časem mění, takže jde o tzv. *kvintesenci.*

G. Tammann aj. se v navazující práci zabývali určováním $H_\odot$ ve vzdálenostech 4,5 – 30 Mpc, kde se podle jejich názoru nyní podstatně zlepšily možnosti přesných měření vzdáleností. *Spodní mez vzdálenosti* je dána skutečností, že pro bližší galaxie nelze odlišit rozpínání vesmíru od náhodných (pekuliárních) radiálních rychlostí galaxií, kdežto *horní mez* je dána končícím souběhem jednotlivých souborů údajů: hvězdy typu *RR Lyr* lze pozorovat jen do vzdálenosti 6 Mpc a *cefeidy* jen do 15 Mpc. Pro větší vzdálenosti tak zbývají jen *červení obři* a *supernovy Ia* jako dobré **standardní svíčky**. Do vzdálenosti 30 Mpc tak mohli spolehlivě určit vzdálenosti 279 galaxií, jednak pomocí *cefeid*, ale též díky proměnným typu *RR Lyr*, *supernovám tříd II a Ia* a určováním polohy *špičky větve červených obrů* v diagramu H-R. Autoři tak dostali pro proměnné typu *RR Lyr* hodnotu $H_\odot$ = 63 v jednotkách km/s/Mpc, kdežto pro *cefeidy* $H_\odot$ = 63 a pro *supernovy Ia* $H_\odot$ = 61 v týchž jednotkách. Vážený průměr pak činí $H_\odot$ = (62 ±1,3), opět ve zřetelném rozporu s kanonickou hodnotou z *HST* a družice *WMAP* ($H_\odot$ = 73). **Linearita Hubbleova vztahu** mezi červeným posuvem a vzdáleností je podle nich zaručena až do vzdálenosti 286 Mpc ($z \approx 0{,}07$).

Autoři ve své práci rovněž připomněli rozhodující **zásluhu W. Baadeho**, jenž na základě pozorování 2,5m teleskopem na *Mt. Wilsonu* v průběhu druhé světové války (kdy měl k dispozici neomezené množství pozorovacího času a v *Los Angeles* bylo nařízeno zatemnění) zjistil, že nulový bod závislosti vztahu jasnosti a svítivosti proměnných třídy RR Lyr byl silně podceněn, takže následkem této korekce prakticky *ztrojnásobil vzdálenost galaxie M31.*

M. Rowan-Robinson rekapituloval dějiny konstrukce **astronomického žebříku vzdáleností** od starověku, kdy ve III. stol. před n.l. uměl *Erasthotenes* určit rozměry *Země* s přesností na 10 %. O století později dokázal *Hipparchos* změřit vzdálenost *Měsíce* s chybou pouhých 2 %. *M. Koperník* v XV. stol. znal vzdálenost *Slunce* s přesností na 5 % a *F. Bessel* změřil v r. 1838 vzdálenost hvězdy **61 Cyg** rovněž s chybou 5 %. Další příčky astronomického žebříku vzdáleností poskytla fotometrie a spektroskopie. Nejprve v r. 1912 objevila *H. Leavittová* proslulý **vztah mezi periodou *P* a zářivým výkonem** (svítivostí *L*) pro *cefeidy* v *Malém Magellanově mračnu.* Vztah *P-L* se podařilo brzy kalibrovat pomocí *cefeid* v naší *Galaxii* a měl rozhodující význam pro kosmologii, zejména když *E. Hubble* našel v r. 1924 *cefeidy* v **galaxii M31** a v r. 1929 objevil **závislost červeného posuvu** z ve spektru galaxií na jejich vzdálenosti od nás.

Souběžně našli *A. Fridman* v r. 1922 a *G. Lemaitre* v r. 1927 řešení **Einsteinových rovnic pro vesmír**, což po Hubbleově objevu z r. 1929 vedlo k propracování modelů rozpínajícího se vesmíru, v nichž klíčovou roli hraje Hubbleova konstanta $H_\odot$, která automaticky určuje i **stáří vesmíru**. Bohužel, počáteční určení hodnoty $H_\odot$ bylo zatíženo velkou soustavnou chybou, protože *nulový bod stupnice vzdáleností cefeid byl výrazně chybný* až do r. 1954. Následkem toho byly vzdálenosti galaxií soustavně podceněny téměř o řád, takže vycházelo *nesmyslně krátké stáří vesmíru necelé 2 mld. let.* V r. 1958 zjistil A. Sandage, že část chyby pochází z chybné identifikace jasných hvězd v cizích galaxiích. Ve skutečnosti šlo o jasné uzlíky mezihvězdného vodíku (H II). Sandage tak snížil hodnotu $H_\odot$ na cca 75 km/s/Mpc, čemuž odpovídá přijatelné stáří vesmíru kolem 10 mld. let. Z klíčového projektu *HST* vyšlo v r. 2001 W. Freedmanové a R. Kennicuttovi $H_\odot$ = (72 ±8) km/s/Mpc a z pozorování družice *WMAP* z r. 2007 vyplývá (73 ±3), tj. chyba pod 5 %, přičemž systematické chyby jsou zcela potlačeny. K tomu je ovšem třeba připočítat nedávný **objev zrychleného rozpínání vesmíru**v druhé polovině jeho dosavadního věku, které vede nakonec k velmi přesné hodnotě **stáří vesmíru 13,7 mld. let** s chybou pouhého 1 %.

6.4. Reliktní a kosmické záření

Na základě pětiletých údajů z družice *WMAP* odvodili G. Hinshaw aj., že v době 380 tis. let po velkém třesku se skládala **hmota vesmíru** ze 63 % skryté hmoty; 15 % energetických fotonů; 12 % baryonů a 10 % neutrin. Podíl jednotlivých složek hmoty vesmíru se pak měnil, tj. podíl **skryté hmoty** (*skrytá látka plus skrytá energie*) plynule vzrůstal na úkor ostatních složek hmoty vesmíru vinou (či zásluhou?) vzrůstajícího podílu **skryté energie**, která dnes představuje již (72 ±1,5) % hmoty vesmíru, kdežto skrytá látka stagnuje na (23 ±1) % a *podíl zářící hmoty vesmíru klesl na pouhých (4,6 ±0,15) %.* **Šerověk vesmíru** skončil v době 500 – 800 mil. let po velkém třesku. Stáří vesmíru činí dnes (13,73 ±1,3) mld. let.

Podle C. Bennetta aj. měření *WMAP* rovněž potvrdila, že **kosmologická inflace** (rozfouknutí vesmíru) se odehrála v čase 10^{-32} s po velkém třesku, čímž se „vyhladily vrásky" novorozeného vesmíru. Nejpřesnější hodnota **teploty reliktního záření** vychází na 2,725 K a **geometrie vesmíru** je skutečně *plochá.* Z rozboru akustických vrcholů *fluktuací teploty reliktního záření* dostáváme též *poměr baryonní (zářící) a nebaryonní (skryté) látky 1:5,5.*

M. Poje aj. měřili poměr mezi slunečním a galaktickým **kosmickým zářením** v zemské atmosféře při leteckých pozorováních. Ukázali, že do výšky 1 km nad terénem je hlavním zdrojem ionizace vzduchu *radon*, vyvěrající ze země. Nad touto výškou je však převažující příčinou ionizace atmosféry *galaktické kosmické záření*, ale sluneční složka není úplně zanedbatelná, zejména během maxim sluneční činnosti. *Kosmické záření ve vysoké atmosféře* se skládá z 86 % z urychlených protonů a 11 % částic alfa (jader helia), dále 2 % elektronů a 1 % těžších jader.

K. Murase aj. ukázali, že rázové vlny při akreci materiálu a splývání objektů v kupách galaxií mohou být zdrojem **urychlených protonů** s energiemi mezi *„druhým kolenem"* ($10^{17,5}$ eV) a *„kotníkem"* ($10^{18,5}$ eV) energetického spektra kosmického záření, což by se dalo nepřímo ověřit v nových experimentech detekce **neutrinového pozadí** v *Antarktidě* a pod hladinou *Středozemního moře.* G. Benford a R. Protheroe se domnívají na základě modelových simulací, že *zdrojem extrémně energetického (>10 EeV) kosmického záření jsou usměrněné výtrysky plazmatu* z galaxií s aktivními jádry (*AGN*). Šroubovicové magnetické pole v kuželovitém výtrysku prý dokáže urychlit elektricky nabité částice až na energie řádu ZeV, tedy dokonce nad *mez GZK Greisenova-Zacepinova-Kuzminova mez)*, jež je způsobena *interakcí extrémně energetického kosmického záření s fotony reliktního záření.* V některých výtryscích je tak utajena energie až řádu 10^{53} J (při výbuchu *supernovy Ia* se uvolňuje energie 10^{44} J). Podle T. Heina a F. Spaniera hraje **energetické kosmické záření** z výtrysků významnou roli při přenosu energie v eliptických galaxiích a podle M. Jubelgase aj. též zvyšuje tlak v interstelárním prostředí i v naší Galaxii.

G. Schilling komentoval první vědecké výsledky, získané mezinárodní **Observatoří Pierra Augera** v provincii *Mendoza* v *Argentině*, jejíž modulová výstavba byla dokončena před Vánoci 2008. Na výstavbě Observatoře se podílelo 90 vědeckých institucí z 18 států *Evropy*,

Severní i Jižní Ameriky a *Austrálie*, mezi nimiž je také *Česká republika*. První vědecká měření však byla získávána už od ledna 2004, když bylo v činnosti 750 z celkového počtu 1 600 pozemních *Čerenkovových detektorů* a polovina z plánovaných 24 *světelných komor* pro sledování fluorescenčních záblesků spršek energetického kosmického záření v zemské atmosféře. *Do konce r. 2007 tak byly získány údaje o 27 primárních částicích kosmického záření s energiemi >57 EeV.* Při tak vysokých energiích lze získat dosti přesné údaje o poloze zdroje, z něhož vylétají částice o rychlosti jen nepatrně menší, než je rychlost světla (*na vzdálenost 1 světelného roku se proti fotonům opozdí jen o 46 nanometrů!*).

Koncem r. 2008 byla Observatoř uvedena do plného provozu. Výhodou experimentu je *vzájemná kalibrace dat z pozemních a atmosférických detektorů* kvůli přesnějšímu určení směru příletu a energie příslušných elektricky nabitých částic primárního kosmického záření. Lze očekávat, že během prvních 10 let provozu budou k mání statisticky významné údaje o rozmístění zdrojů tohoto nevídaně energetického záření ve vesmíru. Pak by se totiž mohlo konečně zdařit objasnit mechanismy *urychlování těchto částic na energie nesrovnatelně vyšší, než dokážeme získat v podzemních obřích urychlovačích* (≈10 TeV).

P. Sokolsky oznámil, že mezinárodní konsorcium amerických a japonských odborníků uvedlo za 17 mil. dolarů počátkem r. 2008 do provozu novou aparaturu *TA* (**Telescope Array**) pro sledování kosmického záření extrémních energií (0,03 – 10 EeV) v západním *Utahu*, když na ploše 730 km^2 rozmístili v mříži o rozteči 1,2 km 576 plastových scintilátorů, jež zaznamenávají příchod sekundárních spršek kosmického záření. Souběžně je tatáž oblast monitorována třemi teleskopy, které zaznamenávají fluorescenční záblesky při průletu sekundárních spršek zemskou atmosférou.

6.5. Kosmologické principy

C. Graney se věnoval dobovým pokusům slavných astronomů ověřit **Koperníkův princip** (*Země nemá ve vesmíru výsadní postavení*) pozorováním. Tak např. Galilei si myslel, že vidí hvězdy jako kotoučky, protože jasnější hvězdy se mu v jeho dalekohledech zdály úhlově větší, v rozmezí od zlomků až do několika obloukových vteřin. Pochopitelně pak počítáním hvězd různých magnitud dostal funkci četnosti, která *Koperníkovu principu* rovnoměrného zaplnění vesmíru hvězdami vyhovovala. Z pozorování dvojhvězdy **Mizar** v r. 1617 usoudil, že jasnější složka má úhlový průměr 3" a slabší 2", takže při rozteči 10" mezi nimi mu vyšlo, že *dvojhvězda je od nás asi 300krát dál než Slunce.* Odtud odhadoval, že *jasnější hvězdy jsou od nás vzdáleny stovky AU, kdežto slabší až 2 kAU.* Ve skutečnosti byla rozlišovací schopnost Galileových teleskopů v nejlepším případě 2", takže všechny tyto odhady *podceňovaly vzdálenosti hvězd minimálně o 3 řády.* Podobně ztroskotal Tycho Brahe, jenž sice ověřil počítáním hvězd různých jasností, že hvězdy jsou nejspíš podobné Slunci, ale pak vyrukoval s naprosto neudržitelnou představou, že sice *planety Sluneční soustavy obíhají kolem Slunce, ale Slunce s nimi obíhá kolem Země.*

V posledních letech se někteří pozorovatelé pokoušejí ověřit domněnku, že **kosmologický princip** o stejných vlastnostech vesmíru neplatí jen v prostoru, ale také *v čase.* K tomu cíli je nutné změřit *hodnotu některé fyzikální konstanty* v laboratoři nebo v blízkém kosmickém okolí *Země* a porovnat ji s hodnotou získanou astrofyzikálními pozorováními ve velmi vzdáleném vesmíru. Několik takových pokusů se týká **konstanty jemné struktury** α, kterou lze charakterizovat sílu elektromagnetické interakce. Lze ji vypočítat přesným změřením náboje elektronu, Planckovy konstanty h a rychlosti světla. Ze současných měření známe její velikost (≈1/137) s relativní přesností 4.10^{-10}. Podle M. Murphyho lze případnou časovou proměnnost α ověřovat pozorováním *absorpčních spekter kvasarů* vzdálených až 3,5 Gpc. Pozorování spektrografem *UVES ESO* dává pro relativní časovou změnu α v intervalu 10 mld. roků hodnotu (–0,06 ±0,06), čili nejspíš se α v čase nemění s relativní přesností $(6 \pm 4).10^{-6}$. M. Murphy aj. také ukázali pozorováním molekulových absorpcí ve spektru kvasaru **B0218+357**, že za posledních 7 mld. let se *poměr hmotností protonu a elektronu* v relativní míře změnil nanejvýš o $1{,}8.10^{-6}$.

Celá řada vlastností vesmíru se jeví čím dál tím více jako velmi přesně vyladěná pro možnost existence života a zejména pak člověka na Zemi. To vede na jedné straně k posilování významu proslulého **antropického principu** (*„vesmír předem věděl, že přijdeme"*), ale odpůrci tohoto filosofického postupu stále častěji a hlasitěji tvrdí, že vesmír je jen prvkem tzv. **multiversa**, množiny navzájem nesouvisejících „vesmírů", v nichž většinou tak přesně vyladěné podmínky neplatí – v tom případě se nemůžeme divit, že jsme vyhráli první cenu ve vesmírné loterii. B. Carr a G. Ellis však v r. 2008 kritizovali *domněnku o multiversu* jako nevědeckou, protože si nedovedou představit, jak by se dala dokázat. Háček je ve zmíněné nesouvislosti vesmírů – abychom domněnku o *multiversu* mohli experimentálně ověřit, potřebovali bychom prokázat nějakou fyzikální interakci „cizího" vesmíru s „naším" vesmírem, ale od toho okamžiku by bylo nevyhnutelně nutné začlenit tento konkrétní „cizí" vesmír do „našeho" vesmíru.

6.6. Astročásticová fyzika

Astročásticová fyzika se v uplynulých dvaceti letech konstituovala jako *průnik kosmologie, částicové fyziky a astrofyziky.* Od r. 1992 má už svůj vlastní časopis (*Astroparticle Physics*) s vysokým impaktním faktorem (4,1). To je důvod, proč tomuto stále významnějšímu oboru věnuji od Žní v r. 2006 samostatný odstavec. V r. 2006 vznikla evropská iniciativa **ASPERA** (akronym ze slov *AStro Particle ERAnet*) 17 států včetně Česka. V září 2008 se konalo v *Bruselu* zasedání, na němž byla schválen *plán rozvoje astročásticové fyziky v Evropě* v rámci 7. výzkumného programu EK, který zahrnuje experimenty v *CERN*, výzkum *neutrin, kosmického záření, astronomii záření gama, skryté látky a gravitačních vln.*

E. Rollinde aj. se pokusili vysvětlit skutečnost, že **nuklid ^{6}Li** je v současných hvězdách zastoupen o tři řády hojněji, než jak vyplývá z modelů nukleogeneze ve velmi raném vesmíru. Ukázali, že o nadbytek jader Li, Be a B se postaraly *supernovy*, jež po výbuchu vysílají také dostatečně intenzivní proud energetických částic kosmického záření, jež rozbíjejí v intergalaktickém prostoru jádra C, N a O a tak zvyšují zastoupení zmíněných lehkých jader ve hvězdách dalších generací.

V r. 1957 publikovali E. a G. Burbidgeovi, W. Fowler a F. Hoyle v časopise *Reviews of Modern Physics 29 (1957), 547* pod titulem **„Synthesis of the Elements in Stars"** jednu ze stěžejních prací v astrofyzice uplynulého století (práce až dosud získala přes 1 100 citací). K 50. výročí publikace uveřejnil G. Burbidge v časopise *Science* v březnu 2008 osobní vzpomínku na okolnosti vzniku a ohlasu zmíněné klíčové práce. První verzi práce napsali manželé Burbidgeovi, ale text pak přepsali W. Fowler a F. Hoyle, který byl školitelem Burbidgeových. Výslednou verzi pak rukou společnou a nerozdílnou redigovali všichni čtyři autoři. Jak známo, v r. 1983 byl za tuto práci poctěn *Nobelovou cenou za fyziku* jen W. Fowler (druhou polovinu ceny tehdy získal S. Chandraskhar za své studie o stavbě bílých trpaslíků), což však podle Burbidgeova názoru byla zjevná *křivda na Hoyleovi*, protože autoři společné práce se velmi významně opírali o předešlé Hoyleovy průkopnické studie z let 1946 a 1954, jež v práci *B^{2}FH* pochopitelně citovali.

M. Ackermann aj. instalovali v antarktickém projektu pozorování vysokoenergetických neutrin **AMANDA** 19 svislých kabelů v ledu do hloubky 2,5 km. Na kabelech je v pravidelných roztečích zavěšeno celkem 677 fotonásobičů. Během let 2000–2002 hledali Čerenkovovy záblesky od neutrin s energiemi >100 TeV, leč bezúspěšně. Kvůli vyloučení vlivu kosmického záření totiž registrují jen neutrina, která přišla do *Antarktidy* „zespodu", tj. skrze celé těleso zeměkoule, jenže případný signál zaniká v přívalu sekundárních mionů kosmického záření, které

do detektoru přicházejí „shora". Nepřítomnost silnějšího signálu od kosmických neutrin však téměř vylučuje možnost, že by zdroji kosmických neutrin byly galaxie s aktivními jádry (*AGN*). Podobně negativně dopadl pokus R. Abassiho aj. nalézt známky průchodu elektronových neutrin „zespodu" v americkém detektoru kosmického záření *HiRes II* v *Utahu*.

Zato V. Dadykin a O. Rjažskaja oznámili, že v záznamech detektoru slunečních neutrin *LSD* (pod *Mt. Blankem*) byla zachycena 4 energetická (5 – 11 MeV) neutrina od supernovy **1987A** (*VMM*) 23. února 1987 ve 2:53 h UT v rozmezí 10 s. O 4:42 h později následovalo 12 neutrin s energiemi 6 – 35 MeV v japonském detektoru *Kamiokande* v rozmezí 12 s a souběžně 8 neutrin v americkém detektoru *IMB* v rozmezí 6 s s energiemi 20 – 40 s. O minutu po nich zaznamenal *LSD* přílet dalších dvou neutrin. E. Aleksejev a L. Aleksejeva k tomu připojili údaje, získané v týchž časech pomocí scintilačních detektorů v *Baksanské observatoři* pod horou *Andyrči* na *Kavkaze* v hloubce 850 m pod povrchem. Podle nich bylo v čase 2:52 UT zachyceno 5 neutrin v experimentu *LSD*, ale též 2 neutrina v *Baksanu*, a to v souhrnném intervalu 50 s. V *Baksanu* pak zaznamenali dalších 5 neutrin v rozmezí dvou minut počínaje 7:35 UT. Na jedné straně je potěšitelné, že teorie výbuchu supernov byla těmito unikátními pozorováními ve čtyřech experimentech od Japonska přes Kavkaz a Evropu až po USA v zásadě potvrzena, ale na druhé straně popsaný *průběh neutrinového vzplanutí ve dvou epizodách oddělených bezmála pěti hodinami v čase je naprosto záhadný*.

Zatímco výzkum **neutrin** se dále rozvíjí jak v laboratorním měřítku, tak při studiu neutrin přicházejících z kosmu, *astrofyzika vysokých energií* prodělává krizi zejména vinou rozhodnutí vlád *USA* a *Velké Británie*, které omezily podporu projektů astročásticové fyziky. Ve *Spojených státech* kvůli šetření uzavřeli v r. 2008 lineární urychlovač **SLAC** na *Stanfordově univerzitě v Kalifornii* a též urychlovač se vstřícnými svazky elektronů a pozitronů **CESR** na *Cornellově univerzitě*. Zastaven byl též projekt **Stellarator** (řízená termonukleární fúze) v *Princetonu*, jenž měl být dokončen v r. 2013. Podobně se neustále zpožďuje výstavba velkého mezinárodního tokamaku **ITER** protože původní rozpočet 5 mld. dolarů z r. 2001 byl zřejmě nerealistický, takže v r. 2008 byl odhad nákladů zvýšen na 12 mld. dolarů a dokončení výstavby odsunuto na r. 2018.

Uvažuje se i o brzkém ukončení činnosti obřího urychlovače **Tevatron** ve *Fermilabu*, který v r. 2008 oslavil 25 let provozu. Snížil se též podíl *USA* na financování budoucího mezinárodního obřího lineárního urychlovače **ILC**, jenž by měl stát asi 7 mld. dolarů a o jehož výstavbu usilují zejména Japonci. *Velká Británie* dokonce v r. 2008 z projektu *ILC* zcela vycouvala. Zpozdilo se však i dokončení největšího urychlovače na světě, tj. **LHC** v *CERNu*, když *Velká Británie* omezila svou podporu tohoto ambiciózního evropského projektu za 5 mld. euro, na jehož činnosti se však hodlá podílet dokonce i 1,3 tis. amerických fyziků!

První protony sice úspěšně proběhly kruhovou trubicí urychlovače *LHC* počátkem září 2008, ale při dalším pokusu 19. září došlo k **těžké havárii**, kdy se vinou nedokonalého svaru u supravodivého Ti-Nb magnetu ohřál spoj mezi magnety na teplotu >2 K, takže *kapalné hélium* v jeho okolí ztratilo supravodivost a spojovací kabel dlouhý 1 m se během milisekundy roztavil proudem 9 kA. Vzniklý oblouk prorazil vakuovou nádobu, následkem čehož se kapalné hélium změnilo v plyn, magnet o hmotnosti 35 t byl vyrván ze svého betonového lože a 6 t hélia se vypařilo do tunelu, přičemž bylo poškozeno celkem 53 magnetů, každý z nich v ceně 700 tis. euro. Oprava si vyžádala pozvolné ohřátí celého oktantu 154 magnetů na pokojovou teplotu, což trvalo měsíc. Pak následovala složitá operace vytažení poškozených magnetů o délce 15 m svislou šachtou na povrch, kde se pak od začátku listopadu 2008 magnety opravovaly, čistily od sazí, nebo postupně vyměňovaly. Opravy v ceně 23 mil. euro probíhaly až do léta 2009. Rozsahem, složitostí a technologickými inovacemi se ovšem výstavba *LHC* přirovnává k americkému projektu pilotovaných letů *Apollo* z let 1961 – 72.

Současné domněnky o povaze **skryté látky** (*dark matter*) ve vesmíru se točí kolem předpokladu o existenci velmi hmotných částic **WIMP** slabě interagujících se *zářící (baryonovou) látkou*. Y. Butt soudí, že z pozorovaného *přebytku elektronů* při energiích kolem 620 GeV (viz odst. 6.2.) vyplývá, že platí *Kaluzova-Kleinova domněnka o vícerozměrové povaze prostoru* spíše než supersymetrická teorie *SUSY*. V tom případě by mohl urychlovač *LHC* v *CERN* částice *WIMP* pozorovat; jejich energie by měly být v rozsahu 300 – 800 GeV a hmotnosti kolem 600násobku hmotnosti protonu. Částice *WIMP* se hledaly také v experimentech **CDMS II** v podzemní laboratoři v dole *Soudan* ve státě *Minnesota* a **XENON 100** v italském pohoří *Gran Sasso*. V experimentu *CDMS II* by se měly interakce *WIMP* s částicemi baryonové látky měly projevit vibracemi obřích krystalů Ge a Si (B. Sadoulet aj.); v citlivějším experimentu *XENON 100* se používá 100 kg kapalného xenonu, v němž by mělo několikrát do roka docházet k pružnému rozptylu *WIMP* na jádrech atomů xenonu (E. Aprileová aj.). Oba experimenty však zatím nezaznamenaly ani jedinou interakci.

6.7. Relativistická astrofyzika

T. Philbin aj. ukázali, že teoreticky předvídané **Hawkingovo vyzařování** na horizontu černé díry lze simulovat pomocí světlovodu. Jestliže vznikají vlny v prostředí, které se nezávisle na vlnách pohybuje, pak v něm vznikne *umělý horizont* v okamžiku, kdy rychlost pohybu prostředí překročí vlnovou rychlost. Prostoročasová geometrie černé díry připomíná řeku, jejíž rychlost toku nad vodopádem se zrychluje. Pokud proti proudu řeky postupují vlny konstantní rychlostí, tak na přepadu vodopádu je rychlost říčního proudu už tak vysoká, že vlny už nedokáží postupovat proti proudu a rychlý proud řeky je strhává zpět. *Přepad vodopádu má tudíž analogické postavení jako obzor událostí černé díry*. Naopak teče-li řeka do oceánu, postupně se poblíž ústí své delty zpomalí. Vlny, postupující z oceánu proti proudu řeky se v jejím ústí zastaví, protože nedokáží překonat stále rychlejší říční proud ve vnitrozemí, což je analogie **bílé díry**, do níž nemůže nic spadnout. Jelikož *Hawkingovo záření standardních černých děr má nižší teplotu, než je teplota reliktního záření*, není naděje, že bychom ho objevili pozorováním v kosmickém prostoru. V laboratoři však můžeme využít **světlovodů**, kde na stálý svazek infračerveného záření působíme v protisměru krátkými optickými impulsy, čímž vytvoříme na čele optického impulsu *horizont bílé díry*, který podle Hawkingova modelu musí vydávat modře posunuté záření optického impulsu, což se autorům vskutku podařilo pozorovat. Souběžně s experimenty pokročilo v letech 2005 – 06 výrazně také programování v tzv. **numerické relativitě**, které umožňuje poprvé realisticky simulovat *jevy, související s dynamikou pohybu černých děr a veleděr*. Jak uvedli A. Gualandrisová a D. Meritt, lze vymrštit černou veledíru o hmotnosti až 10 $GM_{\odot}$ z jádra galaxie rychlostí až 4 tis. km/s, což je více než 1 % rychlosti světla. To znamená, že taková černá veledíra opustí hranice mateřské galaxie nejpozději za 100 mil. let a takové svižné černé veledíry se mohou v intergalaktickém prostoru zcela nepozorovány stále potulovat.

K. Belczynski aj. ukázali, že **splývání neutronových hvězd s hvězdnými černými děrami**, resp. **dvou hvězdných černých děr**, je velmi vzácné a týká se nanejvýš jen 1 % takových soustav, pokud mají příslušné černé díry nízký spin. Jakmile však *spin černé díry* stoupne na hodnotu >0,5, může se kolem ní vytvořit *akreční torus*, který pak usnadní splynutí, což se projeví zejména jako krátké vzplanutí *GRB*. Ideální by bylo u takových objektů odhalit *gravitační vlny* a odtud by se dal zpětně určit počáteční spin zmíněných černých děr.

S. Koide a K. Arai shrnuli údaje o základních mechanismech, jimiž lze z **ergosféry** kolem *rotující černé díry* čerpat energii, vyzářenou do okolního vesmíru. Jednou možností je *Penroseův magnetohydronamický proces*, kdy se pozorovaná částice rozštěpí na dvě, z nichž jedna zapadne pod hranici obzoru událostí, zatímco druhá získá velkou energii a vrátí se do volného kosmického prostoru. Druhou možnost nabízí *Blandfordův-Znajekův mechanismus*, kdy se energie pro vnější vesmír získává z magnetického napětí v ergosféře rotující černé díry. Autoři

k tomu přidali i další možnost, totiž přestavbu (**rekonexi**) magnetického pole v ergosféře. Všechny tři procesy se zřejmě ve vesmíru významně uplatňují.

Pro **ověřování teorie relativity** má velký význam přesné určování času, resp. časových intervalů a frekvencí. Zatímco kolem r. 1970 byla tato relativní přesnost krátkodobě řádu 10^{-12}, zvýšila se nedávno na neuvěřitelných 10^{-16}. To vedlo ke zvýšení přesnosti navigačních systémů typu *GPS*, kde se pro přesné určení polohy musí počítat s nejrůznějšími efekty obecné teorie relativity včetně změn gravitačního červeného posuvu v různých výškách družic soustavy *GPS* a pozorovatele na povrchu Země. A. Ludlow aj. sestrojili v americké laboratoři *JILA* v *Boulderu* **optické hodiny**, kde se srovnávají frekvence mřížky Sr a Ca s relativní přesností 1.10^{-16} a ještě dál pokročili T. Rosenband aj. z *NIST* v *Boulderu*, kteří postavili optické hodiny na bázi iontů Al^+ a Hg^+, jež dosahují relativní přesnosti 5.10^{-17}. Tím mj. prokázali, že konstanta jemné struktury α se nemění o více než $(-2 \pm 2).10^{-17}$/rok (viz též odst. 6.5.).

V r. 1935 publikovali A. Einstein, B. Podolsky a N. Rosen v časopise *Phys. Rev. 47, str. 777* provokující práci, v níž se tázali, *zda lze kvantověmechanický popis reality považovat za úplný*. Odpověď autorů byla záporná, protože nechtěli připustit *„přízračnou akci na dálku"*, jež by se odehrávala okamžitě, tj. nekonečnou rychlostí. Práce vešla do dějin moderní fyziky pod názvem **Paradox EPR** a jeho teoretické vyjádření nalezl v r. 1964 J. Bell v podobě tzv. **Bellových nerovností**. Série měření v letech 1972–1981 potvrdila, že *kvantová mechanika narušuje Bellovy nerovnosti*, takže autoři E+P+R se fakticky mýlili (myslím, že každý fyzik by si přál publikovat tak inspirativní omyl). V r. 2008 to ověřili D. Salart aj. experimentálně, když umístili v *Ženevském jezeře* světelný zdroj, jenž vysílal fotony do přijímačů instalovaných ve švýcarských vesničkách *Satigny* a *Jussy* na protějších březích jezera ve vzdálenosti 18 km od sebe. Měřili rychlost přízračné akce po dobu celých 24 h a zjistili, že je *minimálně desettisíckrát vyšší než rychlost světla* a tedy velmi pravděpodobně okamžitá, a dále že *intenzita akce nezávisí vůbec na vzdálenosti*! Vysvětlení spočívá v provázání (*entanglement*) kvantových stavů dvou částic, vyslaných zároveň opačnými směry z téhož zdroje. Poznamenávám, že A. Einstein obdržel v r. 1921 Nobelovu cenu za *„služby teoretické fyzice, zejména pak za objev zákona fotoelektrického jevu"*, což je ovšem ukázkový kvantověmechanický zákon, objevený r. 1905, tedy v době, kdy název kvantová fyzika ještě neexistoval. S odstupem času je patrné, že Nobelův komitét projevil tehdy mimořádnou jasnozřivost.

7. Život ve vesmíru

Program sdíleného počítání **SETI@home**, v němž dobrovolníci využívají šetřičů obrazovky k hledání potenciálních umělých rádiových signálů v záznamech obřího 305m radioteleskopu v *Arecibu*, je čím dál tím populárnější a dosáhl úctyhodného počtu 5 milionů zájemců. Jenže proud nových dat z *Areciba* dosahuje 300Gb/d, takže ani tento dav nestačí zpracovat nové údaje, čili kdo máte chuť, každé PC je vítáno. J. Learned a S. Pakvasa přišli s nápadem, že *zelení pidimužíci možná komunikují prostřednictvím neutrin*, takže teoreticky by takové vzkazy mohla zachytit neutrinová observatoř **IceCube** v *Antarktidě*. Pidimužíci jistě vědí, že detektor je nejcitlivější pro neutrina s energiemi 6,3 PeV, které nevznikají nikde ve vesmíru přirozenou cestou, ale pouze umělým urychlováním. Je to ovšem energie řádově tisíckrát vyšší, než dokážeme docílit v nejlepších pozemských urychlovačích na protonech, takže by muselo jít o technicky mimořádně zdatné pidimužíky. Pak se ovšem vynořuje otázka, zda by stáli o kontakt s tak zaostalou civilizací, jakou v jejich očích zajisté jsme.

V souvislosti s objevy četných *exoplanet* vzniká podle D. Spiegela aj. potřeba nově definovat pojem **ekosféry** – zóny obydlitelnosti kolem mateřských hvězd. Zatím se většinou uvažovalo o mezikoulí, na jehož vnitřním povrchu se veškerá voda vypaří (*vodní čára*) a na jehož vnějším povrchu veškerá voda zmrzne (*sněhová čára*). Pokud však toto kritérium použijeme pro Zemi, zjistíme, že *naprostá většina hmoty Země neleží v ekosféře*, protože 99 % zemské látky je teplejší než 1 tis. kelvinů a tudíž zcela nevhodných pro život. Pro každou planetu či exoplanetu bude potřebí, pokud to okolnosti pozorování umožní, sestavit *klimatické modely* a ověřit, zda jsou dlouhodobě vyvážené a odolné proti **efektu sněhové koule** (totální zmrznutí povrchu). Pestrost světa exoplanet nás nabádá k opatrnosti, abychom poznatky o obydlitelnosti planet a měsíců Sluneční soustavy příliš nezevšeobecňovali.

B. Jackson aj. si všimli velkého významu **slapového tření** jako zdroje tepla pro chladné planety a jejich družice. Příklad **Jupiterovy družice Io** prokázal, že slapové tření může být daleko významnější složkou energetické bilance než radiogenní ohřev hornin. V případě *Io* je však uvolňovaná tepelná energie tak vysoká, že prakticky znemožňuje výskyt jakékoliv formy života v tomto tělese či na jeho povrchu. Naproti tomu družice **Europa** má téměř jistě podpovrchový oceán bohatý na vodu. Těkavé látky, které odtud unikají, přispívají k udržování atmosféry družice. Dalším nebezpečím pro život mohou být **koronální výtrysky hmoty** z mateřské hvězdy, jež nezřídka dosahují intenzit o řády vyšších, než jak to vidíme u *Slunce*.

8. Přístrojová technika

8.1. Optická astronomie

Koncem září 2008 uplynulo 400 let od chvíle, kdy si holandský oční optik *Hans Lippershey* podal v *Haagu* žádost o **patent na čočkový dalekohled**. Patent sice nedostal, protože prý zhotovení teleskopu bylo příliš snadné, než aby se dalo patentovat, ale peníze za zhotovené binokulární dalekohledy ano. Jeho jednoduché teleskopy dosahovaly trojnásobného zvětšení. O necelý rok později si na základě zpráv o Lippersheyově objevu začal *Galileo Galilei* stavět čím dál tím výkonnější dalekohledy, dosahující až třicetinásobného zvětšení, kterých pak využíval ke svým epochálním astronomickým objevům. Nejpilnějším brusičem astronomické optiky byl patrně *William Herschel*, jenž během svého života vybrousil optiku pro více než 400 dalekohledů. Jeho *největší zrcadlový dalekohled* měl průměr primárního zrcadla 1,26 m a ohnisko 12 m.

Slavný **reflektor o průměru 60 palců** (1,52 m), jenž byl postaven ve spolupráci G. Haleho a G. Ritcheyho v r. 1908 na *Mt. Wilsonu* v *Kalifornii*, se dožil neuvěřitelného stoletého jubilea 8. prosince 2008. Byl to první zrcadlový dalekohled, který svým rozměrem a hlavně výkonem překonal metrové čočkové dalekohledy z konce 19. století a stal se tak inspirací i pro vybudování neméně proslulého **2,5m reflektoru** téže observatoře, jímž prošlo první světlo počátkem listopadu 1917. Jen o půl roku mladší je však rovněž stále fungující kanadský **Plaskettův teleskop** se zrcadlem o průměru 1,8 m, jenž byl uveden do chodu na Dominion Astrophysical Observatory ve Victorii, B.C. počátkem května 1918. Užívá se téměř výhradně pro spektroskopii a v jeho archivu se dnes nachází asi 90 tis. spekter hvězd. Menší **McKellarův teleskop** téže observatoře s průměrem zrcadla 1,2 m je v provozu již téměř půl století a v jeho archivu je na 16 tis. spekter. Nedávno byl robotizován.

R. Suzuki aj. popsali novou plně kryogenní infračervenou kameru **MOIRCS** pro japonský teleskop *Subaru* na *Mauna Kea*. Kamera pracuje v rozsahu 0,85 – 2,5 μm buď pro přímé zobrazování, anebo jako spektrometr. Má zorné pole 4'×7' a dosáhne téměř 24 mag v pásmu *J* a více než 22,5 mag v pásmu *K*. R. McMahon aj. uvedli v Nasmythově ohnisku teleskopu **UT3** (*Melipal*) *ESO* do chodu novou kameru **DAZLE**, jež

využívá mezer mezi atmosférickými čarami hydroxylu (OH) v pásmu 0,8 – 1,8 μm ke sledování velmi vzdálených galaxií s červeným posuvem $z \approx 7{,}5$ (vzdálenost 4 Gpc; stáří 700 Mr po velkém třesku). Ještě předtím byla u teleskopu **UT4** (*Jepún*) instalována mimořádně citlivá infračervená kamera **HAWK-I**, která zobrazuje pole o rozměrech 7,5'×7,5' s rozlišením 0,1"/pixel.

Tím byla dle T. Zeeuwa dokončena *obměna I. generace přístrojů v ohniscích teleskopů VLT* na hoře *Paranal* při příležitosti 10. výročí prvního světla teleskopu **UT1** (konec května 2008). Také dalekohledy *VLT* prodělaly omlazovací kůru, jednak možností rychlého navádění na přechodné jevy jako jsou GRB, ale zejména zavedením systémů adaptivní optiky a integrací do interferometru *VLTI*. Interferometr dociluje úhlového rozlišení 0,001", ale další úpravy umožní zvýšit rozlišení až na desítky obl. mikrovteřin.

Na základě pozorování teleskopy **VLT** *ESO* bylo za uplynulé desetiletí publikováno 2,2 tis. vědeckých prací v recenzovaných časopisech. Potvrdily se též vynikající astronomické podmínky na *Paranalu*, kde bývá do roka *téměř 90 % jasných nocí* převážně s výtečnou kvalitou obrazu (*seeing*). *Při použití adaptivní optiky dávají dalekohledy VLT lepší úhlové rozlišení než HST* na oběžné dráze, protože mají větší průměr zrcadel.

V lednu 2008 prošlo první světlo obřím binokulárním teleskopem **LBT** na hoře *Graham* v *Arizoně*. Mamutí přístroj přitom zobrazil galaxii *NGC 2770* (Lyn; vzdálenost 27 Mpc). *LBT* tvoří dvě identická zrcadla o průměru 8,4 m ve společné montáži i kopuli, takže jejich úhrnná sběrná plocha odpovídá jedinému zrcadlu o průměru 11,8 m, čili v tuto chvíli jde o *největší dalekohled světa*, který vybudovalo nákladem 120 mil. dolarů konsorcium *Arizonské univerzity* s přispěním italských a německých astronomických institucí.

V rotační sklářské peci na *Univerzitě v Arizoně* byl mezitím během 4 měsíců odlit skleněný disk o hmotnosti 23,5 t pro 8,4m zrcadlo. Poslední 3 dny tavícího procesu pec rotovala úhlovou rychlostí 7 otáček za minutu, čímž se výrazně zkrátila doba pro broušení a leštění optického povrchu primárního zrcadla budoucího přehlídkového teleskopu **LSST** (*Large Synoptic Survey Telescope*), jenž má být pod vedením J. Tysona uveden do zkušebního provozu na *Cerro Pachón* v *Chile* do r. 2014. Podle P. a R. Jedickových bude mít sekundární zrcadlo *LSST* průměr 3,4 m a terciární dokonce 5 m. Navíc budou v optické cestě zabudovány 3 čočky, z nichž největší bude mít rekordní průměr 1,5 m. Teleskop v ceně téměř 400 mil. dolarů získal podporu i od soukromých mecenášů z firmy *Microsoft*. C. Simonyi věnoval projektu 20 mil. dolarů a B. Gates dalších 10 mil. V ohnisku teleskopu bude umístěna obří kamera *CCD* s kapacitou 3,2 gigapixelů. *LSST* dokáže během 15 s expozic přehlédnout celou oblohu každé 3 – 4 noci při mezní hvězdné velikosti 24 mag. Paradoxně *LSST* otevře svými veřejně přístupnými daty novou *příležitost pro astronomy-amatéry*, kteří budou moci podrobněji sledovat objekty <16 mag, na jejichž proměnnost přehlídka *LSST* upozorní.

Podle R. Fienberga *mají astronomové-amatéři nad profesionály stále navrch*, pokud jde o celkovou sběrnou plochu optických dalekohledů. *Když se sečtou plochy profesionálních zařízení, vydalo by to plochu pomyslného 46m zrcadla. Naproti tomu sběrná plocha amatérských přístrojů by v přepočtu dala 130m zrcadlo!* Nicméně do r. 2020 se profesionálům pravděpodobně podaří své zaostávání zmenšit, když dosáhnou ekvivalentního průměru zrcadla 73 m. Lze totiž očekávat, že *do r. 2020 se zvětší rozměry astronomických zrcadel až čtyřikrát a jejich souhrnná sběrná plocha až patnáctkrát*.

Pozemní dalekohledy s průměrem zrcadla v rozmezí 8 – 10 m začínají být totiž standardem, a tak se konstruktéři optických zrcadel vážně zabývají možnostmi postavit v příští dekádě přístroje, kterou budou mít až o řád větší sběrnou plochu. Nejambicióznějším projektem v tomto směru je **Evropský extrémně velký dalekohled** (*E-ELT*) složený z 984 segmentů s průměrem 1,45 m a tloušťkou jen 50 mm, dávajících výsledný průměr zrcadla 42 m. Jeho o něco menší konkurenty by chtěla postavit konzorcia vedená americkými institucemi, tj. **Giant Magellan Telescope** (*GMT*) složený ze 7 zrcadel o průměru 8,4 m na observatoři *Las Campanas* v *Chile*, a dále **Thirty-Metre Telescope** (*TMT*), složený ze 492 segmentů o průměru 1,4 m, jenž by měl stát na sopce *Mauna Kea* na Havaji. Kromě složitých technických problémů, jejichž řešení nebude vůbec jednoduché, vzniká i svízelná otázka financování, protože každý z těchto projektů vyžaduje investici řádu 1 mld. dolarů. Proto se určitě nenaplní optimistické termíny dokončení kteréhokoliv z dalekohledů už v r. 2016 a je dokonce možné, že jeden z amerických projektů se vůbec nespustí.

Na opačném konci rozměrového řady teleskopů stojí robotický dalekohled *KELT* (the **Kilodegree Extremely Little Telescope**), který zhotovili J. Pepper aj. pro *Winerovu observatoř* (1 500 m n.m.) poblíž *Sonoity* v *Arizoně*. Objektiv teleskopu má průměr 42 mm (!) a světelnost f/1,9. Dokáže vykreslit pole 26°×26°. Je vybaven digitální kamerou s čipem *CCD* o ploše 4k×4k pixelů s nejvyšší kvantovou účinností kolem 600 nm. Používají též teleobjektiv s průměrem čočky 71 mm a světelností f/2,8, jenž vykreslí zorné pole 11°×11°. *KELT* je určen především pro vyhledávání a sledování transitů exoplanet kolem mateřských hvězd s jasnostmi $8 < V < 10$ mag. Za 34 nocí v r. 2005 autoři získali zmíněným teleobjektivem světelné křivky 69 tis. hvězd v okolí hvězdokupy **Praesepe** (*Jesličky* = *M44*; Cnc), přičemž objevili 58 dlouhoperiodických proměnných hvězd a 152 periodických proměnných s kratšími periodami.

8.2. Hubbleův kosmický teleskop

V r. 2008 se měla uskutečnit poslední (5.) **údržba HST** (*STS-125*) pod vedením zkušeného astronauta J. Grunsfelda. Předešlé návštěvy astronautů se uskutečnily v prosinci 1993 (*STS-61*); únoru 1997 (*STS-82*); prosinci 1999 (*STS-103*) a březnu 2002 (*STS-109*). Cílem poslední misie měla být výměna akumulátorů a všech gyroskopů, opravy přístrojů *ACS* a *STIS*, výměna pointeru *FGS* a tepelné izolace, jakož i instalace nových přístrojů: kamery *WFPC3* a spektrografu *COS*. Zvýšení dráhy a zmíněná údržba by měla prodloužit životnost *HST* minimálně o pět let.

Start raketoplánu byl však z různých technických příčin odsouván tak dlouho, až koncem září 2008 se o další odklad postaralo nečekané *selhání palubního počítače*, který řídí na *HST* práci jednotlivých vědeckých přístrojů a přenos dat. Bylo to jen dva týdny před plánovaným startem raketoplánu, ale vinou této závažné poruchy se musel servis odsunout až na r. 2009. Naštěstí se technikům podařilo po měsíční přestávce nahodit koncem října 2008 na palubě *HST* záložní počítač, takže až do okamžiku startu raketoplánu *Atlantis* v květnu 2009 mohl dalekohled plnit standardně své vědecké poslání. Svým způsobem šlo o štěstí v neštěstí, protože kdyby k poruše došlo až po původním termínu letu, anebo dokonce v jeho průběhu, byla by to doslova katastrofa. (Záložní počítač čekal ve skladu na svou příležitost více než 18 let, takže jeho oživení a pečlivé testování před startem zabralo pochopitelně hodně času.)

8.3. Rádiová astronomie

Submilimetrový 15m teleskop **JCMT** na *Mauna Kea* dostal v r. 2008 novou kameru II. generace o hmotnosti 4 t, nazvanou **SCUBA 2** (akronym *Submillimetre Common-User Bolometer Array*). V jejím ohnisku se nachází matice 10 tis. minidetektorů, chlazených na teplotu 0,1 K. Nejcitlivější submilimetrová kamera na světě je výsledkem spolupráce odborníků z *Velké Británie, Kanady, USA* a *Holandska*.

Obří mikrovlnná anténní soustava **ALMA** pro pásmo 0,3 – 3 mm se z původního projektu *ESO* v poušti *Atacama* v *Chile* stala mezinárodní, takže na stavbě přesných radioteleskopů s parabolami o průměru 12 m se nyní podílejí též mimoevropské státy: *USA, Japonsko, Kanada* a *Tajvan*. Všechno nasvědčuje tomu, že termín dokončení výstavby v r. 2012 se podaří dodržet. Asijské státy *Japonsko, Jižní Korea* a *Čína* se

dále dohodly na vybudování *radiointerferometru o velmi dlouhé základně* (**VLBI**) od *Japonska* po *jihozápadní Čínu*. Celkem má být na jejich území postaveno 5 identických parabol o průměru 21 m.

E. Pascale aj. popsali úspěšné testy **výškového balónu BLAST**, uskutečněné v *Arktidě* v červnu 2005 a v *Antarktidě* na základně *McMurdo* v prosinci 2006. Balon z polyethylénu se pohyboval ve výšce 30 km v *Arktidě* po dobu 100 h a v *Antarktidě* dokonce po dobu 250 h, během nichž obkroužil jižní pól ve výšce 38 km. Na jeho palubě byla 2m parabola pro chlazené (0,3 K) submilimetrové bolometry, měřící v pásmech 0,25; 0,35 a 0,5 mm. Tvrdé přistání po skončení druhého letu sice zničilo aparaturu, ale autorům se podařilo zachránit neporušené *HDD* se záznamy údajů o galaxiích, jež intenzivně září v submilimetrovém pásmu elektromagnetického spektra.

8.4. Astronomické umělé družice

Úspěšná americká družice **Swift**, která se věnuje zejména objevování zábleskových zdrojů záření gama (*GRB*) v pásmu 0,1 – 200 keV, má na své palubě také kameru *UVOT* pro detekci ultrafialových a optických protějšků *GRB*. Podle T. Poolea aj. pracuje kamera v rozsahu 160 – 800 nm v zorném poli 17'×17'. Za tři roky činnosti nalezla celkem 284 *GRB* a díky rychlému předání přibližné jejich polohy pozemním robotickým dalekohledům se podařilo určit červené posuvy *z* pro téměř stovku *GRB*. Koncem srpna 2007 však byla družice *Swift* vinou selhání gyroskopů dva měsíce mimo provoz, ale zásluhou techniků se vzpamatovala a měří plynule dál.

Koncem dubna 2008 byl indickou raketou vypuštěn na polární dráhu dánský minisatelit **AAUSat 2** o hmotnosti 1 kg! Na své palubě má 0,2kg detektor *GRB* pro pásmo energií 5 – 300 keV. V polovině června 2008 odstartovala 4,5t družice **GLAST** v ceně 690 mil. dolarů, která po úspěšném vypuštění dostala jméno **Fermi**. Projekt vede S. Ritz z *GSFC NASA*. Na palubě družice se nachází kalorimetr *LAT*, jenž sleduje naráz pětinu oblohy v pásmu 20 MeV – 300 GeV a dokáže přitom odlišit protony od elektronů. Každé čtyři hodiny tak prohlédne celou oblohu a zjistí všechny variace jasnosti případných zdrojů. Druhý přístroj *GBM* monitoruje zábleskové zdroje záření gama (*GRB*) v pásmu 10 keV – 25 MeV. Družice tedy sleduje *pásmo záření gama a rentgenového v rozsahu 7 řádů energie fotonů, což je světový rekord*. Očekává se, že získá důležité údaje zvláště pro pásmo 10 – 100 GeV, které je dosud málo prozkoumáno.

Koncem srpna 2007 došla zásoba kapalného helia na palubě japonské družice **AKARI**, která od února 2006 prohlédla 94 % plochy oblohy v dalekém infračerveném pásmu 50 – 180 μm pomocí reflektoru o průměru zrcadla 0,7 m. Poté byla překalibrována na „teplý" provoz na kratších vlnových délkách.

8.5. Kosmické sondy

Americká kosmická sonda **Deep Impact**, jež bombardovala v červenci 2005 kometu *Tempel 1*, měla být díky dostatečné zásobě paliva nasměrována k další kometě *85P Boethin* s plánovaným průletem v prosinci 2008, ale kometa se v mezidobí rozplynula. Proto *NASA* zvolila počátkem listopadu 2007 náhradní cíl – kometu *103P Hartley 2* v projektu s názvem **EPOXI**. Akronym jednak připomíná rozšíření prvotního úkolu sledování komet a jednak fotometrii mateřských hvězd exoplanet, kterou sonda průběžně provozuje na své dlouhé cestě k cíli. Sonda tak využila koncem r. 2007 *gravitačního praku Země* k přesměrování k novému cíli s plánovaným průletem počátkem listopadu 2010.

Mezitím skončil dlouhý a úspěšný provoz kosmické sondy **Ulysses**, kterou od startu v r. 1990 společně provozovaly kosmické agentury *NASA* a *ESA*. Náklady na sondu přesáhly částku 1,1 mld. dolarů, ale roční provoz stál jen 8 mil. dolarů. Sonda zejména opakovaně zkoumala polární oblasti *Slunce*. Ještě v lednu 2008 se *Ulysses* pohyboval nad severním pólem *Slunce* v době končícího minima 23. a nástupu 24. cyklu sluneční činnosti, ale to už vinou snížené účinnosti radioaktivního zdroje na palubě mu zamrzlo palivo pro korekční trysky.

Koncem května 2008 měkce přistála na povrchu *Marsu* sonda **Phoenix** asi 30 km od plánovaného místa na severní planině. Její sestup na padáku zachytila na snímku oběžná sonda *Mars Reconnaissance Orbiter* ze vzdálenosti 760 km. Sonda *Phoenix* fungovala na povrchu *Marsu* do srpna 2008 a naposledy se krátce ozvala ještě počátkem listopadu, kdy už ji umlčela nastupující zima.

Naproti tomu úspěšná oběžnice *Saturnu* sonda **Cassini**, jejíž životnost byla plánována do července 2008, dostala k dobru další 2 roky činnosti, během nichž oběhne planetu ještě 60× a uskuteční dalších 26 průletů kolem družice *Titan*, 7 průletů kolem *Encelada* a dále se zblízka podívá na družice *Dione, Rhea* a *Helene*.

Indická agentura *ISRO* vypustila koncem října 2008 první indickou sondu k *Měsíci* jménem **Chandrayaan-1**, která se po dvou týdnech letu dostala na oběžnou dráhu u *Měsíce* ve výšce 100 km. Sonda též vypustila miniaturní (0,4 m) projektil, který tvrdě narazil na povrch *Měsíce* 14. listopadu 2008. Na palubě sondy se nacházely přístroje zkonstruované v *Indii, USA, ESA* a *Bulharsku*. Cílem sondy je zmapování povrchu s vysokým rozlišením, studium rozložení minerálů a zkoumání výskytu vodního ledu v polárních oblastech *Měsíce*.

J. de Diego shrnul současný stav problému, který se obvykle nazývá **„anomálií Pioneer"**, protože efekt byl objeven při sledování trajektorií kosmických sond *Pioneer 10 a 11* ve vzdálenostech >10 AU od *Slunce*. Se sondami bylo udržováno spojení až do ledna 2003, resp. listopadu 1995, kdy byly ve vzdálenostech 95,5 AU, resp. 76 AU od *Slunce*. Sondy měly velmi kvalitní navigační systém, a tím více udivovaly anomálním zrychlením směrem ke *Slunci* o průměrné hodnotě $(9 \pm 1).10^{-10}$ m/s^2 proti výpočtu založeném na přesné platnosti gravitačního zákona. Rovněž při sledování průletů dalších sond u *Země* využívajících pro své nasměrování k cíli *efektu gravitačního praku* byly pozorovány anomálie ve změnách rychlosti až o několik mm/s, které se rovněž nedaly objasnit aplikací gravitačního zákona. Šlo o sondy *Galileo* (průlet 8. 12. 1990); *NEAR* (23. 1. 1998); *Cassini/Huygens* (8. 8. 1999); *Rosetta* (4. 3. 2005) a *Messenger* (2. 8. 2005). Dodnes nemáme všeobecně přijímané vysvětlení pozorovaných anomálií, i když je vysoce pravděpodobné, že jde o přístrojové efekty, nikoliv o novou fyziku.

8.6. Astronomické přehlídky, katalogy a astrometrie

Jak známo, antický astronom *Hipparchos* přispěl svými astrometrickými pozorováními k objevu fenoménu, který dnes nazýváme **precese**. *Země* je těžký setrvačník s rotační osou šikmo skloněnou k rovině oběhu *Země* kolem *Slunce*, takže na ni působí dvojice sil (gravitace *Měsíce* a *Slunce*), která podle fyzikálních zákonů vede k periodické změně orientace rotační osy *Země* vůči vzdáleným hvězdám. Zemská rotační osa tak vykonává krouživý pohyb, při němž opisuje plášť kužele s vrcholovým úhlem 47° a periodou 26 tis. let. Díky precesi se v současné době blíží **Polárka** k severnímu nebeskému pólu; nejblíže k pólu (27') bude počátkem r. 2102. Pak se začne od pólu vzdalovat a kolem r. 3000 ji vystřídá *Alrai* (γ Cep), kolem r. 7800 *Alderamin*– (α Cep), kolem r. 14 000 *Vega* (α Lyr) a kolem r. 23 000 *Thuban* (α Dra). *Thuban* byl Polárkou v době rozkvětu starověkých civilizací na *Dalekém východě* a na pobřeží *Středozemního moře*. Naproti tom v blízkosti nebeského jižního pólu jsou v současnosti nejjasnější hvězdy slabší než 5 mag. Proto se k určení polohy jižního pólu používá slavné souhvězdí *Jižního kříže*, které v době antických civilizací bylo díky precesi vidět i z krajin kolem *Středozemního moře*.

F. van Leeuwen si dal tu práci a během 10 let identifikoval různé zdroje chyb v určení hvězdných paralax z dat družice **HIPPARCOS**. Mezi příčiny chyb patřily zejména nárazy 80 mikrometeoritů na těleso družice během 3,5 let měření a dále změny parametrů optiky ve stínu *Země* a při osvětlení *Sluncem*. Po Leeuwenově revizi §*mají opravené vzdálenosti hvězd relativní chyby <5 % až do vzdálenosti 185 pc*. Dalším skokem v přesnosti *trigonometrických vzdáleností hvězd* se mohou stát až zpracované údaje budoucí astrometrické družice **GAIA** s plánovaným startem koncem r. 2011, které lze očekávat kolem r. 2020. Podle A. Browna aj. bude družice pracovat na oběžné dráze 5 let a měla by za tu dobu pořídit trigonometrické paralaxy miliardy hvězd do 20 mag a radiální rychlosti objektů do 17 mag. Navíc dokáže určit vlastní pohyby hvězd do 15 mag s přesností ≈20 obl. mikrovteřin.

J. Barron aj. upozornili na možnost určit přibližné §*datum pořízení anonymních snímků oblohy* díky tomu, že dnes známe s vysokou přesností vlastní pohyby všech jasnějších hvězd na celé obloze. Stačí tedy změřit diferenciální souřadnice hvězd zobrazených na kterémkoliv historickém snímku a odtud odvodit datum expozice s přesností na ±3 roky (podle D. Hogga aj. dostanete příslušné údaje díky jejich programu již za 1 s potom, co jim oskenovaný snímek pošlete; viz webová adresa velmi užitečná pro jakékoliv snímky hvězdné oblohy: **Astrometry.net**).

Pro budoucí potřeby astrometrie je totiž podle C. Abada nezbytně nutné *digitalizovat v dohledné době veškeré dostupné fotografické snímky oblohy*, zejména z velkých přehlídek minulosti. Moderní mikrodensitometry dokáží zaznamenat polohy hvězd na fotografických negativech s přesností lepší než 1 μm. V nejhorším případě stačí i běžné komerční skenery, které však mívají i systematické chyby a náhodné chyby dosahují ±4 μm.

T. Zwitter aj. publikovali II. vydání údajů z přehlídky radiálních rychlostí hvězd **RAVE**, k níž využívají spektrografu *6dF* u *Schmidtovy komory UKST* na australské *AAO*. S přehlídkou začali v dubnu 2003 a zpracovaná data sahají až do března 2005. Za tu dobu získali *radiální rychlosti a spektra 49 tis. hvězd* s jasností *I* v rozsahu 9 – 12 mag. Chyby v určení radiálních rychlostí činí v průměru ±1,3 km/s; chyby efektivních teploty ±400 K a chyby v metalicitě hvězd ±15 %.

J. Adelmanová-McCarthyová aj. uveřejnili **6. vydání přehlídky SDSS** (*Sloan Digital Sky Survey*; observatoř *Apache Point, N.M.*; zrcadlo o průměru 2,5 m; zorné pole 3°; mozaika *CCD* o kapacitě 126 Mpix; rozsah 300 – 1 000 nm; data za období duben 2000 – červen 2006), jež pokrývá mj. celou oblast severní polární čepičky *Galaxie* na ploše 9,6 tis. čtv. stupňů oblohy. V této části se zobrazilo 287 mil. objektů a pro 1,3 mil. hvězd na ploše 7,4 tis. čtv. stupňů byla pořízena spektra. V r. 2009 začne již **III. fáze projektu SDSS**, rozplánována až do r. 2014. Jejím cílem je *trojrozměrné mapování oblohy* pomocí spektroskopie hvězd a galaxií.

V nejbližší době však má *SDSS* dostat konkurenci v podobě čínského přehlídkového teleskopu **LAMOST** (*Large sky Area Multi-Object fiber Spectroscopic Telescope*) v *Xinglongu*, 170 km na severovýchod od *Pekingu*. Jde o obří Schmidtovu komoru s nehybným 6m primárním zrcadlem a 4m korekčním zrcadlem v ceně 40 mil. dolarů. Digitální kamera je napájena 4 tis. optickými vlákny a zobrazí pole o ploše 20 čtv. stupňů v pásmu 370 – 900 nm. Mezní hvězdná velikost přístroje bude o 1,5 mag hlubší než v přehlídce *SDSS*.

C. Kochanek aj. upozornili na slabinu dosavadních přehlídek které se omezují na případy, kde se nějaký objekt během opakovaných měření zjasní. *Zcela tak unikají opačné případy, kdy během času některý objekt zeslábne či zhasne*. Typickým příkladem může být soubor zhruba milionu pozorovatelných veleobrů, kterým se na konci jejich aktivního života nezdaří vybuchnout jako supernovy, ale naopak se prostě tiše vytratí.

Astronomové ve spolupráci s fyziky a specialisty pro telekomunikace řeší zapeklitý problém **přestupných sekund**, jež se od ledna 1972 občas vkládají do času *UTC*, aby se tak vyrovnaly změny rychlosti zemské rotace, které vyvolávají odchylky *UTC* od rovnoměrně plynoucího atomového času *TAI*. Po delší přestávce byla totiž do *UTC* vložena další, v pořadí již 34. přestupná sekunda, na přelomu let 2008/2009. Problém přestupných sekund spočívá v tom, že moderní navigační pomůcky (*GPS*) musí používat času *TAI*, aby dosáhly požadované přesnosti v určení polohy pozorovatele, jenže jeho náramkové hodinky ukazují v podstatě čas *UTC*. G. Petit a S. Klioner ukázali, že *k divergenci obou časových stupnic nepřispívá relativistická dilatace času*, jak tvrdili S. Deines a C. Williamsová v r. 2007. D. McCarthy aj. připomněli, že **definice (atomové) sekundy** v soustavě SI pochází z r. 1967, kdežto pro občanskou potřebu je významnější (proměnná) **délka dne** (*LOD*). Současná *LOD* je následkem zpomalování rotace *Země* o celé 2,5 ms delší, než byla v r. 1820. *LOD totiž vzrůstá tempem 1,7 ms/století*. Není však jasné, jak nejlépe se s touto časovou schizofrenií v budoucnu vyrovnat.

W. van Altena shrnul perspektivy **přesné astrometrie** v blízké budoucnosti, kdy se dá očekávat v optickém i rádiovém oboru úhlová přesnost měření na obloukové mikrovteřiny. To výrazně zlepší určení trigonometrických vzdáleností *„standardních svíček"* – proměnných typu *RR Lyr* a *cefeid*. Následkem toho se podstatně zlepší určení vzdálenosti centra *Galaxie*, obou *Magellanových mračen* i všech galaxií v *Místní soustavě*. Budeme tak schopni změřit hmotnosti většiny hvězdy s přesností ±1 % a výrazně zpřesnit geometrické a fyzikální parametry exoplanet. Pro zpřesnění vlastních pohybů se nejlépe hodí velké pozemní teleskopy měřící po desítky let polohy bližších hvězd s přesností na obloukové milivteřiny.

V současné době získává nejpřesnější polohy ±0,2 obl. milivteřiny pointer **FGS** na *HST*. V závěsu za ním jsou početné údaje z družice **HIPPARCOS** s polohovou přesností ± 0,5 obl. milivteřin. Lze téměř s jistotou očekávat, že *do r. 2020 se přesnost v určování poloh hvězd jasnějších než 20 mag zlepší téměř o dva řády*, což je velká příležitost pro nejmladší generaci profesionálních astronomů. Stejný pokrok lze dle T. Steinmetze aj. očekávat i v optické spektroskopii při určování **radiálních rychlostí**, kdy pomocí nedávno vynalezených *laserových frekvenčních hřebenů* (J. Hall a T. Hänsch, Nobelova cena za fyziku, 2005) bude možné měřit *radiální rychlosti hvězd s přesností ±10 mm/s*. Jak uvedl C. H. Li, dosud nejpřesnější astronomické spektrometry dosahují přesnosti ±600 mm/s, ale k objevu exoplanety o hmotnosti *Země* ve vzdálenosti 1 AU od hvězdy o hmotnosti *Slunce* je potřebí přesnosti radiálních rychlostí právě oněch ±10 mm/s. *Femtosekundový laser* nutný pro tak přesná měření musí pracovat ve spektrálním rozsahu 0,6 – 1,2 μm.

9. Astronomie a společnost

9.1. Úmrtí

Pokud není uvedeno jinak, zemřely následující osobnosti v průběhu r. 2008: **Ronald BRACEWELL** (1921 – 2007; radioastronomie); **Arthur CLARKE** (*1917; vizionář); **Frank EDMONDSON** (*1912; planetky); **Edward LORENZ** (*1917; deterministický chaos); **Philip MORRISON** (1915 – 2005; jaderný fyzik, iniciátor programu SETI); **John MULHOLLAND** (*1934; dynamická astronomie); **Yuval NE'EMAN** (1925 – 2006; astročásticová fyzika); **Graham ODGERS** (*1921; hvězdná astrofyzika, *CFHT*); **Steven OSTRO** (*1946; blízkozemní planetky, radar); **Miroslav PLAVEC** (*1925; těsné dvojhvězdy); **Izold PUSTYLNIK** (*1938; těsné dvojhvězdy); **Edwin SALPETER** (*1924; astrofyzika,*ABM*, neurobiologie); **Vjačeslav SLYŠ** (*1936; radioastronomie); **Philip SOLOMON** (*1939; molekulová astrofyzika); **Emil ŠKRABAL** (*1906; doyen ČAS, strojař), **John TEMPLETON** (*1912; filantrop); **Yoji TOTSUKA** (*1942; neutrinová astronomie); **Bengt WESTERLUND** (*1921; ESO, hvězdy a galaxie); **John WHEELER** (*1911; obecná teorie relativity); ***John WILD*** (*1923; sluneční radioastronomie); **Vladimír ZNOJIL** (*1941; meziplanetární látka, medicína).

9.2. Ceny, vyznamenání, olympiády a soutěže

Domácí ocenění českých a slovenských astronomů a studentů byla v r. 2008 docela početná: **Ivan HUBENÝ** (Nušlova c.; ČAS); **David VOKROUHLICKÝ** (Kopalova přednáška; ČAS); **Zdeněk MIKULÁŠEK** (Littera astronomica; ČAS); **Jiří GRYGAR** (m. AV ČR); **Róbert BARSA** (zlatá m.; I. IOAA, Thajsko); **Peter VANYA** (bronzová m., II. IOAA, Indonézie); **Jana SMUTNÁ** a **Stanislav FOŘT** (bronzová m.; XIII. MAO, Terst), **Ľubomír URBANČOK** (19. roč. soutěže EU – pobyt na *ESO* v Chile; 4. místo z 1500 soutěžících, Intel – ISEF (Atlanta), **Jan HOVAD** (astrofotograf roku, ČAS); **Jerzy SPEIL** (Šilhánova c.; ČAS).

Ze světových ocenění vyjímám: **Maarten SCHMIDT** a **Donald LYNDEN-BELL** (Kavliho c.: kvasary a černé veledíry); **Sidney VAN DEN BERGH** (m. Bruceové, ASP); **John BARROW** (Faradayova m., RS); **Joseph SILK** (Zlatá m.; RAS); **Alan WATSON** (Darwinova př.; RAS); **Michel MAYOR** a **Tim DE ZEEUW** (čestní čl.; RAS); **Michael HELLER** (Templetonova c.); c. E. Wilsona (komety): **Tao CHEN** a **Xing GAO**.

9.3. Astronomické observatoře, instituce a společnosti

Proslulá megalitická observatoř **Stonehenge** je zajímavá tím, že její stavitelé museli na stavbu dopravit balvany o hmotnosti až 45 t ze vzdálenosti 30 km. *Vznikla kolem r. 2500 př. n.l., takže jde o nejstarší dochovanou astronomickou observatoř na světě.* Tehdejší stavitelé by se nejspíš hodně divili, že o 4,5 tis. let později se řada zemí intenzivně věnuje rozvoji astronomických pozorování v **Antarktidě**, která je nejstudenějším, ale i nejvyšším a nejsušším kontinentem, ponořeným každoročně do tmy po dobu téměř půl roku. *Čína* chce mít trvalou observatoř na návrší **Dome A** ve vzdálenosti 1 300 km od pobřeží a 950 km od jižního pólu. Ve spolupráci s americkými a australskými odborníky zde Číňané testují *robotický dalekohled* v nadmořské výšce 4,1 km, jímž zjistili, že turbulentní vrstva atmosféry sahá jen do výšky 5 m nad okolní terén. Hodlají zde postavit *4m zrcadlový dalekohled* v ceně 40 mil. dolarů.

Australané také testují pozorovací podmínky na návrší **Dome C**, kde chtějí do r. 2012 postavit dálkově ovládaný 2,4m reflektor ve věži o výšce 35 m, protože testy ukázaly, že teprve tam se vyhnou přízemní turbulenci. Na návrší již funguje společná italsko-francouzská observatoř **Concordia**, kde pracuje 0,4m teleskop pro fotometrii a 0,25m parabola pro mikrovlnný obor. Podle J. Lawrence aj. panují na observatoři velmi příznivé podmínky pro využívání adaptivní optiky. *Spojené státy* mají od února 2007 přímo na jižním pólu **10m parabolu pro milimetrové a submilimetrové rádiové vlny**, kterou pozorují hlavně reliktní záření.

C. Stalin aj. uveřejnili výsledky měření kvality ovzduší na **indické observatoři v Hanle** v Himaláji, kde je umístěn 2m teleskop *Chandra*. Obloha je temná ve všech spektrálních pásmech a průzračnost atmosféry vynikající. O. Hlad připomněl 80. výročí otevření **Štefánikovy hvězdárny** v Praze na Petříně a pohnutou historii jejího přejmenovávání. V létě skončila činnost slavné **Observatoře Davida Dunlapa** v kanadském *Torontu*. Budovu observatoře a pozemek na *Richmond Hill* univerzita prodala za 68 mil. dolarů.

Evropští astronomové se rozhodli napodobit své americké kolegy a zveřejnili koncem r. 2008 „cestovní mapu" **ASTRONET**, tj. plán rozvoje evropské astronomie v příštím desetiletí. Evropské státy včetně *ESO* a *ESA* dávají na astronomii ročně zhruba 2 mld. euro a podle doporučení komise, kterou vedl britský astronom M. Bode, by tato částka měla stoupnout asi o 20 %. Nejvyšší prioritu má projekt *42m teleskopu E-ELT* a dále *rádiová soustava SKA* (4 tis. parabol na ploše 1 km^2). Dalším velkým projektem je *4m sluneční dalekohled§* a soustava teleskopů pro sledování *energetického záření gama*. Z kosmických plánů mají nejvyšší prioritu kosmický triangl *LISA* pro měření gravitačních vln a astrometrická družice *GAIA*, dále pak vozítko *ExoMars* a sondy k *Jupiteru* a *Saturnu*.

V červenci 2008 bylo do svazku *Evropské jižní observatoře* **ESO** přijato *Rakousko* jako 14. členský stát. V říjnu oslavila agentura **NASA** půlstoletí své existence. V témže roce byl prezidentem britské **Královské astronomické společnosti** zvolen *Andrew Fabian* (*1948), odborník na výzkum galaxií a kup galaxií. 16. výroční konference **JENAM** *Evropské astronomické společnosti* (**EAS**) se uskutečnila počátkem září 2008 ve Vídni pod názvem *„Nové výzvy pro evropskou astronomii"*. **Mezinárodní astronomická unie** (*IAU*) ustavila na svém kongresu v Praze 55. komisi *„Předávání astronomických poznatků veřejnosti"*, jejímž prvním presidentem se stal D. Crabtree z *Kanady*, od něhož převzal vedení Ian Robson z *Velké Británie*.

9.4. Letem (nejen) astronomickým světem

J. Klokočník aj. ukázali, že v obecně přijímaném **navázání Mayského kalendáře na gregoriánský** je chyba, kterou se podařilo odhalit v letech 1996–99 bratřím B. a V. Böhmovým studiem *Drážďanského kodexu*. Mayské datování se tak posouvá k současnosti o 104 let (avizovaný konec světa proto nebude v r. 2012, ale až v r. 2116; to jsme si oddechli!).

Všeobecně se traduje, že *první planetárium* postavili v Zeissových závodech v Jeně v r. 1924. V týdeníku Nature nyní vyšla zpráva, že *kyvadlem poháněné planetárium* postavil holandský astronom-amatér **Eise Eisinga** ve Franekeru ve svém obývacím pokoji již v r. 1774 a tento přístroj dosud funguje!

V r. 2008 vydala v New Yorku Ingrid D. Rowlandová spis o **Giordanu Brunovi** (1548–1600), který je všeobecně považován za mučedníka vědy, neboť prý byl upálen kvůli svému učení o mnohosti obydlených světů. Autorka podrobně popisuje životaběh tohoto kontroverzního dominikána, básníka a filosofa, který se však nikdy nezabýval přírodními vědami. Pro své teologické názory i prchlivou povahu byl vlastně od r. 1576 neustále na útěku napříč celou Evropou (včetně Prahy), protože se pravidelně dostával do sporů i se svými příznivci a podporovateli, takže byl postupně exkomunikován i řadou protestantských církví. V r. 1591 se vrátil do Itálie pod ochranu G. Moceniga v Benátkách. I s ním se však dostal do sporu, takže právě Mocenigo ho vydal do rukou tamější inkvizice, ale až římská inkvizice ho odsoudila na smrt počátkem r. 1600 jako nenapravitelného kacíře kvůli jeho teologickým názorům na hostii, neexistenci pekla a bezcennost modliteb i kvůli jeho příklonu k magii a esoterice, ale rozhodně ne kvůli jeho názorům na vesmír a povahu hvězd.

Týž římský inkvizitor kardinál *Robert Bellarmine* se pak podílel na přípravě procesu s Galileim, při němž správně namítal, že předpovědi poloh planet v Ptolemaiově geocentrické soustavě jsou přesnější než v heliocentrické soustavě Koperníkově. Galilei pak u církevního soudu vůbec nepoužil argumentace Keplerovými zákony, která by tuto námitku lehce smetla se stolu a *hájil se fyzikálně chybnými argumenty o přílivu a odlivu na moři a o pasátových větrech*, čímž chtěl dokázat, že se Země otáčí kolem své osy. Mimochodem, teprve koncem r. 2008 se potvrdilo porovnáním vlasů ostatků v neoznačeném hrobě ve *Fromborku* s vlasy v Koperníkových knihách, že ostatky skutečně patří **Koperníkovi**. Ostatky, které byly nalezeny po delším pátrání teprve v r. 2005, budou exhumovány a slavnostně uloženy do téhož – již označeného – hrobu ve *Fromborku* v r. 2010.

R. Coates se vrátil k teologicko-astronomickému evergreenu o povaze **Betlémské hvězdy**. S domněnkou, která má stále navrch, přišel v r. 1606 jako první J. Kepler, který spočítal, že v r. 7 př n.l. došlo ke třem konjunkcím *Jupiteru* se *Saturnem* v souhvězdí *Ryb*. Autor upozornil

na možnou úlohu hvězdy α *Aqr* (3 mag), která v *Jeruzalémě* kulminovala o půlnoci v polovině července ve výšce 47° nad obzorem (zeměpisná šířka *Jeruzaléma* je 32°), kdežto v září zvečera těsně po 20 h. Její heliakický východ nastává každoročně v únoru, čili to samo by k vypravení karavany s mudrci od východu nestačilo. Velmi pravděpodobně tedy start výpravy vyvolala právě *první Keplerova planetární konjunkce* koncem května 7 BC, která je ostatně zaznamenána i na babylonským tabulkách z té doby. Autor proto podporuje Keplerův výpočet, že mudrci dorazili do *Jeruzaléma* v září. Jelikož *Betlém* je jen 8 km směrem na jihojihozápad od *Jeruzaléma,* zdálo se jim při cestě, která mohla zabrat asi 2 h, že α Aqr „stojí nad nimi" právě proto, že byla v kulminaci.

V dubnu 2007 si proslulý britský fyzik **S. Hawking** vyzkoušel v *Kennedyho centru na Floridě* 25 s trvající beztížný stav v nákladovém prostoru letadla společnosti *Zero Gravity Corporation* a tato fotka pochopitelně obletěla celý svět. Jak známo, Hawking je od r. 1979 prestižním Lucasiánským profesorem matematiky na Universitě v Cambridži, ale koncem r. 2008 byl na jeho následovníka vypsán konkurs, protože se přiblížil čas Hawkingova penzionování. Hawking má proto namířeno do *Kanady*, kde byl v říjnu téhož roku zřízen ve *Waterloo, Ont.,* nový „Perimeter Institute for Theoretical Physics", řízený kosmologem Neilem Turokem (*1958), jenž předtím pracoval rovněž v Cambridži. Hawking zde bude působit jako hostující profesor.

Slavný americký astronaut se slovenskými a českými předky **Eugene Cernan** byl v polovině června 2008 již pošesté na návštěvě v *Praze* a měl při té příležitosti mimo jiné velmi zajímavou besedu se studenty v *Panteonu Národního muzea*, kde mj. předpověděl, že pokud se příštím americkým prezidentem stane B. Obama, zruší projekt pilotovaného letu na *Mars*.

Koncem r. 2007 vyšla v nakl. *Springer* obrovitá **Biografická encyklopedie světových astronomů** v rozsahu 1341 str. Editorem vydání je T. Hockey aj. a na napsání biografických hesel se podílelo asi 400 žijících astronomů. Publikace je k mání za 400 euro (ve dvou vázaných svazcích), anebo jako paperback v internetovém knihkupectví *Amazon* za 29 dolarů, ale samotný seznam astronomů s biografiemi je na webu nakladatelství volně přístupný. Našel jsem tam naše astronomy A. Bečváře, Tadeáše Hájka z Hájku, Z. Kopala, A. Mrkose a F. Nušla.

Metody **hodnocení kvality vědeckých pracovníků** ve všech oborech přírodních věd jsou dnes, jak známo, založeny na jejich publikační aktivitě v mezinárodních recenzovaných časopisech, zejména těch s nejvyššími impaktními faktory. Postupem doby se zejména grantové agentury snaží ukazatel kvality vědeckého pracovníka vyjádřit jediným snadno zjistitelným číslem. Původně to byly *počty prací*, případně váhované impaktními faktory časopisu a/nebo nepřímo úměrně počtu spoluautorů. Pak se přešlo na *počty citací* a nedávno k tzv. *Hirschovu faktoru*, který však výrazně handicapuje talentované mladé vědce. Proto se nyní ve *Velké Británii* rozhodli přejít na další snadno se nabízející ukazatel, tj. *průměr počtu citací na publikovanou práci* daného autora.

V časopise *Nature* popsali pracovní den amerického biologa **Johna Reeda** (*1960), který v té době získal 11 různých grantů především na výzkum buněčné apoptózy. Badatel vstává denně ve 3 h a do 6 h píše vědecké práce. Pak si jde na půl hodiny zaběhat (uběhl v životě 10 maratonů a 20 půlmaratonů) a v 7:30 h je v práci. Večer má obchodní večeře a schůze, ale obden je doma s rodinou. O víkendech vstává až ve 4:30 h. Je opravdu produktivní – *jeho práce za posledních 10 let získaly neuvěřitelných 24 tis. citací.* (Ten se má!)

V březnu 2008 došlo k výměně stráží ve vedení prestižního amerického vědeckého týdeníku **Science**. Dosavadní šéfredaktor Donald Kennedy odešel po 8 letech řízení časopisu do důchodu a jeho nástupcem byl jmenován Bruce Alberts, biochemik z Kalifornie a bývalý prezident *Národní akademie věd USA*. Je v pořadí teprve 18. šéfredaktorem *Science* od jejího založení v r. 1880. Podobně po 8 letech skončil v řízení populárního astronomického měsíčníku **Sky and Telescope** Richard Fienberg a novým šéfredaktorem se stal Robert Naeye. Nejvýznamnější světový astrofyzikální časopis **The Astrophysical Journal**, založený v r. 1895 a vydávaný dlouhá desetiletí Univerzitou v Chicagu změnil vydavatele, jímž se stala dobročinná nadace *Institute of Physics Publishing v USA*. Časopis vychází 3× měsíčně a rozsah jednoho čísla často překračuje 1 tis. tištěných stran! Proto kolujevtip, že při tomto tempu bude v regálech *Národní knihovny USA* přibývat kolem r. 2050 svazků časopisu rychlostí světla, ale spor s teorií relativity nenastane, protože informace v časopise obsažené nebude nikdo stačit číst. Ve skutečnosti je pravděpodobné, že daleko dříve přestanou být vědecké časopisy tištěny na papíře a budou publikovány výhradně elektronicky, jako se tomu již děje s přílohou *Letters* jiného prestižního časopisu **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**.

10. Závěr

Rozsah Žně 2008 (v přepočtu 220 normalizovaných stran) zřetelně ukazuje, že navzdory rostoucím problémům s financováním astronomických výzkumů nejenom v našich státech, ale i v bohaté evropské a severoamerické cizině, se *světová astronomie rozvíjí do šířky i do hloubky nevídaným tempem*. Nastupují totiž nové generace kvalifikovaných astronomů ze zemí, které toho ještě nedávno v astronomii mnoho neznamenaly. Už před časem takto zazářili Španělé, ale v poslední době se do čela tlačí zejména Číňané a Brazilci. Podpora vědy v těchto zemích je vskutku velkorysá a tato politika přináší své ovoce.

U nás navíc *svízelně zápolíme s veřejným míněním*, které je zřetelně nakloněno esoterice a pavědě a o skutečné vědě se vyjadřuje kriticky až opovržlivě. Politici přirozeně těmto náladám veřejnosti odezírají ze rtů, takže není divu, že podpora vědy vládami a parlamenty je vlažná až nicotná. Astronomie má přitom ještě tu výhodu, že je spolu s medicínou ve veřejnosti docela populární, i když si ji mnoho lidí docela snadno splete s astrologií.

To je důvod, proč u nás nemáme nouzi na kandidáty *Bludných balvanů Sisyfa*, zatímco ve spřátelené cizině udělují na *Harvardově univerzitě v USA* už od r. 1991 **ceny Ignáce Nobela** *„za výzkum, kterému se člověk nejprve zasměje, ale pak se nad ním zamyslí"*. Zpočátku však tyto ceny na Harvardu dávali *„za výzkum, který se neměl vůbec uskutečnit a pokud se tak už stalo, neměl by se nikdy opakovat"*, což byl statut docela blízký našim bludným balvanům.

Podívejte se tedy, zač byly 3. října 2008 uděleny ve vyprodané velké aule *Harvardovy univerzity* za přítomnosti laureátů opravdových Nobelových cen výroční Igceny:

Fyzika: Matematický důkaz faktu, že rozmotané klubko nití se nevyhnutelně zauzluje.

Chemie (ex aequo):

a) Američtí vědci dokázali, že Coca-Cola zabíjí spermie.

b) Tajvanští vědci dokázali, že to není pravda.

Biologie: Experimentální důkaz, že psí blechy skáčou výš než blechy kočičí.

Medicína: Důkaz, že dražší neúčinné léky jsou účinnější než lacinější neúčinné léky.

Ekonomie: Závislost velikosti spropitného exotických tanečnic na fázi jejich menstruačního cyklu.

Mír: Občané Švýcarska rozhodli v referendu, že také rostliny mají svou důstojnost.

Děkuji všem čtenářům, že se tou nekonečnou ságou prokousali až k závěru, který patří důmyslnému výroku Alberta Einsteina: *„Problémy nelze vyřešit tím myšlenkovým postupem, který je vytvořil."*

Tmavá rieka

Milióny galaxií sa pohybujú tým istým smerom. Prečo a kam, to je záhada. Vedci nazvali tento prúd galaxií „Tmavá rieka". Predpokladajú, že za horizontom viditeľného vesmíru pôsobí, prinajmenšom na viditeľnú hmotu, gigantický zdroj gravitácie.

Milióny galaxií, vzdialených až 2,5 miliardy svetelných rokov, tvoriacich Tmavú rieku, pohybujú sa rýchlosťami 700 až 1 000 kilometrov za sekundu. Alexander Kashlinsky z Goddard Space Flight Centrum pri NASA spolu s kolegami z ďalších pracovísk vyvinuli metódu, pomocou ktorej oveľa presnejšie zmerali rýchlosti stoviek galaktických kôp. Očakávali, že vzdialenejšie kopy galaxií sa budú pohybovať pomalšie a každá inou rýchlosťou. Ukázalo sa však, že sledované kopy galaxií sa pohybujú k neznámemu cieľu v súhvezdí Centaurus. Vedci doteraz zmerali rýchlosti galaxií iba na časti oblohy (veľkosť 20°), čo zodpovedá 40 priemerom Mesiaca v splne. Tmavá rieka je podľa všetkého skutočnosťou.

Nečakané prekvapenie

Kashlinského tím uverejnil svoj objav pred dvomi rokmi v časopise Astrophysical Journal. Odozva bola neslýchaná: Tmavú rieku považujú vedci za jeden z desiatich najvýznamnejších astronomických objavov v posledných rokoch.

Astronómovia analyzovali údaje zo 700 röntgenových kôp galaxií do vzdialenosti 650 miliónov svetelných rokov, ako aj údaje vesmírnej sondy WMAP, ktorá mapuje mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia. Výsledky ich tak zaskočili, že celý rok výsledky analýzy preverovali.

Po uverejnení článku sa zniesla na Kashlinského tím spŕška kritiky. Skeptici však nakoniec rezignovali: nové merania potvrdili, že Tmavá rieka s pravdepodobnosťou 99,95 % existuje. Navyše, objav umožňuje žiarenie pozadia presnejšie charakterizovať, pretože vedci dnes dokážu jasne rozlíšiť teplotné i kinetické SZ-efekty *(pozri rámček)*. V niekoľkých častiach galaktických kôp, nachádzajúcich sa v rovnakej vzdialenosti, dokážu navyše porovnať tieto hodnoty s hodnotami jasnosti v röntgenovej oblasti spektra. Tak sa vylúčila možnosť, že vedcov zavádza nejaký iný efekt.

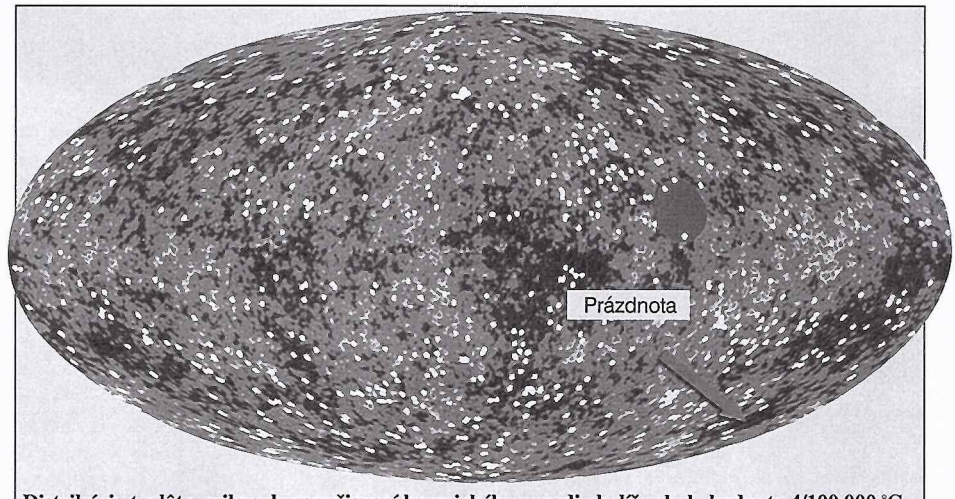
Tím medzičasom vyhodnotil aj doteraz najpresnejšie merania žiarenia kozmického pozadia zo satelitu WMAP, ako aj čerstvé údaje o viac ako 1 000 ďalších kopách galaxií. Tmavá rieka sa však nerozplynula, práve naopak: stala sa ešte zreteľnejšou.

Vedci teraz čakajú na presnejšie údaje z röntgenovej oblasti. Chcú sa dozvedieť, ako je v kopách galaxií rozptýlený horúci plyn. Spoliehajú sa najmä na údaje z röntgenových satelitov Chandra a XMM-Newton, uložené v katalógoch. Previerka potrvá približne dva roky. Zároveň budú analyzovať najnovšie údaje z ďalších a ešte vzdialenejších kôp galaxií a sústredia sa na kinematický SZ-efekt pri rozličných frekvenciách mikrovlnného žiarenia pozadia.

Od roku 2009 mapuje reliktné žiarenie s doteraz najvyššou presnosťou európsky satelit Planck. Vedci predpokladajú, že najmä údaje pri frekvencii 217 GHz môžu tajomstvo Tmavej rieky odhaliť. Analýza údajov potrvá do roku 2012.

Tajomstvo za horizontom

Nikto nevie, aká sila vplýva na tok Tmavej rieky. Teoretici skúmajú najrozličnejšie možnosti: gigantické krútňavy vo vzdialenom vesmíre, exotické gravitačné pasce v priestore, ba dokonca aj rozhranie, kde náš vesmír koliduje s iným vesmírom. Jedno je isté: záhadný zdroj gigantickej gravitácie sa musí nachádzať za hranicou pozorovateľného vesmíru, ktorá leží vo vzdialenosti 45 miliárd svetelných rokov. V pozorovateľnom vesmíre sa takýto ozrutný balík hmoty nenachádza. Ak platí štandardný kozmologický model, čosi podobné by nemalo existovať. Preveriť všetky pri-



Distribúcia teplôt v mikrovlnnom žiarení kozmického pozadia kolíše okolo hodnoty 4/100 000 °C. (Najchladnejšie oblasti sú modré). Kozmológovia si však nevedia poradiť s dvomi záhadami: prvou je veľká prázdnota v súhvezdí Eridanus a druhou Tmavá rieka, ktorá unáša stovky galaxií (biele body) smerom k súhvezdiu Centaurus (tmavá farba za hrotom šípky).

SZ-efekt, stopy v prvom svetle

Tmavú rieku nemožno priamo pozorovať. Prejavuje sa iba nepatrným zvýšením teploty mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia. Toto zvyškové žiarenie vesmíru z obdobia, keď bol iba horúcou guľou plazmy, má dnes teplotu mínus 270 °C. Zvyškové (reliktné) žiarenie vzniklo 380 000 rokov po big bangu. Fotóny sa odvtedy celý čas nerušene pohybovali po vesmíre. Ak na svojej púti križujú kopu galaxií, môžu ich rozptýliť elektróny horúceho, ionizovaného plynu, ktorý sa nachádza medzi galaxiami.

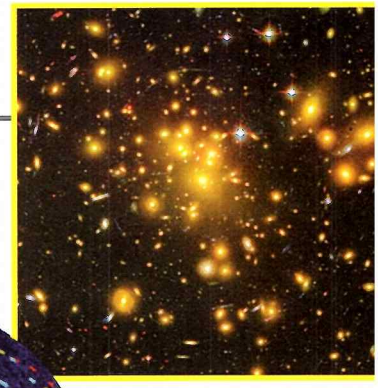
Kvôli plazme sa kopy galaxií (s priemerom až 10 miliónov svetelných rokov) stávajú silnými zdrojmi röntgenového žiarenia. Rozptyl fotónov predpovedali už v roku 1969 sovietski kozmológovia Rašid Sunjajev a Jakov Zeľdovič. Na ich počesť zaviedli v astrofyzike pojem SZ-efekt: podstatou tohto efektu je, že horúca plazma v galaxiách i okolo nich prenáša na chladné fotóny kozmického žiarenia pozadia nepatrené množstvo energie.

SZ-efekt je nezávislý od vzdialenosti kôp. Zmerať ho možno iba ťažko, pretože ho prekrývajú iné, oveľa skôr vzniknuté variácie teplôt. Ich vplyv musia vedci vykorigovať. SZ-efekt odvodzujú vedci zo zmien hustoty v prahmote. Jeho teplota: 4/100 000 °C. SZ-efekt s skladá z viacerých zložiek.

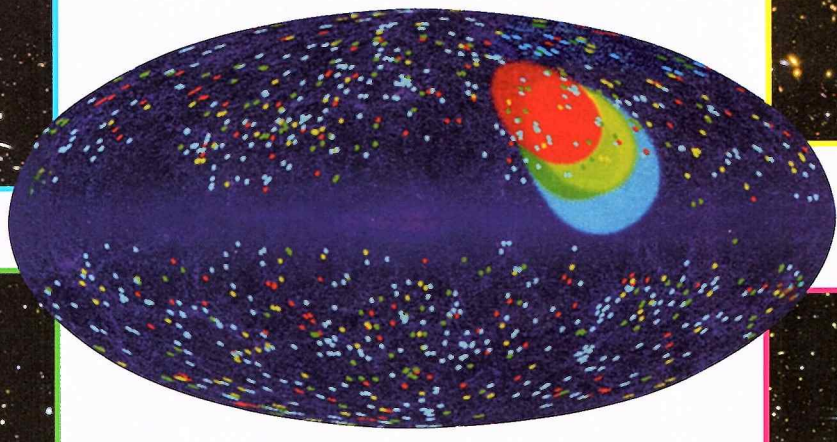
Najsilnejší je termický efekt. Prvý raz, už v roku 1983, zachytili ho rádioteleskopy. Kopy galaxií vyzerajú ako „tiene" pred krátkovlnným žiarením kozmického pozadia. Takto možno objaviť aj neznáme, nevýrazné kopy. Prvú z nich touto metódou zviditeľnil South Pole Telescope v roku 2008.

Desaťkrát slabší je kinetický SZ-efekt. Javí sa ako teplo generované trením, ktoré vzniká pohybom galaxií v popredí reliktného žiarenia. Toto nepatrné zvýšenie teploty reliktného žiarenia obsahuje uchované informácie o smere pohybov jednotlivých galaxií v kope. Tieto teplotné rozdiely, nie väčšie ako 2 až 3 milióntiny °C nedokážu zatiaľ detegovať ani najcitlivejšie prístroje. Preto sa kinetickému SZ-efektu dlho nikto nevenoval. Až v roku 2000 dokázali kozmológovia Alexander Kashlinský a Fernando Atrio-Barandela, že kombinovaná analýza presných údajov o kopách galaxií a o mikrovlnnom žiarení pozadia môže poskytnúť štatisticky hodnoverné údaje. Zverejnili ich o osem rokov neskôr. Ich objav sa považuje za prvý, hoci nepriamy dôkaz SZ efektu.

Kopa galaxií Coma v súhvezdí Vlasy Bereniky.



Kopa galaxií Abell v súhvezdí Orion.



Analýza pohybov vyše 1 000 kôp galaxií dokazuje (na pripojených snímkach vidíte štyri typické), že sa všetky pohybujú jedným smerom. Podľa všetkého platí pre všetky galaxie v pozorovateľnom vesmíre. Farby vyjadrujú približné vzdialenosti kôp galaxií v miliardách svetelných rokov: modrá do vzdialenosti 0,8 až 1,2; žltá do 2,1; červená do 2,5 miliardy svetelných rokov. Rovnako sfarbené elipsy prezrádzajú približný smer pohybu kôp galaxií z pohľadu pozemského pozorovateľa smerom do súhvezdia Centaurus.

Kopa galaxií Abell 667 v súhvezdí Rysa.

Kopa galaxií Abell 520 v súhvezdí Pann

jateľné hypotézy môžu iba čoraz presnejšie merania.

Je možné, že mladý vesmír bol extrémne nehomogénny, takže početné nepravidelnosti nemohla vyhladiť ani kozmická inflácia. (Pripomeňme si, že inflácia je hypotetické rozpínanie vesmíru nadsvetelnou rýchlosťou v prvých zlomkoch sekundy po big bangu, ktoré pozorovateľný vesmír v geometrickom zmysle nafúklo a usmernilo.) Inflačný balón kozmu mohol byť väčší ako sa predpokladá.

Niektorí vedci predpokladajú, že za horizontom pozorovateľného vesmíru môžu byť vysoké koncentrácie hmoty. Kashlinsky sa nazdáva, že Tmavá rieka nám umožňuje odhaliť, aký bol vesmír pred infláciou. Ak by sa to podarilo, malo by to ďalekosiahle dôsledky pre pochopenie časopriestoru.

Pokrčený vesmír

Je možné, že vesmír vo veľkých škálach nie je rovnaký. Potom by však neplatila kozmologická konštanta. Vylúčiť však nemožno ani to, že naša poloha v Mliečnej ceste je netypická: možno naozaj žijeme v oblasti, kde je hustota hmoty podpriemerná. Čo ak sa nachádzame v jednej z veľkých dier kozmu, ktorú obklopuje, tak ako dieru v syre, nepozorovateľná hmota?

Rozloženie hmoty v kozme však môže byť aj fraktálna. Takýto nepravidelný vesmír je však nezlučiteľný s infláciou. Talianski vedci Luciano Pietronero a Sylos Labini hľadajú v Sloanovej digitálnej prehliadke oblohy indície pre fraktálnu distribúciu galaxií. V katalógu sú zaznamenané polohy a rýchlosti milióna galaxií.

Bláznivá gravitácia?

Vedci už dávnejšie skúmajú, či sa gravitácia aj vo veľkých škálach správa podľa Einsteinovej všeobecnej teórie relativity a Newtonovej gravitačnej teórie. V čase by sa mohla gravitačná konštanta meniť. Alebo sila gravitácie by sa mohla so štvorcom vzdialenosti zmenšovať. O týchto možnostiach renomovaní kozmológovia už niekoľko rokov diskutujú, pretože v takom prípade by sme sa dobre zaobišli bez tmavej hmoty i tmavej energie. Ak existujú ďalšie dimenzie priestoru (tak ako to predpokladá teória strún, považovaná za najnádejnejšieho kandidáta teórie všetkého), mohla by sa gravitácia vytratiť do iných dimenzií. To by mohlo spôsobiť formovanie väčších štruktúr. Nie je vylúčené, že teória modifikovanej gravitácie, oslobodená od všeobecnej teórie relativity, by objasnila všetky tri tmavé záhady vesmíru.

Pozmeniť zväčšovanie kozmických štruktúr by však mohli aj interakcie tmavej energie a tmavej hmoty. Také modely skúmali fyzici z Heidelbergu. Ak by mala gravitačná konštanta vo vzdialenosti niekoľko miliárd svetelných rokov 2- až 4-krát vyššiu hodnotu, potom by bol pohyb Tmavej rieky vysvetliteľný. A kozmológovia by mali v rukách silný dôkaz toho, že fyzikálne zákony vymykajúce sa z platných modelov existujú.

Ešte bizarnejšia je hypotéza, podľa ktorej Tmavú rieku priťahuje gravitácia susedného/susedných vesmírov.

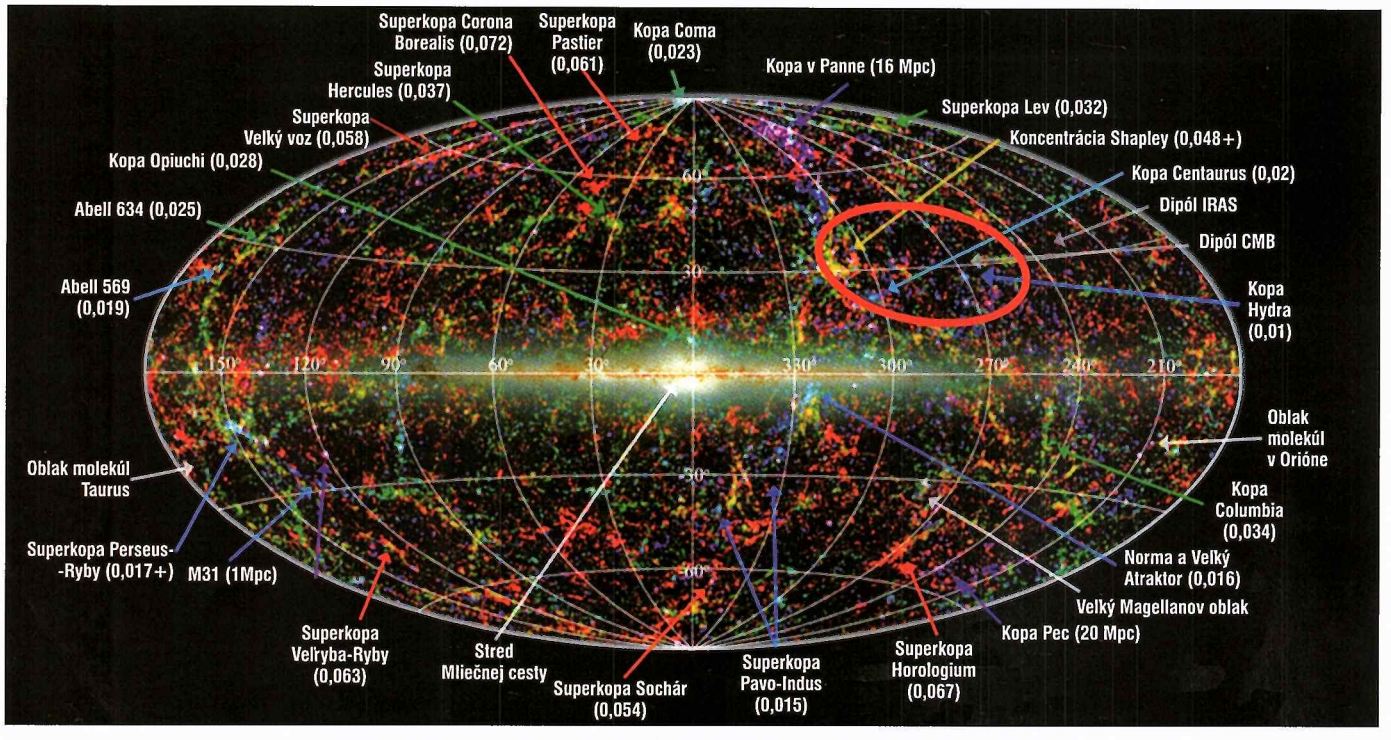
Ak sa tieto vesmíry zrodili z kvantových fluktuácií vákua, ktoré tiež prešli štádiom inflácie, potom by mali byť dodnes zviazané kvantovo-fyzikálnymi väzbami. V takom prípade by bolo možné pripustiť, že majú vplyv na formovanie a dynamiku kôp galaxií aj v našom vesmíre. Je to bizarná predstava: predstavte si, že paralelné vesmíry sa formujú podobne ako bubliny vo vriacej vode, pričom navzájom telekineticky komunikujú ako bytosti, ktoré dokážu komunikovať v časopriestore.

Vedci, ktorí Kashlinského objav preverili testovaním vplyvu galaxií v našom vesmíre, museli konštatovať, že nimi namerané hodnoty ho potvrdzujú. „Je takmer isté, že pohyb Tmavej rieky ovplyvňuje čosi za hranicami nášho vesmíru," tvrdia vedci z viacerých amerických univerzít. Už v roku 2006 predpovedali kozmológovia Laura Mersini (University of North Carolina) a Richard Holman (Carnegie Mellon University v Pittsburgu rovnaký efekt i ďalšie jeho dôsledky, napríklad existenciu gigantického prázdneho priestoru. Merania satelitu WMAP a röntgenových satelitov medzičasom existenciu gigantickej dutiny potvrdili: nachádza sa v súhvezdí Eridanus a má priemer 900 miliónov svetelných rokov.

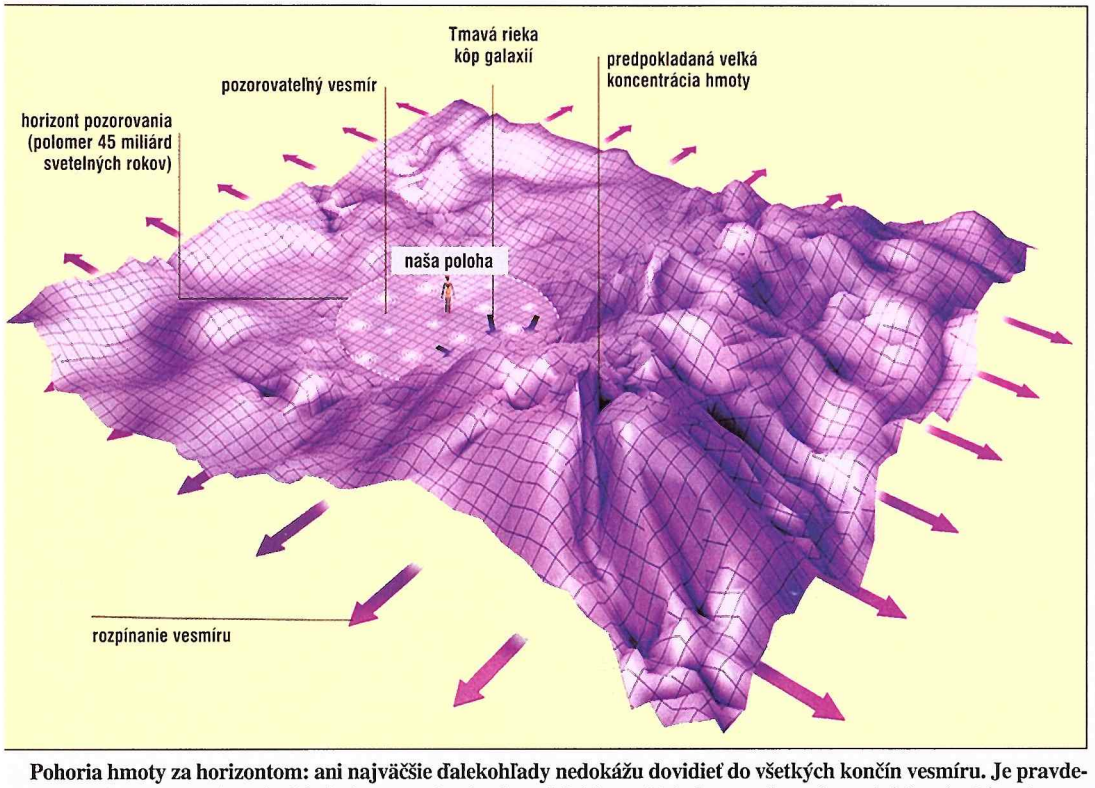
Náš vesmír ako súčasť väčšieho vesmíru?

Bez ohľadu na to, čo hýbe Tmavou riekou, vedci dnes majú indície, že náš vesmír môže byť súčasťou väčšieho vesmíru. Aj keď sa nám vesmír zdá byť aj vo veľkých škálach homogénny, Tmavá rieka je dôkazom, že nás zdanie klame. Nie je vylúčené, že aj naša Galaxia je súčasťou tohto galaktického Golfského prúdu.

Dnes ešte nevieme, čo všetko je súčasťou Tmavej rieky, netušíme ani, aká je dlhá. Ak je však pozorovateľný vesmír riadený tmavou dynamikou, malo by sa to prejaviť aj v správaní vzdialených röntgenových galaxií. Už od roku 1976 skúmajú vedci dynamiku galaxií v širšom



Mliečna cesta *(v strede)* a jej susedia sa pohybujú smerom k súhvezdiu Centaurus *(v elipse)*. Táto panoráma oblohy v infračervenom svetle zviditeľňuje galaxie a kopy galaxií v našom susedstve. Čísla vyjadrujú červené posuvy, prezrádzajúce vzdialenosť. Údaje pochádzajú z katalógu 2MASS, ktorý je produktom celooblohovej prehliadky 2MASS (Two Micron All Sky Survey), počas ktorej sa zmerali polohy 1,5 milióna galaxií na vlnových dĺžkach 1,25, 1,65 a 2,17 mikrometrov. Farby zvidteľňujú približné vzdialenosti galaxií. Modrá do vzdialenosti 270, zelená 550, červená do vzdialenosti 550 miliónov svetelných rokov.



Pohoria hmoty za horizontom: ani najväčšie ďalekohľady nedokážu dovidieť do všetkých končín vesmíru. Je pravdepodobné, že za hranicami viditeľného vesmíru je gigantická kumulácia hmoty, ktorej gravitácia pôsobí na hmotu okolo nás a generuje prúd Tmavej rieky.

susedstve Mliečnej cesty a snažia sa vypočítať vzájomné gravitačné vplyvy. Napríklad lokálna skupina galaxií – Mliečna cesta, Hmlovina Andromedy a ďalších 40 gravitačne zviazaných trpasličích galaxií sa pohybujú oproti kozmickému žiareniu pozadia rýchlosťou 600 kilometrov za sekundu. Pohybujeme sa smerom k superkope galaxií, vzdialenej 200 svetelných rokov. Vedci túto kopu pomenovali Veľký Atraktor. Za Veľkým Atraktorom však objavili ešte masívnejšiu superkopu (superkopa Shapley), ktorá je vzdialená 650 miliónov svetelných rokov. Vedci zistili, že sa všetky galaxie do vzdialenosti 500 miliónov svetelných rokov pohybujú rýchlosťou 416 ±78 kilometrov za sekundu smerom k súhvezdiu Vela. Všetky galaxie mieria tam, kam „tečie" aj Tmavá rieka, hoci tá je o polovicu rýchlejšia. Či všetky pohyby galaxií navzájom súvisia, nie je jasné. Údaje z najrozličnejších zdrojov si však neodporujú. Tieto poznatky zatiaľ kozmologický princíp nevyvracajú, ani nepotvrdzujú. Jedno je však isté: vo vesmíre sú oveľa väčšie rozdiely hustoty, ako to vyplýva zo štandardného modelu.

Vedci odhadli, že efekt Tmavej rieky sa prejavuje prinajmenšom do vzdialenosti 500 miliónov svetelných rokov. Ďalej zatiaľ nedohliadnu ani najvýkonnejšie ďalekohľady. Každopádne, za horizontom sa vyskytuje oveľa viac štruktúr, ako sme sa donedávna nazdávali. Existencia Tmavej rieky je už dnes pre kozmológov mocným impulzom, pretože naznačuje, že v mladom vesmíre mohli prebiehať procesy, na ktoré sme doteraz ani nepomysleli.

Bild der Wissenschafft 2010/5

Astronomický sprievodca (1)

Ako zmapovali oblohu

Úvod

Po dlhšom čase sme sa rozhodli postupne uverejňovať krátky prehľad astronómie pre začiatočníkov. V novoročnom príhovore (KOZMOS č. 1/2010) to sľuboval vydavateľ časopisu, generálny riaditeľ SÚH Ing. T. Pintér. Naposledy sme podobný kurz publikovali v rokoch 1999 – 2001 pod názvom *Nielen pre začiatočníkov*. Tentokrát by sme chceli postupovať ináč. Na trhu máme množstvo kníh, v ktorých sú opísané údaje o vesmírnych telesách a návody na ich pozorovanie pri použití rôzne výkonných ďalekohľadov. V tých istých knihách je opísané aj ich priestorové rozloženie, predstavy o ich veľkosti a o fyzikálnych podmienkach, ktoré na nich panujú. Málokde sa píše o metódach, pomocou ktorých sa tieto fakty získali, ktoré sú spoľahlivé a ktoré sú na úrovni hypotéz. A práve na túto medzeru by sme sa chceli zamerať. Tentoraz by náš „sprievodca" mal slúžiť hlavne čitateľom KOZMOSu. V našom časopise uverejňujeme články, ktoré väčšinou popularizujú najnovší výskum v astronómii, a ak „preskočíme" cesty, ktorými sa k nim dospelo, často sa stávajú pre bežného čitateľa nezrozumiteľnými. Nášho „sprievodcu" zameriame najmä na metódy, ktorými sa opísané poznatky získali, pričom sa nevyhneme ani takým pojmom, ako je rozpínanie vesmíru, čierne diery, tmavá hmota, extrasolárne planéty a pod.

Predbežne uvažujeme o nasledujúcom obsahu (môžeme ho meniť podľa záujmu čitateľov):

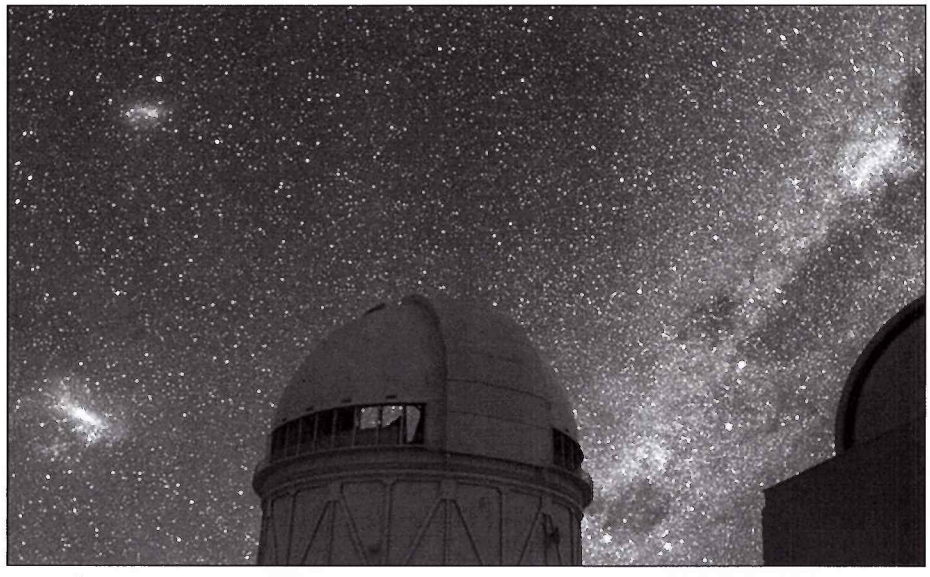
- Ako zmapovali oblohu
- Hviezdy a planéty; Ptolemaios, Koperník, Kepler a Newton.
- Ako určili vzdialenosti: na Zemi, v Slnečnej sústave, v Galaxii.
- Čo môže a čo nemôže prezradiť spektrum.
- Herzsprung-Russelov diagram.
- Cefeidy – majáky vesmíru.
- Hmlovina v Andromede M31. Koľko je hviezd v Galaxii?
- Vzdialenosti galaxií.
- Hierarchický model vesmíru.
- Rozpínanie vesmíru. Súčasné modely vesmíru. Veľký tresk.
- Nové objavy a nezrovnalosti, kvazary a pulzary.
- Rotácia galaxií a hypotéza tmavej hmoty.
- Objavy extrasolárnych planét; metódy a výsledky.

Podľa správ z tlače by sme si mohli myslieť, že pomocou modernej astronomickej techniky dokonale poznáme okolitý vesmír (pod pojmom okolitý myslíme našu hviezdnu sústavu – Galaxiu, ktorú niekedy nazývame aj Mliečnou cestou; *obr. 1 a 2)*. Skutočnosť je však oveľa pesimistickejšia. Z množstva hviezd, ktoré tvoria našu Galaxiu, máme zmapovaných iba okolo jednej desaťtisíciny. O metódach určenia rozmerov budeme hovoriť neskôr, zatiaľ si zapamätáme, že Galaxia má tvar disku s priemerom 25 000 pc*) a hrúbkou 2 pc. Naše Slnko sa nachádza približne na galaktickom rovníku, asi 11 000 pc od stredu, teda takmer na okraji Galaxie. Svetlo hviezdy z druhého okraja Galaxie putuje k nám teda okolo 23 000 rokov. V našej Galaxii sa nachádza 100 až 200 miliárd hviezd. O metóde tohto odhadu si povieme v niektorej ďalšej časti „sprievodcu". Ak si mám trúfnuť odhadnúť, koľko z tohoto množstva hviezd je zmapovaných, povedal by som, že okolo 10 miliónov, teda na každú zmapovanú hviezdu pripadá 9 999 nezmapovaných.

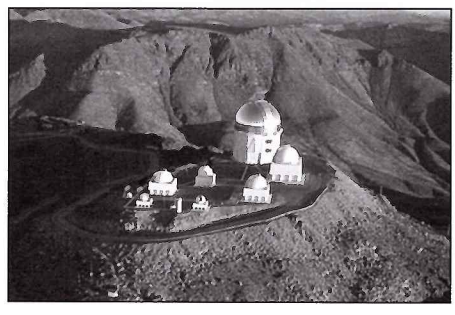
Môj odhad počtu zmapovaných hviezd je založený na fakte, že najnovší hviezdny katalóg Tycho2 obsahuje údaje o 2 539 913 hviezdach, pričom zahŕňa všetky hviezdy do 11 mag. Tento katalóg bol vydaný v roku 2000 a vznikol na základe spracovania 3,5-ročných astrometrických meraní družice Hipparcos (1989 – 1993).

Vráťme sa však na začiatok. Voľným okom za bezmesačnej noci, z miesta bez rušivého osvetlenia, môžeme na oblohe vidieť okolo 2 500 hviezd rôznych jasností (magnitúd). Môžeme predpokladať, že približne rovnaký počet je pod viditeľným horizontom. Hviezdy vychádzajú, dosahujú najväčšiu uhlovú výšku nad obzorom v miestnom poludníku a zapadajú. Tento obraz sa denne opakuje s tým, že daná hviezda sa každý deň posunie približne o 1° na západ. Počas roka sa na oblohe v okolí miestneho poludníka vystriedajú mnohé súhvezdia. Tento priebeh je odrazom dennej rotácie Zeme a jej ročného obehu okolo Slnka. Hviezdy majú stabilné relatívne vzdialenosti, ich myslené obrazy tvoria tzv. *súhvezdia*. Dnes je celá obloha rozdelená do 88 súhvezdí.

Prvý známy katalóg hviezd pochádza od Klaudia Ptolemaia (asi r. 85 – 165), ktorý v diele *Megalé syntaxis* uviedol polohy 1 025 hviezd v 48 súhvezdiach, názvy ktorých sú zachované dodnes aj v súčasných katalógoch. Do európskej kultúry túto knihu uviedli Arabi pod názvom *Almagest*.

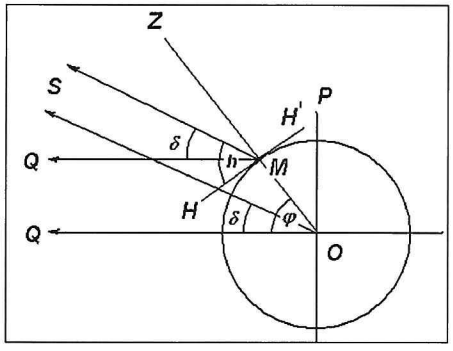


Obr. 1. **Časť Mliečnej cesty na južnej oblohe – vpravo. Vľavo sú dve najbližšie susedné galaxie – Veľký a Malý Magellanov mrak. Sú pomenované podľa portugalského moreplavca Fernanda Magellana, ktorý ich objavil pri oboplávaní Hornovho mysu v roku 1519. Snímka je kombináciou dvoch snímok – na jednej je nočná obloha z ďalekohľadu, na druhej kupole obseratória Cerro Tololo.**



Obr. 2. **Observatórium Cerro Tololo patrí medzi najmodernejšie observatóriá. Je umiestnené v čilských Andách, približne 500 km severne od hlavného mesta Santiago, v nadmorskej výške približne 2 200 m. Na observatóriu je inštalovaných 6 ďalekohľadov, najväčší má priemer zrkadla 4 m.**

*)1 pc = 1 parsek = 3,26 svetelného roka), t. j. vzdialenosť 1 pc prejde svetlo rýchlosťou 300 000 km/s za 3,26 roka. Je to tiež vzdialenosť, z ktorej vidíme veľkú poloos zemskej dráhy, astronomickú jednotku – AU pod uhlom 1".



Obr. 3.

Podľa niektorých prameňov uverejnené polohy pochádzajú ešte od Hipparcha (190 – 125 pred n. l.), ktorý ich mal pravdepodobne od Chaldejcov, a je celkom možné, že ich pôvod sa stráca kdesi v temnote vekov.

Súradnice hviezd sú určené podobne ako zemepisné súradnice bodov na zemskom povrchu *(obr. 3)*. Poloha bodu *M* na zemskom povrchu je určená dvoma uhlami, zemepisnou dĺžkou λ a zemepisnou šírkou φ. λ je uhol medzi zvoleným základným (Greenwichským) a miestnym poludníkom a φ je dané uhlovou vzdialenosťou od rovníka. Základ hviezdnej súradnicovej sústavy tvorí Zem ako stabilný rotujúci zotrvačník. Takto je definovaný smer osi a rovina rovníka. Smer na hviezdu *S* je určený dvoma uhlami, rektascenziou α a deklináciou δ. Pri určovaní polohy určitej hviezdy sa na mieste s danou zemepisnou polohou merala uhlová výška hviezdy nad miestnym obzorom *h* pri prechode cez miestny poludník a čas prechodu. Pred skonštruovaním ďalekohľadu na meranie *h* slúžili rôzne uhlomerné prístroje (gnómon, oktant, kvadrant, sextant a pod.). Boli to v podstate väčšie uhlomery spojené s nejakým priezorom. Presnosť merania závisela od dĺžky ramena uhlomeru. Sextant stredovekého astronóma Ulugbega (1394 – 1449) bol vytesaný v skale *(obr. 4)* a má dĺžku ramena 40 metrov.

Presnosť merania bola ± niekoľko minút. Pri použití ďalekohľadov sa presnosť zvýšila až na zlomky oblúkovej sekundy. Druhou veličinou, ktorú na určenie polohy bolo potrebné merať, bol čas prechodu cez miestny poludník. Z neho sa odvodila veličina α. Na tento účel sa v staroveku používali vodné hodiny (klepsydry). Ich najjednoduchšia verzia pozostávala z nádoby so stupnicou vyznačenou na boku a s malou dierkou na dne. Voda naliata v nádobe postupne odkvapkávala dierkou na dne. Výška hladiny na stupnici udávala, koľko času už ubehlo od okamihu naplnenia nádoby. Kyvadlové hodiny boli zostrojené až v roku 1656. Podobne ako pri zemepisnej dĺžke, aj pri rektascenzii bolo potrebné zvoliť nejaký nulový bod. Poslúžil na to tzv. *jarný bod Slnka,* bod, v ktorom zdanlivá dráha Slnka (ekliptika) pretína nebeský rovník.

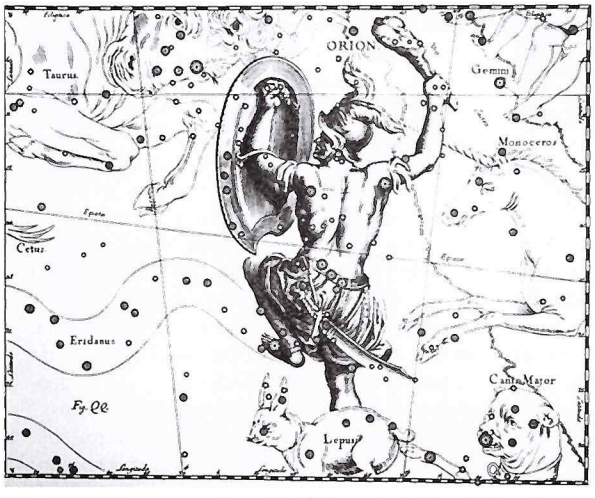
Ďalšou veličinou, ktorú mohli určovať bez ďalekohľadu, bol *jas* hviezdy. Ptolemaios uvádza rozdelenie hviezd podľa jasu na 6 hviezdnych „veľkosti" – magnitúd, pričom o najjasnejších sa hovorí, že sú hviezdy prvej veľkosti (píšeme to v tvare mocniteľa: 1^m). V novoveku bol Ptolemaiov katalóg hviezd podrobený štatistickej analýze a zistilo sa, že priemerný pomer intenzít svetla z hviezd susedných tried je okolo 2,5. Logaritmus tohto pomeru je približne 0,4. Preto Pogson (1829 až 1891) zaviedol pre porovnanie svietivosti hviezd rovnicu: $0{,}4(m_1 - m_2) = \log(I_2/I_1)$. Z nej vyplýva, že hviezda 6^m žiari stokrát menej ako hviezda 1^m.

Z takto nameraných údajov sa zostavovali hviezdne mapy. Tradične sa na označovanie súhvezdí využívala grécka mytológia. Postavy z nej sa sa zakresľovali do obrazcov súhvezdí. Ukážka takej mapy so súhvezdím Orion je na *obr. 5.*

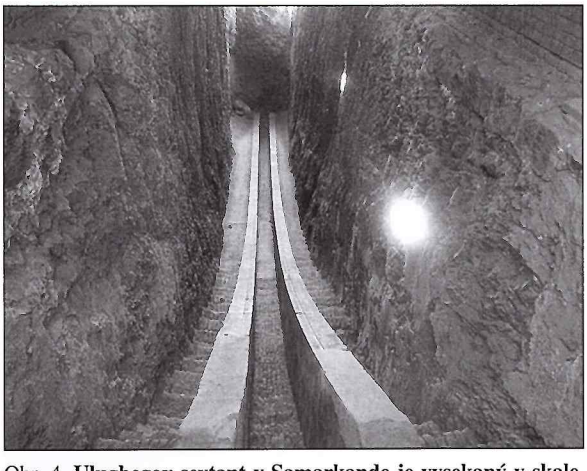
Po zavedení stále dokonalejších ďalekohľadov do astronomických pozorovaní sa ukázalo, že snažiť sa o úplnosť mapovania nebude v ľudských silách. Preto vznikol projekt *Kapteynových vybraných polí* (1906). Cieľom projektu bolo v 252 oblastiach s rozmermi 3°×3°, rovnomerne rozdelených po oblohe, získať informácie o dostatočnom počte slabých hviezd. Na projekte sa zúčastnili mnohé desiatky observatórií. Výsledky pomohli preskúmať štruktúry Galaxie a na nich je v podstate založená naša súčasná predstava o nej.

Na obr. 6 je ukážka súčasnej hviezdnej mapy v oblasti súhvezdia Orion.

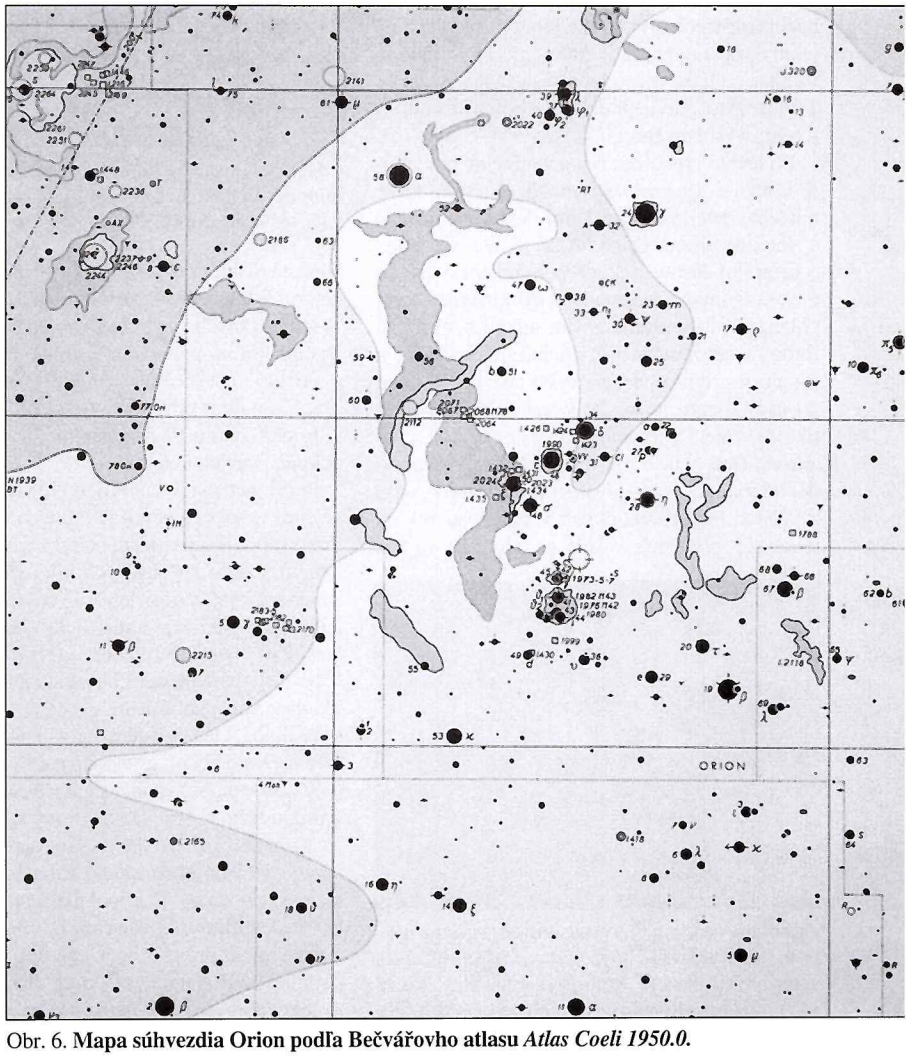
MILAN RYBANSKÝ



Obr. 5. **Ukážka mapy súhvezdia Orion z katalógu J. Hevelia.**



Obr. 4. **Ulugbegov sextant v Samarkande je vysekaný v skale. Dĺžka ramena má 40 m.**



Obr. 6. **Mapa súhvezdia Orion podľa Bečvářovho atlasu *Atlas Coeli 1950.0.***

Přichází zlatý věk neutrinové astronomie

Dokončení z čísla 6/2010

Záblesky gama, aktivní jádra galaxií a další velmi vzdálené zdroje

Intenzivní toky neutrin s velmi vysokými energiemi vznikají při srážkách urychlených elektronů, protonů či jader s elektrony, protony a jádry v prostředí, kterým se pohybují. Při těchto srážkách vzniká řada částic, například nabité mezony pí, které se posléze rozpadají za vzniku mionových a elektronových neutrin. Tato neutrina mají i velmi vysokou energii, závislou na energii původních srážejících se částic. Ve vesmíru existuje řada objektů, kde se vyskytují procesy, které urychlují nabité částice na extrémně vysoké energie nebo produkují záření gama s takovými energiemi. Velice často jde o relativistické výtrysky, které vznikají při dopadu hmoty na kompaktní objekt vyskytující se ve dvojhvězdě s hmotnou hvězdou, kdy dochází k přetoku hmoty. Podobné procesy probíhají v ještě extrémnější podobě v jádrech aktivních galaxií, kde se vyskytují černé díry s hmotností obrovského množství hmotností Slunce. Výbuchy supernov a výtrysky hmoty urychlené na relativistickou energii, které při nich mohou vznikat, stojí pravděpodobně i za záblesky gama. Ty tak jsou pravděpodobně zdrojem i neutrin s velmi vysokou energií.

Při těchto procesech se pochopitelně produkují i nabité částice extrémních energií, které můžeme detekovat i na Zemi. Výhodou neutrin a fotonů záření gama však je, že se jedná o neutrální částice a jejich pohyb není ovlivněn mezihvězdným a mezigalaktickým magnetickým polem. Proto můžeme zjistit, odkud neutrina či fotony s extrémní energií přicházejí. Nevýhodou fotonů je, že pro energie vyšší než 1 TeV mají dostatek energie na to, aby v reakcích s fotony reliktního záření vyprodukovaly pár elektron a pozitron. Tato reakce má relativně vysokou pravděpodobnost a přispívá k tomu, že k nám z větších mezigalaktických vzdáleností fotony s energií vyšší než 1 TeV nedoletí. Proto nás o poloze objektů, které produkují částice s vyšší energií, mohou informovat právě jen neutrina. Pouze „neutrinové oči" nám tak umožní vidět zdroje těch nejenergetičtějších procesů ve vesmíru.

Zdrojem neutrin s vysokými energiemi mohou být i aktivní jádra galaxií obsahující ve svém středu velmi hmotné černé díry, které vyvrhují hmotu v kolosálních výtryscích. Na obrázku je galaxie Centaurus A. (Zdroj NASA)

Problémem při detekci vysokoenergetických neutrin pocházejících z popsaných vesmírných objektů je, že vysokoenergetická neutrina vznikají i při srážkách protonů a jader vysokoenergetického kosmického záření s jádry v atmosféře. Tato neutrina ze sekundárního kosmického záření vytvářejí pozadí, ze kterého je třeba primární neutrina vylovit. Využít se k tomu dá to, že počet sekundárních neutrin klesá s energií rychleji než počet primárních. Pro velmi vysoké energie by tak měly primární neutrina převládat. Primární neutrina také přicházejí z konkrétních objektů, tedy přesně daných poloh na obloze.

Část urychlovacího komplexu vytvářející svazek mionových neutrin ve Fermiho národní urychlovačové laboratoři USA.

Hledání diskrétních zdrojů vysokoenergetických neutrin je tak nejlepší cestou pro nalezení neutrin ze zmiňovaných vesmírných objektů. Ovšem pro jejich nalezení potřebujeme co nejlépe pochopit a prozkoumat pozadí vznikající v atmosféře Země a nabrat dostatečnou statistiku. A právě v tomto stádiu se nacházíme u současných dokončovaných detektorů.

Počet neutrin s energií rychle klesá a těch s velmi vysokou energií je opravdu velmi málo. Proto je pro jejich detekci potřeba detektory s objemem v řádu krychlových kilometrů. Takové detektory využívají k detekci vody oceánu (projekt ANTARES), antarktický led (projekt IceCube) nebo atmosféru (projekt Auger). V prvních dvou případech jsou do kilometrových hloubek vody nebo ledu spuštěny kabely s fotonásobiči, které zaznamenávají Čerenkovovo záření vznikající při průchodu nabitých produktů (většinou leptonů) vznikajících v reakcích neutrin s vodou nebo ledem. Detektorový systém Auger je zaměřen na detekci vysokoenergetických nabitých částic kosmického záření. Ve speciálních případech by však měl být schopen detekovat a identifikovat i neutrina s velmi vysokými energiemi. U projektu IceCube se provádí první komplexnější analýzy hledající diskrétní zdroje vysokoenergetických neutrin. Vypadají slibně, ovšem konečné potvrzení existence takových zdrojů musí počkat na dokončení detektoru a získání dostatečné statistiky.

Po dokončení by projekty jako IceCube nebo ANTARES mohly pozorovat řadu diskrétních zdrojů a osvětlit procesy, které probíhají v aktivních jádrech galaxií či dvojhvězdách s kompaktní složkou a přetokem hmoty na ní. V neutrinovém oboru bychom měli díky nim pozorovat alespoň část záblesků gama a dozvědět se tak přesněji, které procesy za nimi stojí. Stejně jako v případě detekce slunečních neutrin a neutrin ze supernov musíme počítat s oscilacemi vyzářených neutrin.

Geoneutrina a zkoumání rozložení radioaktivních prvků

Velice zajímavý obor studia neutrin, který se začal v nedávné době rozvíjet, je zkoumání antineutrin, které vznikají v přeměnách beta radioaktivních prvků, které se vyskytují v zemské kůře. Nejintenzivnějším zdrojem jsou rozpadové řady, které začínají u jader thoria ^{232}Th a uranu ^{238}U a ^{235}U. Vznikající elektronová antineutrina mají relativně nízkou energii. Maximum je v oblasti několika stovek kiloelektronvoltů, ale spektrum vyzařovaných antineutrin se táhne až přes 3 MeV. Jde tedy o energetickou oblast blízkou energiím neutrin ze Slunce. Jen díky tomu, že v případě Slunce jde o neutrina a v případě geoneutrin ve skutečnosti o antineutrina, lze je od sebe separovat a odlišit. První pozorování geoneutrin se podařilo japonskému detektoru KamLAND, který využívá pro detekci kapalný scintilátor. Jde jen o první pozorování, signál vytvářený geoneutriny je na hranicích citlivosti detektoru. Důležité je hlavně další posunutí jeho dolní hranice pozorované energie a hlavně zvýšení citlivosti detektoru potlačením pozadí. Toho se dosahuje hlavně co nejlepším vyčištěním jeho náplně od radioaktivních příměsí.

Pokrok v detekci geoneutrin: posun k nižším energiím, přesnější určení energie neutrin, použití většího počtu detektorů a hlavně alespoň hrubé určování směru jejich příletu by v budoucnu mohlo pomoci určit nejen celkové množství radioaktivních prvků v Zemi a jejich vliv na geodynamiku, ale také přesné rozložení radioaktivních prvků v zemské kůře a vliv různých procesů, kterých se tyto prvky účastní. Je pochopitelné, že v případě kosmické budoucnosti naší civilizace by se tyto metody mohly uplatnit i při studiu přítomnosti radioaktivních prvků na jiných vesmírných objektech. Je jasné, že zásoby uranu a thoria planety mohou mít z energetického hlediska značný význam pro její případné využívání.

Možné aplikace neutrin

Využití neutrin k praktickým aplikacím je pořád otázkou značně vzdálené budoucnosti. Jejich kritickým místem je produkce velmi intenzivních svazků neutrin s vysokou energií. Hlavními částmi zařízení, která by toho byla schopna, jsou urychlovače. Proto je důležitý pokrok hlavně v této oblasti. Z tohoto hlediska je pozitivní, že intenzivní svazky elektronů a protonů jsou potřeba i pro další aplikace – materiálový a biologický výzkum, urychlovačem řízená transmutace vyhořelého jaderného paliva a další možnosti. Takže lze v této oblasti po-

zorovat velmi intenzivní výzkum a technologický rozvoj. Pokrok lze čekat i v budoucnu.

Jednosměrná komunikace s ponorkami

Jednou z možných aplikací neutrin, která by se mohla případně objevit už velmi brzy, je jednostranná komunikace s válečnými ponorkami. Tyto ponorky s jaderným pohonem mohou pobývat hluboko pod hladinou prakticky neomezeně dlouho. Jedním z mála důvodů pro jejich vynoření bývá potřeba komunikace. Radiové vlny se totiž do hloubky dostanou jen v případě, že se jedná o vlny s extrémně nízkou frekvencí (velmi dlouhou vlnovou délkou), menší než 100 Hz. Přenosová kapacita je však kvůli velmi úzkému rozsahu pásma pro tyto frekvence velmi nízká, zhruba jeden bit za minutu. Pro vyšší frekvence v oblasti několika kilohertzů (velmi nízké frekvence) je již přenosová kapacita lepší, zhruba 50 bitů za sekundu. Ovšem tyto vlny se dostávají jen do velmi omezené hloubky pod hladinu. Při jejich využití se tak ponorka musí alespoň částečně vynořit a používat vysunutou anténu, která dosahuje do oblasti těsně pod hladinou.

Možností, která by umožnila alespoň jednosměrnou komunikaci s ponorkou bez ohledu, kde a v jaké hloubce by se nacházela, je využití svazku neutrin. V tomto případě se opět využívá toho, že neutrina pronikají vrstvami hornin i vody téměř bez interakce. To však na druhé straně vede k tomu, že potřebujeme velmi intenzivní zdroj neutrin a velmi velký detektor těchto částic. Velice podrobný rozbor této možnosti provedl nedávno Patrick Huber. Zatím se jako nejvhodnější zařízení pro takovou komunikaci jeví urychlovače sekundárních mionů, které během svého rozpadu produkují i mionová neutrina. A právě tato mionová neutrina by byla vhodným komunikačním prostředkem. Pro jejich produkci je potřeba urychlovač protonů, který dokáže ve srážkách protonů s terčem produkovat velký počet mezonů pí, v jejichž rozpadech se pak produkují mionová neutrina a miony. V současnosti se využívají právě tato neutrina pro experimenty s jejich oscilacemi. Ovšem tyto svazky mají pro potřeby komunikace s ponorkami příliš nízkou intenzitu a navíc je energie neutrin v širokém rozmezí a většinou nižší než ta nejvhodnější. Zatímco u svazků, které se produkují v laboratořích CERN (Švýcarsko), Brookhaven (USA) a KEK či J-PARC (Japonsko) se dosahuje možnosti detekovat ve vzdálenostech několika stovek kilometrů velkými neutrinovými detektory zhruba jedno neutrino denně, pro ponorkové aplikace bychom potřebovali intenzity svazku milionkrát vyšší. To by se dalo splnit pomocí velice intenzivního svazku mionů, který by se nahromadil v akumulačním prstenci. Jak bylo řečeno, miony vznikají v rozpadech mezonů pí. Ty se získávají ve srážkách extrémně intenzivních svazků protonů s jádry terče z těžkého prvku. Vzhledem k vysoké intenzitě svazku protonů je třeba velmi efektivní chlazení takového terče. Velice vhodné jsou tak terče z tekutého olova či rtuti. Takové urychlovače protonů a terče mají velmi široké uplatnění i v jiných oblastech, takže se na jejich vylepšování a vývoji intenzivně pracuje. Produkované miony se budou urychlovat až na energie několik desítek gigaelektronvoltů. Prstenec by pak měl pomocí vhodného systému magnetických polí zajistit zacílení svazku mionů a tím i mionových neutrin z jejich rozpadu i příslušný pulsní režim. Na vývoji takových zařízeních pro produkci intenzivních neutrinových svazků se v současné době pracuje. A dosažení potřebné intenzity pro přenos až 100 bit/s je na hranici současných technologických možností.

V budoucnu možná bude možné posílat zprávy ponorkám v hlubinách oceánu pomocí neutrin (ponorka USS Nebrasca).

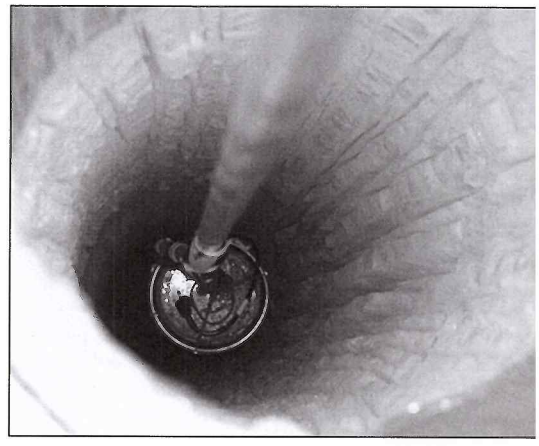
Detektor mionových neutrin by měl být co největší. Proto je výhodné jako detektor použít celou ponorku a vodu oceánu v jejím okolí. Jsou pak dvě možnosti pro detekci neutrina. Přesněji detekci mionu, který vznikne v interakci neutrina ve vodě v okolí ponorky. Díky tomu, že má neutrino velmi vysokou kinetickou energii, která je o mnoho řádů větší než klidová energie mionu, je směr letícího mionu velmi blízký původnímu směru letu neutrina.

První metoda využívá konverzi neutrina na mion v blízkém okolí ponorky nebo v jejím trupu a umístění detektorů mionů na povrchu prvního trupu ponorky nebo v mezeře mezi jejími dvěma trupy. Ponorka má totiž většinou dva trupy, jeden definuje vnější hydrodynamický tvar a druhý chrání posádku a vybavení před hydrostatickým tlakem vody v hloubce oceánu.

Detektory mionů by tak pokrývaly celý povrch ponorky. Moderní ponorky mají zhruba tvar cylindru o průměru 10 m a délce 100 m. Efektivní plocha detektoru tak je zhruba 1000 m^2. Využívaly by se tenké mionové detektory v modulární sestavě, které by se podobaly tapetě pokrývající téměř veškerý povrch ponorky. Zachycení průletu mionu ponorkou ve dvou místech na jejím povrchu umožňuje určit jeho dráhu. Vhodných typů detektorů je celá řada, ať už se jedná například o scintilační, plynové nebo polovodičové či další druhy. Požadavky na prostorové a časové rozlišení, které jsou pro tuto aplikaci potřeba, jsou spolehlivě i v možnostech současných detektorů.

Druhou možností je detekce Čerenkovova světla, které produkují miony, vzniklé v reakcích neutrin, prolétající vodou v blízkosti ponorky. V tomto případě musí být detektory, zachycující světlo, na vnějším povrchu ponorky. Čerenkovovo světlo mionu, který má vysokou kinetickou energii, je emitováno ve velmi úzkém kuželu a jeho parametry jsou velmi specifické a dobře identifikovatelné.

Pro vysílání zpráv by se používal pulsní režim, podobný tomu, který se využívá pro optickou komunikaci na velké vzdálenosti, kdy se daří zachycovat jen pár fotonů. Pozadí bude velmi



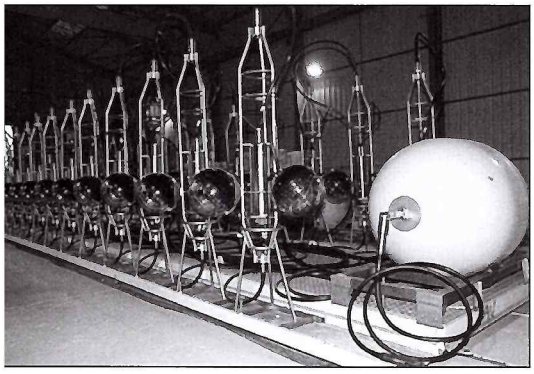
Spouštění dalšího kabelu s fotonásobiči pro projekt IceCube do připravené díry v antarktickém ledu.

nízké, neboť se určuje i směr příletu mionů a náš umělý signál bude přicházet ze směru horizontálního nebo z hlubiny. Kosmické miony naopak z tohoto směru přicházet nebudou. Hustota kosmických neutrin s danou energií bude dostatečně nízká, několik případů za den. Poslední problém, který by bylo třeba řešit, je zacílení svazku neutrin. Šířka svazku v místě ponorky je dána divergencí svazku, která je tím menší, čím vyšší je energie produkovaných mionů a neutrina, a pochopitelně, je dána i vzdáleností. Průměr zasažené oblasti by mohl být zhruba mezi jedním až pěti kilometry. V takovém případě bychom museli velice dobře znát polohu ponorky. Nebo by musely být domluveny komunikační body a časová období. Další možností je rozmazání svazku. Sníží se tím přenosová kapacita, ale zvětší pokrytá oblast až na velikost několika stovek kilometrů.

V oblasti detekce lze také pochopitelně očekávat zlepšování i v budoucnu. Jak už bylo zmíněno, jsou v tomto případě už současné detektory na dostatečné úrovni. Kritickým místem je však zlepšování v oblasti vytváření svazků neutrin. Tedy urychlovačů protonů pro vytváření mezonů pí a urychlovačů, které jsou schopny efektivně urychlovat a manipulovat s miony, které vznikají v rozpadech nabitých mezonů pí.

Velmi důležitou součástí těchto urychlovačů jsou supravodivé magnety. Zlom ve vzdálenější budoucnosti by tak mohl přinést pokrok ve využití vysokoteplotní supravodivosti. Pokud by se podařilo zbavit závislosti na heliových teplotách, vedlo by to k značnému zmenšení rozměrů, hmotnosti i ceny zařízení. Ovšem takový pokrok v této oblasti, který by umožnil umístění neutrinového vysílače na ponorce a oboustrannou komunikaci, je zatím v oblasti vědecké fantastiky.

Pokud se podíváme do vzdálenější budoucnosti, mohla by se tato metoda využít i pro mírové účely souvisejícími s průzkumem a osidlováním vesmíru. Vhodná by byla pro komunikaci (v nejjednodušším případě alespoň jednostrannou) s ponorkami zkoumajícími a pracujícími v ledových oceánech například na jupiterově měsíci Europa nebo přímo v hlubinách atmosféry planety Jupiter. U Europy se předpokládá pod desetikilometrovou vrstvou ledu oceán o hloubce zhruba desetkrát větší než je u toho



První linie fotonásobičů projektu ANTARES těsně před spuštěním pod mořskou hladinu. I tento detektor by po svém dokončení mohl hledat umělé neutrinové signály mimozemských civilizací.

našeho. Komunikace pomocí neutrin by mohla ulehčit řízení zařízení, které by se v jeho hlubinách pohybovalo. Je jasné, že možnosti vynoření a komunikace by v tomto případě byly ještě omezenější než u ponorek v pozemských oceánech. Využití neutrin by mohlo posloužit i v případě dalších planet a měsíců, kde je komunikace pomocí radiových vln znemožněna.

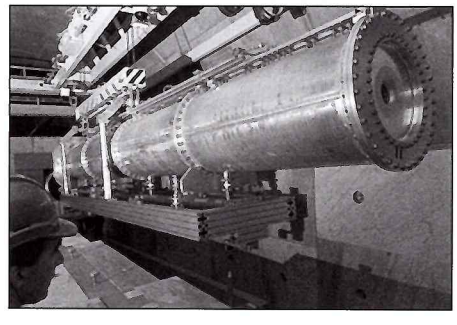
Nejrychlejší spojení s protinožci

Pokud budeme mít kvalitní svazek mionových neutrin s velkou intenzitou, lze jej využít pro nejrychlejší komunikaci mezi místy, která jsou na opačných stranách zeměkoule. V takovém případě bychom polohu přijímače znali a užitečné by bylo dosažení co nejpřesnější zacílení a nejmenší divergence neutrinového svazku. Pokud bychom se podívali na rozdíl mezi dobou letu signálu pohybujícího se rychlostí světla po obvodu a skrz zeměkouli, tak je něco více než 0,024 s. Ovšem většinou se signál musí posílat přes stacionární družice, které jsou ve výšce 36 000 km a v tomto případě už je doba letu signálu více než 0,28 s. Velmi důležitá však v tomto případě bude srovnání rychlosti reakce všech komponent systému. Na straně detekce by neměl být problém, protože odezva částicových detektorů může být velmi rychlá. Problém bude spíše na straně vysílače, tedy urychlovače. Hlavní otázkou ovšem zůstává, jestli se najde aplikace, která by se bez takového zrychlení posílání zpráv k protinožcům neobešla a její přínos by se stal opodstatněním náročného budování neutrinového spojení.

Galaktická komunikace

O možnostech komunikace pomocí svazku neutrin se už delší dobu uvažuje v případě mezihvězdného, či dokonce mezigalaktického přenosu informací. Opět je největší výhodou, že neutrina pronikají velmi hustými oblastmi. Jejich výhoda se tak projeví na velké vzdálenosti nebo pokud potřebujeme poslat signál skrz velmi hustá oblaka prachu a plynu. Tedy v případech, kdy u elektromagnetického signálu dojde k jeho silné absorpci. Lze předpokládat, že bude daleko vyšší pravděpodobnost výskytu mimozemské civilizace v galaktické rovině a v centrálnějších oblastech, kde se absorpce elektromagnetického záření bude projevovat nejvíce. V tomto případě bude opět využití mionových neutrin a jejich co nejvyšší energie výhodou, protože klesá pravděpodobnost jejich produkce ve vesmírných procesech a náš umělý signál se nebude ztrácet v přirozeném neutrinovém pozadí. Výhodou velmi vysokých energií neutrin je i to, že pravděpodobnost interakcí neutrin s hmotou roste zhruba lineárně s energií nejméně po energii 100 TeV. Tím se zvyšuje i pravděpodobnost detekce vyslaného signálu. Vysílačem opět bude nějaký typ urychlovače, ovšem bude třeba mít v tomto případě extrémně velkou intenzitu svazku a velmi malou jeho divergenci. Kódování může být opět pulsní, nebo lze využít i střídání neutrin a antineutrin. Potřebné technologie a výkony jsou zatím pro naši civilizaci nedosažitelné.

Ovšem v budoucnu jejich dosažení vyloučeno není. Proto se o hledání modulovaného signálu vysokonergetických neutrin uvažuje v rámci úvah o detekci signálu mimozemských civilizací. Pokud bude signál vhodně modulovaný, bude jeho identifikace a odlišení jeho umělého původu možné i v případě, když nebude energie neutrin extrémně vysoká. V případě, že modulovaný nebude nebo bude hodně slabý, musí se od přírodních signálů lišit nějakým jiným podstatným způsobem. Touto význačnou vlastností by mohla být právě energie neutrin. V předchozích částech jsme rozebírali vliv oscilací na poměr mezi jednotlivými typy neutrin, které k nám přilétají z obrovských vzdáleností. Uvedli jsme si, že ať už byla původně neutrina jakéhokoliv typu, po průletu velké vzdálenosti pozorujeme směs všech tří typů. Pokud je energie neutrin zhruba 6,3 PeV (petaelektronvolt je 10^{15} eV) nastává tzv. Glashowova rezonance. Taková hodnota energie je dostatečná k tomu, aby elektronové antineutrino v interakci s elektronem v klidu vyprodukovalo bozon W^-. V přírodě mohou neutrina a antineutrina s takto extrémní energií vznikat pouze v extrémních procesech, při kterých se uvolňuje obrovské množství energie. Takové jevy, mohou to být třeba zdroje záblesků gama, jsou velmi vzácné a téměř vždy od nás velmi daleko a pozadí takových neutrin je tak extrémně nízké. Díky Glashowově rezonanci stoupne pravděpodobnost interakce neutrin s danou energií s elektrony v našem detektoru, a tím i pravděpodobnost jejich detekce. Tato oblast by tak mohla umožnit přenos informace o existenci inteligentní civilizace na velmi velké vzdálenosti v rámci celé naší Galaxie. I když je jasné, že civilizace, která by byla schopna takové neutrinové vysílání energeticky a technologicky zajistit, by musela být na řádově vyšší technologické úrovni než ta naše. Naše současné urychlovače mají zatím maximální energii zhruba o tři řády nižší. Pokud by mimozemská civilizace takový urychlovač dokázala postavit, bylo by výhodnější, kdyby urychlovala už nabité pí mezony. V jejich rozpadu vzniká mion a mionové neutrino. Pokud by energie urychlených pí mezonů byla dostatečně vysoká, vznikaly by v jejich rozpadech neutrina právě s energií okolo 6,3 PeV. Vzniklé miony by se odstínily a dostal by se čistý svazek neutrin nebo antineutrin podle náboje urychlovaných mezonů pí.



Instalace soustavy magnetů, které shromažďují sekundární nabité částice v jejichž rozpadech se produkuje svazek mionových neutrin v laboratoři CERN, zařízení CNGS. (Zdroj CERN)

V současné době začaly pracovat dva experimenty, které jsou schopny neutrina těchto úrovní energií zachytit. Prvním je podmořský experiment Antares a experiment IceCube využívající led v Antarktidě. O využití těchto zařízení k hledání známek mimozemských neutrin umělého původu se tak reálně uvažuje.

Tomografie Země, planet i dalších vesmírných objektů

Na závěr se zmiňme ještě o jednom možném využití neutrin pro průzkum struktury nitra Země či v mnohem vzdálenější budoucnosti i jiných vesmírných těles. Jedná se o neutrinovou tomografii Země. V tomto případě se opět využívá toho, že pravděpodobnost interakcí neutrin s hmotou roste s energií. I když tedy jsou účinné průřezy neutrin i u takto vysokých energií stále velmi malé, dalo by se již jejich pohlcování využít ke zkoumání vnitřní struktury Země. Oblasti s různou hustotou a složením by totiž pohlcovaly neutrina různě. Pro taková zkoumání by však bylo potřeba mít velmi intenzivní zdroje neutrin s velmi vysokou energií v řádu 1 TeV a více. Musíme mít tyto intenzivní zdroje neutrin, které prosvěcují Zemi a detektory ve velkých vzdálenostech od nich. V tomto případě bychom potřebovaly urychlovače s energiemi, které jsou v současnosti dosažitelné pouze na největším urychlovači LHC. Dosažené intenzity svazku by musely být mnohem vyšší. Navíc by se muselo jednat o systém, který by dokázal takto urychlovat sekundární svazek částic, které se rozpadají na neutrina, pravděpodobně mionová. Použité detektory musí detekovat velmi energetická neutrina a musí určovat co nejpřesněji směr jejich příletu.

Závěr

Neutrina se v posledních desetiletích přesunula z kategorie exotických částic do sféry velice mocných nástrojů pro zkoumání astronomických jevů a těles. V současné době máme velice širokou škálu přístrojů, které se detekci těchto částic z vesmíru věnují. A i v nejbližších letech dojde k jejich vylepšování i nasazení nových a výkonnějších. Lze očekávat jejich příspěvek k poznání řady vesmírných objektů a procesů. Pokusil jsem se ukázat, že před námi leží v oblasti základního výzkumu i aplikací s využitím neutrin velice slibná budoucnost. Bude velice zajímavé sledovat, které z nastíněných možností se podaří realizovat. Případně, které z nich ve sféře vědecké fantastiky zůstanou. I když u řady lze s jistotou říci, že se jejich případného nasazení dožijí až naši potomci.

VLADIMÍR WAGNER

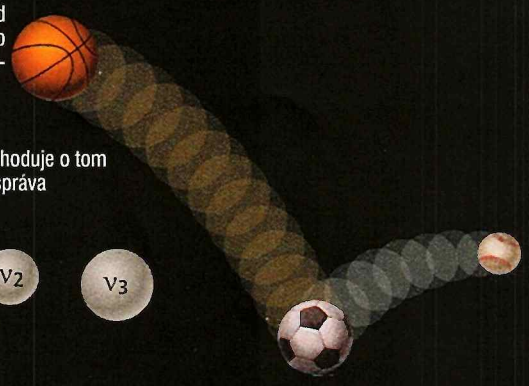
Premeny neutrína

Neutrína sa, na rozdiel od iných častíc, počas svojej púte menia. Astronómovia sa snažia pochopiť, čím neutrína sú a čo ich produkuje.

Niektoré častice kozmického žiarenia sú také silné, že sa zdá, akoby sa vymykali zákonom fyziky. Neutrína dokážu preskúmať vnútro čohokoľvek, čo ich nezachytí.

Kolísavá identita

Neutríno má duálnu identitu, preto sa mení. Môže mať tri rozdielne „vône" a tri hmotnosti, ale: nijaká farba nezodpovedá danej hmotnosti a naopak. Normálny objekt má stále vlastnosti. Basketbalová lopta sa viditeľne odlišuje od futbalovej či bejzbalovej. Keby sa lopty správali tak ako neutrína, lopty by vyzerali rovnako, ale počas letu vzduchom by sa ich veľkosť mohla zmeniť.



VÔŇA rozhoduje o tom, ako častica interaguje s hmotou.

ν_e elektrón-neutríno, ν_μ muón-neutríno, ν_τ tau-neutríno

HMOTNOSŤ rozhoduje o tom ako sa častica správa v priestore.

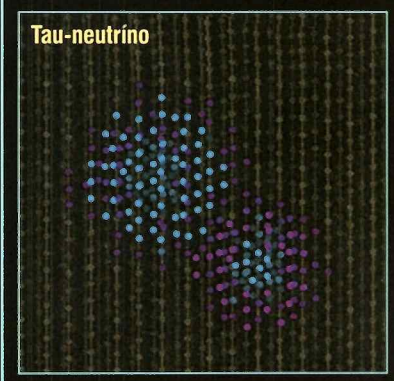
ν_1, ν_2, ν_3

Ako sa rozlišujú vône neutrín?

Každý typ neutrína uvoľňuje svoju časticu: elektrón-neutríno elektrón; muón-neutríno muón; tau-neutríno tau. Z typických, nepatrných zábleskov svetla dokážu vedci (s 25 % istotou) rozlíšiť ich vôňu.

Elektrón interaguje s atómami a po zrážke sa vyparí. Záblesk svetla má podobu gule.

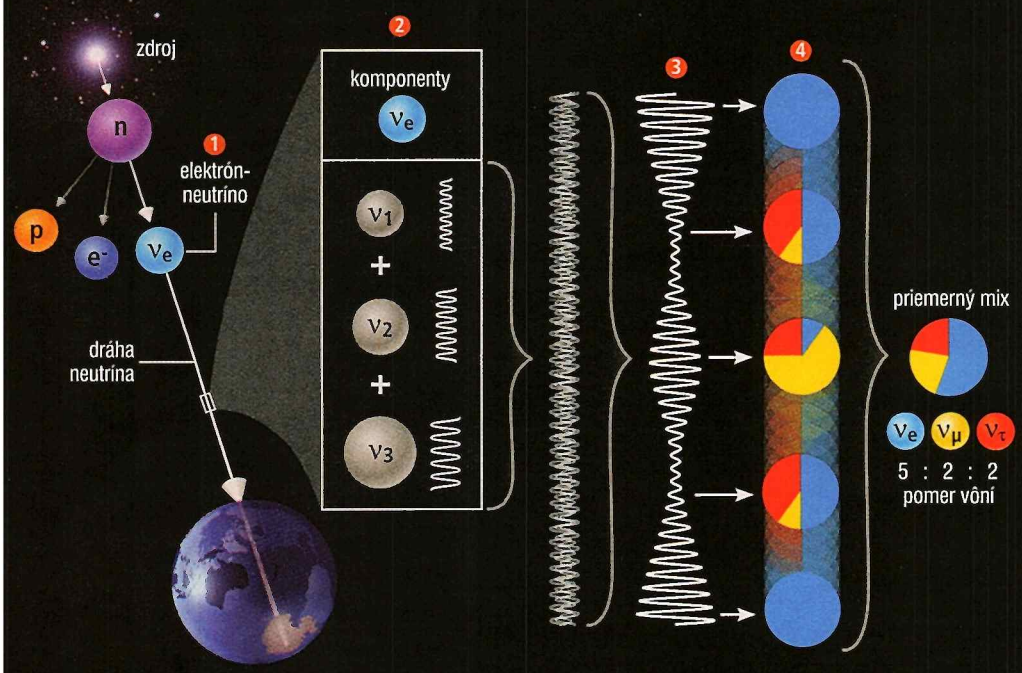
Muón nie je taký interaktívny, jeho púť trvá dlhšie. Po rozpade sa prejavuje trojfarebným zábleskom.



Tau sa rozpadne hneď. Jeho vznik a zánik sa prejavuje dvomi guľatými zábleskmi (dvojitý bang) svetla.

Oscilácie vône

Neutríno má po vzniku (i po detekcii) určitú vôňu. Napríklad beta rozpad neutrónu vytvorí elektrón-neutríno. (1) Takéto neutríno nemá špecifickú hmotnosť, je mixom všetkých troch možností, čo sa prejavuje tromi vlnami s rozličnou vlnovou dĺžkou. (2) Keď sa neutríno prejaví, vlny sa zmenia tak, že ich súčtom už nie je pôvodná vôňa, ale mix všetkých troch vôní. (3) Tento mix sa počas púte neutrína mení. (4) Priemerný mix 5:2:2 znamená, že detektor má 5/9 šance zaznamenať ho ako elektrón-neutríno a 4/9 šance detegovať ho ako muón či tau neutríno.



MIXY FARIEB
Astrofyzikálne procesy produkujú určité mixy, z ktorých astronómovia dokážu odhadnúť ich zmeny. Muón- a tau-neutrína majú vždy rovnaké vlastnosti, čo spôsobuje ich vnútorná symetria.

Zdroj	Pomery v zdroji	Pomery na Zemi
Rozpad neutrónu	$1\nu_e : 0\nu_\mu : 0\nu_\tau$	$5\nu_e : 2\nu_\mu : 2\nu_\tau$
Rozpad piónu (úplný)	1:2:0	1:1:1
Rozpad piónu (neúplný)	0:1:0	4:7:7
Rozpad tmavej hmoty (príklad)	1:1:2	7:8:8
Pena časopriestoru	ľubovoľný	1:1:1
Rozpad neutrína (ν_1 najľahší)	ľubovoľný	4:1:1
Rozpad neutrína (ν_3 najľahší)	ľubovoľný	0:1:1

Meteority z pohľadu vedcov i zberateľov (2)

Už prvé poznatky z výskumu nájdených meteoritov ukázali ich, čo do zloženia, veľkú rôznorodosť. Preto sa do procesu skúmania zapojili aj geológovia, ktorí majú potrebné znalosti i technické prostriedky na vedeckú analýzu. Meteority rozdelili do troch hlavných skupín: *kamenné, železo-kamenné a železné.* Každá skupina je predmetom čoraz dôkladnejšej geologickej analýzy. Najdôležitejšou je chemická analýza meteorickej hmoty. Inými slovami: určovanie pomernej alebo absolútnej hodnoty zastúpenia prvkov v danej vzorke. Tak sa vytvárajú predstavy o zložení pôvodnej hmoty Slnečnej sústavy. Ako porovnávacia disciplína sa používa geochémia, veda opisujúca chemické zloženie Zeme. Tento výskum vyústil do nasledovných záverov:

a) v meteoritoch zatiaľ neobjavili prvok, ktorý by sme nepoznali na Zemi;
b) v meteoritoch sú v podstate zastúpené všetky známe prvky, niektoré však iba v nepatrných množstvách.
c) doposiaľ sa v meteoritoch jednoznačne nepotvrdila prítomnosť organických látok ani fosílie mikroorganizmov, či ich metabolity. V posledných rokoch sa informácie o ich prítomnosti objavili najmä v súvislosti s marťanskými meteoritmi, analýzy však rozdelili vedeckú komunitu na zástancov a skeptikov;
d) poradie najdôležitejších prvkov v meteoritoch je značne odlišné ako v zemskej kôre;
e) množstvo prvkov v meteoritoch sa riadi takými istými chemickými a fyzikálnymi zákonitosťami ako v horninách na Zemi. Sú to zákonitosti nevyhnutné k pochopeniu pôvodu meteoritov.

Zloženie meteoritov

Z hľadiska mineralógie sú meteority prirodzené zmesi minerálov, podobne ako pri pozemských horninách. Až neskôr objavili minerály, ktoré sa vyskytujú iba v meteoritoch, teda minerály naozaj meteorické.

Podľa množstva a hojnosti výskytu delíme meteorické minerály na *podstatné, vedľajšie, akcesorické a zvláštne.* Je ich neporovnateľne menej ako známych pozemských minerálov. V súčasnosti sa ich počet sa blíži k číslu 4 300.

Podstatnú časť meteoritov tvoria však niklové železo, olivín a ortopyroxény. Z jednotlivých tried minerálov sú najviac zastúpené kremičitany, sírniky a podobné zlúčeniny s uhlíkom a dusíkom. Minerálov, ktoré meteority obsahujú, vrátane niklových železiez, je niekoľko desiatok.Najznámejšie sú troilit, nazývaný tiež meteoritický pyrotín, čo do zloženia zodpovedajúci chemickému vzorcu pozemského pyrotínu – FeS a kamacit, niklové železo (Fe,Ni) s prímesou niklu 6 až 9 %. Počet ďalších minerálov sa neustále zvyšuje.

Množstvá a pomery minerálov v meteoritoch charakterizujú aj ich celkové zloženie, teda zaradenie do jednotlivých hlavných skupín. Odhadnúť pomer medzi tromi základnými skupinami meteoritov je zložité. Napríklad z menšej vzorky necelých 1 700 muzeálnych meteoritov, medzi ktoré ešte neboli zaradené meteority antarktické a púštne, stanovili nasledovný pomer: kamenné 61 %, železokamenné 5 % a železné 34 %. Odhaduje sa, že v celkovom počte meteoritov, ktoré dopadli na Zem, prevažujú kamenné, ktorých môže byť viac ako 90 %. Z toho viac ako 86 % chondridov. Ostatné majú oveľa menšie percentuálne zastúpenie.

Ako taký meteorit na prvý pohľad vyzerá? Jeho povrch sa najlepšie charakterizuje vtedy, ak ho objavíme bezprostredne po páde. Má typický povrch, ktorý tvoria *regmaglypty.* Sú to rôzne, plytké priehlbne, s plochou niekoľkých centimetrov, ktoré vznikajú pri prelete atmosférou pôsobením vírivých supersonických prúdov. Povrch meteoritu tvorí natavená kôra, ktorá je lesklá až matná, čierna, alebo šedá. Tento znak sa však pri starších nálezoch, najmä pri kamenných meteoritoch, pod vplyvom pozemskej erózie vytráca.

Práve ho priviezli a bude na predaj. No nekúpite si to? Cena dohodou. Mineralogické dni Mníchov, október 2009.

Meteority železné

V ponuke na predaj pre zberateľov sú najpočetnejšie. Železné meteority tvorí najmä niklové železo FeNi (98,5 %), zvyšok už spomínaný pyrotín – troilit (1,5 %). Delia sa na tri podskupiny:

- Na *hexaedrity,* kde je obsah niklu je do 6 %. Čo sa týka mineralogického zloženia patria medzi najjednoduchšie typy. Obsahujú niekedy aj vyše 10 cm veľké kocky minerálu kamacitu (hexaeder), podľa ktorého ich pomenovali.
- Na *oktaedridy, ktoré majú* obsah niklu od 6 do 20 %. Ich stavba tvoria štruktúrne roviny osemstenu, teda oktaedru. Charakteristickým znakom tejto skupiny sú Widmanstättenove obrazce, ktoré sa objavia na naleštenej ploche po aplikácii zriedenej kyseliny dusičnej. Sú zložené prevažne z kamacitu smerovaného v lamelách a tenitu (tiež niklové železo s vysokým obsahom niklu), ktorý ich obaľuje. Medzery medzi lamelami vyplňuje jemnozrnný minerál plesit. Lamely sa krížia pod uhlami 60° a 90°, v závislosti od polohy rezu. Vytvára to veľmi pekný a zložitú štruktúru.

Sichote-Alin bol skutočne meteorický dážď. Prosím, vyberte si vhodnú vzorku. Cenu, za akú sa predávajú meteority, vidíte na snímke zhotovenej na Mineralogických dňoch v Tišnove, ČR, v novembri 2009.

- Na *ataxity, ktoré* obsahujú viac ako 20 % niklu. Ich názov, odvodený z gréčtiny, znamená *bez štruktúry.* Štruktúru nemajú ani po naleptaní. Preto ich veľmi ťažko, až po náročnej chemickej analýze, odlíšime od mnohých železiez vyrobených na Zemi.
- Záverom spomeňme aj veľmi vzácne *metabolity.* Sú to v podstate meteoritické železá, zložením podobné oktaedridom, nemajú však Widmanstättenove obrazce. Pravdepodobne ide o metamorfované a prekryštalizované oktaedridy, nakoľko je známe, že Widmanstättenova štruktúra zahrievaním mizne.

Meteority kamenné

Nazývame ich aj aerolity. Ich zloženie sa v priemere podobá zloženiu pozemským základným vyvretým horninám, obsahujú však oveľa viac železa, horčíka a niklu. Delíme ich na dve základné podskupiny:

Chondrity, ktoré tvoria prevažnú väčšinu známych meteoritických kameňov. Majú zrnitú, až tufu podobnú štruktúru, a obsahujú takmer vždy určitý podiel niklového železa. Ich hlavným poznávacím znakom je prítomnosť chondier (v gréčtine chondra znamená zrno), útvarov v zemských horninách neznámych. Tvary chondier sú približne kruhové, elipsovité, alebo dokonca hranaté (napríklad nepravidelný šesťuholník). Ich veľkosť je v priemere od 0,5 mm až do 10 mm. Najlepšie sú viditeľné na naleštených plochách. Dosť často bývajú lemované obalovým kamacitom, niekedy aj zrnkami troilitu. Vnútorná štruktúra chondier je veľmi rozmanitá, najmä však radiálne lúčová, roštovitá, alebo mikroporfyrická. Chondry tvorené jedným minerálom sú monosomatické, chondry tvorené viacerými minerálmi sú polysomatické. Tvoria ich olivíny a pyroxény (75 %), niklové železo – FeNi (20 %) a sírnik železnatý, FeS, troilit (5 %).

Toto je však v tejto skupine iba základné delenie. Podrobný vedecký výskum a dostatok materiálu doviedol odborníkov, s prihliadnutím na určité prioritné znaky, k jemnejším deleniam jednotlivých podskupín. Ku každému deleniu priradili aj typový meteorit, ako napríklad Allende, alebo ALH 855085. Pre podrobnejšie štúdium

odporúčam články: *Kam se dnes ubírá výskum vesmírné hmoty?*, Marcela Bukovanská a Roman Skála, Národní muzeum v Prahe, Kozmos číslo 6/1994 strana 5 – 9 a 33 a *Nové poznatky z oboru meteoritiky,* Marcela Bukovanská, Národní muzeum v Prahe, Bulletin mineralogicko-petrologického oddelenia Národného múzea v Prahe, č. 9/2001, strana 8 – 21. Podrobné klasifikácia meteoritov je napríklad aj na stránke *cosmiccutlery.com,* na stránke *Meteoritics and Planetary science, ale,* samozrejme, aj na ďalších internetových stránkach.

Achondrity tvoria ďalšiu podskupinu kamenných meteoritov. V súčasnej literatúre sa takto označujú meteority bohaté na diferencované silikáty. Chondry v ich štruktúre chýbajú, alebo sa vyskytujú len veľmi vzácne. Najčastejšie pripomínajú štruktúru pozemských čadičov s lištovými minerálmi plagioklasu a klinoporoxenu v medzerách základného zloženia. Predpokladá sa, že takáto štruktúra vznikla kryštalizáciou kremičitanovej magmy. Majú teda charakter vyvrelín. Delia sa na desať podskupín. Najčastejšie sa vyskytujú aubrity, digenity a eucrity. Podskupina označovaná symbolom SNC obsahuje meteority, ktoré pochádzajú z Marsu. Najznámejšie sú shergottity.

Železo-kamenné meteority

Skladajú sa z približne rovnakého množstva niklového železa a kremičitanov, predovšetkým olivínu. Ich výskyt je veľmi vzácny. Na naleštených plochách možno pozorovať zrná olivínu, lemované kamacitom. Železné časti ukazujú zreteľné Widmanstättenove obrazce. V malom množstve sa v nich vyskytuje aj troilit spolu so schreibersitom, čo sa zhoduje so železom oktaedridov. Delíme ich na dve podskupiny:

pallasity, ktoré obsahujú až 1 cm veľké zrná olivínu a

mezosiderity, ktoré majú namiesto olivínu minerály ortopyroxénu, najčastejšie bronzit.

Meteorit Campo di Cielo (Argentína) – v preklade nebeské pole – má hmotnosť 1 740 gramov. Cena je podobná ako pri Sichote Alin.

Meteorické zvláštnosti

Pokiaľ ide o hmotnosť meteoritov, jasne prevažujú meteoritické železá. Doposiaľ najhmotnejší z objavených je meteorit *Hoba.* Objavili ho v roku 1920 v Južnej Afrike. Váži 60 ton, dopadol však do tvrdého vápencového podložia, a tak vytvoril kráter hlboký len 1,5 metra. Druhý najhmotnejší je meteorit *Campo di Cielo* z argentínskej provincie Chaco, ktorý bol potvrdený ako meteorit len v roku 1969. Ten má hmotnosť 37 ton. O tretie miesto sa delia oktaedrit *Cape York (1818),* vážiaci 33 ton, ktorý do USA o priviezli v roku 1897 zo západného Grónska a dnes je uložený v Prírodovedeckom múzeu v New Yorku s meteoritom *Mongon-Tosh* z púšte *Gobi* (1965).

V prípade kamenných meteoritov je najhmotnejším meteorit *Kirin* (1976) z Číny, s hmotnosťou 1770 kilogramov. Potom nasledujú meteorit *Norton County* (1948) z Kansasu v USA, vážiaci 1000 kg a meteorit *Long Island* (1891) taktiež z Kansasu, vážiaci 564 kg. Ostatné nájdené železo-kamenné meteority mali väčšinou hmotnosti pod 50 kg.

Aj v obchode s meteoritmi sa Čína začínať presadzovať. Meteorit Nantan (Čína), už vyčistený, vyleštený a konzervovaný. Jeho cena je však oveľa vyššia...

Meteorické krátery

sú najpočetnejšie útvary pozorované na terestrických telesách v Slnečnej sústave. Zdanlivo najmenej je ich na Zemi, pretože aktívne geologické, vodné a atmosferické procesy na našej planéte väčšinu meteorických kráterov zahladili. Napriek tomu sme aj na Zemi objavili niekoľko desiatok významných meteorických kráterov – impaktov. Delíme ich na *krátery nárazové* a *krátery výbuchové (explozívne).*

Nárazové vznikajú dopadom meteoritov menších hmotností s maximálnou dopadovou rýchlosťou 5 km/s. Príkladom tohto typu je séria kráterov meteoritu Sichote-Aliň vo východnej Sibíri z roku 1947.

Výbuchové krátery vznikajú dopadom veľkých až obrovských meteoritov s vysokými rýchlosťami na zemský povrch. Celá zvyšková kinetická energia sa v momente dopadu okamžite premieňa na energiu tepelnú, čo spôsobuje výbuch. Parameter, ktorý takýto efekt charakterizuje, je vstupný priemer telesa do atmosféry Zeme v metroch, respektíve v kilometroch.

Niektoré z najznámejších výbuchových kráterov sú:

Barringerov kráter v Arizone , USA (nazývaný tiež Caňon Diabolo), s priemerom 1 207 m. Na Arizonu dopadol asi pred 20 000 rokmi. Záznamy o tejto udalosti sa našli v starých indiánskych legendách. Meteorický kráter Ries v Bavorsku, východne od Tübingenu, s priemerom asi 24 km, ktorý dopadol pred 15 až 20 miliónmi rokov, je známy aj tým, že spôsobil vznik známych českých tektitov – vltavínov/moldavitov. Meteorický kráter Chicxulub v mexickom zálive, blízko pobrežia mexického poloostrova Yucatan. Jeho priemer je okolo 170 km. Objavili ho iba nedávno, pomocou satelitu. Po geologickom prieskume niektorí vedci označujú tento impakt za príčinu rýchleho vymretia disnosaurov pred 65 miliónmi rokov. V každom prípade sú veľké meteority aj dnes hrozbou pre ľudí. Iste by spôsobili na Zemi lokálne, kontinentálne a v prípade, že by mali priemer niekoľkých kilometrov aj globálne katastrofy.

Meteorické dažde

Ak sa veľké teleso po vniknutí do atmosféry Zeme rozpadne, na povrch dopadne veľké množstvo meteoritov, s hmotnosťami od niekoľkých ton až po úlomky s hmotnosťou niekoľkých kilogramov či gramov. Dopadová plocha je najčastejšie elipsa s plochou niekoľkých štvorcových kilometrov. K tým najväčším možno priradiť už spomínaný *Sichote-Aliň.* Z najnovších meteorický dážď *Tagish Lake* z 18 1.2000, ktorý dopadol na veľkú časť západnej Kanady. Dráhu tohto rozpadajúceho sa telesa zaznamenala aj družica americkej armády. Pôvodnú hmotnosť telesa odhadli na 150 ton. V oblasti veľkej 16×3 km našli neskôr asi 500 meteoritov. Výskum týchto meteoritov pokračuje dodnes. Ukázalo sa, že meteorit pochádza z jedinečného, veľmi starého primitívneho asteroidu. Neoverené správy hovoria, že v meteorite našli hmotu staršiu ako Slnečná sústava. Najnovším príkladom meteorického dažďa v našich končinách je meteorit *Košice* z februára minulého roku. Doteraz sa z neho našlo a u nás zaevidovalo 72 úlomkov. Ich predpokladaný dopadový počet je však oveľa väčší.

Z kategórie meteorického dažďa sa vyčleňuje známy *Tunguzský meteorit* z roku 1908. Po ňom zostala iba akási meteorická hmla, ale ostatné sprievodné efekty boli svetové. Počas posledných 100 rokov sa o nijakom inom meteorite toľko nepopísalo. Záhadu meteoritu Tunguzka neodhalili ani početné expedície. Sporný je nález impaktného krátera, ktorý oznámili Taliani. Či ide naozaj o impakt, potvrdia až analýzy materiálu zo vzorky usadenín na dne jazera, ktoré sa v údajnom kráteri vytvorilo.

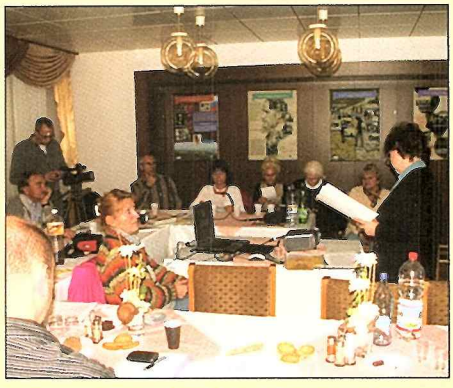
Na stránke *meteorities.org*, ktorá patrí už spomínanej Meteoritics and Planetary science, vychádza *The Meteoritical Bulletin,* kde sa uverejňujú údaje o všetkých registrovaných nálezoch i pádoch meteoritov. Posledné vydanie malo číslo 96 a je zo septembra roku 2009. Nájdete v ňom neuveriteľné množstvo údajov.

DANIEL OČENÁŠ

(Pokračovanie)

Účastníci workshopu na návšteve v Múzeu M. Petzvala v Spišskej Belej.

Workshop pokračoval v hoteli Agro vo Veľkej Lomnici.



Počas prednášky Mgr. E. Cintulovej – riaditeľky Múzea v Kežmarku.

PEEP projekt

Slovenská astronomická spoločnosť (SAS) pri SAV bola požiadaná zahraničným partnerom o spoluprácu na medzinárodnom projekte PEEP (Promoting Early European Photography). Ide o projekt na pripomenutie si fotografií a fotografov, ktorí sa zaslúžili o rozvoj fotografie ešte v jej počiatkoch. Ide o obdobie konca 19. a začiatku 20. storočia. SAS súhlasila so spoluprácou, a tak sme podali žiadosť o grant cez našu národnú agentúru SAAIC. Projekt bol schválený, a preto sme už v októbri tohto roku usporiadali medzinárodný workshop na viacerých miestach Slovenska. Z Veľkej Británie prišlo celkove 5 spolupracovníkov zainteresovaných na projekte a jeden až z ďalekého Islandu. Počas workshopu sme si vytýčili ciele na nasledujúce dva roky, spomenuli sme osobnosti európskej fotografie, ktorých prácu budeme v rámci projektu prezentovať a potom sme navštívili rôzne miesta Slovenska, zaujímavé z hľadiska projektu.

Prvou úlohou SAS v rámci tohto projektu bolo aj vypracovanie výstavy k 130. výročiu narodenia Milana Rastislava Štefánika a prezentácia aspoň časti z jeho veľkej zbierky fotografií, ktoré získal na svojich cestách po svete. Výstava je k dispozícii na Astronomickom ústave SAV, v Múzeu v Kežmarku (na hrade), v Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici, vo Hvezdárni a v planetáriu M. R. Štefánika v Hlohovci a v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove. V rámci projektu sme uvedenú výstavu darovali navštíveným inštitúciám. Výstava je k dispozícii aj pre ďalších záujemcov v digitálnej forme v SAS.

V rámci workshopu sme potom pre zahraničných hostí pripravili program na vybraných miestach na Slovensku, aby sme prezentovali našu vedu a kultúru v oblasti histórie fotografie a histórie astronómie cez fotografie a život významných slovenských osobností. Okrem návštevy niektorých múzeí, zahraničných hostí zaujala návšteva Lyceálnej knižnice v Kežmarku, kde sa nachádzajú cenné staré knihy a doklady o živote ľudí pod Tatrami. Zaujala aj výstava starých fotografií na Hrade v Kežmarku. Dr. J. Zverko – predseda SAS a garant projektu – oboznámil účastníkov s históriou a s rozvojom SAS. Mgr. M. Zverková predstavila projekt starších pamätníkov z Tatranskej Lomnice. Mgr. E. Cintulová, riaditeľka Múzea v Kežmarku nás oboznámila so zbierkami starých fotografií v depozite múzea. Dr. L. Hric a Dr. M. Hricová Bartolomejová, prezentovali výstavu o živote a fotografii M. R. Štefánika, ktorú pripravili v slovenskom aj anglickom jazyku.

M. R. Štefánik.

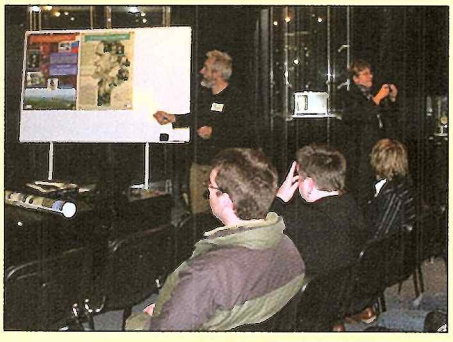
V Štátnej vedeckej knižnici v Banskej Bystrici sa účastníci workshopu oboznámili s niektorými aktivitami knižnice. Zaujímavý program pripravil Dr. D. Očenáš, riaditeľ hvezdárne v Banskej Bystrici. V Španej doline nám spoločne s MUDr. A. Sitárom ukázali banícke múzeum Baníckeho bratstva Herrengrund, štôlňu, ako aj banský orloj. Vo Hvezdárni M. R. Štefánika v Hlohovci nás Mgr. J. Krištofovič oboznámil s rozvojom astronómie v Hlohovci. Programu v Hlohovci sa zúčastnili aj L. Košinár – čestný člen SAS, Mgr. P. Poliak a Dr. V. Karlovský. Do projektu sa aktívne zapojil aj Mgr. M. Vidovenec, ktorý pripravil exkurziu SÚH v Hurbanove a oboznámil účastníkov so životom a dielom Mikuláša Konkolyho Thege.

Zahraniční účastníci ukončili svoju činnosť na Slovensku odletom z letiska M. R. Štefánika cez Prahu do Londýna.

Dr. LADISLAV HRIC – vedúci riešiteľ
Astronomický ústav SAV

Privítanie účastníkov PEEP projektu na Španej Doline Dr. Očenášom v baníckej uniforme.

Učiaci sa partneri projektu v SÚH v Hurbanove.



Mgr. M. Vidovenec preberá výstavu k 130 výročiu narodenia M. R. Štefánika.

Lovec asteroidov z Piszkéstető

Po zotmení mieri ďalekohľadom na nebeské telesá, cez deň sa venuje podpore tých, ktorým učarila rovnaká vášeň ako jemu. Povolaním učiteľ zemepisu sa od ukončenia svojich štúdií venuje výlučne astronómii. Je jedným z tých, ktorí majú to šťastie, že sa živia svojím koníčkom. Muzikanti a zlodeji vraj pracujú najlepšie v noci a to isté možno tvrdiť čiastočne i o astronómoch. Nie o všetkých, niektorí pracujú v noci, niektorí cez deň. Krisztián Sárneczky však vo dne i v noci.
Keď 28. februára 2010 explodoval jasný bolid nad naším územím, nikto nemohol predpokladať, že úlomky tohto nebeského tuláka sa nakoniec podarí aj nájsť. Podarilo sa! Vďaka ukážkovej spolupráci astronómov-amatérov s profesionálmi z troch krajín. Kto pozorne sledoval správy o meteorite Košice, mohol zaregistrovať aj meno Krisztián Sárneczky.

Na začiatku tohto úspešného príbehu si zohral úlohu „spojky". Ako to vlastne bolo?

Mal som len okrajovú úlohu. Celkovo len toľko, že prostredníctvom mňa sa dostala videonahrávka pádu uverejnená v TV správach a kontakt na jeho majiteľa k ďalším astronómom. Komunikácia so zhotoviteľom záznamu a jeho vyhodnotenie (čo urobili kolegovia v Čechách), nutné merania v teréne, zabezpečenie meracích prístrojov, teda takmer všetko, koordinoval Antal Igaz a väčšinu z toho on sám i vykonal. Samozrejme, viacerí sme mu pomáhali, ale on bol hnacím motorom. Spracované údaje on posielal ďalej na ďalšie vyhodnocovanie.

Mihol si sa vtedy v televíznych správach, kde si úkaz komentoval. Predpokladal si, že by to celé mohlo viesť až k takému hmatateľnému výsledku?

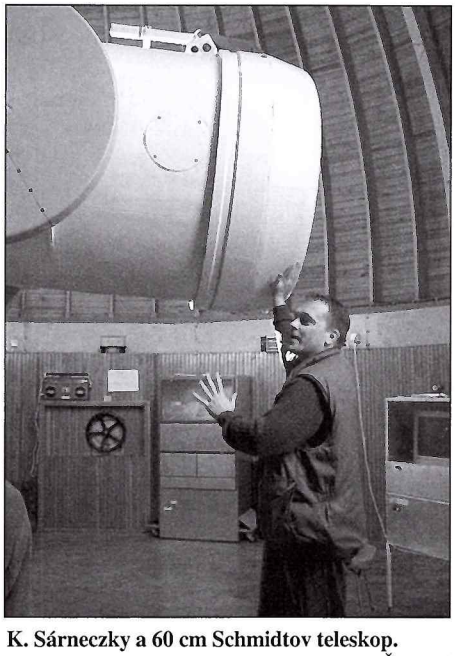
Nie, myslel som, že meteoroid úplne zhorel v atmosfére. Našťastie sa tak nestalo. Po vypočítaní pravdepodobného miesta dopadu sme sa vybrali do tejto oblasti s Jurajom Tóthom, pracovníkom AGO UK v Modre, žiaľ, nenašli sme nič.

Povolaním si učiteľ zemepisu, ale astronómii sa venuješ profesionálne od získania vysokoškolského diplomu. Aká bola tvoja cesta k astronómii?

Priamočiara. Už od detstva ma zaujímali prírodné vedy, prečítal som všetky knihy na túto tému, hltal som každý program v televízii. Ak by som sa nevenoval astronómii, tak by to bola vulkanológia, ak nie tá, potom meteorológia. Pamätám sa len na to, že moju prvú knihu o astronómii som dostal ako 12-ročný na Vianoce. Keď rodičia videli, že prvé dve stránky z atlasu sveta venované Mesiacu a planétam sú úplne zničené z neustáleho listovania, darovali mi celú knihu. Neviem však menovať konkrétnu udalosť, ktorá by ma priviedla k astronómii. Len to prišlo a hotovo. Ale určite bolo veľkým šťastím, že Ákos Kereszturi, kamarát z detstva, býval v susedstve a spoločne sme začali navštevovať astronomický krúžok. Dnes je z neho vynikajúci planetológ a odborník na Mars. Pamätám sa, v roku 1990 sme sa vybrali pozorovať kométu Austin (nájsť v Budapešti tmavé miesto bolo takmer nemožné). Na kopci Rózsadomb, blízko vtedajšieho hotela SZOT sme predsa len vhodné miesto našli, ale prišiel nočný strážnik a chcel vedieť, čo tam hľadáme pri plote. Povedali sme, že hľadáme kométu. Nechal nás na pokoji, ale ktovie, či nám uveril...

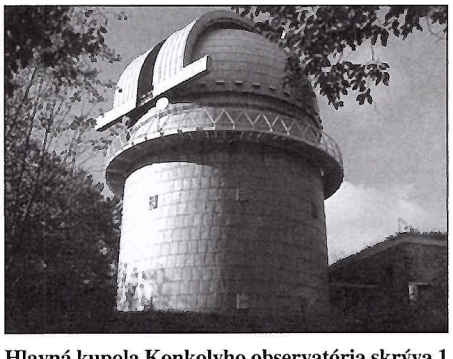
V rámci svojho pozorovacieho programu hľadáš exoplanéty i supernovy, ale tvojou srdcovou záležitosťou sú asteroidy. Ako si vlastne „objavil" planétky?

Ako som naznačil pred chvíľou, pôvodne ma zaujímali kométy, ale ak niekoho zaujmú tieto telesá, skôr či neskôr sa k planétkam dopracuje. U mňa to aspoň tak bolo, po prvej pozorovanej kométe ma začalo lákať pozorovať aj planétky na vlastné oči. No a v súvislosti s kométami ma „chytila" i možnosť ich objavovania. Podľa mňa takmer každý amatér sníva o tom, aké by to bolo raz objaviť kométu. A keď už je reč o objavoch, tak tam sú planétky, ďalej novy a supernovy, všetky tieto objekty možno objavovať. V čase, keď som vykonal svoje prvé astrometrické merania asteroidu, 19. októbra 1996 v Szegede, mal som už na konte vyše 100 vizuálnych pozorovaní komét a aspoň rovnaký počet planétok.



K. Sárneczky a 60 cm Schmidtov teleskop. Foto: Š. Kürti

Vedľajšia kupola so Schmidtovým teleskopom. Foto: Š. Kürti



Hlavná kupola Konkolyho observatória skrýva 1 metrový ďalekohľad. Foto: Š. Kürti

Pamätáš sa na svoju prvú objavenú planétku?

Samozrejme, veľmi dobre si spomínam. Prvé merania som uskutočnil v Szegede za asistencie môjho kamaráta Lászlóa Kissa, v tom čase doktoranda na tunajšej univerzite. Keď sme nasledujúce leto počas tradičného astronomického tábora navštívili Konkolyho observatórium na Piszkéstető, Lacovi napadlo: na jeseň sem musíme prísť pozorovať! Nakoľko observatórium bolo otvorené spolupráci, dostali sme pozorovací čas na Schmidtov ďalekohľad. Ten odvtedy využívame na pozorovania a s ním som objavil prevažnú väčšinu mojich planétok. Náš prvý pozorovací týždeň bol v novembri 1997.

Šesť dní a sedem nocí sme čakali v hustej hmle, ktorá nám nedovolila pozorovať ani minútu... Nasledujúci január sme mali o niečo viac šťastia, pozorovali sme jednu jasnú noc. A na získaných snímkach som našiel kopu neznámych objektov! Až vtedy som pochopil, aký potenciál nám ponúka tento ďalekohľad. Vo februári sme už išli na Piszkéstető s jasným cieľom pozorovať zvolenú oblasť oblohy počas dvoch nocí. Pozorovania z dvoch nocí sú potrebné na to, aby sa Stredisko pre malé planétky (Minor Planet Center, MPC) vôbec novým objektom zaoberalo. Počasie nám to umožnilo, ale vtedajšie softvérové a prístrojové vybavenie ešte nebolo dostatočné na okamžité spracovanie pozorovaní. Preto až keď som pricestoval domov do Szegedu, mohol som získané snímky premerať. Zmerané pozície sme poslali do MPC s nádejou, že bude medzi nimi teleso pozorované počas oboch nocí. A aj bolo. Obratom mi prišlo označenie *1998 DA33* pre moju prvú planétku. Dnes ju v katalógu nájdete pod poradovým číslom *(91024) Széchenyi*. V tom čase bolo menej lovcov planétok, pracoval iba NEAT, LINEAR sa práve rozbiehal, takže vtedy niekoľko dní či týždeň meškania ešte nehrozilo stratou objavu. Veľký zážitok sa opakoval v apríli 1998, keď som našiel dve nové planétky. A potom to postupne pribúdalo.

Máš na konte vyše 500 planétok. Ktorý svoj objav považuješ za najcennejší?

Mojím najmilším je snáď *(84 921) Morkoláb*. Túto planétku som našiel 9. novembra 2003, počas úplného zatmenia Mesiaca. Plánoval som vopred, že využijem 1,5-hodinové zatmenie jednak na pozorovanie objektov nájdených pár dní predtým, prípadne sa pokúsim nájsť niečo nové. Hoci doteraz bolo objavených okolo 400 tisíc asteroidov, neviem o tom, že by bol iný asteroid objavený počas zatmenia Mesiaca.

Čo ťa po toľkých objavoch motivuje k ďalšiemu hľadaniu?

Po tom, čo som našiel svoju prvú planétku, napadlo mi, že vlastne dokedy mi bude robiť potešenie objav ďalšieho a ďalšieho telesa. A dodnes si na to nedokážem odpovedať. Keď čakám na potvrdenie objavov z MPC, som rovnako vzrušený ako v roku 1998. Radosť z objavu aj po takom dlhom čase, po takmer 13 rokoch, ma stále elektrizuje, očarí. Samozrejme, istý cieľ musí byť pred človekom vždy. U mňa to je počet objavov, najprv to bolo dosiahnutie 10., potom 100., 500. a teraz je mojím cieľom objav 1 000-cej planétky. Vlani som bol v akomsi útlme, lebo tisícka sa zdala vzdialená, nedosiahnuteľná, ale vďaka finančnej podpore z programu „Rozmach" sa podarilo Konkolyho observatóriu zakúpiť veľkoplošnú CCD kameru, pomocou ktorej desaťnásobne vzrástol počet objavených planétok. Kombinácia 60-cm Schmidtovej komory a novej CCD kamery umožňuje v blízkosti ekliptiky nájsť nie 2 – 3, ale až 20 –30 asteroidov, ktoré ešte nie sú katalogizované...

Okrem vlastných pozorovaní pravidelne využívaš aj databázu archívnych snímkov z programu NEAT/Palomar. Ako si sa dozvedel o archíve SkyMorph?

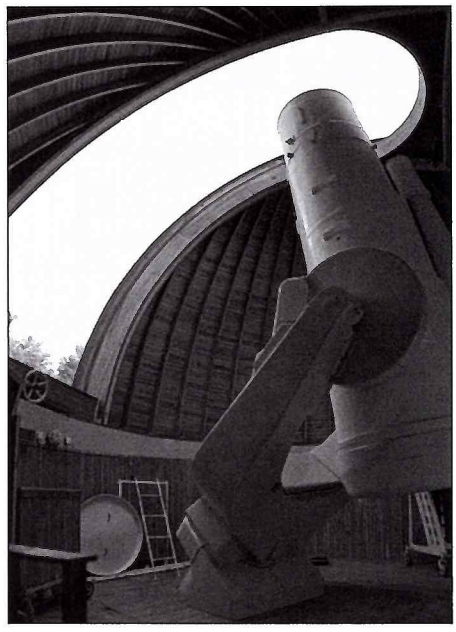
Na SkyMorph som natrafil pri prezeraní internetu, ale spočiatku som nerozpoznal jeho význam a neštudoval som, ako by sa dal využívať. Potom Brigita Sipőcz, jedna z mojich študentiek, absolvovala letný astronomický tábor v chorvátskom Višnjane a dostala sa do skupiny venujúcej sa planétkam. Naučila sa pracovať s archívom a tiež s vynikajúcim programom Astrometrica. Vďaka týmto dvom sme zmerali dodnes už mnoho tisíc pozícií z archívnych záberov pre niekoľko stoviek asteroidov a našli takmer 60 nových objektov.

SkyMorph si začal využívať v čase, keď Stredisko pre malé planétky upravilo pravidlo o prisudzovaní objavu z NEAT archívu. Vtedajší veľkí „lovci" od ďalšieho hľadania upustili a začali sa venovať iným činnostiam. Teba táto zmena neovplyvnila?

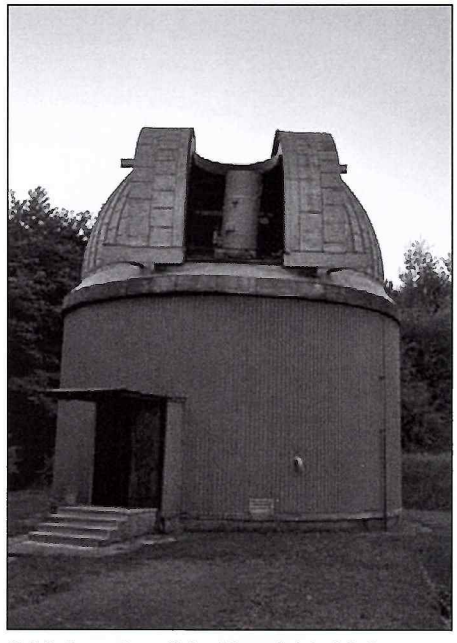
Mňa od začiatku lákalo dohľadávanie starších pozorovaní pre moje objavy z Piszkéstető, aby mohli čím skôr získať definitívne označenie, nikdy ma nelákalo objavovanie z archívu. Cielené pátranie po neznámych objektoch som nikdy nerobil, ale ak sa v blízkosti mojich objavov pohybovali iné neznáme objekty, už som sa im venoval. Jednoducho som ich nedokázal nechať len tak bez povšimnutia. Naše poznanie o planétkach som rozšíril o ďalší objekt, aj keď moje meno sa neobjaví medzi objaviteľmi. Stačí mi pocit, že som bol užitočný.

Tvojim „domovským" observatóriom je už spomínané Konkolyho observatórium v pohorí Mátra, na Piszkéstető. Tu, ďaleko od rušivých svetiel, máte k dispozícii 60 cm Schmidtov teleskop a 1 m ďalekohľad typu Ritchey-Chrétien-Coudé. Počas svojej kariéry si však pozoroval z viacerých lokalít doma i v zahraničí. Strávil si istý čas aj na observatóriu v Siding Sprigs v Austrálii. Ako si sa tam dostal a čo bolo cieľom pobytu?

Bolo to vďaka programu Eötvös, štipendia financovaného maďarskou vládou a s podporou univerzity v Szegede. Už spomínaný kamarát László Kiss, žijúci viacero rokov v Austrálii, ma hostil počas 3,5 mesiacov na tomto čarovnom kontinente. Cieľom môjho pobytu bolo štúdium kométy Elst-Pizarro, ktorá sa práve blížila do prislnia. Pozorovali sme ju počas troch nocí, žiaľ, v roku 2007 bola aktivita kométy taká slabá, že aj 2,3-metrový



Pohľad zvnútra – Schmidtov ďalekohľad.
Foto: Z. Kuli



Pohľad zvonka – Schmidtov ďalekohľad.
Foto: Z. Kuli

ďalekohľad sa ukázal ako nedostatočný na pozorovanie jej prachového oblaku. No pozoroval som viacero ďalších komét hlavného pásu, ale za najväčší úlovok považujem kométu Hale-Bopp, zachytenú vo vzdialenosti 25,8 AU, ktorú sme pozorovali 10 rokov po jej prechode perihéliom.

Observatórium v Siding Springs je známe svojimi objavmi komét. Podarilo sa ti stretnúť s niektorým objaviteľom osobne?

Áno. Stretol som 5 objaviteľov. Z nich najznámejší bol Rob McNaught, s ktorým som urobil aj rozhovor publikovaný v našom mesačníku Meteor. Ďalej to bol Gordon Garradd, Malcom Hartley, Stephen Lee a Quentin Parker. McNaught má na konte už 51 objavov a Hartleyho kométa je v týchto dňoch pod drobnohľadom astronómov. Poslední dvaja menovaní majú na konte po jednej kométe.

Čo považuješ za najcennejšiu skúsenosť z Austrálie?

Najviac ma zaujalo poznanie, že sa dá žiť úplne inak, ako to praktizujeme my v Strednej Európe. Dodržiavanie pravidiel je to, čo nám uľahčuje život, navyše popri tom sú tunajší ľudia uvoľnení a maximálne priateľskí, a to robí život šťastným. V okolí Sydney určite.

Každý mesiac tráviš jeden týždeň na observatóriu Piszkéstető a zvyšné tri týždne „úraduješ" v Budapešti ako tajomník Maďarskej astronomickej asociácie (MCSE). Čo je hlavnou náplňou tvojej práce?

Je to skôr veľa drobností, ako jedna hlavná úloha. Pripravujeme publikácie v tlačenej i v elektronickej podobe, jednak do nášho periodika Meteor a jednak na náš webový portál. Organizujeme pozorovania ďalekohľadmi, prednášky, letné tábory, pozorovacie stretnutia, vediem astronomický krúžok, často odpovedáme na otázky na tému ďalekohľadov a astronómie všeobecne, vediem databázu členov, rozosielame naše publikácie a dokonca patrí sem aj upratovanie priestorov MCSE.

MCSE bola založená v roku 1989 za účelom popularizácie astronómie čo najširšej verejnosti. Jej činnosť je nenahraditeľná. Ako hodnotíš súčasný stav amatérskej astronómie v Maďarsku?

Podľa mňa je to celosvetový unikát, že jedna záujmová organizácia, združujúca amatérov z celej krajiny (vyše 1 600 členov každoročne obnovuje svoje členstvo), dokáže vykonať také množstvo práce na poli popularizácie astronómie. Teda považujem to za dobré, hoci mnohí by boli prekvapení, keby vedeli, ako málo ľudí vykonáva také veľké množstvo práce. Žiaľ, situácia v spoločnosti nie je pre nás priaznivá, ľudia často sledujú len svoje vlastné záujmy a tie spoločenské sú vedľajšie. Samozrejme, aj tu sa nájdu výnimky, ale tendencia je, žiaľ, jednoznačná.

Považuješ sa za astronóma-pozorovateľa, alebo skôr za popularizátora?

Som taký pozorovateľ, ktorý dokáže jednoduchým spôsobom podať poznatky z astronómie ďalej širokému okruhu záujemcov.

Okrem tvojich článkov o najnovších aktualitách v mesačníku Meteor pravidelne píšeš aj do hvezdárskej ročenky, ktorú každoročne vydávate. Si tiež autorom dvoch kníh o asteroidoch a ich objavovaní. Predpokladám, že musíš i veľa čítať. Ktorá je tvoja obľúbená kniha?

Je to príbeh objavu Pluta, predpokladám, nie je nutné vysvetľovať prečo. V origináli sa kniha volá *Out of the darkness* (na Slovensku vydaná nebola) a autorom je samotný objaviteľ Clyde Tombaugh v spolupráci so svetoznámym anglickým astronómom Patrickom Moorom.

Máš obľúbený citát na astronomickú tému?

Mám. Vlastne to nie je citát, ale skôr princíp, ktorého by sa mal držať každý výskumník. Je to tzv. Occamova britva: ak pre konkrétny jav existuje viacero vysvetlení, vždy je správne to najjednoduchšie.

Na záver by ma zaujímalo, či by si vedel menovať niekoho spomedzi velikánov astronómie, ktorý ťa sprevádza na ceste za tajomstvami vesmíru a ktorý by mohol byť inšpiráciou aj pre čitateľov časopisu Kozmos.

Bolo ich viacero. Už spomínaný Tombaugh, alebo Edward Barnard a tiež viacerí ďalší, pre ktorých bolo pozorovanie hviezd koníčkom a napriek tomu sa dokázali niečím výnimočným presadiť, stali sa uznávaní aj medzi profesionálmi.

ŠTEFAN KÜRTI

EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Obloha na dlani

Ak názov projektu evokuje v čitateľovi paralelu s knihou, ktorú v roku 1981 vydal Obzor Bratislava, od autorov Eduarda Pitticha a Dušana Kalmančoka, nie je to náhoda. V dobe informačných technológií je názov projektu výstižný, lebo astronomické vedy sa prostredníctvom digitálnej techniky dostali do našich dlaní.

Obloha na dlani je názov projektu, ktorý realizuje hvezdáreň v Partizánskom v spolupráci s hvezdárňou vo Valašskom Meziříčí v rámci Operačného programu cezhraničnej spolupráce medzi Slovenskou republikou a Českou republikou v rokoch 2007 – 2013. Projekt je financovaný Európskou úniou, Európskym fondom regionálneho rozvoja a spolufinancovaný Trenčianskym samosprávnym krajom. Prvou aktivitou uvedeného projektu bol seminár s názvom *Kozmonautika a raketová technika* s tematickým zameraním Kozmické technológie – Astronómia z obežnej dráhy. Vzdelávací seminár sa uskutočnil koncom mesiaca november v priestoroch hvezdárne vo Valašskom Meziříčí. Seminár bol určený všetkým, ktorí sa zaujímajú o túto tému a chceli sa dozvedieť novinky z výskumu vesmíru. Prednášali poprední českí odborníci na kozmonautiku. So známych popularizátorov môžeme spomenúť Mgr. Antonína Víteka, CSc. Vo svojich dvoch prezentáciách poslucháčom priblížil prácu kozmonautov na palube Medzinárodnej vesmírnej stanice ISS od roku 2008 až po súčasnosť. Ing. Tomáš Přibyl, čitateľom Kozmosu istotne známy popularizátor kozmonautiky, porozprával účastníkom o ceste čínskej kozmonautiky ku hviezdam a o astronómii z obežnej dráhy. Druhá prednáška bola doplnená výstavou „Vesmírne observatóriá", čo bol príspevok Hvezdárne v Partizánskom do projektu *Obloha na dlani*. Ďalšie príspevky vo svojom obsahu zahrnovali témy o medicíne na orbite alebo lekárskom výskume na medzinárodnej vesmírnej stanici a jeho pozemských aplikáciách. V kultivovanej medicínskej prednáške MUDr. Pavla Bohačeka sa jasne formuloval prínos kozmonautiky pre človeka, ktorý objavuje vesmír preto, aby nakoniec objavil sám seba. Prednáška Ing. Csabu Borosa, Ph.D. *Hybridné raketové motory* priblížila záujemcom o kozmonautiku pohonné systémy, prostredníctvom ktorých sú vynášané telesá na nízku obežnú dráhu.

Na záver sobotňajšieho programu odznela prezentácia doktorandky Karolíny Macúchovej z ČVUT Praha, ktorá priblížila svoju účasť na praktickom kurze kozmonautiky. Súčasťou prezentácie bola i virtuálna návšteva európskych kozmických stredísk ktoré v rámci kurzu navštívila.

Zaujímavou prezentáciou Michala Václavíka, pracovníka Českej kozmickej kancelárie, bol projekt Európskej kozmickej agentúry – *Lunar Lander*, ktorý ponúka malým a stredným podnikateľom v Českej republike možnosť zúčastniť sa na európskom kozmickom výskume.

Medzi záujemcami o kozmonautiku a raketovú techniku boli aj účastníci zo Slovenskej republiky, konkrétne študenti zo stredných škôl v Partizánskom a Prievidzi. Lektorský podiel za Slovensko reprezentoval Jakub Kapuš, člen výkonnej rady, Slovenskej organizácie pre vesmírne aktivity (SOSA – z anglického názvu Slovak Organisation for Space Activities) http://kozmonautika.sk/. Jeho prednáška bola obsahovo zameraná na aktivity, ktoré uskutočnila SOSA, s cieľom zapojiť Slovensku republiku do Európskej kozmickej agentúry. V druhej časti prezentácie mali poslucháči možnosť virtuálne prejsť cestou realizácie zaujímavého projektu skBalloon. Cieľom projektu skBalloon je skonštruovanie a vypustenie tzv. „near-space" balóna, ktorý bude schopný letieť do stratosféry, t. j. do výšky asi 35 km, do oblasti nazývanej aj „blízkovesmírna", vyniesť rôzne prístroje, ako napríklad CCD kamery, detektory teploty, kozmického žiarenia a podobne. Jedná sa o zhotovenie funkčnej platformy, ktorá bude schopná vynášať vedecký aj komerčný náklad do priemernej výšky cca približne 40 kilometrov.

Projekt má prispieť najmä k vzbudeniu záujmu o vesmírne vedy medzi mládežou a širokou verejnosťou, pripomenúť dôležitosť kozmického výskumu v našom živote. Prednáška vzbudila záujem poslucháčov, ktorí mali množstvo otázok, čím sa prekročil časový dovolený limit určený na otázky.

Seminár venovaný kozmonautike a raketovej technike je úspešne za nami. Hvezdáreň v Partizánskom spolu so svojím zahraničným partnerom urobila prvý krok v realizácii projektu *Obloha na dlani*, ktorý je plný zaujímavých aktivít. Budeme o nich priebežne čitateľov Kozmosu informovať.

VLADIMÍR MEŠTER, Hvezdáreň v Partizánskom

Pre milovníkov a podporovateľov astronómie

Mnohí obyvatelia Hurbanova a blízkych obcí, či tí, ktorí sa v Hurbanove narodili, možno ani nevedia, že prvé svetlo sveta uzreli priamo v Paláci astrofyziky. Túto budovu na hlavnej ceste dal postaviť za účinnej podpory vtedajšej vlády zakladateľ hvezdárne v Hurbanove dr. Mikuláš Konkoly Thege. Po druhej svetovej vojne slúžila mestu ako pôrodnica, neskôr v nej boli umiestnené zdravotnícke zariadenia.

Palác astrofyziky bol slávnostne otvorený 28. júna 1913 a pôvodne slúžil na astronomické účely. V historickom parku sa v tom čase nachádzala len Konkolyho hvezdáreň založená v roku 1871. Prevádzková budova s planetáriom, Konkolyho múzeum a budova slnečného horizontálneho spektrografu vtedy ešte neexistovali.

Na prízemí Paláca astrofyziky sa nachádzala bohatá odborná knižnica, ktorá slúžila zároveň ako prednášková sieň, služobná miestnosť a hosťovská izba. Na poschodí bolo laboratórium s komparátorom a ďalšími vyhodnocovacími prístrojmi a štyri priestranné pracovne. Nad hlavnou vstupnou bránou do budovy bola vežovitá terasa, na ktorej sa vykonávali pozorovania meteorických rojov meteoroskopmi. V súčasnosti je budova v registri nehnuteľných národných kultúrnych pamiatok (287/3).

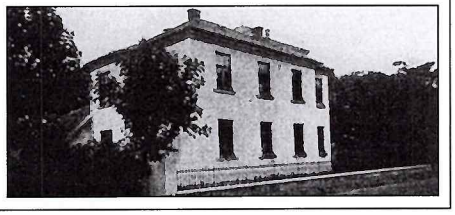
Spoločnosť Mikuláša Thege Konkolyho v snahe prispieť k obnove tohto zariadenia v súlade s koncepčným plánom mesta vyzýva svojich členov, priateľov a všetkých, ktorí sa v Paláci astrofyziky narodili, aj ich potomkov a príbuzných, aby využili možnosť poukázania 2 % zaplatenej dane z príjmov a poskytli tak podporu pre uskutočnenie tohto šľachetného cieľa.

Hvezdáreň v Hurbanove si v roku 2011 pripomenie 140. výročie svojho založenia. Pri tejto príležitosti navštívi Hurbanovo a areál hvezdárne tisícky domácich i zahraničných hostí. Možno ich poteší aj pohľad na obnovený Palác astrofyziky.

(Právnické a fyzické osoby, ktoré chcú darovať 2 % zo zaplatenej dane z príjmov za rok 2010 majú možnosť tak urobiť v určených lehotách darovacej sumy na účet vo VÚB č. 15537142/0200).

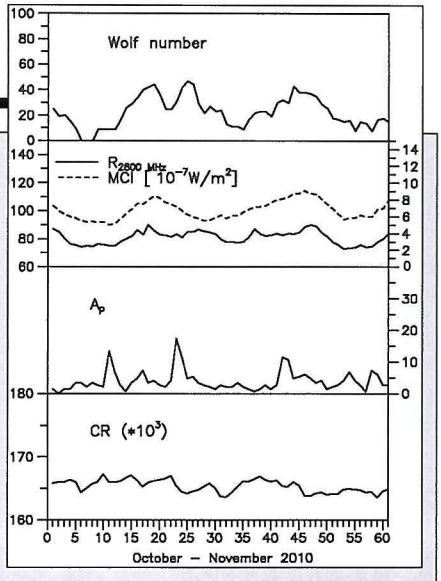
Ďakujeme Vám.

Spoločnosť Mikuláša Thege Konkolyho



Zborník referátov z 20. celoštátneho slnečného seminára (CSS)

V Kozmose č. 4/2010 bola uverejnená informácia o jubilejnom 20. CSS. V decembri 2010 publikovala SÚH zborník referátov z tohto seminára, ktorý dostali všetci účastníci seminára. Keďže zborník bol vydaný na DVD v obmedzenom náklade, pre ďalších záujemcov sú jednotlivé články dostupné on-line vo formáte PDF na adrese http://stara.suh.sk/obs/slnsem/obsahwww20.htm. Na rovnakom mieste sú dostupné aj staršie zborníky počnúc 15. CSS, pričom na prístup k nim treba v uvedenej internetovej adrese prepísať č. 20 na patričné poradové číslo CSS. -id-



Slnečná aktivita

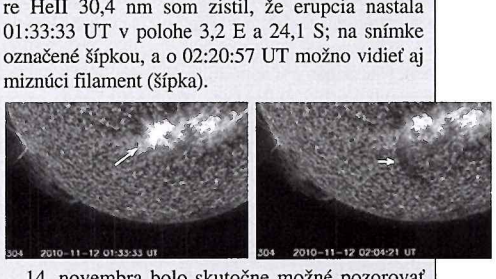
október – november 2010

Stále platí: slnečná aktivita určovaná podľa slnečných škvŕn je nízka, ako môžeme vidieť aj na grafe jej priebehu. Wolfovo číslo málokedy presahuje hodnotu 40. Je paradoxné, že teraz, keď sme sa dôkladne pripravili na všestranné pozorovanie slnečnej aktivity a na obežných dráhach je množstvo objektov (napr. SORCE, TIMED, SOHO, STEREO(2), GOES(2),SDO), Slnko sa „tvári" ako neškodná, pokojná hviezda. A veľmi zriedka môžeme pozorovať energetickejšie procesy. Neostáva nám iné, iba pozorovať a čakať…

V novembri t. r. pozorovali v severnom Nórsku časté polárne žiary. Na tom by nebolo nič zvláštne, v severnom Nórsku sú polárne žiary častý a bežný jav. Tá, o ktorej chcem informovať, bola predpovedaná, čo by tiež nebolo nič zvláštne, ale bola predpovedaná pomocou pozorovania miznúceho filamentu na SDO, čo je na tejto novej slnečnej družici po prvý raz.

12. novembra uverejnili internetové noviny *Universe Today:* ***Aurora Alert!*** Písali, že v ranných hodinách došlo na Slnku k erupcii mohutnosti C4 spojenej s miznúcim filamentom, ktorý smeruje k Zemi. Predpokladajú, že v období od 13. do 15. novembra sa môžu vyskytnúť polárne žiary.

Po prehliadke publikovaných snímok SDO v čiare HeII 30,4 nm som zistil, že erupcia nastala 01:33:33 UT v polohe 3,2 E a 24,1 S; na snímke označené šípkou, a o 02:20:57 UT možno vidieť aj miznúci filament (šípka).



14. novembra bolo skutočne možné pozorovať polárnu žiaru. Na obrázku, ktorý zhotovil O. C. Salomonsen v Tromso *(snímka dole)*, je vidieť polárnu žiaru medzi oblakmi. Tú istú polárnu žiaru nafotografoval aj kozmonaut D. Wheelock z družice ISS, z výšky 320 km *(na obálke)*. Na jeho obrázku je žiariaci zelený oblúk, koncentrický s obzorom Zeme. (Obidva obrázky možno nájsť na: http://www.universetoday.com/79389/breathtaking-recent-aurora-images-from-earth-and-space/. Toto žiarenie sa nazýva *svetlo nočnej oblohy* a vzniká vo výškach okolo 90 km, žiarením atómu OI vo vlnovej dĺžke 557,7 nm. Svietenie polárnej žiary z družice predstavuje prerušovaný oblúk v menšej výške. **Milan Rybanský**

Obloha v kalendári

február – marec 2011

Pripravil PAVOL RAPAVÝ **Všetky časové údaje sú v SEČ**

Zimná obloha je k nám tentokrát na úkazy skúpejšia. Jasnejšie kométy nebudú a hluché obdobie jej aj pre metorárov. Merkúr má však v marci najlepšie obdobie viditeľnosti v tomto roku a Saturn bude koncom marca nad obzorom už takmer celú noc. Trblietavú Venušu uvidíme ráno a Jupiter večer, ich viditeľnosť sa však skracuje. Po nove zaujme uzučký kosáčik Mesiaca. Lovci objektov sa možno koncom marca podujmú aj na populárny Messierov maratón.

Planéty

Merkúr vychádza na začiatku občianskeho súmraku ako objekt –0,4 mag. Hneď v prvé februárové ráno bude 5° vpravo hore aj tenučký kosáčik Mesiaca, necelé dva dni pred novom. V ďalších dňoch sa jeho uhlová vzdialenosť od Slnka bude zmenšovať (25. 2. je v hornej konjunkcii) a bude teda nepozorovateľný. Po konjunkcii sa presunie na večernú oblohu a 9. 3. bude v tesnej konjunkcii (0,3°) s Uránom. Obe planéty sa môžeme pokúsiť nájsť ďalekohľadom na súmrakovej oblohe, na konci občianskeho súmraku budú vo výške 4° a ich uhlová vzdialenosť bude len 21'. Merkúr bude mať –1,3 a Urán 5,9 mag. Merkúr sa medzi hviezdami pohybuje smerom na východ a 15. 3. sa priblíži k Jupiterovi na 2°. V tomto prípade by sme mali obe planéty nájsť bez väčších problémov, aj keď nepoužijeme triéder. Večerná viditeľnosť sa stále zlepšuje, 23. 3. je v najväčšej východnej elongácii (18,6°). Sú to najlepšie pozorovacie podmienky v tomto roku. Dobrú viditeľnosť si zachová až takmer do konca marca. 29. 3. je ešte od Slnka uhlovo vzdialený 16° a sklon ekliptiky k obzoru je dostatočný, no jeho jasnosť bude už len 1,3 mag (fáza 0,18).

Nasledujúce dni jeho jasnosť prudko klesá a zanikne na presvetlenej oblohe, 9.4. je v dolnej konjunkcii.

5.3. bude predpoludním v nevýraznej konjunkcii s mladučkým Mesiacom, no zapadá koncom občianskeho súmraku, takže sa obe telesá budú strácať na presvetlenej oblohe.

Venuša (–4,3 až –4,0 mag) je na rannej oblohe, vzhľadom na svoju jasnosť bude neprehliadnuteľná. Jej viditeľnosť sa pomaličky skracuje, koncom marca vychádza už len počas nautického súmraku.

1.3. bude v pomerne tesnej (0,7°) konjunkcii s Mesiacom, a tak ráno budú nádhernou ozdobou východného obzoru. Ich ďalšie priblíženie 31. 3. už bude v účtivejšej vzdialenosti, no aj v tomto prípade zaujmú už na prvý pohľad. 27. 3. pred východom Slnka, ešte počas súmraku sa pozrime ďalekohľadom na Venušu a len 12' vyššie by sme mohli uvidieť aj Neptún.

Mars (1,1 – 1,2 mag) je 4. 2. v konjunkcii so Slnkom, a teda nie je pozorovateľný. Po konjunkcii sa síce presunie na rannú oblohu, koncom marca je v elongácii 12°, no vychádza len krátko pred Slnkom. Lepšie pozorovacie podmienky nastanú až v druhej polovici roka.

Jupiter (–2,2 až –2,1 mag) sa presúva východne súhvezdím Rýb (25. 2. – 8. 3. je vo Veľrybe). Svojou jasnosťou bude skrášľovať večernú oblohu, no jeho viditeľnosť sa skracuje, uhlovo sa približuje k Slnku. Začiatkom poslednej marcovej dekády sa začne strácať vo večernom súmraku a 6. 4. je v konjunkcii so Slnkom.

7. 2. je v nevýraznej konjunkcii s Mesiacom a podobná situácia sa zopakuje presne o mesiac 7. 3. 15. 3. vytvorí peknú dvojicu s Merkúrom (–1 mag). Pohľad na obe planéty triédrom bude nádherný a toto priblíženie iste zaujme aj majiteľov fotoaparátov.

Jeho vlastný pohyb medzi hviezdami si môžeme všimnúť okolo 24. 2. keď sa bude presúvať 23' popod hviezdu 44 Psc (5,8 mag) a 10. 3. 16' popod červenú SAO 109315 (6,4 mag).

Triédrom uvidíme jeho štyri najjasnejšie mesiace, v ďalekohľade ho uvidíme ako sploštený kotúčik a pri dostatočnom zväčšení aj jeho oblačné pásy a Veľkú červenú škvrnu.

Saturn (0,6 – 0,4 mag) v Panne má zlepšujúce sa podmienky viditeľnosti, nakoľko je 4. 4. v opozícii. Začiatkom februára vychádza necelé dve hodiny pred polnocou, koncom marca je už pozorovateľný počas celej noci. Má zápornú deklináciu a tak aj pri kulminácii dosiahne výšku len 38° nad obzorom.

Jeho vlastný pohyb medzi hviezdami západným smerom si môžeme dobre všimnúť pred polovicou marca, keď bude prechádzať medzi hviezdami 44 Vir (5,8 mag) a 46 Vir (6,1 mag).

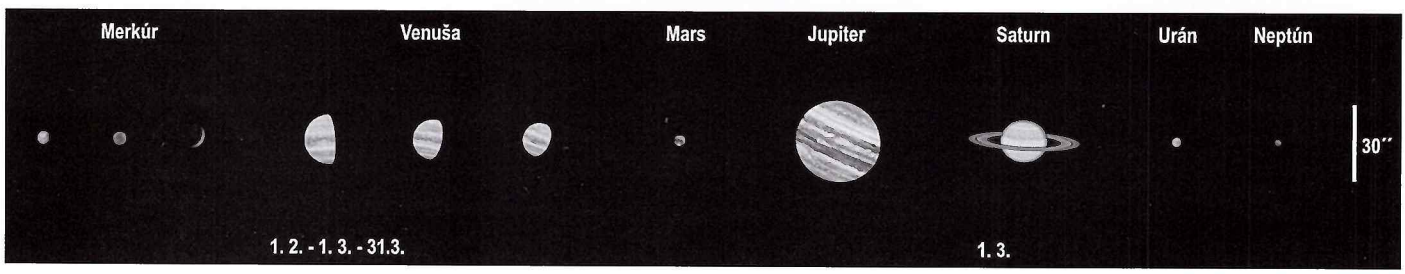
Konjunkcie s Mesiacom 21. 2. a 20. 3. sú len nevýrazné vo vzdialenosti 8°.

Na jeho mohutné prstence sú dostatočne široké, pozeráme sa na ne zo severnej strany. Ich šírka sa

Zákryty hviezd Mesiacom (február – marec 2011)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
11. 2.	23 50 54	D	4982	5,9	+79N	67	–3	–51
12. 2.	19 25 17	D	5917	6,0	+63S	109	86	–94
13. 2.	23 55 23	D	7437	6,0	+87S	91	17	–85
16. 2.	1 56 38	D	11657	5,0	+40N	46	61	–13
22. 2.	23 15 36	R	20178	5,8	+87N	294	35	42
25. 2.	1 41 11	R	22283	4,8	+68N	301	42	36
26. 2.	2 33 1	D	23426	3,2	–34S	149	13	–11
26. 2.	3 16 0	R	23426	3,2	+37S	220	116	134
10. 3.	17 20 52	D	4355	5,2	+71N	55	87	16
13. 3.	21 40 24	D	8632	3,2	+57N	58	67	–30
13. 3.	22 23 53	R	8632	3,2	–31N	330	–19	–161
14. 3.	17 3 0	D	10368	3,6	+41S	145	84	–117
14. 3.	18 2 17	R	10368	3,6	–57S	243	119	89
20. 3.	22 31 16	R	18902	6,0	+88S	308	63	–17
26. 3.	1 31 17	R	24338	4,8	+20N	340	–4	–77
26. 3.	2 44 28	D	24456	5,5	–25S	155	56	–66
26. 3.	3 13 22	R	24456	5,5	+18S	198	113	153

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



v priebehu týchto dvoch mesiacov zmenší zo 7,3 na 6,6".

Urán (5,9 mag) v Rybách je nad obzorom večer v blízkosti Jupitera, uhlovo sa však približuje k Slnku a tak obdobie jeho pozorovateľnosti končí začiatkom marca. V prvý jarný deň je v konjunkcii so Slnkom a o deň neskôr je od Zeme naďalej 21,083 AU). Nad východným obzorom ho nájdeme až v polovici mája.

6. 2. je v nevýraznej konjunkcii s Mesiacom a 9. 3. v tesnom priblížení s Merkúrom.

13. 3. uplynie 230 rokov od objavenia tejto planéty Wiliamom Herschelom vo východnej časti Býka. Bola to prvá planéta objavená ďalekohľadom.

Neptún (8,0 mag) vo Vodnárovi je nepozorovateľný, zapadá krátko po Slnku a 17. 2. je s ním v konjunkcii. 18. 2. je od nás najďalej – 31 AU. Po konjunkcii sa presunie na rannú oblohu, koncom marca vychádza na začiatku nautického súmraku. 27. 3. bude v tesnej konjunkcii s Venušou.

Mladý Mesiac nám môže spríjemniť večernú súmrakovú oblohu 4. 2. Pol hodiny po západe Slnka, na konci občianskeho súmraku, ho nájdeme vo výške 10° a v rovnakom azimute ako zapadlo Slnko. Prekvapí nás jeho uzučký kosáčik (šírka menej ako 1', osvetlených len 2,2 %), Mesiac bude 37,8 hodín po nove.

Podobná situácia sa zopakuje 6. 3., Mesiac (3 %) nájdeme vo výške 13° (44,3 hodiny po nove).

Trpasličie planéty

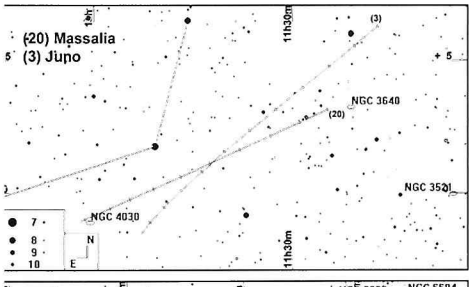
(1) Ceres (8,9 – 9,3 mag) sa presunie z Kozorožca do Vodnára. Po januárovej konjunkcii so Slnkom sa uhlovo vzďaľuje od Slnka, koncom marca bude v elongácii 37°. Jej deklinácia je záporná a tak aj koncom tohto obdobia vychádza len počas občianskeho súmraku, je teda nepozorovateľná.

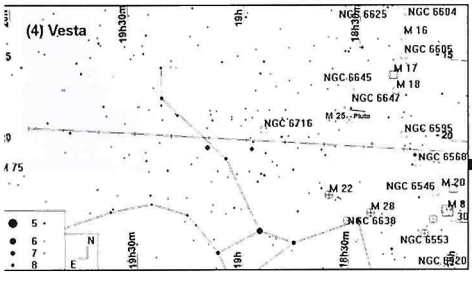
(134340) Pluto (14,3 – 14,2 mag) sa pohybuje v Strelcovi východným smerom, jeho pohyb medzi hviezdami sa spomaľuje, 9. 4. bude stacionárny. Jeho ranná viditeľnosť sa zlepšuje, uhlovo sa od Slnka vzdiali z 26 na 92°. V polovici marca prejde 1,7' južne od červenej hviezdy SAO 161540 (5,6 mag) a dostane sa do severných okrajových častí otvorenej hviezdokopy M 25 (4,6 mag).

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
Efemerida (134340) Pluto				
1. 2.	$18^h26,2^m$	–18°48,9'	14,3	35,6
11. 2.	$18^h27,4^m$	–18°48,3'	14,3	45,4
21. 2.	$18^h28,5^m$	–18°47,3'	14,3	55,2
3. 3.	$18^h29,4^m$	–18°46,4'	14,3	65,0
13. 3.	$18^h30,1^m$	–18°45,6'	14,3	4,8
23. 3.	$18^h30,6^m$	–18°44,8'	14,2	84,6

Asteroidy

V opozícii do 11 mag budú: (44) Nysa (10. 2.; 8,9 mag), (89) Julia (11. 2.; 10,5 mag), (202) Chryseis (15. 2.; 11,0 mag), (17) Thetis (21. 2.; 10,9 mag), (139) Juewa (10. 3.; 10,4 mag), (3) Juno (12. 3.; 8,9 mag), (20) Massalia (15. 3.; 8,8 mag), (18) Melpomene (17. 3.; 10,2 mag), (52) Europa (26. 3.; 10,5 mag). Najjasnejším asteroidom je (4) Vesta (7,9 – 7,6 mag) v Strelcovi, podmienky jej pozorovateľnosti sa zlepšujú.





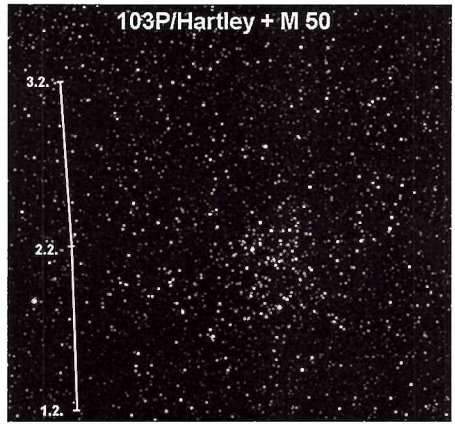
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
Efemerida asteroidu (4) Vesta			
1. 2.	$18^h06,0^m$	–20°42,6'	7,8
6. 2.	$18^h16,8^m$	–20°45,5'	7,8
11. 2.	$18^h27,6^m$	–20°45,9'	7,8
16. 2.	$18^h38,3^m$	–20°43,7'	7,8
21. 2.	$18^h48,8^m$	–20°39,2'	7,8
26. 2.	$18^h59,1^m$	–20°32,5'	7,8
3. 3.	$19^h09,3^m$	–20°23,8'	7,8
8. 3.	$19^h19,4^m$	–20°13,3'	7,7
13. 3.	$19^h29,2^m$	–20°01,1'	7,7
18. 3.	$19^h38,8^m$	–19°47,6'	7,7
23. 3.	$19^h48,1^m$	–19°32,8'	7,7
28. 3.	$19^h57,2^m$	–19°17,2'	7,6
Efemerida asteroidu (20) Massalia			
1. 2.	$12^h01,9^m$	–01°03,2'	9,8
6. 2.	$12^h01,2^m$	–00°58,7'	9,7
11. 2.	$11^h59,7^m$	–00°48,8'	9,6
16. 2.	$11^h57,4^m$	–00°33,9'	9,5
21. 2.	$11^h54,5^m$	–00°14,2'	9,4
26. 2.	$11^h51,0^m$	+00°09,6'	9,3
3. 3.	$11^h46,9^m$	+00°37,0'	9,2
8. 3.	$11^h42,5^m$	+01°06,9'	9,1
13. 3.	$11^h37,9^m$	+01°38,2'	8,9
18. 3.	$11^h33,3^m$	+02°09,8'	9,0
23. 3.	$11^h28,9^m$	+02°40,5'	9,2
28. 3.	$11^h24,7^m$	+03°09,5'	9,3

(20) Massalia (15. 3.; 8,8 mag), (18) Melpomene (17. 3.; 10,2 mag), (52) Europa (26. 3.; 10,5 mag). Najjasnejším asteroidom je (4) Vesta (7,9 – 7,6 mag) v Strelcovi, podmienky jej pozorovateľnosti sa zlepšujú.

(20) Massalia začne svoju dráhu medzi hviezdami na okraji slabej galaxie UGC 7011 (15,1 mag) a 7. 2. prejde 12' severne od jasnejšej NGC 4030 (11,4 mag). Tri dni pred koncom marca bude v skupinke zaujímavých galaxií, z ktorých tvarom, s priečkou, vynikne NGC 3664 (13,2 mag).

(52) Europa (11,3 mag) bude 5. 2. 14' od galaxie NGC 4845 (12,1 mag) a tak pri použití dlhšieho ohniska je možné získať zaujímavú sériu obrázkov.

Kométy



Jasnejšie kométy na oblohe tentokrát, žiaľ, nenájdeme. Skvelá 103P/Hartley, ktorá skrášľovala oblohu v minulom období, sa nám definitívne stratí z dosahu menších ďalekohľadov. Hneď začiatkom februára bude 0,5° od otvorenej hviezdokopy M 50 (5,9 mag), no to už bude mať 12 mag; vzďaľuje sa od Zeme a slabne.

9P/Tempel má síce až do polovice februára ešte pod 12 mag, no pohybuje sa v záporných deklináciách. Začiatkom nautického súmraku je len tesne nad obzorom.

Meteory

Aktivita rojov je mimoriadne nízka, v činnosti nie je žiaden s vyššou frekvenciou. Z pracovného zoznamu IMO boli vyradené aj δ Leonidy, ktoré majú maximum 22. 2. Prepočítaná frekvencia u nich dosahuje len 3 meteory za hodinu a obloha bude navyše presvetlená Mesiacom po splne. **PAVOL RAPAVÝ**

Tabuľky východov a západov (február – marec 2011)

Slnko

			Súmrak					
			Občiansky		Nautický		Astronomický	
	Vých.	Záp.	zač.	kon.	zač.	kon.	zač.	kon.
1. 2.	7:10	16:38	6:36	17:12	5:58	17:50	5:22	18:26
6. 2.	7:02	16:46	6:29	17:20	5:52	17:57	5:16	18:33
11. 2.	6:55	16:54	6:22	17:27	5:45	18:04	5:09	18:40
16. 2.	6:46	17:03	6:14	17:35	5:38	18:11	5:01	18:47
21. 2.	6:37	17:11	6:06	17:43	5:30	18:19	4:53	18:55
26. 2.	6:28	17:19	5:57	17:50	5:21	18:26	4:44	19:03
3. 3.	6:18	17:27	5:47	17:58	5:11	18:34	4:35	19:10
8. 3.	6:08	17:34	5:38	18:05	5:01	18:41	4:24	19:18
13. 3.	5:58	17:42	5:28	18:13	4:51	18:49	4:14	19:27
18. 3.	5:48	17:49	5:17	18:20	4:40	18:57	4:03	19:35
23. 3.	5:38	17:57	5:07	18:28	4:29	19:05	3:52	19:43
28. 3.	5:28	18:04	4:56	18:35	4:18	19:13	3:40	19:52

Mesiac

	Východ	Západ
1. 2.	6:03	15:09
6. 2.	7:53	20:37
11. 2.	9:50	0:56
16. 2.	14:54	5:19
21. 2.	21:51	7:33
26. 2.	2:37	10:54
3. 3.	5:22	16:19
8. 3.	6:58	21:40
13. 3.	10:08	1:44
18. 3.	16:31	4:41
23. 3.	23:21	7:08
28.3.	2:37	12:00

Jupiter

	Východ	Západ
1. 2.	9:02	21:04
6. 2.	8:44	20:50
11. 2.	8:26	20:36
16. 2.	8:08	20:22
21. 2.	7:51	20:08
26. 2.	7:34	19:55
3. 3.	7:16	19:42
8. 3.	6:58	19:29
13. 3.	6:41	19:15
18. 3.	6:23	19:02
23. 3.	6:06	18:49
28. 3.	5:49	18:35

Merkúr

	Východ	Západ
1. 2.	6:33	15:04
6. 2.	6:39	15:25
11. 2.	6:43	15:49
16. 2.	6:45	16:16
21. 2.	6:44	16:46
26. 2.	6:42	17:18
3. 3.	6:38	17:52
8. 3.	6:32	18:27
13. 3.	6:25	19:01
18. 3.	6:14	19:28
23. 3.	6:01	19:43
28. 3.	5:43	19:42

Saturn

	Východ	Západ
1. 2.	22:16	9:46
6. 2.	21:57	9:27
11. 2.	21:36	9:07
16. 2.	21:16	8:47
21. 2.	20:55	8:27
26. 2.	20:33	8:07
3. 3.	20:12	7:47
8. 3.	19:51	7:27
13. 3.	19:30	7:06
18. 3.	19:08	6:46
23. 3.	18:46	6:25
28. 3.	18:24	6:05

Venuša

	Východ	Západ
1.2.	4:18	13:04
6. 2.	4:24	13:07
11. 2.	4:29	13:12
16. 2.	4:33	13:18
21. 2.	4:36	13:25
26. 2.	4:38	13:34
3. 3.	4:39	13:44
8. 3.	4:38	13:54
13. 3.	4:36	14:06
18. 3.	4:32	14:18
23. 3.	4:28	14:30
28. 3.	4:23	14:43

Urán

	Východ	Západ
1. 2.	8:52	20:44
6. 2.	8:33	20:25
11. 2.	8:14	20:07
16. 2.	7:55	19:49
21. 2.	7:36	19:31
26. 2.	7:16	19:13
3. 3.	6:57	18:54
8. 3.	6:38	18:36
13. 3.	6:18	18:18
18. 3.	6:00	18:00
23. 3.	5:41	17:42
28. 3.	5:22	17:24

Mars

	Východ	Západ
1. 2.	7:20	16:36
6. 2.	7:10	16:38
11. 2.	7:00	16:40
16. 2.	6:49	16:42
21. 2.	6:37	16:45
26. 2.	6:26	16:47
3. 3.	6:14	16:49
8. 3.	6:03	16:51
13. 3.	5:51	16:53
18. 3.	5:39	16:55
23. 3.	5:26	16:57
28. 3.	5:14	16:59

Neptún

	Východ	Západ
1. 2.	7:51	17:59
6. 2.	7:32	17:41
11. 2.	7:13	17:22
16. 2.	6:53	17:03
21. 2.	6:34	16:45
26. 2.	6:15	16:26
3. 3.	5:56	16:07
8. 3.	5:37	15:49
13. 3.	5:17	15:30
18. 3.	4:58	15:12
23. 3.	4:38	14:53
28. 3.	4:19	14:34

Kalendár úkazov a výročí (február – marec 2011)

1. 2.	18,1	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 3° juž.)
3. 2.	3,5	Mesiac v nove
3. 2.		45. výročie (1966) pristátia Luny 9 na Mesiaci
3. 2.		Čínsky nový rok (rok Zajaca)
3. 2.		90. výročie (1921) narodenia R. A. Alphera
4. 2.		105. výročie (1906) narodenia C. Tombaugha
4. 2.	17,8	Mars v konjunkcii so Slnkom (Mars 1° južne)
6. 2.	22,5	konjunkcia Mesiaca s Uránom (Urán 5,4° južne)
7. 2.	0,2	Mesiac v odzemí (405 923 km)
7. 2.		90. výročie (1921) narodenia S. B. Pikeľnera
7. 2.	6,2	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 5,5° juž.)
10. 2.		asteroid (44) Nysa v opozícii (8,9 mag)
10. 2.		100. výročie (1911) narodenia M. V. Keldyša
11. 2.	8,3	Mesiac v prvej štvrti
11. 2.		100. výročie (1911) narodenia C. K. Seyferta
11. 2.		asteroid (89) Julia v opozícii (10,5 mag)
12. 2.		10. výročie pristátia sondy NEAR na Erose
12. 2.	20,8	Aldebaran v konjunkcii s Mesiacom (Aldebaran 6,9° južne)
15. 2.		asteroid (202) Chryseis v opozícii (11,0 mag)
17. 2.	10,9	Neptún v konjunkcii so Slnkom
17. 2.		810. výročie (1201) narodenia at, Mohameda N. Tusiho
17. 2.	18,7	Merkúr v odzemí (1,394 AU)
18. 2.	9,6	Mesiac v splne
18. 2.		Neptún v odzemí (31,000 AU)
19. 2.	8,4	Mesiac v prízemí (358 251 km)
19. 2.		25. výročie (1986) štartu orbitálnej stanice Mir
21. 2.	14,1	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 8,2° severne)
21. 2.		asteroid (17) Thetis v opozícii (10,9 mag)
21. 2.	22,8	Spica v konjunkcii s Mesiacom (Spica 3,2° sev.)
25. 2.	0,4	Mesiac v poslednej štvrti
25. 2.	9,8	Merkúr v hornej konjunkcii
25. 2.		110. výročie (1901) narodenia V. V. Šaronova
26. 2.		225. výročie (1786) narodenia F. Araga
27. 2.		140. výročie (1871) narodenia J. A. Steina
1. 3.	2,9	konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 0,7° juž.)
1. 3.		45. výročie (1966) dopadu Venery 3 na Venušu
1. 3.	15,0	Mars v prísln (1,381 AU)
3. 3.		75. výročie (1936) narodenia P. Paľuša
4. 3.	21,8	Mesiac v nove
5. 3.	11,6	Merkúr v konjunkcii s Mesiacom (Merkúr 5,5° juž.)
6. 3.	8,8	Mesiac v odzemí (406 583 km)
7. 3.	2,3	konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 5,3° juž.)
9.3.		50. výročie (1961) Sputnika 9 (figurína a pes Černuška)
9. 3.	16,9	konjunkcia Merkúra s Uránom (Urán 0,3° južne)
9. 3.		200. výročie (1811)narodenia A. N. Saviča
9. 3.		25. výročie (1986) obletu kométy Halley (sonda Vega 2)
10. 3.		25. výročie (1986) obletu kométy Halley (sonda Sakigake)
10. 3.		asteroid (139) Juewa v opozícii (10,4 mag)
11. 3.		200. výročie (1811) narodenia U. Leverriera
12. 3.		asteroid (3) Juno v opozícii (8,9 mag)
13. 3.	0,8	Mesiac v prvej štvrt
13. 3.		230. výročie (1781) objavenia Uránu (W. Herschel
13. 3.		230. výročie (1781) narodenia J. J. Littrow
13. 3.		25. výročie (1986) obletu kométy Halley (sonda Giotto)
15. 3.		asteroid (20) Massalia v opozícii (8,8 mag)
15. 3.	21,4	konjunkcia Jupitera s Merkúrom (Merkúr 2° sev.)
16. 3.		Merkúr v prísln (0,307 AU)
16. 3.		45. výročie (1966) štartu Gemini 8 (N. Armstrong, D. Scott)
16. 3.		85. výročie (1926) prvej rakety na tekuté palivo (R. Goddard)
16. 3.		Jupiter v prísln (4,948 AU)
17. 3.		asteroid (18) Melpomene v opozícii (10,2 mag)
17. 3.	19,8	Regulus v konjunkcii s Mesiacom (Regulus 5,4° severne)
17. 3.		75. výročie (1936) narodenia J. Grygara
18. 3.		trpasličia planéta (36472) Makemake najbližšie k Zemi (51,335 AU)
19. 3.	19,2	Mesiac v splne
19. 3.	20,1	Mesiac v prízemí (356578 km)
20. 3.	18,8	konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 8° sev.)
21. 3.	0,4	jarná rovnodennosť
21. 3.	13,4	Urán v konjunkcii so Slnkom
22. 3.		Urán v odzemí (21,083 AU)
23. 3.	2,2	Merkúr v najväčšej východnej elongácii (18,6°)
25. 3.		15. výročie (1996) priblíženia kométy Huakutake k Zemi (0,1 AU)
25. 3.		50. výročie (1961) Sputnika 10 (Zvezdočka)
26. 3.	13,1	Mesiac v poslednej štvrti
26. 3.		asteroid (52) Europa v opozícii (10,5 mag)
27. 3.	2,0	začiatok letného času
27. 3.	2,5	konjunkcia Venuše s Neptúnom (Neptún 0,2° juž.)
30. 3.	18,2	Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať spätne
30. 3.	23,6	konjunkcia Mesiaca s Neptúnom (Neptún 4,3° juž.)
31. 3.	7,5	konjunkcia Mesiaca s Venušou (Venuša 4,8° juž.)
31. 3.		80. výročie (1931)narodenia J. Krempaského
31. 3.		200. výročie (1811) narodenia R. W. Bunsena
31. 3.		45. výročie (1966) štartu Luny 10
2. 4.	10,0	Mesiac v odzemí (406 657 km)
3. 4.	15,5	Mesiac v nove
3. 4.		asteroid (196) Philomela v opozícii (10,9 mag)
4. 4.	0,9	Saturn v opozícii
4. 4.	1,2	Saturn v prízemí (8,614 AU)
4. 4.	11,1	konjunkcia Mesiaca s Merkúrom (Merkúr 0,7° južne)
6. 4.		Jupiter v konjunkcii so Slnkom
6. 4.		asteroid (11) Parthenope v opozícii (9,9 mag)

Percentá pre oblohu

Opäť prichádza čas rozhodovania o 2 % z daní. Slovenský zväz astronómov amatérov sa snaží zmysluplne využívať zdroje, ktoré takto získava. Nie sú to len všeobecne známe vzdelávacie aktivity a popularizácia astronómie prostredníctvom pozorovaní, prednášok, výstav, projektov a webových stránok. Stretnutie členov SZAA z celého Slovenska z príležitosti 40. výročia jeho založenia v tomto roku ukázalo významný posun jeho činnosti v prospech spoločnosti v oblasti, o ktorú sa štát nestará. Svetelné znečistenie je horúca globálna téma, plíživo sa nám zakráda do života, ovplyvňuje naše zdravie, biodiverzitu, ekonomiku a my nebadane a pomaly, najmä v mestách, zabúdame, ako vyzerá hviezdna obloha. SZAA vyvíja v posledných rokoch veľké úsilie v osvete svetelného znečistenia vydávaním a bezplatnou distribúciou materiálov, organizovaním fotosúťaže *Svieťme si na cestu, nie na hviezdy*, medzinárodnou spoluprácou, úsilím o legislatívne zmeny. Veľkým aj medializovaným úspechom bolo vyhlásenie prvého Parku tmavej oblohy Poloniny 3. 12. na Slovensku a to v rámci Medzinárodného roka biodiverzity. Z 2 % boli zakúpené merače jasu oblohy, ďalšie aktivity však už boli financované z projektov. V jednom z vydaných materiálov bolo i jednoduché, ale účinné zdôvodnenie týchto aktivít. Aby sa nás raz deti nemuseli pýtať: „Oco, mama, ako vyzerajú hviezdy...?".

Právo vidieť oblohu je aj v Deklarácii ľudských práv pre budúce generácie (konferencia UNESCO, La Laguna, Kanárske ostrovy, 1994): „Budúce generácie majú právo na nezničenú a neznečistenú Zem, vrátane práva na čistú oblohu".

Toto právo je základnou podmienkou pre vnímanie ľudskej existencie v kontexte vesmíru. Čaro pohľadu na hviezdnu oblohu si nesieme v sebe možno od detstva, ale celý život nás núti zamýšľať sa nad naším miestom vo vesmíre. „Dve veci napĺňajú moju myseľ vždy novým a vzrastajúcim obdivom a hlbokou úctou: hviezdnaté nebo nado mnou a morálny zákon vo mne," povedal európsky osvietenec a filozof Immanuel Kant pred 200 rokmi. Má ho vyrytý aj na náhrobku ako odkaz. Kto vie, čo by dodal dnes.

SZAA sa ako združenie astronómov amatérov má k pohľadu na hviezdne nebo vrúcny vzťah a posledné roky sa mimoriadne snaží o to, aby toto dedičstvo tu zostalo aj pre budúce generácie. To všetko robí však len z 2 % a projektov, bez nároku na odmenu, len z nadšenia. Pomôžte aj vy svojimi percentami... Ďakujeme!

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

DR

Svieťme si na cestu, nie na hviezdy

Fotografická súťaž *Svieťme si na cestu, nie na hviezdy 2010* (Kozmos 1/2010) je úspešne za nami. Porota, zložená zo zástupcov vyhlasujúcich organizácií (Slovenský zväz astronómov amatérov, Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV, Slovenská ústredná hvezdáreň) a hlavného sponzora (Tromf Banská Bystrica) mala neľahkú úlohu.

Súťaže sa zúčastnilo 30 autorov, ktorí zaslali 269 snímok. Je to o niečo menej ako vlani, no úroveň súťažných prác bola vyššia a tak nastala dilema, ako oceniť len 3 snímky v každej kategórii.

Vzhľadom na súčasný stav svetelného znečistenia bolo najviac prác (120) v kategórii Ako nesvietiť a najmenej (59) v kategórii Správne svetlo. Veď toho správneho osvetlenia je ako šafránu, nehľadá sa ľahko.

Po dlhom zvažovaní dospela porota k takémuto poradiu.

1. kategória: Ako nesvietiť
1. Daniela Rapavá: Krájanie oblohy
2. Luboš Paukeje: Televízna veža - Berlín
3. Tomáš Pavlík: Ufoňácke svetielka

2. kategória: Správne svetlo
1. Viktória Soltészová: Pred polnocou
2. Lukáš Sobin: Nočná stanica
3. Pavol Rapavý: Hodina Zeme (seriál, 2 fotky)

3. kategória: Variácie svetla a tmy
1. Peter Kováč: Hradná pani (seriál, 2 fotky)
2. Jan Kondziolka: Božská tma (seriál, 2 fotky)
3. Branislav Beliancin: Jeden z miliárd

Mimosúťažné uznanie poroty
Jan Kondziolka: Zlepšení osvětlení (seriál, 5 fotiek)

Všetkým autorom ďakujeme a tešíme sa na ďalšie práce v budúcej, už medzinárodnej, fotosúťaži.

P. Begeni

V roku 2011 je vyhlásený **1. ročník medzinárodnej Česko – Slovenskej fotografickej súťaže Svieťme si na cestu ... nie na hviezdy**. Hlavnými vyhlasovateľmi sú Slovenská ústredná hvezdáreň a Česká astronomická společnost, spolupracujúcimi organizáciami Západočeská pobočka České astronomické společnosti, Slovenský zväz astronómov amatérov – Hvezdáreň v Rimavskej Sobote a Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV. Sponzormi sú Tromf Banská Bystrica, Supra Praha, společnost Astropis a súťaž bude podporená aj Agentúrou na podporu výskumu a vývoja, zmluva č. LPP-0059-09.

Kategórie ostanú zachované, pribudne cena diváka.

Podrobnejšie informácie o fotosúťaži sú na stránkach http://svetelneznecistenie.sk/ a http://www.astro.cz/.

(Výber zo súťažných fotografií uverejníme v Kozmose 2/2011.)

Park tmavej oblohy Poloniny

Len pred niekoľkými rokmi sa skupina nadšencov zo SZAA a neskôr aj SAS začala venovať problematike svetelného znečistenia, vydávali sa prvé materiály, nadväzovali kontakty.

Pri pohľade na mapu svetelného znečistenia Slovenska zaujme severovýchodný cíp, kde je obloha v noci najtmavšia, takmer ešte blízka prírodným podmienkam. Tu je jeden z klenotov našej prírody – Národný park Poloniny, a tak akosi prirodzene sa ponúkla myšlienka vzniku oblasti, ktorá by chránila krásy nočnej oblohy.

Na úvodnej konferencii cezhraničného projektu Karpatské nebo v októbri 2009 v Humennom som mal prednášku o svetelnom znečistení. Medzi poslucháčmi boli aj pracovníci Správy NP Poloniny. Téma ich nadchla, vypýtali si prezentáciu, slovo dalo slovo. Idea je jedna vec, realizácia druhá. Ale ako sa hovorí, kde je vôľa, tam je aj cesta.

Plánov bolo veľa, nadšenia tiež, financie však žiadne. V jarných mesiacoch sme však získali grant Nadácie Orange, ktorého cieľom bolo, okrem iného, aj postavenie informačno-propagačnej tabule nad vodnou nádržou Starina. Park sme chceli, no nemali sme určený presnejší termín, čiže všetko ešte „v rovniciach veľa neznámych".

Začiatkom septembra bola v Kaposvári konferencia IDA (10th European Symposium for the Protection of the Night Sky). Po príchode mi Peter Begeni jednoducho oznámil, že Park vyhlásiť nie je problém, že je to jednoduché, že sa o tom rozprával s Pavlom Suchanom...

Na jednom z astropraktík (Sninské rybníky, Kolonica) sme jednoducho určili termín a tak sa to už vlastne zastaviť ani nedalo. V tom čase sme však netušili, čo všetko nás čaká. Navrhované územie sme rozšírili tak, aby doň bolo začlenené aj Kolonické sedlo, kde je vysunuté pracovisko Vihorlatskej hvezdárne v Humennom s najväčším ďalekohľadom na Slovensku, rozostavaným planetáriom a dobrými podmienkami aj pre vážnych záujemcov o krásy hviezdnej oblohy.

Jednania s partnermi boli príjemné a konštruktívne, veď všetkým išlo o dobrú vec. Našimi ďalšími spojencami sa stal Astronomický ústav SAV a Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach. Bolo nutné vymyslieť logo, vydať propagačný materiál, pripraviť mapové podklady, web, získať súhlasy starostov, materiály na otvorenie a pre rozveselenie a trocha recesie aj škatuľky s „pravou tmou z Polonín" (aj s návodom na použitie)...

Deň „D" bol 3. december – Eurohotel Vihorlat v Snine. Slávnostné vyhlásenie bolo začlenené do programu medzinárodnej konferencie cezhraničného projektu Karpatské nebo. V predvečer otvorenia (samozrejme, počas astronomickej noci) sme sa vydali za daždivého počasia do Národného parku s cieľom naplniť „pravou tmou" pripravené krabičky.

Pod strieškou autobusovej zastávky sme začali s plnením – samozrejme, v úplnej tme. Chvíľku nám to trvalo, veď sme sa orientovali len hmatom. Úsmevy na tvári nám vyvolávala predstava, ako by sa asi zatvárili príslušníci hraničnej a cudzineckej polície (boli sme len kúsok od Schengenskej hranice). Traja muži v tme, množstvo pootváraných škatuliek... Neviem, či by vysvetlenie o „zbere tmy" bolo dostačujúce a neskončili by sme v cele alebo na najbližšej psychiatrii...

Na pravé poludnie bola konferenčná miestnosť plná našich aj zahraničných hostí (Česko, Poľsko, Ukrajina, Rusko, Maďarsko) i zástupcov médií. Po krátkych prednáškach (P. Ďuriš – svetelné znečistenie, P. Suchan – Jizerská oblasť tmavé oblohy, J. Repka – Národný park Poloniny, P. Rapavý – Park tmavej oblohy) nadišla dlho očakávaná chvíľa – podpis Memoranda o vyhlásení Parku tmavej oblohy Poloniny. Útulné prostredie, štrnganie šampanského, skvelá recepcia, príhovor primátora Sniny Ing. Milovčíka, ktorý nad otvorením prevzal záštitu. Toto všetko bolo vyvrcholením našej snahy. Prvá chránená oblasť na Slovensku bola vyhlásená, prijímali sa gratulácie, počúvali pochvalné vyjadrenia, poskytovali rozhovory médiám. Návšteva astronomického observatória na Kolonickom sedle mala tiež svoje unikum. Svoju činnosť tu začne unikátne automatické zariadenie na monitorovanie jasu nočnej oblohy z dielne Ing. P. Ďuriša.

V našich smelých plánoch je aj spolupráca s kolegami z Poľska a Ukrajiny, a tak azda časom bude existovať aj rozsiahlejší park tmavej oblohy Východné Karpaty.

Nie je možné tu poďakovať všetkým, aj keby si to zaslúžili, a tak okrem zúčastnených partnerov by som rád osobitne poďakoval aspoň trom.

Pavlovi Suchanovi (Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.) za nezištnú pomoc, informácie a skúsenosti z vyhlásenia Jizerské oblasti tmavé oblohy.

Dr. Petrovi Begenimu, ktorý mi bol oporou a často aj hnacím motorom.

Dr. Ivete Lazorovej (Gymnázium Snina) sa skvelé organizačné zabezpečenie slávnostnej časti, bez ktorej by vyhlásenie nemalo ten správny lesk.

Viac informácií je na http://poloniny.svetelneznecistenie.sk/

Pavol Rapavý

Základné fakty

Memorandum (účel): Park tmavej oblohy Poloniny bol vyhlásený s cieľom informovať laickú a odbornú verejnosť o výnimočne zachovanom nočnom prostredí na tomto území, vzdelávať v problematike ochrany nočného životného prostredia a svetelného znečistenia, propagovať a ochraňovať tmavú nočnú oblohu, ktorá je základom ochrany prírodného prostredia pred svetelným znečistením.

Memorandum podpísali zástupcovia zúčastnených organizácií: Astronomický ústav SAV – Dr. A. Kučera; Správa NP Poloniny – Ing. J. Repka, Ing. M. Vlasáková; Slovenský zväz astronómov amatérov – Dr. P. Rapavý; Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach – doc. M. Hnatič; Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV – Dr. J. Zverko; Vihorlatská hvezdáreň v Humennom – Dr. I. Kudzej. Vyhlásenie podporujú mesto Snina, Hvezdáreň v Rimavskej Sobote a Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove.

Park tmavej oblohy Poloniny má plochu 485,19 km^2, rozkladá sa na území Národného parku Poloniny, jeho ochranného pásma a katastroch priľahlých obcí. Je štvrtým najväčším na svete a najväčším na starom kontinente. V tomto jedinečnom území je najväčší komplex pralesov na Slovensku, najviac veľkých lesných zvierat, unikátne drevené kostolíky. Pri návšteve si teda na svoje prídu nielen obdivovatelia hviezdnej oblohy, ale aj milovníci prírody a kultúry.

Príhovor riaditeľa AsÚ SAV P. Kučeru.

Gratulácia P. Suchana P. Rapavému.

Škatuľka „pravej tmy" z Polonín.

Péter Vizi: Hviezdny atlas k malým ďalekohľadom

109 strán, formát C5, tvrdá väzba, vydavateľstvo Geobook Hungary, Szentendre
ISBN 978 615 5015 02 1

Kniha je prekladom z maďarského originálu, bola preložená aj do angličtiny, nemčiny a flámčiny. Slovenské vydanie vzniklo v spolupráci s astronomickým združením SOLAR v Senci.

Prvá, textová časť, je rozdelená na tri kapitoly a tabuľkovú časť.

I. Používanie atlasu – ako sa v knihe orientovať, ako ju používať, základná orientácia na oblohe.
II. O ďalekohľadoch – základné pojmy, typy ďalekohľadov, okuláre, montáže
III. Pozorovanie – čo môžem vidieť s mojím ďalekohľadom (seeing, adaptácia, pozorovanie planét, objektov hlbokého vesmíru, premenných hviezd, dvojhviezd, Mesiaca, Slnka).

Tabuľková časť obsahuje subjektívny zoznam 34 najzaujímavejších objektov Messierovho katalógu, 141 premenných hviezd, 148 objektov hlbokého vesmíru, 145 dvojhviezd a 40 jasnejších uhlíkových hviezd.

Druhá časť knihy je mapová. Na 30 dvojstranách sú súhvezdia do deklinácie –30ş. V ľavej časti (delenej na tretiny) je vybraná mapka premennej hviezdy aj s krivkou jasnosti, kresby objektov „hlbokého vesmíru" aj s ich základnými údajmi a najzaujímavejšie dvojhviezdy.

Na identifikáciu jednotlivých objektov poslúžia vcelku kvalitne spracované mapy jednotlivých súhvezdí s hviezdami do 8 mag a objektmi do 12 mag. Objekty popísané v texte sú zvýraznené. Autor sa snažil vybrať tie objekty, ktoré považuje za najzaujímavejšie a sú pozorovateľné aj menšími ďalekohľadmi.

Zasvätenejší čitateľ postrehne, že kniha neprešla v origináli odbornou a v preklade ani jazykovou recenziou. V texte sa tak vyskytujú nepresnosti. Autor neuvádza zoznam použitej a odporúčanej literatúry. Pri čítaní som sa snažil vžiť do situácie začínajúceho milovníka oblohy, ktorý má s pozorovaním len minimálne, či žiadne skúsenosti. Spomenul som si na svoje začiatky so Sloukovou knihou Poznejme souhvězdí, ktorá vyšla ešte v polovici minulého storočia a skvelý Karkoschkov atlas.

Pozorovateľ by zrejme ocenil aj podrobnejšie mapky jednotlivých objektov, ktoré by mu ich identifikáciu uľahčili, prípadne aj podrobnejší popis ich vzhľadu, aby vedel, čo má hľadať, čo má vidieť. Na mapách nie je zakreslená Mliečna cesta, difúzne hmloviny sú označené len štvorcami.

Kniha si určite nájde svojich čitateľov, bude dobrou pomôckou začínajúcim pozorovateľom ako ich prvý sprievodca oblohou. Skúsenejší pozorovateľ zase môže konfrontovať svoje vlastné pozorovania s kresbami vybraných objektov, ktoré v knihe sú. **P. Rapavý**

Pomaturitné štúdium astronómie

V školskom roku 2011 – 2012 bude otvorený 21. cyklus Pomaturitného kvalifikačného štúdia astronómie (PŠA). PŠA je dvojročné štúdium popri zamestnaní, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárňou v Hurbanove a MO SZAA v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ktorým absolventi získajú kvalifikáciu pre prácu na astronomických zariadeniach, ako aj pre záujemcov o astronómiu. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok štúdium končí odbornou zložkou maturitnej skúšky.

Prihlášky na riadny prijímací termín musia uchádzači zaslať spolu so životopisom a kópiou maturitného vysvedčenia do 22. mája 2011 a v náhradnom termíne do 31. júla 2011 na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň
Komárňanská 134
947 01 Hurbanovo.

Bližšie informácie: tel.: 035-7602484, 035-2451110, 035-2451111; e-mail: marian.vidovenec@suh.sk; drahoslava.vybochova@suh.sk.

Caesarov duch v Múzeu Aquincum

Stretnutie pozorovateľov komét

Iulius Caesar a kométa z roku 44 pred n. l. na minci cisára Augusta.

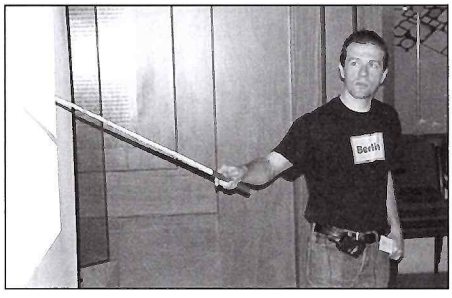
Caesara zavraždili v senáte 15. marca 44 pred n. l. Jeho adoptívny syn Octavius usporiadal v tom istom roku aj Caesarom slúbené rímske hry. V prvý deň týchto hier 20. júla 44 pred n. l. sa na večernej oblohe objavila kométa, ktorú bolo vidieť niekoľko dní. Keď sa v roku 17. n. l. znova objavila na oblohe kométa, Octavius, už ako cisár Augustus Caesar, nezaváhal a vyhlásil, že je to Caesarova duša, ktorá sa vrátila a treba ju chápať ako symbol božskej podpory vtedajšej vládnej moci. Divus Iulius (Boh Iulius).

Každý rok počas Nocí v múzeu organizujú členovia Maďarskej astronomickej spoločnosti (MAS) v budapeštianskom Múzeu Aquincum pozorovania ďalekohľadom. Tieto pozorovania, ktoré pripadajú na víkendové dni okolo letného slnovratu, zanechávajú trvalé zážitky v organizátoroch i návštevníkoch múzea, pretože stovky z nich po prvý raz v živote majú možnosť pozrieť sa do ďalekohľadu.

Múzeum Aquincum ako „protihodnotu" ponúklo spoločnosti svoju organovú sieň, aby v nej uskutočnili niektoré astronomické podujatia. V súlade s duchom miesta vznikla myšlienka, že spoločnosť usporiada pre svojich členov v múzeu stretnutie pozorovateľov komét a prirodzene, do programu budú zaradené aj prednášky z dejín astronómie.

V niekdajšom sídle starorímskeho mesta Aquincum v provincii Panónia (dnes na území Budapešti) sa nedalo nespomenúť „nebeské znamenie s chvostom" – kométu Julia Caesara, ktorá oznamovala návrat cisárovej duše, a ktorú napokon Augustus dal zvečniť na razenej minci. Aj o tejto minci sa hovorilo v numizmatickej prednáške Maróti Tamása. Spomenul ju aj historik vedy Bartha Lajos vo svojom súhrne starodávnych kometárnych kroník. Reszabek Nándor, šéfredaktor webovej stránky spoločnosti v oblasti dejín astronómie, hovoril vo svojej prednáške o nezvyčajnej ozdobe, ktorá znázorňuje kométu na kostolnej veži v Solte (Solt je mesto v Maďarsku v Báčsko-malokumánskej župe v obvode Kalocsa). Ako z výskumu vyplynulo, zaujímavý artefakt na kostolnej veži pripomína kométu z roku 1767.

Kométa 31P Honda-Mrkos-Pajdušáková (1948). Pri svojom návrate v roku 2011 bude najjasnejšou kométou (odhadovaná jasnosť 6,2^m, podľa iného odhadu až –3,6^m, prechod perihéliom 2011 09 28,75).



Pochované snežné pole v Slnečnej sústave. Prednáša Kereszturi Ákos.

Ladislav Druga prednáša o histórii objavov československých komét.

Ladislav Druga (SÚH Hurbanovo, Slovensko) pripomenul prítomným zlaté časy objavovania komét v Československu v polovici 20. storočia, keď bolo Československo v počte objavených komét vo svete kometárnou veľmocou.

Vzorom pre pozorovateľov komét v Maďarsku sú najmä československí astronómovia, ktorí vo Vysokých Tatrách vyhľadávali kométy vizuálne – amatérskymi metódami – a to veľmi úspešne. V priebehu jedného desaťročia objavili astronómovia na Skalnatom plese a Lomnickom štíte 18 komét. Boli to Antonín Bečvář, Antonín Mrkos, Ľudmila Pajdušáková, Ľubor Kresák a Margita Vozárová-Kresáková. Možno tu spomenúť aj Luboša Kohoutka, ktorý v čase objavu svojej „kométy storočia" pracoval v Hamburgu. Predpovede o najjasnejšej kométe sa však nenaplnili (treba pripomenúť, že Kohoutek pracoval na sledovaní komét fotografickou metódou).

Geológ Kereszturi Ákos skúmal problém hranice „snežného poľa" v Slnečnej sústave. Môže sa nachádzať niekde v blízkosti pásu asteroidov. Za ním, vo vzdialenejších oblastiach, sa častejšie ukrýva ľad s obrovskou zásobárňou kométotvornej hmoty. Tóth Imre, pracovník Konkolyho observatória Maďarskej akadémie vied, podrobne informoval prítomných o misii EPOXI, v rámci ktorej kozmická sonda Deep Impact preletela v blízkosti kométy Hartley 2. Aj vďaka nej sa rozrástla obrazová galéria kometárnych jadier, ktorá umožní lepšie porozumieť mechanizmu správania sa týchto ufúľaných snehových gúľ. Misia možno prispeje aj k lepšiemu pochopeniu zábleskom jasnosti kométy Holmes v dôsledku ohromujúcich explózií na jeho povrchu.

V závere stretnutia pozorovateľov Sárneczky Krisztián zhrnul najnovšie informácie zo sveta komét. Upokojil prítomných, že ešte vždy je čo hľadať a nájsť na hviezdnej oblohe a pre astronómov amatérov aj naďalej zostávajú pri hľadaní komét na oblohe privilegované miesta (oblasti blízko Slnka a pás Mliečnej cesty). Tí, ktorí fotografujú s aparátmi DSLR (digital single-lens reflex), nech si pozorne všímajú neznáme bledozelené machule – možno sú to kométy!

ATTILA MIZSÉR, generálny sekretár MAS

V takom prekrásnom prostredí, ako je palác miestodržiteľa mesta Aquincum, sa ešte nikdy neuskutočnilo stretnutie pozorovateľov komét. V popredí je vidieť časť zrešťaurovanej monumentálnej podlahovej mozaiky a v pozadí fresku pravdepodobne z 3. – 4. storočia n. l.

Pochybnosti okolo arzénových „chrobákov“

Panoráma jazera Mono Lake v Kalifornii.

Informácia o objave prvého mikroorganizmu, ktorý je schopný živiť sa jedovatým arzénom a rozmnožovať sa, vyvolal senzáciu a vzápätí aj vážne pochybnosti. Baktéria žije v kalifornskom jazere Mono Lake. Dokáže (vraj) nahradiť arzénom fosfor a zabudovať ho nielen do komponentov buniek, ale aj do vlastnej DNA. Tým sa podľa vedcov z NASA „rozšírila definícia života“. (Ed Weiler, administrátor Riaditeľstva pre vedecké misie pri NASA).

Mono Lake je zvláštne jazero s bizarnou chémiou. Jeho voda je mimoriadne slaná a zásaditá a zároveň obsahuje vysoký podiel arzénu. Hladina Mono Lake klesá. Na jeho brehoch sa vytvárajú bizarné zlepence kryštalizujúcich solí ako dôsledok dlhodobej izolácie od zdrojov čerstvej vody.

Jazero Mono Lake zo satelitu.

Ak by sa objav „alternatívnej biochémie“ potvrdil, učebnice biológie by sa museli prepísať. Rovnako prístroje, vyvíjané pre budúce misie, zamerané na hľadanie života na iných telesách Slnečnej sústavy, museli by byť vybavené aj snímačmi schopnými detegovať aj arzén.

Uhlík, vodík, dusík, kyslík, fosfor a síra predstavujú šesť základných prvkov všetkých foriem života na zemi. Fosfor je časťou chemickej chrbtice DNA, dvojšpirály uchovávajúcej a prenášajúcej genetické povely do ďalšej generácie organizmov. Fosfor je zároveň i kľúčovým prvkom všetkých živých buniek, pretože je súčasťou molekúl prenášajúcich energiu (adenozín trifosfát) i fosfolipidov, ktoré vytvárajú membrány buniek. Arzén, chemicky podobný fosforu, je pre väčšinu organizmov jedom, pretože rozrušuje procesy metabolizmu.

Vedci vedeli, že niektoré baktérie dokážu vstrebávať arzén. Baktéria, ktorú objavili v jazere Mono Lake, však dokáže vytvárať z arzénu aj časti svojho organizmu. Felice Wolfe-Simonová, astrobiologička z NASA, ktorá tieto vlastnosti baktérie objavila, tvrdí: „Niečo podobné nikto nepredpokladal.“

Prečo? Arzén, pokiaľ sa viaže do biomolekúl, vytvára oveľa nestabilnejšie väzby ako fosfor. Nakoľko bunky živých organizmov nedokážu arzén rozlíšiť od fosforu, príjmu ho, ale nestabilné arzénové zlúčeniny postupne metabolizmus rozložia.

Baktéria GFAJ-1 patrí do skupiny Gammaproteobakterií. V laboratóriách ju prikrmovali fosforom s čoraz väčšou prísadou arzénu. Baktérie sa utešene množili, aj keď fosfor úplne nahradili arzénom. To bol dôkaz, že baktérie dokázali využiť arzén pri budovaní nových GFAJ-1 buniek. Kľúčovým objavom je, že baktérie dokázali začleniť do vitálnych biochemických štruktúr, napríklad DNA, proteíny a membrány buniek. Štúdiu tímu uverejnil renomovaný časopis Science.

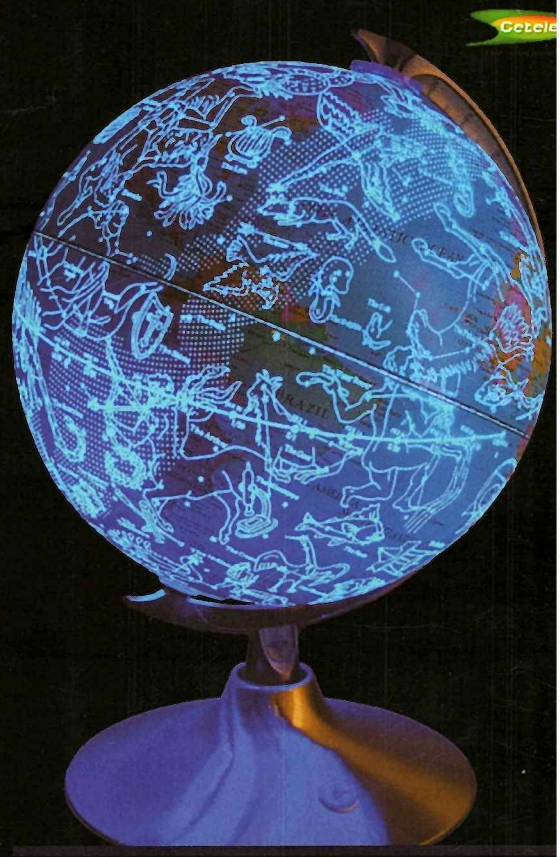
Felice Wolf-Simonová pri naberaní usadenín z dna jazera Mono Lake. V sedimentoch vegetujú aj baktérie GFAJ-1, ktoré údajne dokážu zabudovať do svojich organizmov aj arzén.

TROMF

Astroshop & predajňa Tromf v sídle firmy: Partizánska cesta 80, B. Bystrica
po-pia 9.00-17.00 hod., tel.: 048/4142332, e-mail: tromf@tromf.sk
Predajňa Tromf Tactical Shop: Europa SC, otvorené sedem dní v týždni po-ne 9.00-21.00 h
Na Troskách 25, B. Bystrica, tel.: 048/4125117, e-mail:europa@tromf.sk

DISTRIBÚTOR ZNAČKOVEJ POZOROVACEJ OPTIKY

SVIETIACE GLÓBUSY



Celestial s priemerom 21 cm

Krásny duálny glóbus s politickým zobrazením Zeme a súhvezdiami nočnej oblohy. Glóbus počas dňa zobrazuje politickú mapu Zeme a po zotmení vďaka zabudovanému senzoru hviezdy, Mliečnu dráhu, súhvezdia a mytologické obrazce.

City lights s priemerom 15 cm

Krásny duálny glóbus s geografickým zobrazením Zeme a nočnými svietiacimi mestami na otočnom podstavci. Glóbus počas dňa zobrazuje geografickú mapu Zeme a po zotmení osvetlenie kontinentov nočnými svietiacimi mestami.

City lights s priemerom 25 cm

Krásny duálny glóbus s politickým zobrazením Zeme a nočnými svietiacimi mestami na otočnom podstavci. Glóbus počas dňa zobrazuje politickú mapu Zeme a po zotmení osvetlenie kontinentov nočnými svietiacimi mestami.

nájdete v našom ishope www.tromf.sk,
alebo v našich predajniach v B. Bystrici

DARČEK K NÁKUPU:

svietiaci glóbus City Lights 15 cm v hodnote 70€
ku všetkým astronomickým ďalekohľadom z tejto ponuky

Pozývame vás do nášho Astroshopu v Banskej Bystric

kde máme pre vás pripravenú širokú ponuku modelov Schmidt-Cassegrain

Celestron Nexstar 6SE
Odporúčaná cena: 1026€
Schmid-Cassegrain 1500/1500
na GoTo azimut. montáži
s databázou 40.000 objektov
Nexstar, okulár 25 mm,
zenitový hranol,
hľadáčik s červeným bodom.
Tubus a montáž použiteľné
aj samostatne.

Celestron Advanced Series C8S
Odporúčaná cena: 1291€
Schmid-Cassegrain203/2032
na GoTo paralakt. montáži
s databázou 40.000 objektov
Nexstar, okulár 25 mm,
zenitový hranol,
optický hľadáčik 6x30.
Paralaktická montáž vhodná
aj na astrofotografiu.

Celestron CPC925
Odporúčaná cena: 2319€
Schmid-Cassegrain 235/2350
na GoTo azimut. montáži
s databázou 40.000 objektov
Nexstar, GPS systém, okulár 25 mm,
zenitový hranol,
optický hľadáčik 8x50.

Celestron CGEM 1000
Odporúčaná cena: 3337€
Schmid-Cassegrain 280/280
na GoTo paralakt. montáži
s databázou 40.000 objekto
Nexstar, okulár 25 mm,
zenitový hranol,
optický hľadáčik 8x50.

CELESTRON · bagder planetarium · SkyWatcher · MEADE · LUNT SOLAR SYSTEMS · TeleVue Visionary