

Číslo 2

* April – máj 2012

* Ročník 43

Cena 1,49 €

KOZMAOS



Merkúr z Messengeru: nové snímky

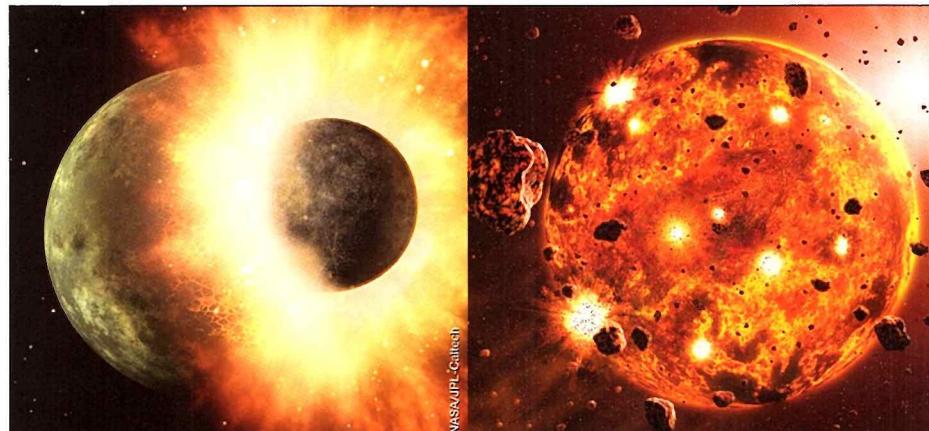
Hnedí
trpaslíci
majú boom

Jazerá v kôre
Jupiterovho
mesiaca Európa

Obrie planéty v mladej
Slniečnej sústave

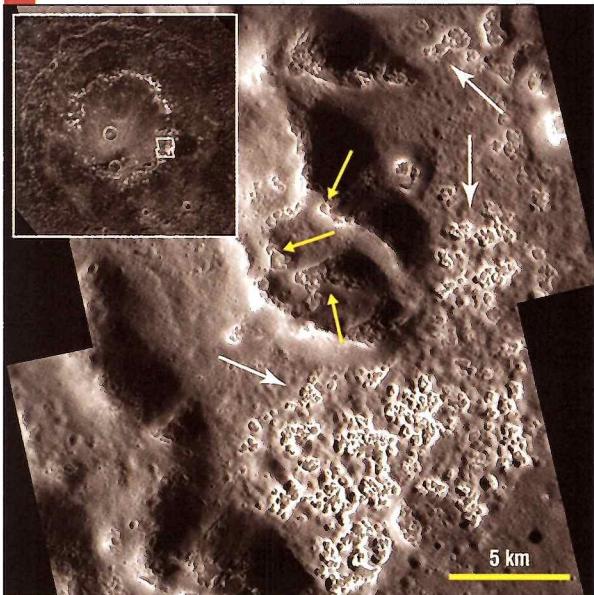
Najnovšie snímky

Sonda MESSENGER krúžiaca okolo Merkúra vysiela na Zem záplavu údajov i fotografie s veľkým rozlišením. Analytici tímu spracúvajú vedeckú korist' rozdelenú do 11 tímov, zameraných na tieto problémy: topografia a gravitácia; vnútorná štruktúra; dynamika + zloženie povrchu; zvláštne depresie; vulkanizmus; impaktné krátery; iné deformácie povrchu; magnetické pole; štruktúra a premeny exosféry a magnetosféry; energetické častice a ióny plazmy; okolie Merkúra. Súhrannejšie správy uverejnime v najbližších číslach. Dnes sme vybrali niekoľko z najzaujímavejších fotografií, ktoré tím uvoľnil pre médiá.

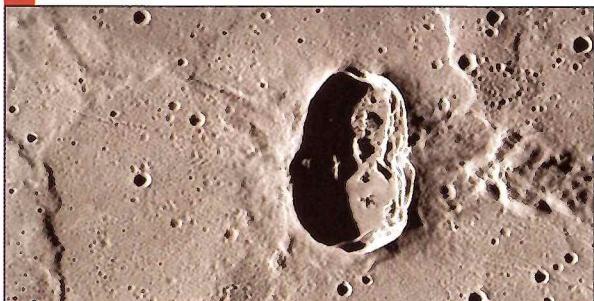
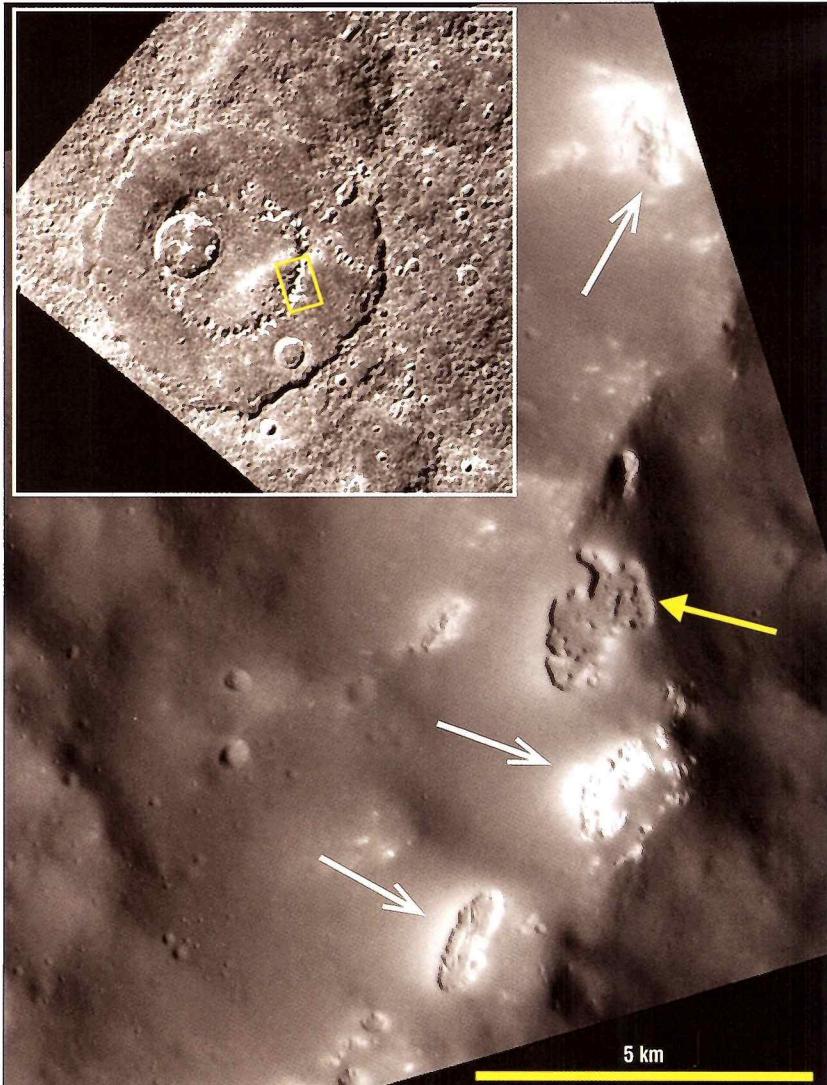


NASA/JPL-Caltech

Ako sa sformoval Merkúr? v horninách jeho kôry je oproti Venuši, Zemi a Marsu mimoriadne vysoký podiel kovov voči kremičitanom. Túto záhadu vysvetlujú dve odlišné skupiny teórií. Prvá: Merkúr sa sformoval z iného materiálu ako ostatné terestrické planéty. Druhá: kremičitan z kôry sa rozptýlili bud' po zrážke s veľkým telesom, alebo sa kôra a časť vrchného plášťa odparila pod vplyvom intenzívneho slnečného žiarenia. Hojnosť draslika, uránu a tória na povrchu vylučuje zrážku i odparovanie. Údaje zo sondy potvrdili, že sa Merkúr sformoval z primordiálneho materiálu, podobného chondritom.



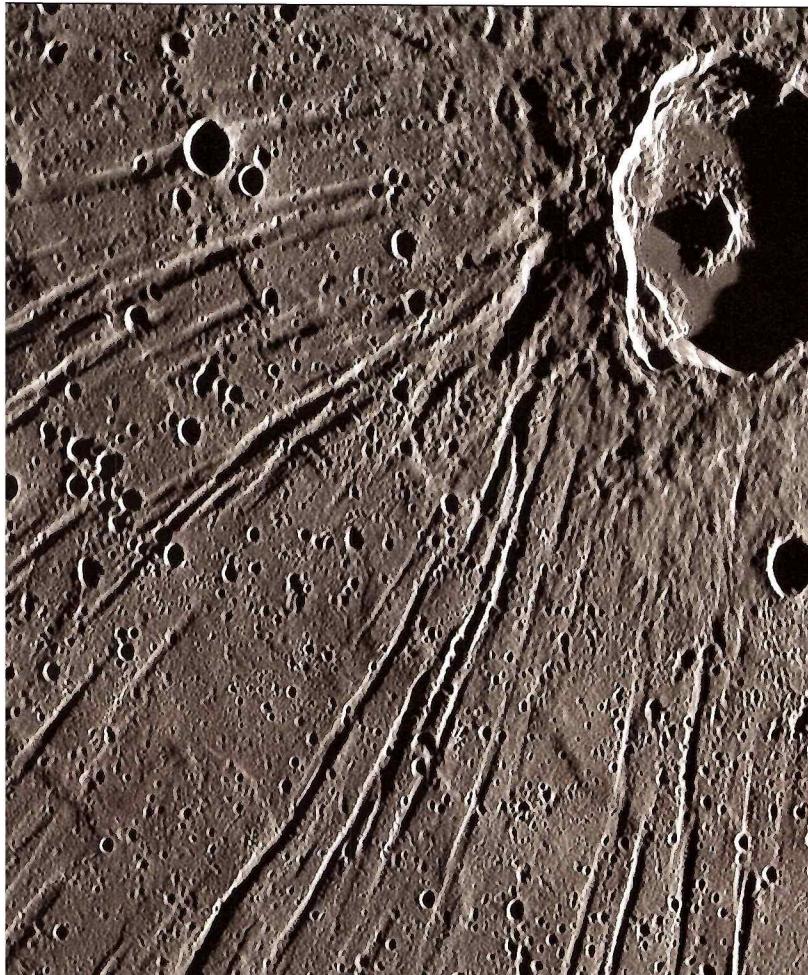
Impaktný kráter Raditladi. Na jeho okraji (polohu označuje obdĺžnik na snímke vľavo hore) objavili vedci zvláštne úžlabiny, útvary, o ktorých sa doteraz nevedelo. Biele šípky označujú ich dná, žlté šípky vyvýšené prstence, ktoré ich ohraňujú. Úžlabiny sú plynkté, jasné, nepravidelné depresie. Kedysi ich vypĺňal materiál, ktorý sa pod vplyvom intenzívneho slnečného žiarenia vyparil.



Kráter Hovnatanian. Väčšina impaktných kráterov, aj tých, ktoré vytvárajú objekty dopadajúce pod uhlom, majú kruhový tvar. Ak je však uhol dopadu menší ako 15°, vytvorí sa eliptický kráter.

Úžlabiny na okraji nepomenovaného kráteru. Väčšina z nich je biela. Ide o iný typ depresií, aké sme poznali doteraz v podobe sopečných priechodov či kalder. Ich pôvod je nejasný. Prevláda názor, že vznikli vyparením prchavých materiálov pod vplyvom slnečného žiarenia.

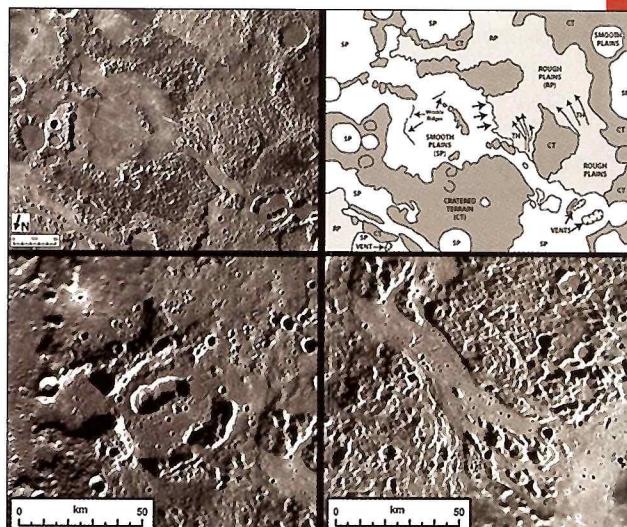
z Merkúra



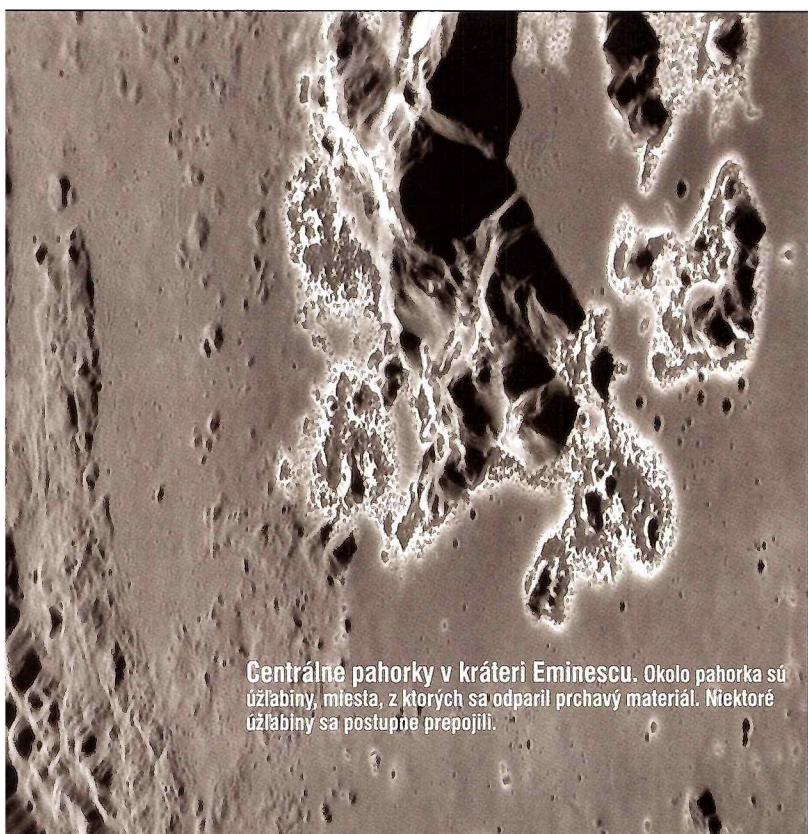
Kráter Apollodorus a lúče štruktúry Pantheon Fossae. Terén sa nachádza uprostred obrieho impaktného krátera Caloris.



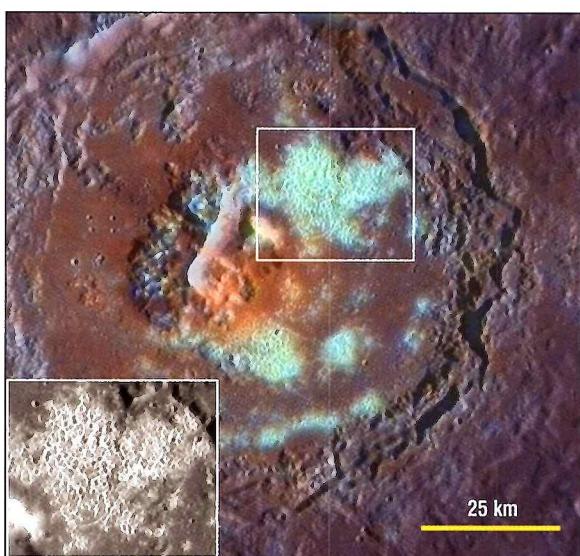
Terén okolo obrieho krátera Beethoven (priemer 670 km), ktorý leží uprostred kruhu. Zelené pláne pokrývajú vulkanické horniny. Žltá označuje horniny nejasného pôvodu. Ide najskôr o horniny, vyvrhnuté impaktom, ktorý vytvoril kráter Beethoven. Modré pláne pokryla tavenina vyvierajúca z plášťa po impakte.



Sopečné pieduchy, „kvapky“ a kanály, ktorými pretekala láva. Na každom zo 4 obrázkov rozlíšte vulkanické útvary. V hornom rade porovnajte snímku s mapou lávových prúdov. Na obrázku vpravo hore označujú krátke šípky celá lávové prúdy a dlhé šípky staré lávové polia. Pahorky, priopomínajúce kvapky, typické pre planíny na severnej pologuli Merkúra i kanály vznikli eróziou stuhnutej lávy.



Centrálné pahorky v kráteri Eminescu. Okolo pahorka sú úzlabiny, miesta, z ktorých sa odparil prchavý materiál. Niektoré úzlabiny sa postupne prepojili.



Impaktný kráter Tyagaraja: na dne tohto krátera s priemerom 97 km sú početné úzlabiny. Úzlabiny zvýraznené modrou farbou majú oproti väčšine terénu na Merkúre vysoké albedo. Oranžová škvRNA je pieduch, okolo ktorého sa uložil vyvrhnutý materiál.



Najnovšie snímky z Merkúra

Nepomenovaný kráter na Merkúre (s priemerom 90 km) s vysokým rozlíšením 119 m/pixel. Na snímke okrem zvláštnych svetlých úžlabín rozlíšite aj výrazný centrálny pahorok. Úžlabiny majú mimoriadne vysoké albedo. Priemerné rozlíšenie snímok zo sondy MESSENGER, ktorá krúži okolo planéty je 250 m/pixel. S vyšším rozlíšením, až 1 m/pixel, exponovala sonda iba vytípané útvary. Viac v článku na 2. str.

Obálka

Extrasolárne sústavy

Najnovšie snímky z Merkúra	s. 2 – 3
SuperZem pri blízkej hviezde	s. 5
Nová metóda skúmania obývateľnosti exoplanét	s. 5
Exoplanéty z archívov HST	s. 6
Exoplanéta s parametrami Marsu	s. 6 – 7
Hviezdy s planétami sú početnejšie ako hviezdy bez nich	s. 7

Stelárna astronómia

Objavili novú hviezdomokupu	s. 8
Hmlovina Volské oko	s. 8
Zrod masívnych hviezd	s. 9
Tajomstvo hviezdy-vampíra	s. 9
VLBA: prvy úplný opis čiernej diery	s. 9
VLT objavil hviezdu s najrýchlejšou rotáciou	s. 10
Hviezda, ktorá by nemala existovať	s. 10
Staré hviezdy – klúč k minulosti Mliečnej cesty	s. 11
Gigantická sieť tmavej hmoty	s. 11
Hnedí trpaslíci majú boom	s. 12 – 14
Hladné čierne diery uprostred mŕtvyh galaxií	s. 15
Špirála okolo mladej hviezdy	s. 15
Helix v najnovšom šate	s. 48

Slniečná sústava

Jazerá v kôre Jupiterovho mesiaca	
Európa	16 – 17
CO v atmosfére Pluta	17
Obrie planéty v mladej Slniečnej sústave	18 – 20
Dawn: niekoľko unikátov z Vesty	21
Zastavia geoinžinieri oteplovanie klímy?	22 – 24
Rusi sa prevŕtali do jazera Vostok	25

KOZMOS

populárno-vedecký astronomický časopis Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. a RNDr. Ladislav Kulčár, CSc. Vydaná: Slovenská ústredná hviezdarňa v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hviezdarňa, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SUH v Hurbanove Ing. Teodor Pintér. * Redakcia: Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lídia 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. * Vychádzka: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. * Cena jedného čísla 1,49 €. Pre abonentov ročne 7,97 € vrátane poštovného. * Objednávky na predplatné prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranična.tlac@slposta.sk. * Predplatiteľ: 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 poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozširuje A. L. L. Productions, tel. 00420/3409 2856, e-mail: mila@allpro.cz. P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. * Podávanie novinových zásielok v ČR bolo povolené Českou poštou, s.p. OZSeČ Ústří nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 16. 3. 2012 * ISSN 0323 – 049X

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

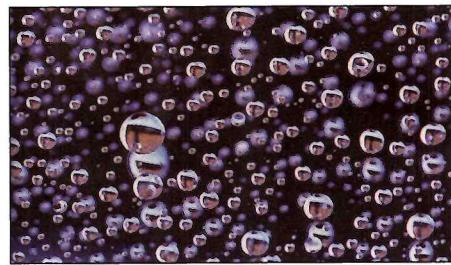
Fyzika * Kozmológia

Čo veľký dizajn zamilčuje

Rüdiger Voss

s. 26 – 29

Možno sme iba mimoriadne vyspelé opice, ktoré žijú na malej planéte, ale už dokážeme posudzovať vesmír ako celok a tým sme vynimoční – tak zní veta, ktorú si môžete vypočuť z nedávno vydaného DVD Tajomstvá vesmíru. Umelým hlasom ju načítal Stephen Hawking. Poukážuje: „Mojim cieľom je zistiť, ako vesmír funguje a prečo vobec existuje. Vesmír je poznateľný. Jeho najväčšie tajomstvá sa však neraz prejavujú iba náznakmi. Ten najdôležitejší je nad našimi hlavami.“ Hawking má na mysli mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia, ktoré sa zachovalo z najranejšieho obdobia vesmíru.



Kozmonautika

Washingtonské múzeá letectva a kozmonautiky

Peter Poliak

s. 32 – 33

Nekrológ

Zomrel Antonín Vítek
Karel Pacner

s. 35



Servis Kozmosu

ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 8

Priemery a hmotnosti hviezd a dvojviedz
Milan Rybanský

s. 30 – 31

Slniečná aktivita (december 2011 – január 2012)
Milan Rybanský

s. 31

POZORUJTE S NAMI

Obloha v kalendári (apríl – máj 2012)

Prípravil Pavol Rapavý

s. 42 – 45

Kalendár úkazov a výročí Pavol Rapavý

s. 45

Tabuľky východov a západov (apríl – máj 2012)
Pavol Rapavý

s. 45

Prechod Venuše pred slnečným diskom
Pavol Rapavý

s. 46 – 47

Podujatia a Album pozorovateľa

KOLOS 2011 opäť v tradičnom čase
Ladislav Hric

s. 34

Prvý objav premennej hviezd pomocou DSLR na Slovensku
Robert Barsa, Martin Mašek

s. 41

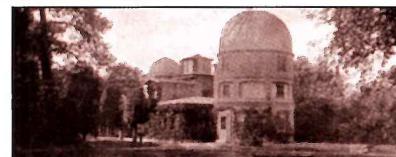
K 140. výročiu založenia hvezdárne v Hurbanove a 170. výročiu narodenia jej zakladateľa dr. Mikuláša Thege Konkolyho

Spomienka na zakladateľa hvezdárne v Hurbanove

Uhorské (maďarské) kráľovské observatórium v Staréj Ďale (Ó Gyalla, Hurbanovo)

Napísal Dr. Mikuláš Thege Konkoly ministerský radca, riaditeľ Štátneho meteorologického a geomagnetického ústavu, člen Maďarskej akadémie vied (v roku 1905) Preložil Ladislav Druga z Borovszky, S.: Magyarország vármegyei és városai

s. 36 – 40



SuperZem pri blízkej hviezde

Materskú hviezdu, vzdialenosť 22 svetelných rokov, obehne za 28 dní. Jej hmotnosť odhadli na $4,5 M_{\odot}$. Hviezda, okolo ktorej exoplanéta obieha, je súčasťou trojhviezdy. Je odlišná od Slnka: má výrazne nižší podiel prvkov tažších ako hélium (železo, uhlík, kremík). Pritomnosť planéty (a možno aj dvoch ďalších) sa pri hviezde s takými parametrami nepredpokladala.

Vedci využili zverejnené údaje z ESO a analyzovali ich novou metódou. Využili vysoko citlivé spektrografy, prepojené s ďalekohľadmi Keck (Eschelle) i s ďalekohľadom Magellan II, špecializovaným na objavovanie exoplanét. Použili metódu merania nepatrných zmien pohybu hviezdy, spôsobovaných gravitáciou planét.

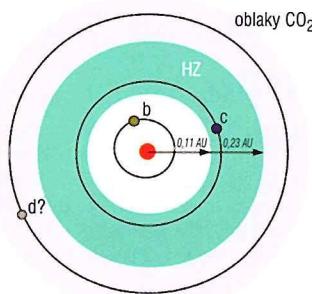


Schéma planetárneho systému okolo hviezdy GJ 667C. Planéta b krúži okolo nej tak blízko, že sa z nej voda, (ak aj bola), dávno vyparila. Planéta c krúži v zelenom pásme. Planéta d sa pohybuje mimo zelený pás. Tmavý prstenec zobrazuje zelený pás. Vo svetlejšom prstencom za ním detegovali obláčnosť s vysokým podielom oxidu uhličitého.

Materská hviezda GJ 667C je trpasličou hviezdom typu M. Ďalšie dve zložky trojhviezdy tvorí dvojhviezda GJ 667AB, páru oranžových trpasličkov typu K. Podiel kovov v týchto trpasličkach predstavuje sotva 25 % hodnoty Slnka. Nakolko práve tažšie prvky uľahčujú gravitačné nabávanie terestrických planét, planetológovia predpokladali, že okolo hviezdy, ktoré ich majú nedostatok, by sa planetárne sústavy nemali formovať.

Objav, ktorý teoretikov zaskočil, lovcov exoplanét povzbudil. Vyplýva z neho, že v Galaxii musia byť miliardy terestrických planét s podmienkami vhodnými na život.

Exoplanéta GJ 667Cc absorbuje zo svojej

hviezdy, prevažne v podobe infračerveného žiarenia, toľko energie ako Zem zo Slnka. Ak má vodu, potom najmä v tekutom skupenstve. Preto sa stala zatial najperspektívnejším kandidátom pre možný vznik života spomedzi všetkých exoplanet.

Vedci zistili, že v sústave by mala byť aj ďalšia superZem a obria planéta s períodom obehu 75 dní. Tento objav však ešte treba otestovať. Objavitelia sa v najbližších mesiacoch zamerajú na monitorovanie ďalších trpasličích hviezd typu M. Ak aj pri nich objavia planéty, sústredia sa na spektroskopické príznaky života na nich.

University of California



Trojhviezda, ktorú okrem páru oranžových trpasličkov tvorí aj trpasličia hviezda typu M – označená ako GJ 667C. Okolo tejto hviezdy krúži v zelenom pásme superZem GJ 667Cc. V planetárnej sústave sa možno vyskytujú ďalšie tri planéty.

Nová metóda skúmania obývatelnosti exoplanét

Exoplanét v katalógoch pribúda. Najmenej tridsať z nich krúži v zelených pásoch, tam, kde sa voda na ich povrchu udrží v kvapalnom skupenstve. Terestrické „zelené“ planéty sme zatiaľ neobjavili, ale ich lovci veria, že sa im už v tomto roku aspoň jednu podarí detegovať.

Lovci živých planét donedávna predpokladali, že najvhodnejším modelom optimálnych podmienok na vznik života je Zem. Objav exoplanét pri najrozličnejších typoch hviezdi (čo má vplyv na polohu a šírku zelených pásov), prinutil astrobiológov definovať pole ich zájmu širšie.

Navrhli dve stratégie:

Prvá: hľadanie takej exoplanéty, na ktorej panujú podobné podmienky ako na Zemi. Vieme, že práve v takých sa môžu zrodiť a vyvíjať živé organizmy, od primitívnych až po zložité, na vrchole evolúcie obdaréné inteligenciou.

Druhá: existujú na exoplanétach aj podmienky, umožňujúce vznik a vývoj iných foriem života, či už takú možnosť pripustíme, alebo nie?

Astrobiológ Dirk Schulze-Makuch z Washingtonskej univerzity (School of Earth Environmental Sciences) s pracovnou skupinou vedcov zo SETI, NASA, German Aerospace Center

a 4 univerzít zverejnili nedávno nový systém klasifikácie exoplanét na základe dvoch indícii:

- podľa ESI (Earth Similarity Index) kategorizujú exoplanéty s parametrami viac či menej podobnými Zemi;
- podľa PHI (Planetary Habitability Index), ktorý zohľdňuje rôznorodosť chemických a fyzikálnych parametrov, pripúšťajúcich, prinajhoršom teoreticky, vznik udržateľného života aj v extrémnejších podmienkach.

Podobnosť umožňuje pomerne rýchlu kategorizáciu exoplanéty automatickým zhodnotením nameraných údajov. Takých, ktoré sa dajú ľahko detegovať, vypočítať a porovnať s referenčnými údajmi Zeme. Ich hodnoty sa obyčajne pohybujú od 0 do 1. Podobné metódy využívajú aj matematika, chémia, modelovanie na počítačoch a iné disciplíny. V najbližších rokoch sa Makuchova skupina zameria najmä na Zemi podobné terestrické planéty a ich mesiace.

Extrémne podmienky, v ktorých sa udržia a vyvíjajú živé organizmy, však objavujeme aj na Zemi. Pri extrémne horúcich podmorských žried-

lach, okolo gejzírov, ale aj hlboko pod ľadovcami Antarktídy. Zatiaľ nevedno, či ide o organizmy, ktoré sa zrodili v priažnejších podmienkach a postupne sa adaptovali na nehostinnejšie, alebo... Mohli sa živé organizmy vyvinúť aj v takýchto, z pozemského hľadiska extrémnych podmienkach?

Takéto podmienky nemusí zaručovať iba voda v tekutom skupenstve či planéta krúžiaca v patríčnej vzdialnosti od hviezdy. Odlišné formy života sa mohli vyvinúť aj na Titane, najväčšom chladnom mesiaci Saturna. Napríklad v uhľovodíkových jazerach. Analogické štúdie podobných prostredí na Zemi vznik života nevytláčili. Istý potenciál na vznik života môžu mať dokonca aj osirelé planéty, ktoré gravitačným prak vyhostil z materskej sústavy.

Autori dospeli k presvedčeniu, že neznáme formy života sice nemôžu existovať na ľuboľomnom telese, ale diapazón potenciálne obývatelých svetov je oveľa širší, ako sme donedávna predpokladali.

V rámci PHI sa zvažuje súhra chemických a fyzikálnych parametrov, priažnivých pre vznik života. Ide najmä o údaje, ktoré môžeme získať o terestrických exoplanétach pomocou dnešných a vyvíjaných prístrojov.

Astrobiology

Exoplanéty z archívu HST

Okolo mladej masívnej hviezdy HR 8799, vzdialenej 133 svetelných rokov, obiehajú štyri obrie planéty. Prvé tri objavili v rokoch 2007 a 2008 na infračervených snímkach veľkých pozemských dalekohľadov Keck a Gemini North. Štvrtú, najvnutornejšiu planétu objavili v roku 2010. Ide o prvú exoplanetárnu sústavu, ktorú objavili priamo.

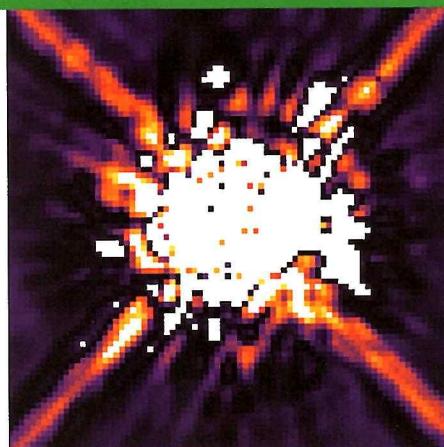
V roku 2009 preskúmali kanadskí vedci z University of Montreal snímky z archívu vesmírneho dalekohľadu HST. Medzi inými aj hviezdu HR 8799 exponovanú v roku 1998 infračervenou kamerou a špeciálnym spektrometrom NICMOS (Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer). Podarilo sa im určiť polohu najvzdialenejšej planéty v sústave. Ukázalo sa, že nová technika spracovania údajov, schopná rozlíšiť planéty aj v jase materských hviezd, prináša vzácné ovocie.

Staré snímky z archívu HST preskúmali aj vedci z Baltimorskej univerzity. Pri hviezde HR 8799 identifikovali tri vonkajšie planéty. Štvrtú, najvnutornejšiu, vzdialenosť 2,4 miliárd kilometrov od hviezdy, sa im identifikovať nepodarilo, pretože sa pohybuje na samom okraji okruhlej clony na koronografe prístroja.

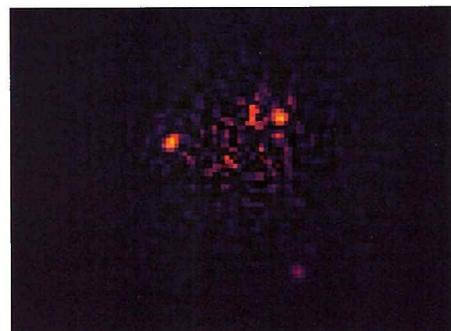
Otvorobdobných planetárnych sústav umožňuje vypočítať nielen dráhy a hmotnosti planét, ale aj výstrednosť ich obežných dráh. Tak sa dá pomerne spoloahlivo odhadnúť stabilitu systému a jeho evolúciu.

Tri vonkajšie planéty sústavy HR 8799 obehnú okolo hviezdy za 100, 190 a 460 rokov. Pozorovanie ich pohybu je časovo veľmi náročné. Snímky z archívu HST a nová technológia im ušetriili 10 rokov práce a primerane veľké náklady! Porovnaním najstarších a najnovších snímkov sa ukázalo, že poloha troch vonkajších planét sa v priebehu desaťročia zmenila: najvýraznejšie v prípade druhej najvnutornejšej, najmenej v prípade najvzdialenejšej.

Pomocou novej technológie dokážu vedci



Hviezda HR 8799 na infračervenej snímke HST z roku 1998. Koronograf zablokoval väčšinu svetla hviezdy, naväze časť zvyškového svetla odstránil digitálne. Napriek tomu rozptýlené svetlo hviezdy znemožnilo v tom čase identifikáciu planét.

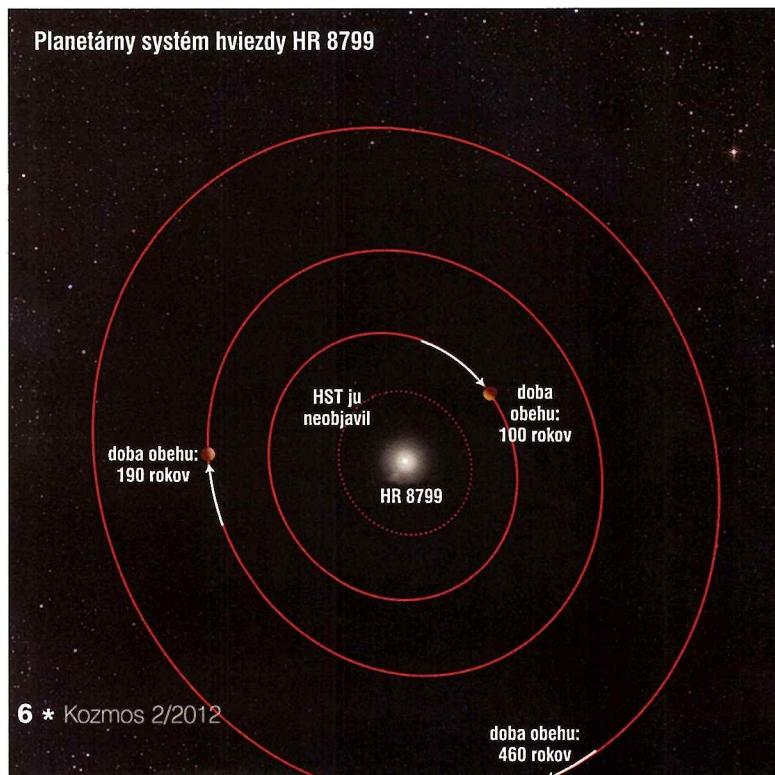


Nová technológia umožnila eliminovať svetlo hviezdy natoliko, že sa na snímke objavili tri obrie exoplanéty a vypočítali aj ich obežné dráhy!

zvýšiť kontrast, minimalizovať zvyškové svetlo hviezdy a úplne odstrániť difrakciu. Iba tak sa im podarilo pozorovať aj obe najvnutornejšie planéty, hoci ich povrch odráža v infračervenom svetle iba 1/100 000 svetla hviezdy.

V najbližších rokoch preskúma tím 400 ďalších hviezd z archívu NICMOS. Hviezdy vytípovali s 12 rozličných prehliadok oblohy. Zameriavajú sa najmä na mladé a relatívne blízke hviezdy.

Astrophysical Journal



Šípky znázorňujú pohyb troch vonkajších planét sústavy počas ostatných desaťročí. Rok. Dráha bolo možné určiť porovnaním archívnych snímkov, ktoré získal HST pred 10 rokmi, s najnovšími údajmi z pozemských dalekohľadov.



Ilustrácia znázorňuje planetárnu sústavu okolo hviezdy KOI-961. Všetky tri detegované terestrické planéty sú menšie ako Zem a okolo hviezdy krúžia po mimoriadne blízkych obežných dráhach.

Exoplanéta s parametrami Marsu

Astronómovia z Caltechu v Kalifornii objavili pri hviezde KOI-961 planetárny sústav, v ktorom sú hned tri terestrické planéty menšie ako Zem. Počet terestrických planét s parametrami blízkymi Zemi sa tak zvýšil na 7 telies. (Prvou bola exoplanéta Corot-7b z roku 2009, tri objavili vesmírny dalekohľad Kepler, tri tim z Caltechu.)

Tri malé exoplanéty krúžia okolo hviezdy KOI-061 po takých blízkych dráhach, že vznik a evolúcia života na nich nie je možná. Sú to však prvé terestrické planéty objavené pri hviezde, červenom trpaslikovi. Červeni trpasliči predstavujú 80 % populácie v našej Galaxii. Pravdepodobnosť, že čo nevidieť objavíme aj červených trpaslikov s planétami, obiehajúcimi okolo nich v zelenom pásse, sa tak rádovo zvýšila.

Hviezdu KOI-961 ako kandidátu na planetárny sústav označil už vesmírny dalekohľad Kepler. V jednom z posledných súborov hviezd-kandidátov na planetárnu sústavu vytípoval Kepler 900 potenciálnych telies. 85 z nich boli červení trpasliči. Vedci usúdili, že budú mať šťastie, alebo planéty okolo červených trpaslikov sa vyskytujú častejšie.

Otvorobdobnili krátko po objave dvoch terestrických planét s parametrami Zeme (Kepler 20e a Kepler 20f), ktoré obiehajú Slnko podobne hviezdy a jedna z nich je dokonca menšia ako Zem.

Okrem exoplanéty Kepler-20e, ktorá má parametre Venuše, všetky ostatné exoplanéty boli väčšie ako Zem. Všetky tri exoplanéty, ktoré objavili astronómovia z Caltechu, sú menšie ako Zem: najmenšia má parametre Marsu a ostatné dve majú 2/3 priemeru Venuše!

Hviezda KOI-961 je malá hviezda, 6-krát menšia ako Slnko, iba o 70 % väčšia ako Jupiter. Všetky tri planéty ju obehnú za menej ako 2 dni, všetky tri sú k materskej hviezde 100-krát bližšie ako Zem k Slnku. Systém, čo do vzdialosti planét od hviezdy pripomína skôr sústavu Jupitera a jeho veľkých mesiacov. Teplotu na povrchu najvzdialenejšej exoplanéty odhadli na 200 °C,

Postupka porovnáva tri exoplanéty KOI-961.01, KOI-961.02 a KOI-961.03 s Marsom, Zemou a exoplanétami Kepler-20e a Kepler-20f, ktoré objavili v decembri 2011.



teplotu na najbližšej na 500°C . Vedci sa nazdávajú, že tieto tri exoplanéty budú čo do zloženia pripomínať Merkúr.

Príbeh objavu: z údajov vesmírneho ďalekohľadu Kepler, ktorý zmonitoroval viac ako 150 000 hviezd, vyplynulo, že aj hvieza KOI-961 je kandidátom na planetárny systém. Namerané hodnoty veľkosti hviezdy však neboli čo do veľkosti hviezdy a istoty, že má planetárny systém, ani presne, ani jednoznačne.

Záujem o túto hviezdu vzrástol až vtedy, keď amatérsky astronóm Kevin Apps zistil, že KOI-961 má takmer totožné parametre s iným trpaslíkom – Barnardovou hviezdom. Je to jedna z najbližších a najdôkladnejších preskúmaných hviezd.

Astrónomovia zapojili do pozorovania oboch hviezd veľké ďalekohľady na Palomare (Čile) a na Keckovom observatóriu (Havajské ostrovy). Zistili, že sú to prakticky dvojica. Vďaka údajom z Barnardovej hviezdy určili potom aj vlastnosti KOI-961, čo im uľahčilo odvodiť prítomnosť planetárneho systému zo svetelnej krivky hviezdy. Z tvaru svetelnej krivky, zobrazujúcej pokles jasnosti hviezdy počas periodických zákrytov, možno odhadnúť aj veľkosť planét.

Fakt, že také malé planéty krúžia okolo hviezdy po mimoriadne blízkych obežných dráhach, svedčí o tom, že musia mať dostatočne silnú gravitáciu. Inakšie by nedokázali udržať nabalený materiál a rozpadli by sa. Dostatočne silnú gravitáciu (a teda zodpovedajúcu

KOI-961 a jej 3 známe planéty

02 01 03

Jupiter a jeho 4 veľké mesiace

Io Európa Ganymedes Callisto

Obrázok porovnáva planetárnu sústavu KOI-961 (hore) s Jupiterom a jeho štyrmi najväčšími mesiacmi, Io, Európu, Ganymedom a Callisto.

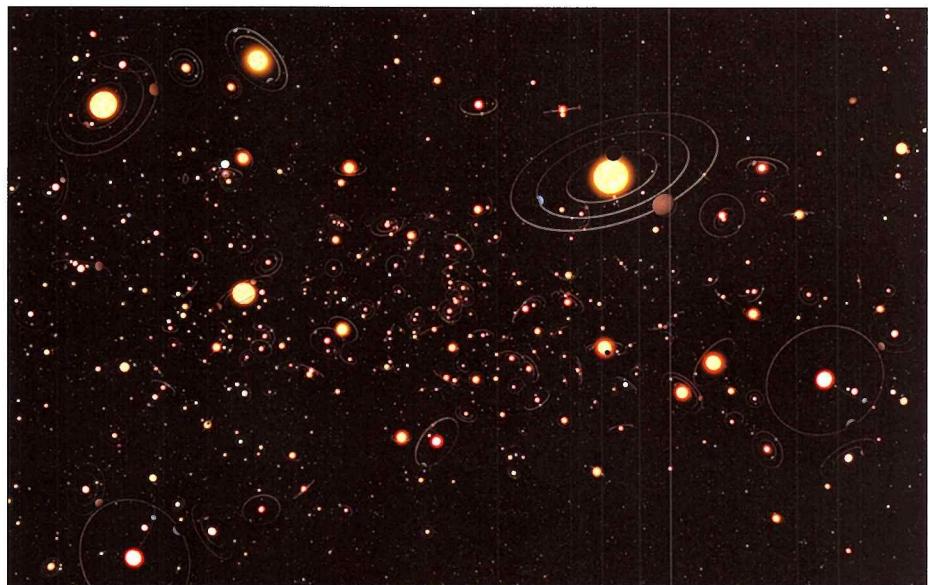
hmotnosť) však môžu mať iba terestrické, skalnaté planéty. Čo ďalej? Počet tromi rokmi nebola v katalógoch ani jediná spoloahlivo overená terestrická planéta. Očakáva sa, že vďaka vysokej rozlišovacej schopnosti novej generácie prístrojov, na Zemi i vo vesmíre, ich počet sa bude rýchle zväčšovať.

Istotu o vlastnostiach exoplanét pri KOI-961 získali vedci až vtedy, keď sa presvedčili, že poklesy svetelnej krivky nespôsobujú hviezdy v pozadí. Pomohli im fotografia KOI-961 z roku 1951, exponované 48-palcovým ďalekohľadom na Palomarskom observatóriu. KOI-961 je blízka hvieza, vzdialenosť 130 svetelných rokov. Preto sa po oblohe pohybujie relatívne rýchlo, čím sa konfigurácia hviezd v pozadí mení. Porovnaním súčasných snímkov so snímkami z Palomaru vedci vylúčili, že býval svetelná krivka mohla hviezdy pozadia ovplyvniť.

Caltech/NASA Press Release



Hviezdy s planétami sú početnejšie ako hviezdy bez nich



Ilustrácia ponúka predstavu o tom, ako často majú hviezdy planetárne systémy. Planéty sú zväčšené. Počet exoplanét je určite vyšší ako počet hviezd.

Prvé desiatky exoplanét objavili pomocou techniky merania radiálnych rýchlosťí. Metóda objavovania pomocou zákrytov (keď prístroje dokážu zachytiť nepatrné zniženie jasnosti hviezdy planétou/planétami) sa stala časom najprodukívnejšou. Najmä teraz, keď okolo Zeme krúži vesmírny ďalekohľad Kepler, objavujúci stovky exoplanét a tisícky kandidátov na ne. Tieto techniky dokážu však detegovať najmä masívne planéty a tie, ktoré krúžia okolo materských hviezd po blízkych obežných dráhach.

Na Európskom južnom observatóriu (ESO) v Čile však v posledných rokoch začali využívať aj techniku gravitačného mikrošošovkovania. Medzinárodný tím zmapoval touto technikou počas ostatných 6 rokov milióny hviezd.

Výsledok: počet hviezd, ktoré majú planéty, je vyšší ako počet hviezd bez nich. Planét v našej galaxii je oveľa viac ako hviezd.

V čom je výhoda metódy mikrošošovkovania? Vychádza z toho, že gravitačné polia materských hviezd umocnené gravitačnými poliami ich planét sa prejavujú ako šošovky, ktoré svetlo hviezdy v pozadí zjasňujú. Ak okolo hviezdy, ktorá sa prejavuje ako šošovka, krúžia planéta, každá z nich zvyšuje jasnosť hviezdy v pozadí. (Rozumej hviezdy, ktorá sa nachádza vo veľkej vzdialnosti.)

Program detektie exoplanét tímami PLANET a OGLE zapojil do poľovačky sieti ďalekohľadov na južnej pologuli: v Austrálii, v Južnej Afrike i v Čile. Do programu sa zapojilo aj ESO.

Ukázalo sa, že metódou mikrošošovkovania možno objavovať aj planéty, ktoré sa inými metódami objavovať nedajú. Situácie, keď sa hviezdy v pozadí a hvieza/šošovka ocitnú v jednom zornom lúči, sú však mimoriadne zriedkavé. Navyše, ak počas tohto zákrytu chceme objavovať exoplanétu, musí sa v zornom lúči ocitnúť aj ona.

Medzinárodný tím počas šiestich rokov detektoval iba 3 exoplanéty: jednu superZem a dve s hmotnosťami Jupitera a Neptúna. Vzhľadom na problémy spojené s touto technikou to vedci počítajú za bohatý úlovok. Otázka však znie: mali šťastie, alebo je počet hviezd s planétami oveľa vyšší, ako sa očakávalo?

Vedci štatisticky vyhodnotili úspešné i neúspešné detekcie. Zistili, že jedna zo šiestich hviezd má planétu s hmotnosťou Jupitera, polovica hviezd planétu s parametrami Neptúna a dve tretiny planéty s parametrami superZemí. Technika dokáže detektovať exoplanéty vzdialenosť od materských hviezd 75 miliónov až 1,5 miliárdy kilometrov od svojich materských hviezd. (V našej sústave by to znamenalo všetky planéty od Venuše po Saturn.) S hmotnosťami od 5Z po 10J . Z výpočtu vyplynulo, že počet exoplanét na hviezdu je vyšší ako 1.

ESO Press Release



Mliečna cesta nad dánskym 1,54 m ďalekohľadom na observatóriu ESO v La Silla (Čile). Nad dómom vidíme centrálnu časť našej Galaxie. Vpravo susedné galaxie Veľký a Malý Magellanov oblak. Dánsky ďalekohľad bol najvyženejším prístrojom v rámci programu PLANET, zameraného na hľadanie exoplanét pomocou mikrošošovkovania.

Objavili novú hviezdkopu

V našej Galaxii sme donedávna registrovali 158 guľových hviezdkôp. Hviezdkopa VVV CL001 bola 159. Objav vzbudil istý rozruch, lebo hviezdkopa sa nachádza daleko od centra našej Galaxie a jej svetlo k nám preniklo cez husté oblaky prachu a plynu.

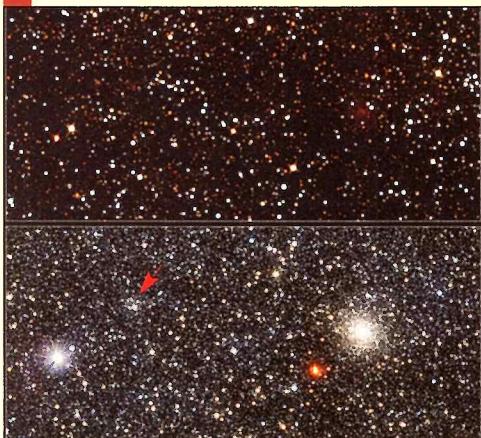
Novú hviezdkopu objavili na jednej z prvých infračervených snímkov dalekohľadu VISTA/ESO na observatóriu Paranal v Čile. V oblasti, mimoriadne bohatej na hviezdy, kde dominuje veľká hviezdkopa UKS 1, objavili aj menší zhluk hviezd – VVV CL001. Tím vzápäť objavil aj ďalší podozrivý objekt – VVV CL002, ktorý by tiež mohol byť hviezdkopou. Nové objavy hviezdkôp v našej Galaxii sú mimoriadne zriedkavé. Poslednú objavili v roku 2010.

Nové hviezdkopy objavili v rámci prehliadky oblohy VISTA Variables Via Lactea (VVV), ktorý je zameraná na podrobnej prieskum centrálnej časti Mliečnej cesty v infračervenej oblasti. Okrem hviezdkôp objavili aj početné, ale otvorennejšie zoskupenia hviezd, ktoré nemajú parametre hviezdkopy, ale sú oveľa početnejšie. Objekt VVV CL003, objavený začiatkom jesene, vzdialenosť 15 000 svetelných rokov, je prvým takýmto zhlukom hviezd, ktorý objavili za jadrom Galaxie.

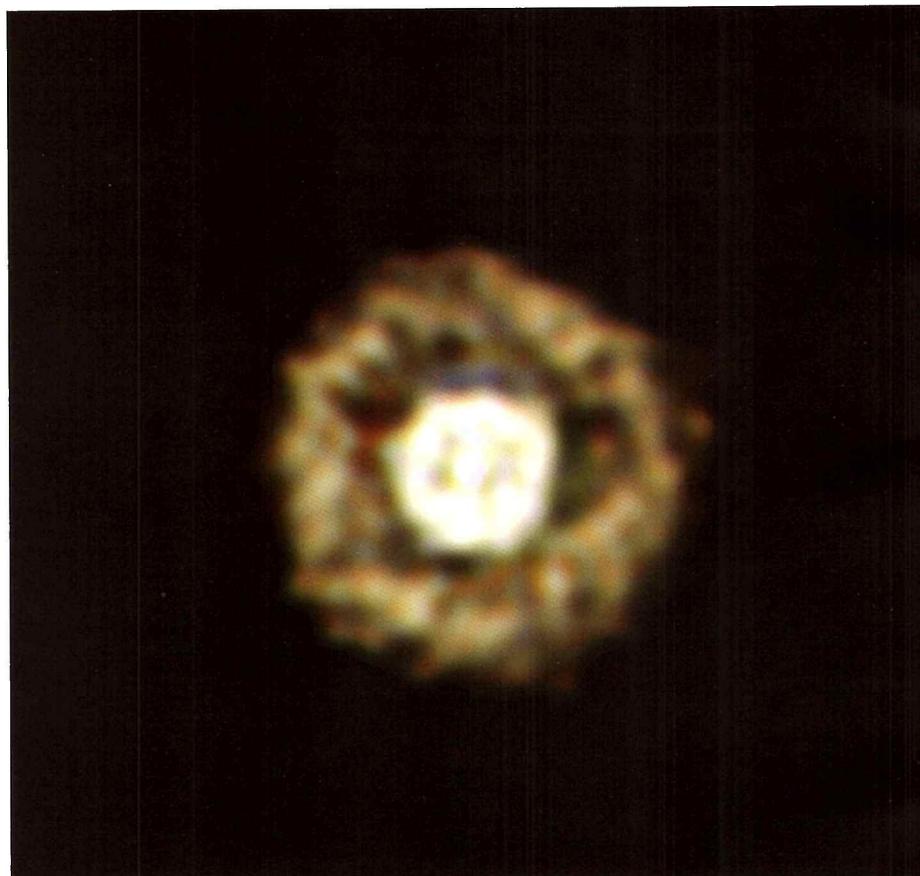
Objavené hviezdkopy sú objekty s mimoriadne malou jasnosťou. Hviezdkopa UKS 1, objavená pred niekolkými rokmi, ktorá na snímkach dominuje, bola donedávna najslabšie žiariacou guľovou hviezdkopou v Mliečnej ceste. Nakolko medzi hviezdný plyn svetlo absorbuje, rozlísť ich môže iba VISTA, predbežne najvykonnejší dalekohľad na podobné prehliadky.

Nie je vylúčené, že VVV CL001 je gravitačne zviazaná z UKS 1. Ak sa to potvrdí, na svete bude prvá dvojhviezdka.

ESO Press Release



Na najnovšej snímke dalekohľadu VISTA/ESO, ktorý skúma v infračervenej oblasti priestory okolo centra Mliečnej cesty, objavili 159. hviezdkopu v našej galaxii – VVCL001 (označená šípkou). Na snímke dole dominuje hviezdkopa UKS 1 (vpravo), ktorá je inakšie jednou z najnevýraznejších hviezdkôp na našom hviezdom ostrove. Na hornej snímke viditeľný je istý segment oblohy vo viditeľnom svetle. Porovnanie ukazuje mimoriadnu rozlišovaciu schopnosť dalekohľadu VISTA/ESO. Vedci môžu študovať dokonca jednotlivé hviezdy nevýraznej hviezdkopy.



Hmlovina Volské oko – tak nazvali vedci hviezdu IRAS 17163-3907, ktorú obaluje mohutná dvojitá obálka. Hviezda je žltý hyperobor, patriaci do málopočetnej triedy hviezd. Snímka hmloviny urobená dalekohľadom VLT/ESO je doteraz najlepšou fotografiu takejto hviezdy.

Hmlovina Volské oko

Dalekohľad VLT/ESO exponoval snímku gigantickej hviezdy IRAS 17163-3907, vzdialej 13 000 svetelných rokov. Patrí do triedy žltých **hyperobrov**, hviezd, ktoré patria medzi najzriedkavejšie stelárne objekty vo vesmíre. Hviezda je 1 000-krát väčšia a vyžaruje 500 000-krát viac energie ako Slnko. Je to predbežne najbližší žltý hyperobor. Má mohutnú obálku. Celý objekt pripomína volské oko, preto útvar pomenovali Fried Egg Nebula.

Vedci hviezdy študujú už dávnejšie. Zaujalo ich najmä jej intenzívne žiarenie v infračervenej oblasti. Nikto ju však neidentifikoval ako žltého obra. Spresnenie diagnózy hviezdy i objav dvojitej hmloviny, ktorá ju obaluje, umožnila infračervená kamera VISIR na VLT. Na snímke sa jasne dajú rozlíšiť dve takmer dokonale okrúhle obálky, tvoriace hmlovinu.

Keby Volské oko nahradilo Slnko v centre našej Slnečnej sústavy, Zem by sa nachádzala hlboko v jej vnútre a Jupiter by krúžil okolo nej tesne nad povrchom. Okraj hmloviny, ktorého polomer je 10 000-krát väčší ako vzdialenosť Slnka – Zem by bol za obežnou dráhou Neptúna.

Žltí hyperobri sú hviezdy v extrémne aktívnom období svojho vývoja. Do svojho okolia vyvrhujú mimoriadne veľké množstvo hmoty. IRAS 17163-3907 vyvrhla v priebehu ostatných storočí hmotu štyroch Slnk. Materiál, bohatý na

kremíkový prach premiešaný s plynmi, sa sfornoval do rozsiahlej dvojitej hmloviny.

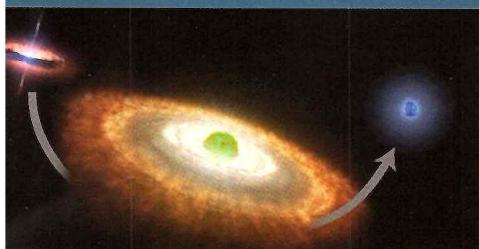
Táto aktivita naznačuje, že hviezda zanikne v gigantickej explózii. Stane sa jednou zo supernov v našej Galaxii.

Supernovy obohacujú medzihviezdný materiál o tăžšie prvéky. Nárazové vlny opakujúcich sa výbuchov medzihviezdnú hmotu zahustujú na toľko, že sa v zhustkoch začínajú rodíť nové hviezdy.

Názov hviezdy informuje, že objekt po prvýkrát objavil infračervený satelit IRAS, pričom čísla vymedzujú polohu hviezdy v centre Mliečnej cesty, v súhvezdí Škorpióna. Je to jedna z 30 najjasnejších hviezd na infračervenej oblohe. IRAS 17163-3907 má iba 20-krát viac hmoty ako Slnko. Súčasnú veľkosť nadobudla rozpínaním v poslednej fáze svojho života.

Všetky hviezdy, ktoré majú väčšiu hmotnosť ako 10 Slnk, sa na sklonku života premenia na červených obrov. Táto fáza skončí vtedy, keď hviezda spáli celú zásobu hélia. Niektorí z červených obrov sa potom v priebehu niekolkých miliónov rokov premenia na žltých hyperobrov. Táto fáza trvá pomerne krátko. Žltí obri sa potom začnú meniť na iné, nezvyklé typy hviezd, napríklad na jasné modré premenné. Tieto mimoriadne horúce a jasné hviezdy menia svoju jasnosť a pomocou silných hviezdných vetrov pumpujú do okolia veľké množstvo hmoty. Ani v tomto štádiu však dobrodružstvo evolúcie nekončí: premenná modrá hviezda sa môže zmeniť aj na Wolf-Rayetovu hviedzu, ktorej život sa končí výbuchom supernovy.

ESO Press Release



Uprostred kolabujúceho prachoplynového oblaku sa zrodí hviezda. Oblak sa postupne sformuje do masívneho, hrubého disku, ten sa však časom sploší. Počas tohto procesu sa hviezda začne zmenšovať, až kým nedosiahne stav rovnováhy medzi gravitáciou, spôsobujúcou kolaps a tlakom žiarenia, ktoré produkujú reakcie v jej jadre. Vtedy sa hviezda upokojí, stabilizuje a zaradí sa medzi hviezdy hlavnej postupnosti.

Zrod masívnych hviezd

Hviezda B257 v galaxii M17 je 7-krát masívnejšia ako Slnko, ale pozorujeme ju ako hviezdu hlavnej postupnosti, iba 3-krát väčšiu ako naša hviezda. Holandskí astronómovia využili spektrograf, ktorý monitoruje vytvápané objekty v širokom rozpätí vlnových dĺžok: od 300 nm v ultrafialovej až po 2500 nm v infračervenej oblasti. V prepojení s dalekohľadom VLT/ESO ide o najvýkonnejšie zariadenie svojho druhu,

schopné získať spektrum masívnej hviezdy počas formovania v čase, keď je ešte zahalená oponou prachu a plynu. Pozorovanie hviezdy B257 týmto prístrojom prinieslo pozoruhodné výsledky.

Vo fáze zrodu masívnej hviezdy komplikovaný, nejasný mechanizmus produkuje silné výtrysky rozrušujúce mohutný akrečný disk. Hmotnosť disku sa postupne zmenšuje a spoľhuje. Ak sa v ňom formujú planéty, tento proces je rýchly. Nespotrebovaný materiál sa vyparuje a silné hviezdné vetry ho vytlačia do okolitého priestoru. Zároveň sa v jadre mladej hviezdy rozbehnú jadrové reakcie vodíkovej fúzie. Hviezda sa v tejto fáze začína zmenšovať a toto scvrkávanie trvá dovtedy, kým žiarenie generované jadrom a smerujúce k povrchu nevyváži sily gravitácie spôsobujúcej kolaps. Zvláštnosťou je, že povrchová teplota hviezdy v tomto štadiu je oveľa nižšia, ako by zodpovedalo jej jasnosti. Spektrálne čiary hviezdy B275 však preprádzajú, že ide o obrú hviezdu.

Mimoriadne rozpätie vlnových dĺžok, ktoré spektroskop dokáže pokrýť umožňuje počas jediného pozorovania získať údaje o viacerých vlastnostiach hviezdy: o teplote jej povrchu, o jej veľkosti, o prítomnosti disku. Tak sa vedcom podarilo potvrdiť teóriu vzniku a evolúcie masívnych hviezd v ich ranom štadiu formovania.

ESO Press Release



Ilustrácia znázorňuje dvojhviezdu Cygnus X-1. Čierna diera s hmotnosťou 15 Slniek nabaluje zo sesterskej hviezdy hmotu, ktorá sa po špirále približuje k horizontu udalostí nad čiernom dierou. Tam, kde špirálujúca hmota nadobudne kritickú rýchlosť a hustotu, vznikajú protismerné výtrysky intenzívneho röntgenového žiarenia. Cygnus X-1 je prvou čiernom dierou, ktorej parametre sa podarilo presne zmerať. Je zároveň najväčšou stelárhou a doteraz najrýchlejšou rotujúcou čiernom dierou v našej Galaxii.

VLBA: prvý úplný opis čiernej diery

Cygnus X-1, známu dvojhviezdu emitujúcu intenzívne röntgenové žiarenie, skúmajú astronómovia už bezmála päťdesiat rokov. Dvojhviezdu tvoria čierna diera a hviezda spoluúplník, z ktorej čierna diera nabaluje hmotu. Vďaka súčinnosti niekolkých pozemských a vesmírnych dalekohľadov sa vedcom podarilo získať také presné údaje, že dokázali ako prví zrekonštruovať vývoj stelárnej čiernej diery od jej zrodu pred 6 miliardami rokov.

Z čiernej diery neunikajú nijaké informácie. Jej parametre možno opísať iba nepriamo: vypočítaním jej hmotnosti, spinu a elektrického náboja. Nakolko elektrický náboj čiernej diery je takmer nulový, na presný opis postačujú údaje o jej spine a hmotnosti.

Dvojhviezda Cygnus X-1 je taká vzdialená, že presné a kompletné údaje sa napriek intenzívnejmu pozorovaniu nedali dlho získať. Rozhodujúci údaj získať až obří rádioteleskop VLBA, schopný robiť priame trigonometrické merania vzdialenosťí vytvápaných objektov. Staršie odhady vzdialenosťí Cygnus X-1 kolísalí medzi 5 800 až 7 800 svetelných rokov. Údaj z VLBA: 6 070 svetelných rokov.

Vedci celých dvadsať rokov študovali Cygnus X-1 pomocou röntgenových satelitov Chandra a Rossi, satelitu ASCA (Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics) i celého radu optických dalekohľadov. Tak zistili, že Cygnus X-1 je 15-krát hmotnejšia ako Slnko a rotuje rýchlosťou 800 otôčiek za sekundu!

Táto informácia prehradila vedcom ako sa čierna diera zrodila, akú má hmotnosť a ako rýchle rotuje. Kým však VLBA nezískala presný údaj o vzdialnosti, ďalší výskum ustrnil.

Dnes vieme, že Cygnus X-1 je jednou z najmasívnejších stelárnych čiernych dier v našej Galaxii. (Stelárne čierne diery sa formujú po kolapse niektorých masívnych hviezd. Supermasívne čierne diery v jadrách galaxií sa zväčša sformovali už v hustom, mladom vesmíre.) Cygnus X-1 má ešte jeden primát: doteraz nebola objavená čierna diera, ktorá by rotovala tak rýchlo.

VLBA počas merania vzdialenosťí v rokoch 2009 až 2010 zmapovala aj pohyb Cygnus X-1 v Mliečnej ceste. Ukázalo sa, že jej pohyb je príliš pomalý na čiernu dieru, ktorá vznikla po výbuchu supernovy. Po takej explózii by sa pohybovala oveľa rýchlejšie. Teoretici teraz preverujú iné scenáre jej vzniku.

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics



Jasný objekt uprostred snímky je dvojhviezda SS Leporis, ktorú v súhvezdí Lepus možno rozlísiť aj voľným okom.

Analýza snímok ukázala, že obria chladná hviezda je menšia, ako sa predpokladalo, takže nie je jasné, prečo stráca tieľko hmoty. Vedci predpokladajú, že menšia hviezda nenabáluje z väčšej prúd plynu ako bavlnu z klobúka, ale nasáva hmotu, vynášanú mohutnými hviezdnymi vetrami spoluúplníku do okolia, priamo z priestoru, v ktorom sa obe hviezdy pohybujú.

ESO Press Release



Tieto tri snímky dvojhviezdy SS Leporis získali vedci v priebehu necelých troch mesiacov. Veľký a chladný červený obor a jeho horúci spoluúplník obiehajú spoločné tázisko. Vysoké rozlišenie umožnilo sledovať zmenu polohy oboch zložiek tesnej dvojhviezdy.



Ilustrácia vyhostenej hviezdy VFTS 102 pri pohľade z hypotetickej planéty. Rýchla rotácia sploštila hviezdu na „vajce“, okolo ktorého sa vytvoril disk horúcej plazmy.

VLT objavil hviezdu s najrýchlejšou rotáciou

Je to masívna, mladá hvieza vo Veľkom Magellanovom oblaku (LMC), vzdialená 160 000 svetelných rokov.

Hviezdu VFTS 102 (názov je odvodnený zo skratky VLT-FLAMES) objavili v rámci prehliadky najväčších a najjasnejších hviezd v hmlovine Tarantula (súčasť galaxie LMC) na observatóriu Paranal v Čile. Obvodová rýchlosť bodu na rovníku hviezdy je viac ako 2 milióny kilometrov za hodinu, čo je tristokrát rýchlejšie ako Slnko. Lietadlo oblieňajúce Zem touto rýchlosťou by ju obletel za 1 minútu. Keby rotovala nepatrne rýchlejšie, odstredivé sily by ju rozmetali. Rýchlejšie rotujúcu hviezdu zatiaľ neobjavili. (Hviezdy, ktoré sa po výbuchu supernovy scvrknú na pulsar, môžu rotovať aj rýchlejšie, ale vďaka oveľa vyššej hustote sa nerozpadnú.)

Hviezda VFTS 102, 25-krát masívnejšia a 100 000-krát jasnejšia ako Slnko, pohybuje priestorom rýchlosťou 228 km/sek, čo je zhruba o 40 km/sek pomalšie ako susedné hviezdy. Vedci usúdili, že kedysi bola súčasťou dvojhviezdy. V hmlovine Tarantula objavili „nedaleko“ od hviezdy zvyšok po výbuchu supernovy a uprostred zvyšku pulsar, pozostatok po hviezde, s ktorou VFTS 102 vytvárala tesnú dvojhviezdu.



Šípka označuje polohu VFTS 102, hviezdy s doteraz najrýchlejšou rotáciou. Nachádza sa v hmlovine Tarantula, ktorá je súčasťou Veľkého Magellanovho oblaku, jednej zo susedných galaxií. V Tarantule prebieha búrlivá hviezdotvorba.

Scénár vyhostenia: v tesnej dvojhviezde obiehal obe zložky spoločné ťažisko s čoraz vyššou rýchlosťou. To vysvetluje rýchlosť rotácie VFTS 102. Po 10 miliónoch rokov sesterská hvieza vybuchla ako supernova. Svedčí o tom charakteristický oblak plynu, zvyšok po supernove a uprostred zvyšku pulsar. Explózia druhú zložku katapultovala zo systému, čo vysvetluje aj tretiu anomáliu vyhostenej hviezdy: rozdielnú rýchlosť, ako majú hviezdy v susedstve.

Objav objasnil dôsledky krátkeho, dramatického života masívnych hviezd v tesných dvojhviezdoch.

ESO Press Release

Šípka ukazuje na hviezdu SDSS J102915+1729 27, ktorá sa sformovala pred 13 miliardami rokov. Táto hvieza má zo všetkých hviezd najmenší podiel kovov, prvkov ťažších ako vodík a hélium.



Hviezda, ktorá by nemala existovať

Slabá hvieza SDSS J102915+172927 v súhvezdí Leva je naozaj zvláština. Má zo všetkých doteraz študovaných hviezd najmenej prvkov ťažších ako hélium. Je o pätna menšia ako Slnko a sformovala sa pred 13 miliardami rokov. Takéto hviezdy by podľa teórie nemali existovať. Materiál, z ktorého sa sformovali, by sa totiž bez prítomnosti hoci len malého množstva ťažších prvkov nikdy nemohol skondenzovať do podoby hviezdy. Objav nabúral platné teórie o formovaní hviezd.

Vedci analyzovali zvláštnu hviezdu pomocou viacerých prístrojov na VLT/ESO. Zistili, že podiel kovov (teda prvkov ťažších ako H a He), je 20 000-krát nižší ako na Slnku. O tom, že sa isté stopové množstvá ťažších prvkov na hviezde vyskytujú, svedčí jediná spektrálna čiara vápnika.

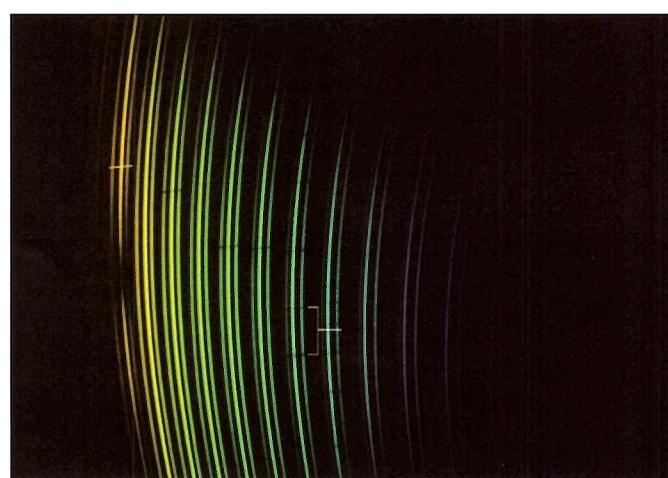
Podľa kozmológov sa najľahšie chemické prvky, vodík, hélium a nepatrne množstvo lítia, vytvorili krátko po big bangu. Ďalšie prvky postupne vznikali vo vnútre hviezd. Materiál z prvej generácie hviezd roztrúšili do priestoru výbuchy supernov. Materiál zo zaniknutých hviezd sa premiešal s oblakmi plynu, v ktorých sa sformovali hviezdy druhej generácie, bohatšie na kovy.

Hviezdy s hmotnosťami porovnatelnými s hmotnosťou SDSS J102915 a menšie sa podľa teórie mohli sformovať iba z materiálu obohateného výbuchmi supernov. Bez prítomnosti ťažkých prvkov, ktoré zvnútra kolabujúceho materiálu odvádzajú teplotu, by sa hviezda sformovať nemohla. Hmotu vo forme horúcich rýchlych častíc by gravitácia nedokázala akumulovať do podoby dostačne hmotnej a kompaktnej gule, uprostred ktorej by sa spustili jadrové reakcie. Za najúčinnejšie chladiacie prvky sa považujú uhlík a kyslík. Množstvo uhlíka v SDSS J102915 však ani zdaleka nedosahuje hodnotu, zabezpečujúcu účinné chladenie.

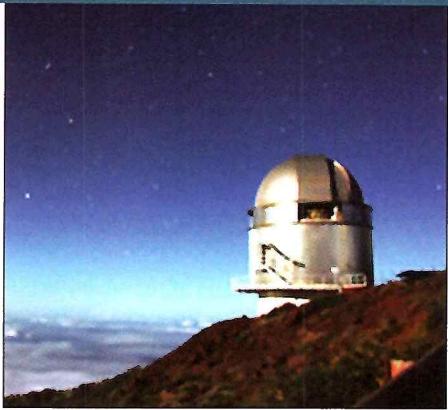
Pomer kovov v tej-ktorej hviezde nám prezrádza jej vek. SDSS J102915 je extrémne chudobná na kovy. Je to primitívna hvieza. Jedna z najstarších, aké sme doteraz objavili.

Vedcov prekvapil najmä absolútny nedostatok lítia. Aj v najstarších hviezdoch by nejaké lítium malo byť. Ba čo viac: mali by obsahovať aj stopové množstvá ďalších ľahkých kovov, tak ako oblaky plynu, v ktorých sa sformovali. Lenže v hviezde SDSS J102915 neobjavili ani stopu po lítiu. To je záhada. Vedci netušia, prečo sa lítium z tejto hviezdy „vyparilo“. Väčšinu hviezd chudobných na kovy objavili ďalekohľady ESO. Medzi posledné objavy patria hviezdy eso0228 a eso0723. Z najnovších štúdií vyplýva, že existuje mnoho starých, primitívnych hviezd s podobným zložením. Tie pomocou dokonalejších prístrojov preskúmajú práve sa tvoriace medzinárodné tímy.

ESO Press Release



Svetlo záhadnej hviezdy rozloženie špeciálnym prístrojom umožňuje vedcom rozlíšiť chemické signály rozličných prvkov, z ktorých je hviezda zložená. Prvky sa prejavujú ako medzery v zakrivených čiarach. Spektrum hviezdy sa zdá byť na všetkých vlnových dĺžkach trojité. V spektri okrem čiar vodíka a hélia objavili spektrálne čiary jediného kovu – vápnika. Jeho stopovú prítomnosť prezrádzajú dve nepatrne (označené) medzery.



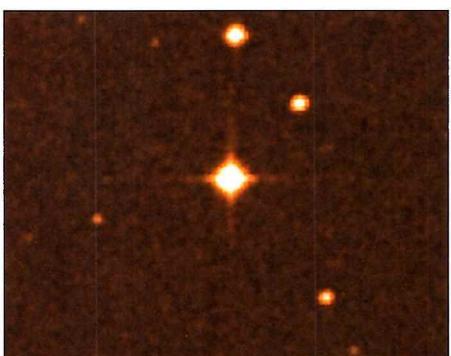
Sedemnásť starých hviezd sledovali pomocou dalekohľadu NOT (Severný optický dalekohľad) na kanárskom ostrove La Palma. NOT sa na tento typ pozorovania hodí, pretože umožňuje presné pozorovania pohybov hviezd. Počas niekolkých rokov sa z údajov dá výčítať, ktoré z hviezd sú súčasťou dvojhviezd.

Staré hviezdy – kľúč k minulosti Mliečnej cesty

Niekteré staré hviezdne na periférii Galaxie obsahujú mimoriadne veľké množstvá ľahkých prvkov: zlato, platín a urán! To je záhada, pretože stelárne fosílie, hviezdy najstaršej generácie, sa skladajú najmä z vodíka a hélia. Ľahké prvky (kovy) v nich detegujeme iba v stopových množstvách. Vedci z Inštitútu Nielsa Bohra v Kodani študovali najstaršie hviezdy niekoľko rokov. Získali údaje, pomocou ktorých astronómovia vyvinuli teóriu, objasňujúcu prítomnosť ľahkých kovov aj na najstarších hviezdach už krátko po zdrode Mliečnej cesty.

Krátko po big bangu dominovala vo vesmíre tmavá hmota a oblaky vodíka a hélia. Keď gravitácia tmavej hmoty oblaky zahustila, začali sa v nich formovať hviezdy prvej generácie. Fúzia vo vnútri týchto hviezd vytvorila prvé ľahké prvky, uhlík, dusík, kyslík a po niekoľkých stovkách miliónov rokov aj všetky ďalšie prvky. Prvé hviezdy však obsahovali sotva tisícinu kovov, ktoré dnes detegujeme na Slnku.

Prvé hviezdy boli veľké a masívne. Oproti



Sedemnásť hviezdných fosilií v hale našej Galaxie sa sformovalo v čase, keď Mliečna cesta bola ešte veľmi mladá. Zachovali sa preto, lebo sú pomerne malé, takže ich život je oveľa dlhší ako v prípade masívnych hviezd. Masívne hviezdy svoje palivo rýchle spotrebujú, premenia sa najprv na červených obrov a napokon na bielych trpaslíkov. Uprostred snímky vidite hviezdu CS31082-001, prvú z hviezd, na ktorých detegovali urán.

Slnku bol ich život krátky a končil výbuchom supernovy. Výbuch rozptýlil do okolia oblaky plynu a v nich aj atómy a molekuly ľahších prvkov. Oblaky po čase skolabovali a začali sa v nich tvoriť hviezdy s vyšším obsahom kovov. Platí: čím mladšie hviezdy, tým viac kovov by mal obsahovať.

Obyav stelárnych stareňiek s vysokým obsahom kovov astronómov prekvapil. Všetky objavili na periférii Mliečnej cesty, v hale, ktoré z vrchu až odspodu obaluje plochý disk Galaxie. Pravdaže, nie všetky stareňky sú na kovy bohaté: abnormálne množstvo železa a ďalších ľahkých prvkov objavili iba v dvoch zo stoviek starých hviezd.

Záhadu objasnila Terese Hansenová, vedúca výskumu: „Zistili sme, že iba tri z hviezd, ktoré sme celé roky pozorovali, sa pohybujú okolo centra galaxie po presne určených obežných dráhach. Tak sme objavili mechanizmus, ktorý vysvetluje prítomnosť ľahkých prvkov v týchto hviezdach.“ Rýchlosť pohybu hviezd pomohli Dáni vypočítať vedci z Michigan State University.

Na svete sú dve teórie, ktoré záhadu starých hviezd vysvetľujú.

Prvá teória: na kovy bohaté, staré hviezdy boli pôvodne zložkami tesných dvojhviezd. Druhá zložka skončila život výbuchom supernovy. Výbuchom rozprášený materiál, obsahu-



Naša Galaxia pripomína plachý disk NGC 4592, špirálovej galaxie, v ktorej je 200 miliárd hviezd. Nad rovinou galaxie i pod ňou je halo, kde sa nachádzajú najstaršie hviezdy, ktoré sa sfornovali pred miliardami rokov. Mali by to byť primitívne hviezdy s minimálnym podielom ľahších prvkov.

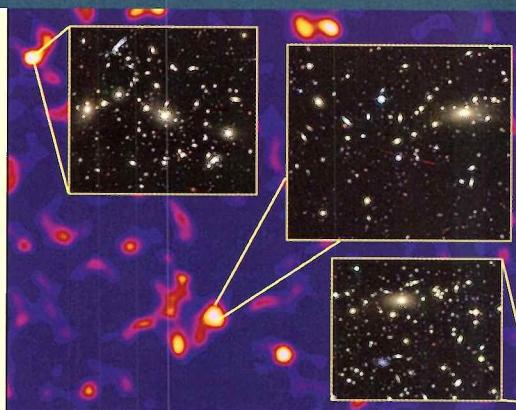
júci aj zlato, platín, urán a ďalšie kovy, sa usadil aj na odolnejšom spolupútnikovi.

Druhá teória: výbuchy prvých supernov nerozptylovali materiál rovnomerne, ale výtryskami, prúdiacimi do rôznych smerov. Energetické výtrysky dokážu dopraviť vyvrhnutý materiál bohatý na kovy do veľkých vzdialenosí. Keď sa ich rýchlosť znížila, začali sa výtrysky rozbaľovať a tvoriť oblaky. Po kolapse oblakov sa v nich sfornovali hviezdy ďalšej generácie. Aj tie, ktoré dnes pozorujeme v halo Galaxie.

Štúdiom pohybov vytipovaných hviezd sa ukázalo, že väčšina zo 17, na kovy bohatých hviezd sú v skutočnosti jednoduchými hviezdami. Iba 3 z nich (zhruba 20 %) sú zložkami dvojhviezd. To je normálne, pretože 20 % všetkých hviezd je zložkou binárnych systémov. Takže prvá teória „o hviezdach obalených zlatom“ podľa všetkého neplatí.

Časť ľahkých kovov sa tvorí už počas výbuchu supernovy. Keď ich výtrysky dopravia k inému obriemu oblaku s podobným zložením, kumulácia ľahkých prvkov v oblaku sa výrazne zvýší. Keď takýto oblak skolabuje, vznikne hvieza s abnormálne vysokým podielom kovov.

Astrophysical Journal Letters



Okolo oblastí, kde sú siete tmavej hmoty najhustešie, sa zoskupujú najmasívnejšie kopy galaxií. To podporuje teóriu, podľa ktorej sa tmava hmota v mladom vesmíre formovala do sietí s mohutnými uzlami, okolo ktorých sa zoskupovala normálna hmota: hviezdy, hviezdomupy a neskôr aj galaxie a kopy galaxií. Tri obdĺžniky sú zváčseninami troch takýchto uzlov tmavej hmoty.

Gigantická siet tmavej hmoty

Medzinárodný tím astronómov zmapoval tmavú hmotu v doteraz najväčšej škále. Mapa vznikla po analýze snímok vyše 10 miliónov galaxií v štyroch rozdielnych segmentoch oblohy. Vedci študovali zakrivenie dráhy svetla emitovaného vzdialenosí galaxiami. Dráhu svetla na jeho púti zo zdroja deformovali masívne zhuky tmavej hmoty. Údaje o jej zakrivení prezradili rozloženie tmavej hmoty medzi galaxiami a Zemou.

Projekt CFHTLenS využíva údaje, ktoré získali v rámci prehliadky oblohy uskutočnenej pomocou kanadsko-francúzskeho-havajského dalekohľadu v priebehu piatich rokov. Využili pritom širokohľadu kamery MegaCam s citivosťou 340 megapixelov na štvorcový stupeň pozorovaneho pola.

Väčšina skúmaných galaxií je vzdialenosí zhruba 6 miliárd svetelných rokov. Svetlo, ktoré zachytávajú pozemské dalekohľady, bolo vyžiarené v čase, keď mal vesmír iba 6 miliárd rokov. Teda ani nie polovicu dnešného veku.

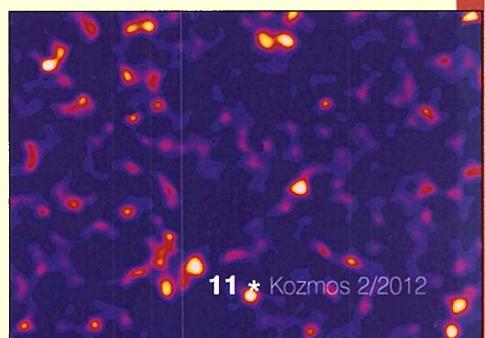
Podobné, hoci oveľa menšie mapy, sa vytvárali pomocou simulácií na počítačoch, ale výsledky sa dali, vzhľadom na vlastnosti tmavej hmoty, iba ľahko overiť. Toto je prvá mapa tmavej hmoty získaná priamym pozorovaním pôsobenia tmavej hmoty vo veľkých škáloch. Vedcom sa vďaka zakriveniu časopriestoru podarilo tmavú hmotu „zviditeľniť“, pričom ich metóda zatiaľ nemá konkurenco. Tak získali reálnu predstavu o veľkoškálovom rozložení tmavej hmoty, čo je prvý krok k pochopeniu jej podstaty i k tomu, do akej miery sú jej vlastnosti v zhode s platnými zákonmi fyziky.

Catherine Heymansová, vedúca výskumu, upozornila, že analýza svetla zo vzdialenosí zdrojov prezradila, čo všetko pút fotónov na ich ceste k nám ovplyvnilo. Onedľho, keď sa podari zostaviť a analyzovať ešte väčšie mapy tmavej hmoty, vztah medzi ňou a galaxiami bude lepšie pochopiteľný.

Vedci v priebehu najbližších troch rokov zmapujú 10-krát väčšie oblasti ako mapovali v rámci projektu CFHTLenS.

CFHTLenS Press Release

Tmavá hmota vo vesmíre sa prejavuje ako gigantická sieť hustých (biele škvŕny) a prázdných (tmavé polia) oblastí. Najväčšie biele škvŕny majú rozmeru násobkov Mesiaca v splne na oblohe.



Hnedí trpaslíci

Medzi Polárkou, Veľkým vodom a Kassiopeou nežiarí nijaká jasná stálica. Astronómovia túto oblasť nedokázali dlho priradiť k nijakému súhvezdiu. Na mapách oblohy sa na týchto miestach nachádza súhvezdie Žirafa. Aj táto oblasť je však plná zaujímavých objektov. Vedcov vzrušil najmä objav malej „hviezdičky“. Predbežne ju označili ako WISEPC J0458+64. Ukázalo sa, že ide o hnedého trpaslíka.

Hnedí trpaslíci (v hornej postupe) sa podľa všetkého formujú podobne ako hviezdy (postupka dole) uprostred rotujúceho a kolabujúceho prachoplynového oblaku. Nespotrebovaný materiál sa sformuje do disku, v ktorom sa tvoria planéty.

Za hnedých trpaslíkov považujeme objekty, ktoré si nestihli nabaliť toľko hmoty, aby sa v nich, tak ako vo vnútre hviezd, mohli spustiť jadrové reakcie. Aby sa reakcie spaľovania vodíka v jadre rozbehli, musí mať hvieza najmenej 7,5 % hmotnosti Slnka. Hnedí trpaslíci sú na jadrové fúzie priľahkí. Nespaľujú však vodík, ale deutérium. Deutérium (tažký vodík) sa počas fúzie premení na hélium, ale jeho zásoby sú pomerne malé. Po krátkej fáze spaľovania deutéria hnedí trpaslíci rýchle vychladnú. Premenia sa na objekty pripomínajúce obrie planéty.

Chladní smradliaci

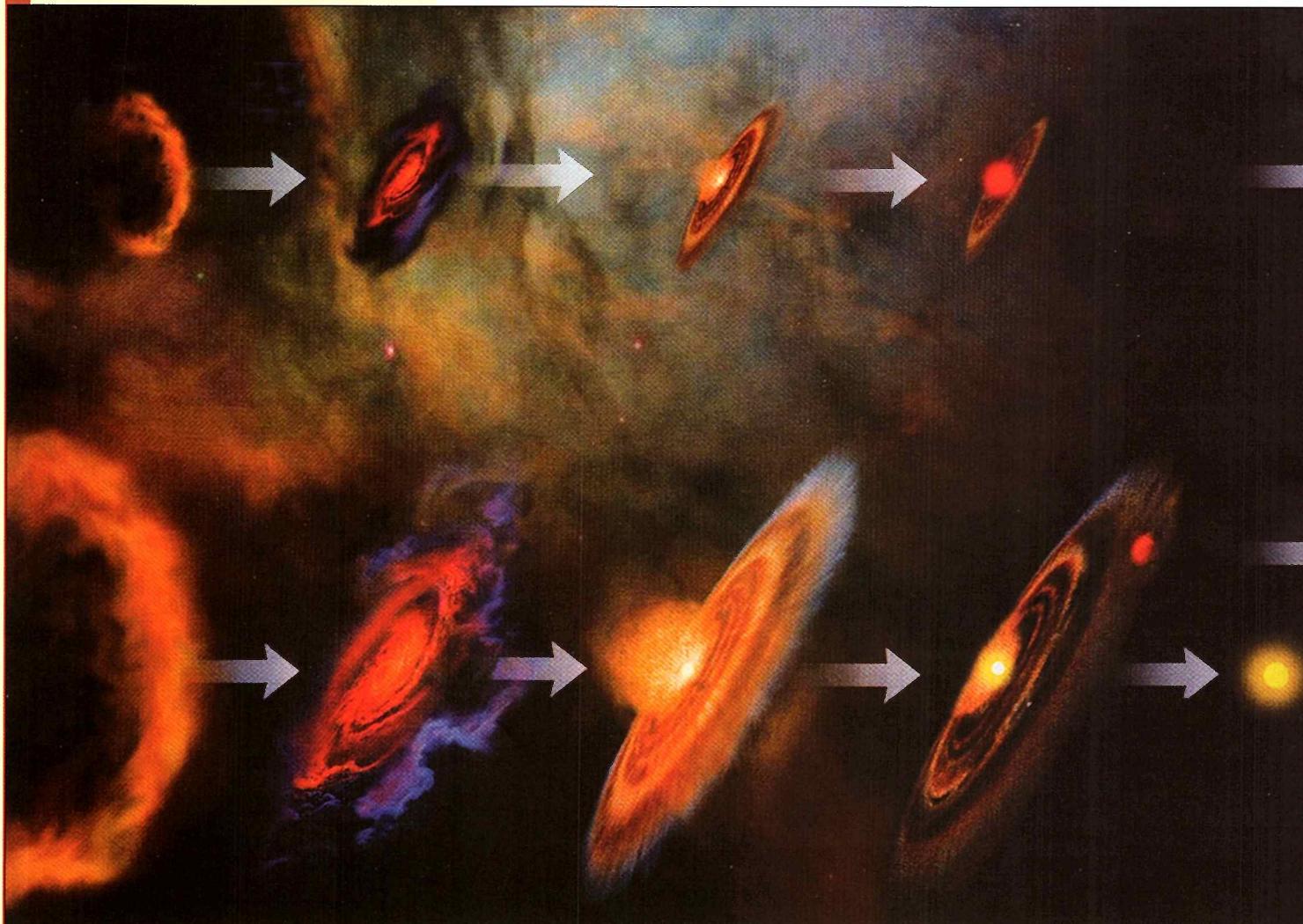
Astronómovia sa v poslednom čase zamerali na objavovanie najchladnejších hnedých trpaslíkov. Po roku 2010 im najviac údajov dodáva satelit WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer). Okolo Zeme krúži vo výške 525 km a exponuje fotografie v infračervenom svetle. Hnedí trpaslíci sú v optickej oblasti takmer neviditeľní, ale v infračervenej oblasti sú relatívne jasní. WISE medzičasom zmapoval už celú oblohu.

V novembri 2010 skúmal tím okolo WISE prvý úlovok: hnedého trpaslíka WISEPC J0458+64. Jeho teplotu odhadli na 330 °C. Tento hnedý trpaslík je teda značne chladnejší ako Venuša! V plynovej obálke detegovali metán a sírovodík, takže západ tam musí byť oveľa väčší ako okolo celulózky. Vzdialenosť zapáčajúcej hviezdy zatiaľ iba odhadujú: na 18 až 30 svetelných rokov. WISE medzičasom objavil celé tucty hnedých trpaslíkov.

Štúdium zapáčajúcich hviezd sa presadilo medzi klúčové programy pozorovateľov. Údaje prehľbjujú poznatky o vzniku hviezd, aj o ich planétach. Hnedí trpaslíci bývajú totiž aj súčasťou viachviezdnych sústav, ba mohli by mať aj vlastné planéty.

V súhvezdí Chameleón, kde prebieha búrlivá hviezdotvorba, objavili dvoch hnedých trpaslíkov. Obaja majú nanajvýš 3 milióny rokov, sú mimoriadne mladí. Pri získavaní údajov sa využíva nepriama metóda merania uhlových rýchlosťí, prejavujúca sa v spektri posunom ciar.

Skúmanie hnedých trpaslíkov sa začalo



majú boom



Zelený kotúčik uprostred infračervenej snímky je objekt WISEPC J0458+64. Je to hnedý trpaslík, vzdialenosť 30 svetelných rokov. Jeho teplota je 330 °C. Ide o najchladnejšieho hnedého trpaslíka, ktorého satelit WISE doteraz objavil.

v roku 1995. Americká astronómka Jill Tarterová však použila názov „hnedí trpaslíci“ na označenie dovtedy hypotetických objektov už v roku 1975. Doteraz ich astronómovia objavili už vyše 1 000.

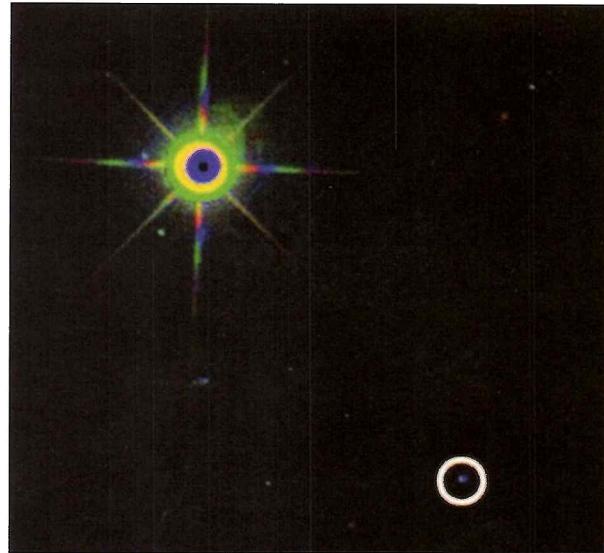
Najchladnejšie hviezdy

Objav hnedých trpaslíkov narušil predstavy o hviezdach. Astronómovia predtým klasifikovali hviezdy podľa spektrálnych typov označených siedmiimi verzálkami: O, B, A, F, G, K, M. Každý typ má inú farbu a inú povrchovú teplotu. Slnko s teplotou 5 500 °C je hviezdou typu G. Najchladnejšími hviezdami boli donedávna červení trpaslíci typu M. Do tejto triedy patria dnes aj niektorí z najmladších hnedých trpaslíkov.

Väčšina hnedých trpaslíkov však nemala parametre, ktoré by ich zaradili medzi hviezdy. Preto astronómovia vytvorili aj typy L a T. Teplota L trpaslíkov sa pohybuje medzi 1 000 až 1 800 °C. Do tejto triedy sa zaradujú aj niektoré hviezdy s najnižšou teplotou. Dnes platí, že hnedími trpaslíkmi sú všetky objekty, ktoré majú nižšiu hmotnosť ako 7,5 % hmotnosti Slnka.

Železny dážď

Na L trpaslíkoch panujú bizarné pomery. Astronómovia ich študujú pomocou počítačových modelov. V plynových obálkach týchto degenerovaných hviezd sa premiestňujú oblaky vytvorené z jadier minerálov zahriatých na vysokú teplotu. Z oblakov padá železny dážď v podobe kvapiek i pevných železnych



Červený trpaslík Ross 458 (hora) a hnedý trpaslík (v krúžku) vytvárajú zvláštny binárny systém. Teplota menšej zložky je 380 °C. Sústava je vzdialenosť 150 až 800 miliónov kilometrov.

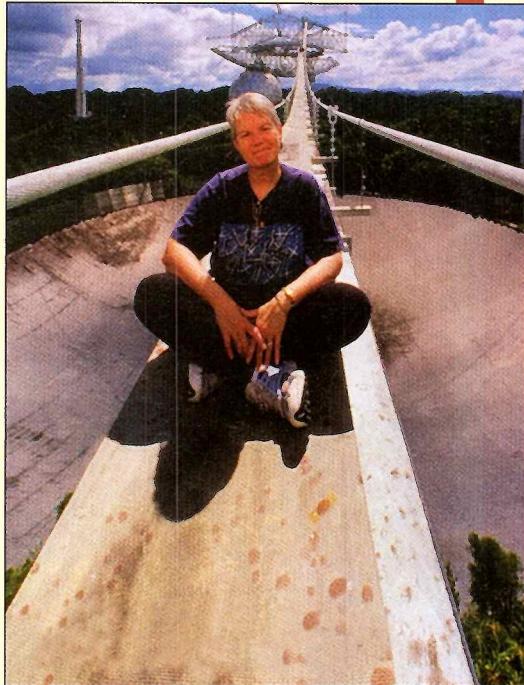
jadierok. Veľkým prekvapením je objav kremičitanov, ktoré sa nachádzajú aj v jadrach komét.

Hviezdy typu T sú ešte chladnejšie ako L trpaslíci. Predbežne ich poznáme asi 200. Pozorovať ich možno iba v infračervenej oblasti, pričom v ich spektre sa objavuje aj metán. Vedcov zaujal najmä T trpaslík – Ross 458C, ktorý vo vzdialosti 36 svetelných rokov krúži okolo dvoch malých M hviezd. Jeho vek odhadujú na 150 až 800 miliónov rokov. Oproti Slnku, ktoré má 4,57 miliardy rokov, ide o naozaj mladý objekt.

Žiarenie z Ross 458C je veľmi slabé. Zodpovedá 0,000025 % hodnoty žiarenia Slnka. Aj v jeho atmosfere objavili čosi ako oblaky. To

Čo treba vedieť o hnedých trpaslíkoch

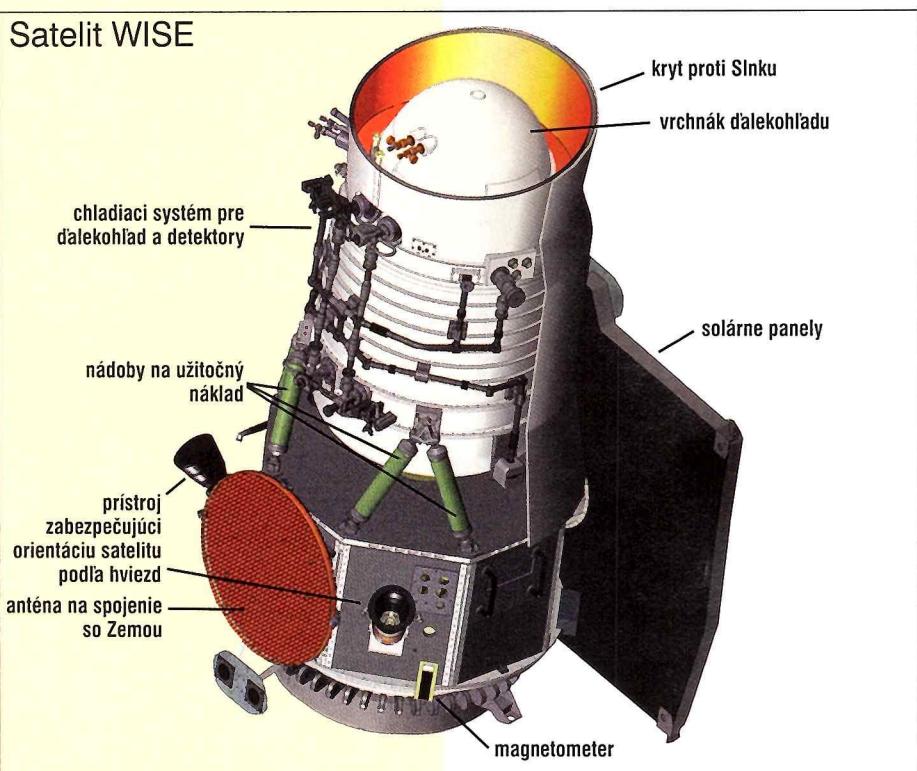
- Prídavné meno „hnedý“ je zavádzajúce. Hnedí trpaslíci sú skôr červení alebo jasnopurpuroví.
- Prvý hnedý trpaslík bol objavený v roku 1994. Dodnes ich objavili vyše 1 000.
- Hnedí trpaslíci majú oveľa menšiu hmotnosť ako hviezdy. Najhmotnejší majú 7,5 % hmotnosti Slnka. V porovnaní s plynnými obrami/planétami sú to však ľahké váhy. Ich hmotnosť môže dosahovať až 80-násobok hmotnosti Jupitera.
- Hnedí trpaslíci však nie sú oveľa väčší ako najväčšie planéty.
- Aj hnedí trpaslíci dokážu generovať energiu. Vo svojom jadre fúzujú izotopy vodíka. Keď sa palivo minie, reakcie vyhasnú, hnedý trpaslík rýchle chladne.
- Povrchová teplota hnedých trpaslíkov sa pohybuje od 300 do 2 000 °C. Sú teda oveľa chladnejšie ako Slnko.
- V poslednom období však objavili hnedého trpaslíka s teplotou vriacej vody, ba dokonca s teplotou tesne nad 20 °C.



Jill Tarterová považujú za matku hnedých trpaslíkov. Tento pojem ako prvá použila už v roku 1975 vo svojej doktorskej práci. V tom čase bol hnedý trpaslík iba hypotetickým telesom. V roku 1999 sa stala riaditeľkou inštitútu SETI, zameraného na hľadanie mimozemských civilizácií. Nie náhodou jej príbeh zanietenej vedkyne v službách SETI poslúžil filmárom z Hollywoodu pre napísanie scenáru k filmu Kontakt. Hlavnú predstaviteľku strelensnila vo filme Jodie Fosterová. Na snímke Jill Tarterová „v srdci“ obreho rádioteleskopu v Arecibe.



Satelit WISE



Ró Ophiuchi, jedna z oblastí, kde sa rodia hviezdy, na infračervenej snímke satelitu WISE. Modrá, zelená a červená farba kódujú jednotlivé vlnové dĺžky v mikrometroch.

vedcov udivilo, pretože na T trpaslíkov zatiaľ nič podobné nepozorovali. Ross 458C je unikátnym objektom aj preto, že okolo svojich hviezd krúži vo vzdialosti 30-násobku vzdialosti Slnko/Neptún.

Udивujúca je aj ďalšia vlastnosť: hmotnosť Ross 458C je na hranici, ba možno aj pod hodnotou $14J$, keď ešte objekt môže spaľovať deutérium. Planéty s nižšou hmotnosťou už považujeme za plynných obrov. Vedci však planetárnu podstatu Ross 458C spochybňujú. Planéty sa totiž formujú v prachoplynových diskoch, krúžiacich okolo hviezd. Vedci nechápu, ako sa čudné teleso v takej veľkej vzdialosti dokázalo sformovať. Alebo je to napriek nízkej hmotnosti predsa len hnedý trpaslík?

Objekt objavili na observatóriu v Heidelbergu. Objavitelia sa nazdávajú, že Ross 458C je napriek nízkej hmotnosti hnedým trpaslíkom. Inými slovami: vznikol kolapsom oblaku medzihviezdneho plynu, nie nabalovaním materiálu z disku ako planéty. Ani oni však nemôžu vylúčiť, že sa čudný hnedý trpaslík sformoval v obliku spolu s dvojhviezdou, ktorej gravitácia ho katapultovala na súčasnú dráhu. V takom prípade by bol exoplanétou.

Medzičasom objavili niekoľko desiatok hnedých trpaslíkov, ktorých hodnoty pripomínajú Ross 458C. Kým vedci lepšie nepochopia procesy vzniku a vývoja týchto telies, klasifikácia nebude jednoznačná. Preto sa v poslednom čase zameriavajú najmä na najmladších hnedých trpaslíkov.

V Heidelbergu už desať rokov študujú dvoch mladých hnedých trpaslíkov ChaH α 8 v súhvezdí Chameleóna. Nachádza sa blízko južného pólu oblohy, takže z Nemecka ho pozorovať nemôžu. Využívajú preto ďalekohľady ESO v Čile. Na južnú pologuľu však cestovať nemusia. Potrebné údaje im internetom pravidelne z ESO zasielajú.

Tak sa im podarilo odhaliť niekoľko záhad okolo hnedých dvojiciek. Zistili, že spoločne ťažisko obehnú po eliptickej dráhe za 5 rokov. Menší objekt je hnedým trpaslíkom, ten väčší môže byť aj trpasličou hviezdou. O všetko rozhodnú až ďalšie pozorovania.

Tesné binárne systémy takýchto malých objektov sú veľmi zriedkavé. Očakáva sa, že údaje zo satelitu WISE pomôžu objaviť ďalších 1 000 hnedých trpaslíkov. Až po ich podrobnej analýze sa vedomom možno podať odhalit tajomstvo genézy týchto mysterióznych telies.

Lovci hnedých trpaslíkov ohlasujú nové objavy zo všetkých kontinentov. Tím z Pennsylvania State University objavil nedávno pomocou vesmírneho ďalekohľadu Spitzer chladné teleso, krúžiace okolo hviezdy – bieleho trpaslíka. Ak sa dokáže, že je to hnedý trpaslík, potom by to bol vôbec najchladnejší objekt svojho druhu: jeho povrch má teplotu okolo 25°C .

WISE, ESO, Bild der Wissenschaft

Hladné čierne diery uprostred mŕtvych galaxií

Prečo sa niektoré mladé galaxie s búrlivou hviezdotvorbou premenia na „červené a mŕtve“ špirály s malým počtom mladých hviezd? Nekompletná ALMA, sústava rádioteleskopov skúmajúca vesmír v milimetrovej a submilimetrovej oblasti, skúmala veľkú skupinu galaxií vo fáze premeny a získala údaje, ktoré sú klúčom k objasneniu tejto záhady.

Mladé galaxie nabáľajú obrovské množstvá prachu a plynu, z ktorých sa tvoria zhustky, kolíske početných mladých hviezd. Uprostred mladej galaxie dozrieva a zväčšuje sa masívna čierna diera. Čierna diera nabáľuje z okolia hmotu. V krúžnave špirálujúcej čoraz horúcejšej a čoraz rýchlejšie sa pohybujúcej hmoty sa tvoria výtrysky. Okolie aktívnej čiernej diery v tejto fáze výrazne zjasnie, čo sa navonok prejaví ako kvazar.

Výtrysky väčšinu hmoty z okolia čiernej die-ry vymetú. Rozprášia aj kolíske, v ktorých sa formujú hviezdy, takže hviezdotvorba v galaxii sa zníži na minimum. Keď hladujúca čierna diera „nemá čo konzumovať“, jej aktivita sa zníži na minimum. Kvazar pohasne.

Pomocou ALMA preskúmali vedci v tomto štádiu 26 galaxií a zistili, že ani z jednej sa nešíria výtrysky. (Prístroje by tieto horúce prúdy spopahliivo detegovali.) Objav vedcov nadchol. Presne také niečo očakávali: výtrysky vymietli z dosahu čiernych dier prach a plyn a tým týchto žrútov doslova vyhladovali.

ALMA už pri prvom nasadení umožnila významný objav: zastihla skupinu galaxií v kritickom štádiu ich evolúcie.

Vo vyprázdených galaxiách nemôže hviezdotvorba prebiehať. Dôsledok: po vymretí masívnych, jasných hviezd s krátkym životom začnú v galaxii dominovať menej hmotné, červenšie hviezdy. Preto sú tieto hladujúce, starúnce galaxie červenkasté.

Fázu pohásnania možno najefektívnejšie pozorovať na infračervených (horúci prach v okolí čiernej diery) a rádiových vlnach, detegujúcich výtrysky.

Tím okolo ALMA vytipoval 26 vzdialených kvazarov, aktívnych galaxií vo vzdialosti niekoľkých miliárd svetelných rokov v katalógu vesmírneho dalekohľadu WISE, ktorý monitoruje milióny objektov z celej oblohy. Do výberu sa dostali iba tie, ktorých infraparametre sa prekrývali s údajmi o objektoch s vysokou aktivitou výtryskov. Tie vytipovali z katalógu 1,8 milióna rádiových objektov, získaných prístrojom NRAO na rádioteleskope VLA.

Nakolko ALMA dokáže skúmať objekty na dlhších vlnových dĺžkach ako WISE, spoľahlivo odliši prach zahrňať výtryskami od prachu, ktorý špiráluje do čiernej diery.

Tím okolo ALMA v tomto roku preskúma najmenej 100 ďalších aktívnych galaxií.

ALMA Press Release



obežná dráha
Pluta okolo Slnka:
79 AU

Z prachového disku, krúžiaceho okolo hviezdy SAO 206462 (za maskou uprostred snímky), vybiehajú ramená, pripomínajúce roztvárajúcu sa špirálu. Unikátnu snímku získal dalekohľad Subaru vďaka systému adaptívnej optiky HiCIAO.

Špirála okolo mladej hviezdy

SAO 206462 je mladá hvieza 9. magnitúdy, vzdialenosť 450 svetelných rokov. Jej vek sa odhaduje na 9 miliónov rokov. Okolo nej, dvakrát tak ďaleko ako Pluto okolo Slnka, krúži prachový disk. Disk má vzhľadom k pozemskému pozorova-televiemu priaznivý sklon. Vedci na najnov-šších snímkach SAO 206462 rozlíšili v tomto disku „kridla“ či „oblúky“, ktoré pripomínajú roztvárajúcu sa špirálu. Po-dobné útvary boli objavené aj pri iných hviezdach, ale nikdy s takým vysokým rozlíšením.

Vedci modelujú mechanizmy, ktoré by mohli podobné úkazy generovať. Naj-pravdepodobnejším mechanizmom sa zdá byť jedna alebo niekoľko planét obieha-júcich hviezdu vo vnútri disku. Z modelov vyplynulo, že materiál z disku do roztvára-júcej sa špirály uvolňuje gravitácia týchto planét. Snímka zo Subaru platnosť mode-lov potvrdila.

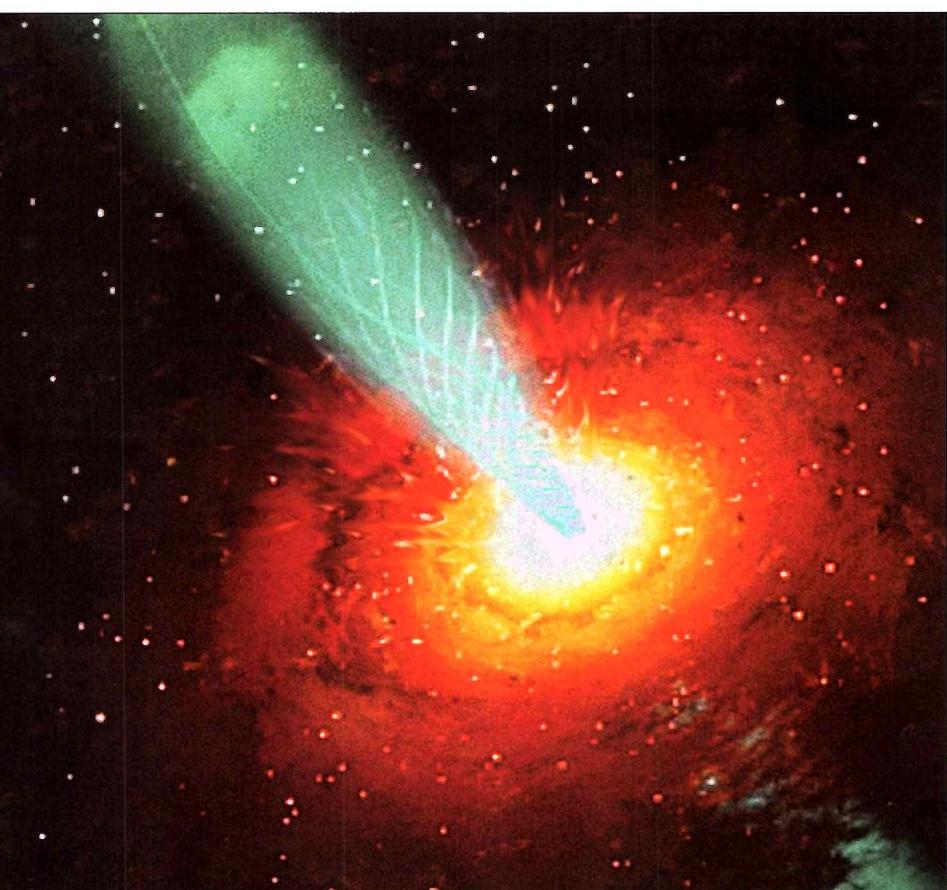
Z modelov okrem iného vyplynulo, že v prípade pôsobenia jedinej planéty by oblúky roztvárajúce sa špirály mali byť symetrické. V prípade SAO 206462 symetrické nie sú, takže okolo hviezdy asi krúži aj druhá planéta.

Infračervené dalekohľady, vesmírne i pozemské, sa v najbližšom čase sústredia na hľadanie týchto planét.

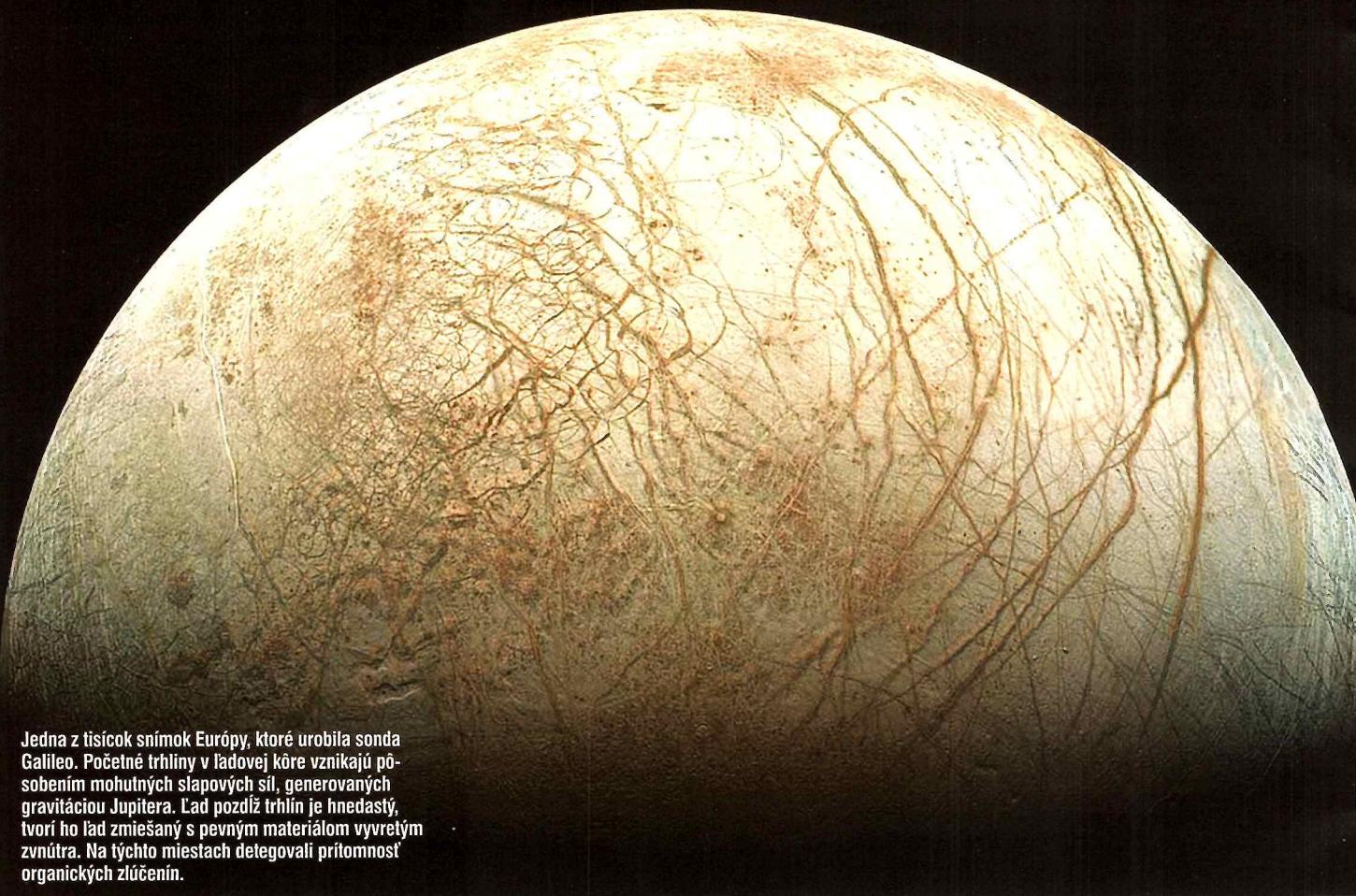
Objav pomôže prehliubiť naše poznatky o formovaní planét v diskoch mladých hviezd, pretože niektoré aspekty týchto procesov vedci ešte nepoznajú.

Napríklad vymetenie prachu a plynu z okolia mladých hviezd, či už s planétami alebo bez nich, sa pripisovalo najmä pôsobeniu silných hviezdnych vetrov, prípadne sporadickým výtryskom, ge-nerovaným dopadom väčších balíkov hmoty na hviezdu. Vedci však zvažovali aj iné procesy. Možnosť, že k deštrukcii a rozptyľovaniu disku prispievajú do značnej miery aj planéty, sa nepredpo-kladala.

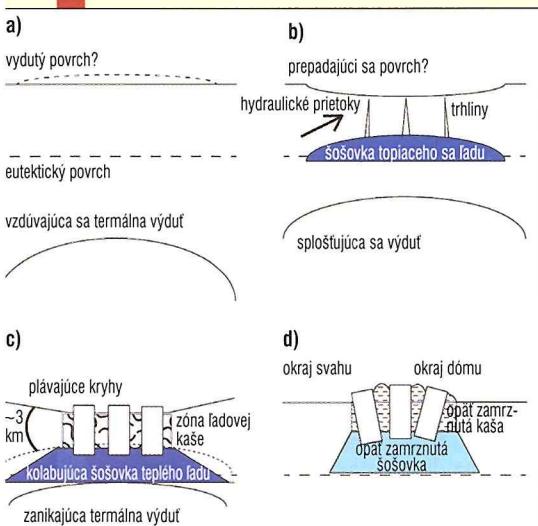
NASA Press Release



Obrázok ilustruje aktívnu, supermasívnu čiernu dieru a jeden z jej výtryskov, vynášajúci do okolia prach a plyn, z ktorého sa formujú hviezdy.



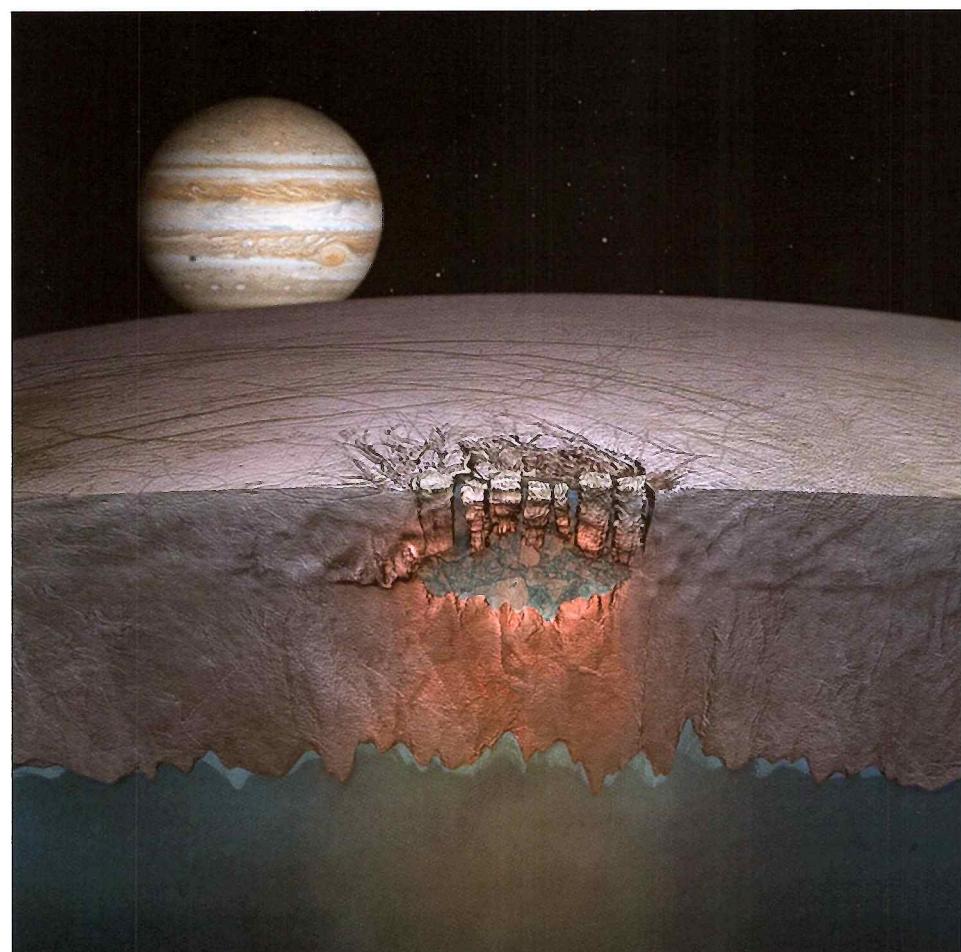
Jedna z tisícok snímok Európy, ktoré urobila sonda Galileo. Početné trhliny v ľadovej kôre vznikajú pôsobením mohutných slapových sôl, generovaných gravitáciou Jupitera. Ľad pozdĺž trhlin je hnedastý, tvorí ho ľad zmiešaný s pevným materiálom vyvretým zvnútra. Na týchto miestach detegovali prítomnosť organických zlúčenín.

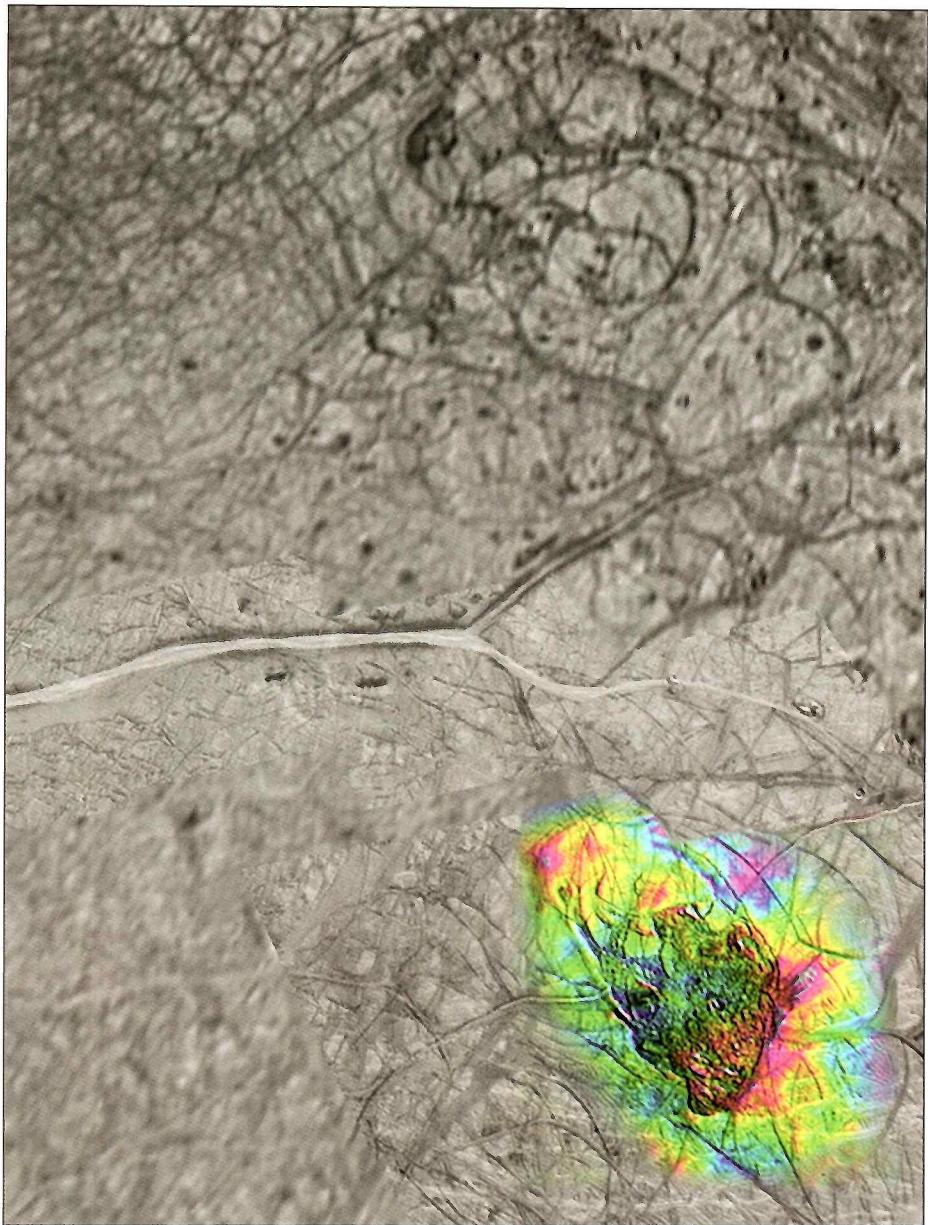


Meniace sa slapové sily zohrievajú striedavo viacé oblasti v ľadovej kôre Európy. Termálna bublina sa vzdúva, tvrdý ľad nad ňou mäkne. Mení sa postupne na ľadovú kašu, kaša sa roztopí na vodu. Kaša má menší objem ako pevný ľad, povrch nad ňou sa prepádá. Vznikajú trhliny, ktorými stúpa voda na povrch. Povrch sa postupne rozpadne na kryhy, vysoké až 3 km. Do trhlin medzi kryhami prenikne od spodu ľadová kaša, ale tá vzápäť zmrzne. Dóm na povrchu spevnie, vytvorí ľadový pašhorok. Termálna bublina sa medzičasom scvrkne, až napokon celkom zanikne. Podobný proces generujú slapové sily v rozličných oblastiach Európy.

V ľadovej kôre Jupiterovho mesiaca Európa objavili veľké jazerá v teku to skupenstve. Nachádzajú sa v dvoch oblastiach pod rozlámanou ľadovou kôrou. Jednou z nich je oblasť Veľké jazero (na snímke). Vedci si nazdávajú, že takýchto oblastí je na Európe viac. Nad horizontom Európy sa vynára Jupiter.

Jazerá v kôre Jupiterovho mesiaca Európa





Jazero tekutej vody je aj pod chaotickým terénom oblasti Thera Macula. Na fotografií rozlíšte aj topografiu terénu. Purpurová a červená farba znázorňujú vyvýšený terén.

Astronómovia z Texaskej univerzity v Austine objavili v hrubej ľadovej kôre Jupiterovho mesiaca Európa veľký bazén tekutej vody. Vypočítali, že táto voda sa čo do objemu vyravná množstvu vody vo všetkých veľkých jazerach na pomedzí USA a Kanady. Vedci oznámili, že v kôre Európy sa podľa všetkého nachádzajú aj ďalšie takéto bazény.

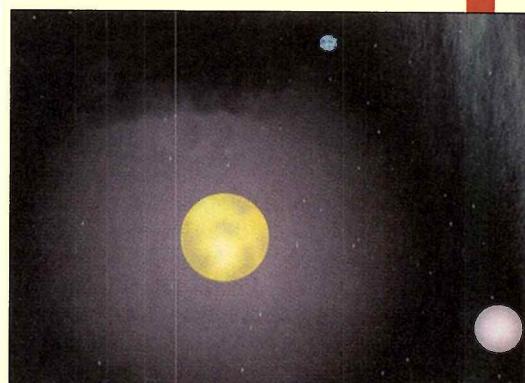
Pod kôrou, ktorej hrúbka sa odhaduje na 10 až 40 kilometrov, je globálny oceán. Oceán obafuje pevné jadro mesiaca. Zatiaľ nie je jasné, aká hrubá je vrstva vody medzi jadrom a kôrou. Odhady sa pohybujú medzi 80 až 170 kilometrami. Ak by platil druhý odhad, tekutej vody by bolo na Európe viac ako na Zemi!

Početné trhliny v kôre zasahujú až po hladinu oceánu. Predpokladá sa, že práve tieto trhliny ho spájajú s bazénmi. Mechanizmus funguje takto: slapové sily kôru deštruuju a z času na čas sa klenba nad dutinami zrúti. Masy uvoľneného ľadu vytlačia trhlinami vodu z bazénov až na povrch mesiaca, pričom je pravdepodobné, že podtlak, ktorý vznikne, nasaje vodu aj z hlbky oceánu.

Objav nadchol najmä astrobiológov. Nazdávajú sa, že práve tento mechanizmus objasňuje sfarbenie kôry okolo trhlín na povrchu, kde detegovali aj organické látky. Zdá sa, že Európa je z hľadiska vzniku primitívnych organizmov (okrem Marsu) vari najperspektívnejším telesom v Slnečnej sústave. Tam, kde je voda a zdroj energie (slapové sily), ktorá rozpúšťa ľad a udržuje vodu v tekutom skupenstve, môžu sa spustiť chemické reakcie, ktoré produkujú organické látky a možno aj jednoduché organizmy.

Na snímkach sondy Galileo objavili planetológovia už dávnejšie kruhové štruktúry chaotického terénu. Pripomínajú niektoré terény na Zemi, najmä na ľadovcoch (Island), pod ktorými sú vulkány a na zaľadených morských plytčinách. Evolúciu týchto terénov na Zemi študujú vedci priamo na mieste, ale aj zo satelitov už vyše 20 rokov. Oblasti skúmali najmä radarom. Mimoriadne výkonný radar vyvíjajú aj pre sondu, ktorá k Európe poletí. Po sondách na Mars má misia k Európe najvyššiu prioritu.

University of Texas Press Release



Atmosféra Pluta má počas leta hrúbku vyššie 3 000 kilometrov. Vpravo dole najväčší Plutov mesiac – Cháron, vzadu v pozadí (mimo škály) Slnko.

CO v atmosféri Pluta

Takmer 20 rokov trvalo, kým sa tímu zo škótskej University of St. Andrews podarilo dokázať prítomnosť oxidu uholnatého (CO) v atmosféri Pluta. Spektrá v submilimetrovej oblasti získávali pomocou 15-metrového rádioteleskopu James Clerk Maxwell (Mauna Kea).

Prítomnosť atmosféry na Plute bola dokázaná už v roku 1988. Pluto vtedy zakrylo vzdialenosť hviezdu a pozorovatelia objavili plynovú obálku.

Donedávna sme sa nazdávali, že plynová obálka Pluta sa končí vo výške okolo 100 kilometrov. Z údajov o prítomnosti CO však vyplynulo, že sa končí až nad hranicou 3 000 km, teda v štvrtine vzdialenosťi Pluto/Cháron. Teplota CO obálky je extrémne nízka: minus 220 °C.

Vedcov prekvapilo, že koncentrácia plynu viac ako dvakrát prevyšuje hodnotu, ktorú v roku 2000 nameral 30-metrový dalekohľad IRAS na observatóriu Pico Veleta v Španielsku. Taký veľký nárast koncentrácie v priebehu desiatich rokov je zarážajúci. Bud sa atmosféra zväčšila, alebo prísun CO do nej uvoľňuje nejaký neznámy proces.

V rovnakom čase sa zväčšilo aj množstvo metánu. Metán v atmosféri Pluta, kde dominuje dusík, je spolu s CO jediným „ďalším“ plynom, ktorý sa podarilo detegovať. Periodické zmeny množstva metánu sa vysvetľujú tým, že Pluto sa na svojej elliptickej dráhe celé desaťročia k Slnku blíži, aby sa potom, po dosiahnutí perihélia, rovnako dlho od neho vzdalovalo. Silnejúce žiarenie Slnka mení zamrznutý metán na povrchu na plyn, pričom časť z neho gravitácia Pluta neudrží, takže uniká do priestoru. A naopak, v slabnúcom žiarenií sa plynný metán mení na vločky, ktoré sa potom na povrchu Pluta ukladajú ako sneh. Oxid uholnatý CO, na rozdiel od skleníkových plynov metánu a oxidu uhličitého (CO₂), atmosféru ochladzuje. Je pravdepodobné, že počas zimy, trvajúcej na Plute desaťročia, celá atmosféra vymrzne a uloží sa na povrchu v podobe snehu.

University of St. Andrews

Obrie planéty v mladej

Pred 4,6 miliardami rokov sa uprostred rotujúceho oblaku prachu a plynu zrodilo Slnko. V protoplanetárnom disku, ktorý okolo neho krúžil sa postupne sformovali planéty. V mladej sústave panoval celé stovky miliónov rokov chaos: planéty kolidovali, zrážali sa, na ich povrch dopadali veľké asteroidy. Pod vplyvom týchto gigantických zrážok sa Slnčná sústava menila. Až v posledných rokoch sa planetológom podarilo zrekonštruovať vývoj náslovo planétarného systému, v ktorom niektoré telesá chýbajú a iné si vymenili miesta.

Alessandro Morbidelli. Nazývajú ho nebeským geologom. Na Observatoire de la Côte d'Azur sa už 20 rokov zameriava na detaily nebeskej mechaniky. Americká astronomická spoločnosť i Francúzska akadémia vied ocenili jeho prácu prestížnymi cenami.



Za splnu rozlíšime na prívŕtenej strane Mesiaca množstvo tmavých plôch. Astronómovia ich dlho považovali za moria, preto ich tak aj nazvali. Moria sú v skutočnosti impaktné krátery, z ktorých väčšina vznikla počas Veľkého bombardovania, ktoré začalo pred 3,9 miliardami rokov.

Prečo k Veľkému bombardovaniu došlo až 700 miliónov rokov po vzniku Slnčnej sústavy? Na túto otázku sme až do roku 2004 nemali odpoved. Vtedy astronómovia z posádky na Observatoire de la Côte d'Azur v Nice, Alessandro Morbidelli a Kevin Walsh, vyvinuli model, ktorý genézu veľkého bombardovania vysvetľuje. Ten-to Model Nice doslova rozmetal predstavy o vývoji planetárnej sústavy, ktoré sa v priebehu 200 rokov významne nezmenili. Vedci sa nazdávali, že všetky planéty vznikli tam, kde ich dnes pozorujeme: terestrické planéty a kamenné asteroidy vo vnútornej, plynoví obri a komety vo vonkajšej Slnčnej sústave.

Búrlivá mladosť

Podľa Modelu Nice sa planéty v mladej Slnčnej sústave pohybovali ako biliardové gule. Počas Veľkého bombardovania chaos vyvrcholil. Až keď obrie planéty vymietli hustý prstenec zvyškov po planétvorbe na perifériu našej sústavy, nastal pomerný pokoj. V roku 2005 zverejnili Alessandro Morbidelli svoj model v časopise Nature. Počas ostatných siedmich rokov jeho tímu a ďalší vedci model spresňovali.

Ani dnes ho ešte nemožno považovať za úplný, ale väčšina planetológov si ho už osvojila.

Model popisuje počiatok Slnčnej sústavy od chvíle, keď ešte okolo Slnka krúžil prachoplynový disk. Táto fáza netrvala dlho.

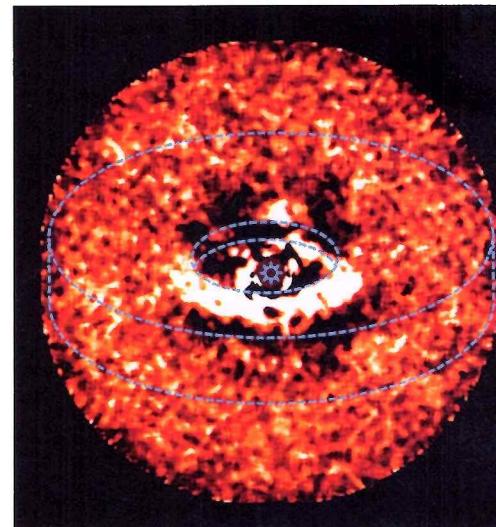
Astronómovia vedia, že takéto disky sa z okolia mladých hviezd stravia v priebehu niekolika miliónov rokov. Mladé hviezdy žiaria tak silne, že vo vnútornom disku sa prachové látky, ako voda a metán, udržia iba v plynnom skupenstve.

Kdesi uprostred disku sa nachádzala „hranica snehu“.

Za týmto rozhraním voda zamrza. V našej Slnčnej sústave sa „čiara snehu“ vytvorila vo vzdialosti 3 astronomických jednotiek (450 miliónov km od Slnka).

Embryá za hranicou snehu

Za hranicou snehu sa najskôr sformovali 4 planetárne embryá. Spočiatku ich tvorili iba



Takto namodelovali na počítači formovanie planét.

pevné jadrá, ktoré postupne nadobudli niekoľkonásobok hmotnosti Zeme. Potom tieto juvenilné planéty začali z disku nabalovali plyn. Dve najvzdialejšie sa zväčšovali pomalšie, nabalovali najmä vodík a helium. Všetky štyri krúžili po kruhových dráhach v rovine slnečného rovníka. Keby sa pohybovali po výstrednejších dráhach, ich pohyb by bol v istých fázach taký rýchly, že by toľko materiálu nedokázali nabaliť!

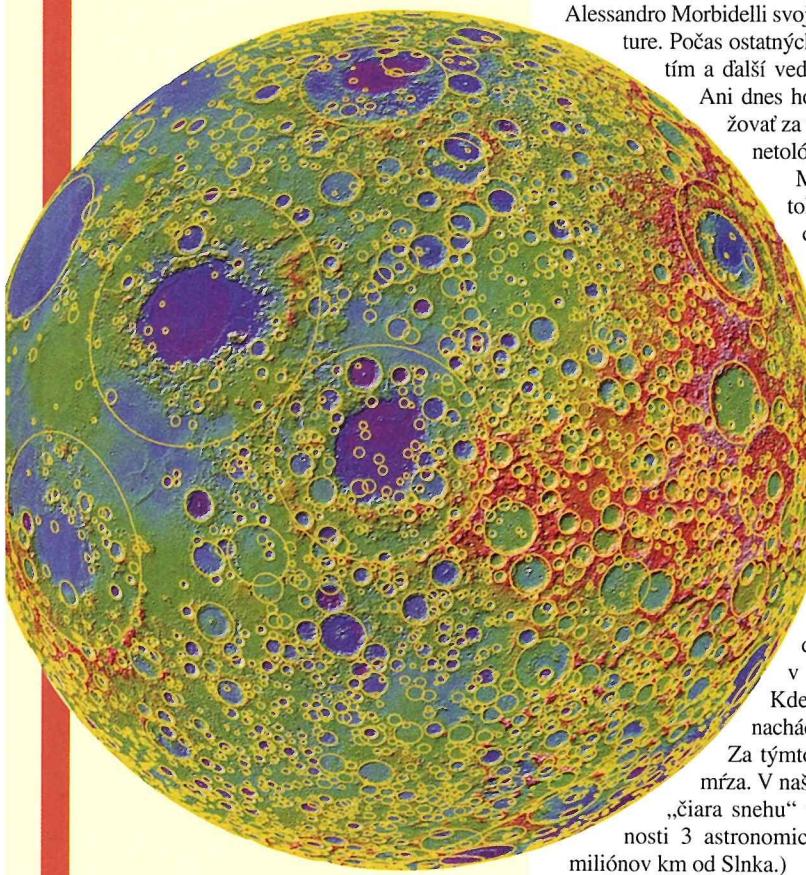
Gravitácia a odpor plynového disku však dráhy obrích protoplanet pozmenili. Najrýchlejšie sa nabalil Jupiter. Obrovská guša však strácalá predieraním sa v plynne rýchlosť. Pohyb Jupitera sa začal spomaľovať, planéta sa neudržala na pôvodnej obežnej dráhe, po špirále sa začala približovať k Slnku. Jupiter počas tejto fázy nabaloval ďalší materiál, až kým sa priestor v okolí jeho dráhy nevyprázdnil. Vznikla zreteľná medzera, v ktorej bolo už iba málo materiálu. Pohyb dovnútra, k Slnku, sa spomalil, ale neustal.

Rovnaký proces pôsobil aj v prípade „horúcich jupiterov“, obrích exoplanét, ktoré objavujeme na mimoriadne tesných dráhach okolo ich materských hviezd, hoci aj ony sa zrodili za „čiarou snehu“. (Doteraz sme objavili okolo 500 „horúcich jupiterov“, ktoré svoje hviezdy obehnú za niekolko dní.) Čo uchránilo pred týmto osudem nás Jupiter? Nie je vylúčené, že tam, kde boli prachoplynové disky masívnejšie, hustejšie, materiál spomaľoval pohyb „jupiterov“ tak dlho, že sa k materským hviezdam priblížili viac ako nás Merkúr. Aká sila a v akej vzdialenosťi ich ukotvila na pozorovaných obežných dráhach, to zatiaľ iba hámame.

V našej Slnčnej sústave však Jupitera pribrzdil najmä Saturn!

Stabilita vďaka synchronizácii

Aj mladý Saturn sa spočiatku po špirále približoval k Slnku, ale oveľa rýchlejšie. Asi preto, že disk tam, kde sa Saturn sformoval, bol hustejší. Napokon sa k Jupiteru priblížil tak, že sa dostal do vplyvu jeho gravitácie. Obežné dráhy oboch planét sazosynchronizovali. Kým Jupiter



Krátery na Mesiaci svedčia o masívnom bombardovaní pred zhruba 4 miliardami rokov. Iba nedávno sa podarilo krátery s polomerom väčším ako 20 km zhárať. Je ich presne 5 165.

Slnčnej sústave

obehte okolo Slnka trikrát, Saturn na vzdialenejšej dráhe iba dvakrát. Ak synchronizáciu pohybu dvoch telies vyjadrujú celé čísla (v našom prípade 3:2), hovoríme o rezonancii.

Rezonancie zohrávajú v nebeskej mechanike zvláštnu úlohu. Obežné dráhy iných telies môžu narušiť, ale aj stabilizovať. Obežné dráhy Jupitera a Saturna sa napriek relatívne malej vzdialenosťi stabilizovali, pretože rezonancia v tomto prípade všetky poruchy utlmuje.

V dôsledku Saturnovho vplyvu sa však narušila aj rovnováha sín v disku. Obe gravitačne previazané planéty sa začali od Slnka vzdalať. Z počítacových modelov vyplynulo, že dve rezonujúce planéty sa môžu od Slnka vzdalať iba vtedy, ak má tá vzdialenejšia podstatne nižšiu hmotnosť. Tak ako v prípade Jupitera a Saturna. Bez Saturna by sa nás Jupiter pohyboval nadalej smerom k Slnku a stal by sa jedným z „horúcich Jupiterov“.

Jupiter pri obežnej dráhe Marsu

Nie jasné, ako dlho sa Jupiter pohyboval smerom k Slnku, kedy ho Saturn zastavil a prinútil hodit spriatočku. Podľa všetkého to bolo tam, kde dnes okolo Slnka krúži Mars. Tak to aspoň vypĺýva z výpočtov Alessandra Morbidelliho a Kevina Walsha.

Merkúr, Venuša, Zem a Mars ešte v tom čase neexistovali. Formovanie terestrických planét trvá oveľa dlhšie ako nabaľovanie obrov, až 100 miliónov rokov. Rastú pomaly, od prvých zlepencov s priemerom meter až kilometer, až po protoplanéty s priemerom Mesiaca.

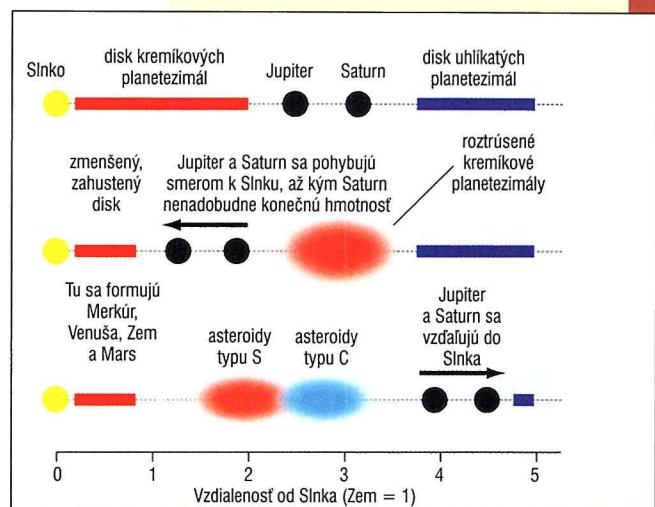
Postup Jupitera k Slnku vytlačil vnútorný, protoplanetárny disk až na hranicu terajšej obežnej dráhy Zeme. To vysvetluje, prečo je Mars menší, ako by mal byť, aspoň podľa modelov. Nemal jednoducho dosť materiálu na nabaľovanie. Približovanie Jupitera k Slnku vysvetľuje aj existenciu pásu asteroidov.

Balet ľadových obrov

Do baletu planét sa zapojili aj Urán a Neptún. Nabaľovali sa oveľa pomalšie ako ich väčší súrodenci, do vnútra Slnčnej sústavy sa však po špirálach presúvali oveľa rýchlejšie. Napokon aj ony zakotvili na rezonančných dráhach. Keď sa zárodočná hmlovina okolo Slnka spotrebovala, tvorili ťažia obri kompaktnú konfiguráciu. Jupitera v tom čase delilo do najvzdialenejšieho obra 7 AU, dnes až 25 AU. Napriek tomu bol systém stále stabilný. V takejto podobe sa mohol udržať celé miliardy rokov. Ibaže...

Na periférii Slnčnej sústavy, vo vzdialosti 13 až 14 AU, začala šarapatiť porucha. Spôsoboval ju masívny prstenec ľadových zvyškov po planétotvorbe. Hmotnosť týchto planetezimál dosahovala až 50-násobok hmotnosti Zeme. V tejto oblasti dochádzalo k častým kolíziám, ktoré znemožňovali vytvorenie ďalších obrov. V dôsledku porúch sa tieto telesá dostávali aj do blízkosti Urána a Neptúna. Mnohé z nich obrie planéty gravitačným prakom (využívame ho aj na urýchlenie pohybu niektorých sond), vysielali do vnútra Slnčnej sústavy. Gravitačné vystrelenie každej planetezimály do vnútra sústavy by malo spôsobiť aj nepatrné vzdialenie tej-ktorej obrej planéty smerom od Slnka. A naopak...

Rezonančné previazanie obrích planét však tieto efekty neumožňovalo. Prebytočná energia sa prejavila zmenou dráh. Spočiatku kruhové dráhy obrov sa postupne premenili na elipsovité. Po niekoľkých miliónoch rokov boli poruchy už také veľké, že sa synchronný mechanizmus narušil. A to dôkladne... Gravitácia Jupitera sa opakovane operala o svojich susedov, až kým

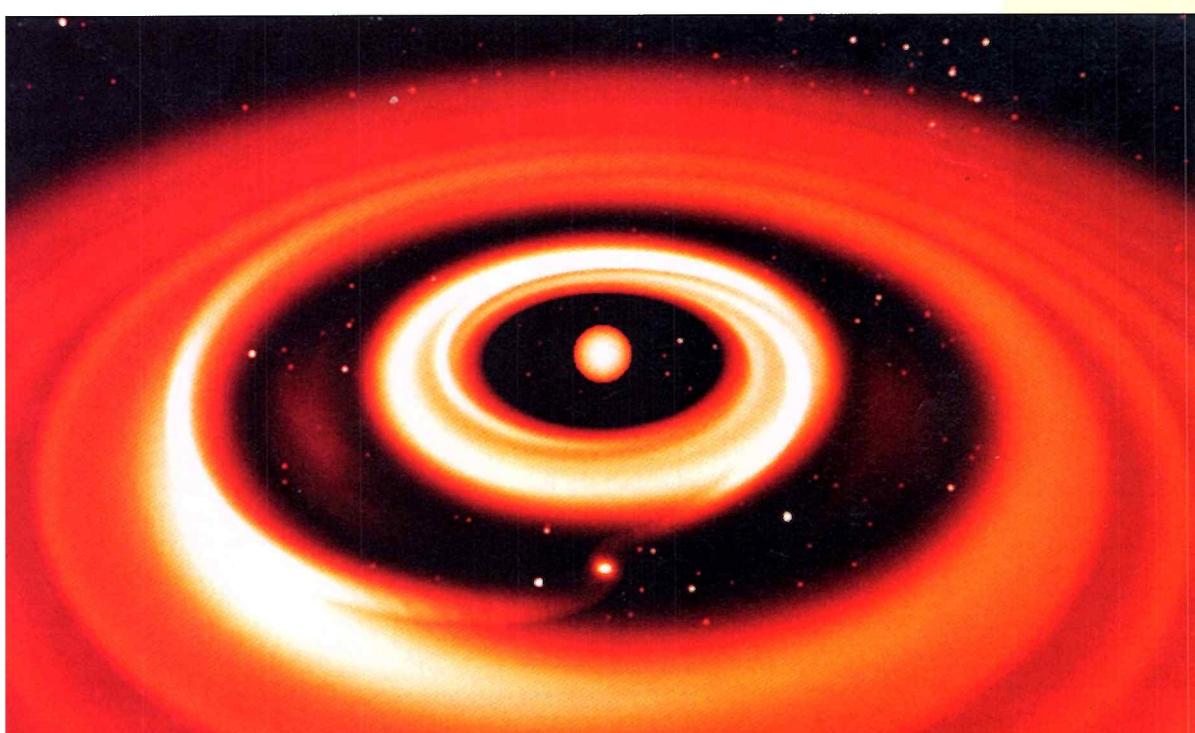


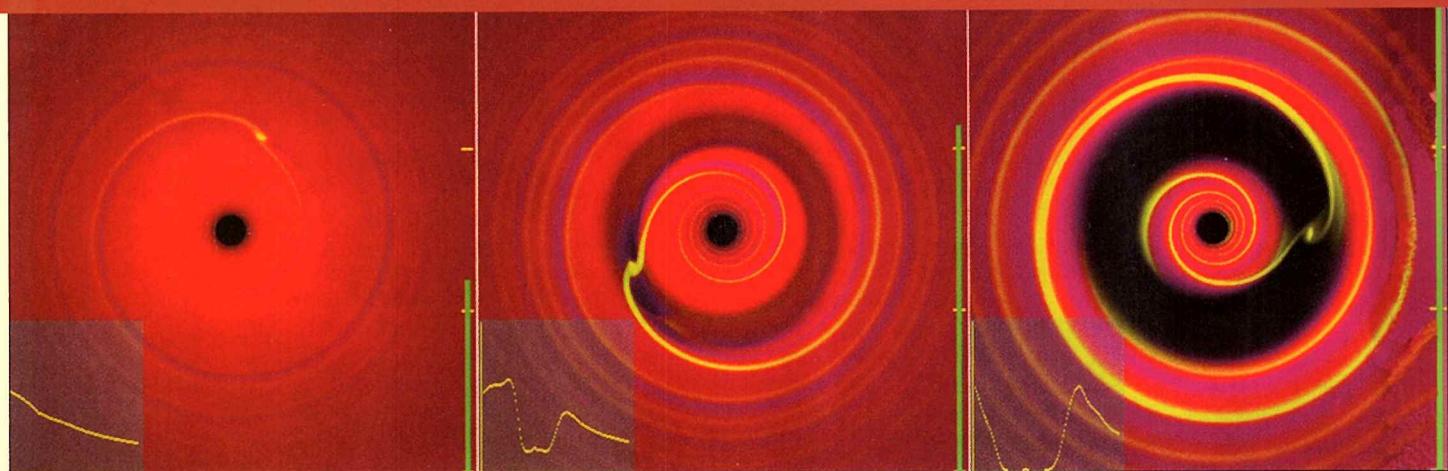
Jupiter a Saturn: dôsledky ich dávnych presunov

Niekoľko miliónov rokov po vzniku Slnčnej sústavy pohybovali sa Jupiter a Saturn do jej vnútra a opäť odtiaľ vycúvali. Ich výpad vytlačil skalnatý materiál v disku bližšie k Slnku. Z tohto zahusteného materiálu sa neskôr sformovali terestrické planéty od Merkúra po Mars. Posúvanie Jupitera a Saturna vytvorilo aj pás asteroidov, v ktorom sa premiešalo množstvo telies vyvlečených pri cúvaní z blízkosti Slnka i uhlíkaté objekty uvolnené gravitačnými poruchami z periférie sústavy. (Samozrejme, tie, ktoré gravitačné poruchy spôsobené vandrovkou obrích planét nevyhostili von, ale do vnútra Slnčnej sústavy.) Pás asteroidov medzi Marsom a Jupiterom tvoria dve prelínajúce sa zóny skalnatých asteroidov typu S bohatých na kremík i telies typu C bohatých na uhlík. Planetológovia sa dlho nazdávali, že oba typy sa vytvorili vo vzdialosti 300 až 500 miliónov kilometrov od Slnka. Medzičasom sa ukázalo, že telesá typu C v mnohom pripomínajú komety, takže s vysokou pravdepodobnosťou prišli z okrajových oblastí Slnčnej sústavy.

Lunar and Planetary Science

Počítacový model ukazuje, ako okolo mladej hviezdy LkCa 15 v súhvezdí Býka, vzdialenej 450 svetelných rokov, krúži protoplanetárny disk. V medzere uprostred krúži protoplanéta. Hmotu nabaluje z vnútorného aj vonkajšieho disku.





Tvorenie planét v počítači: spočiatku majú protoplanéty hmotnosť niekoľkých Zemí. Ich interakcie s diskom sú zatiaľ minimálne. Začinajú sa formovať špirálovité hustotné vlny (vľavo). Potom sa uprostred vytvorí prvá medzera (uprostred). Napokon okolo hviezdy obieha plynný obor s hmotnosťou Jupitera.

Rezonancie udávajú rytmus nebeskej mechaniky

Ked' pomer dôb obehu dvoch telies vyjadrujú celé čísla, telesá na seba silne vplyvajú. V pásme asteroidov medzi Jupiterom a Marsom sú viaceré medzery, ktoré takéto rezonancie dokazujú. Ak nejaký asteroid prenikne do takejto medzery, gravitácia Jupitera spôsobí, že sa jeho dráha pomaly zmení z kruhovej na eliptickú. Takéto teleso sa skôr alebo neskôr zrazí s niektorou planétou, alebo dopadne na Slnko, alebo bude zo Slniečnej sústavy vyhostené.

Rezonancie však môžu systém aj stabilizovať. Napríklad rezonanciou 3:2 sú previazané aj Pluto a Neptún. Pluto sa sice občas ocitne aj bližšie k Slnku ako Neptún, no zrážka im nehrôzí. Ked' Pluto križuje obežnú dráhu Neptúna, obria planéta je vždy v bezpečnej vzdialnosti. Rezonanciou sú zviazané aj Jupiterove mesiace Io, Európa a Ganymedes. Ich dobu obehu vyjadruje pomer 1:2:4. Rezonancia vzájomné poruchy ruší.

Urán a Neptún, planéty s oveľa nižšou hmotnosťou, nevytlačila z ich dovtedajších dráh. Jedna z oboch planét, podľa všetkého Neptún, sa začala pohybovať po takej výstrednej dráhe, že začala križovať obežnú dráhu Saturna. Počas niekoľkých desiatok tisíc rokov sa Neptún k Saturnu niekolkokrát mimoriadne priblížil. Delilo ich iba niekoľko miliónov kilometrov! Napokon Saturn vyhostil Neptún na perifériu planetárnej sústavy. Alebo obe veľké planéty sa s Neptúnom pohrávali tak dlho, až kým ho na perifériu nevyhostil Jupiter.

Nie je celkom jasné, či obetoval tohto gravitačného ping-pongu bol Neptún, alebo Urán: v 50 % počítačových modelov si vymenili miesta. Vylúčiť však nemožno ani možnosť, že sa Neptún sformoval medzi Uránom a Saturnom a až potom bol vyhostený tam, kde krúži teraz.

Tak alebo onak, isté je, že obaja ľadoví obri sa v istej fáze pohybovali na mimoriadne pretiahnutých, eliptických dráhach. Ich aféliá sa presunuli hlboko do prstencov vonkajšieho disku, v ktorom krúžil bezpočet planetezimál. Ich opäťovné návraty postupne väčšinu týchto „smeti“ disku vymietli. Masívny disk sa vyprázdnil, ale časť jeho telies, väčších-menších, zamierila aj do vnútra Slniečnej sústavy. Tak sa spustilo Veľké bombardovanie, ktoré vyvrcholilo pred 3,9 miliardami rokov.

Medzičasom sa eliptické dráhy obrích planét opäť postupne zmenili z eliptických na kruhové. Astronómovia však dnes ich dráhy považujú za výstredné. Vzdialenosť Jupitera od Slnka kolísala od 741 po 615 miliónov kilometrov. Navýše, dráhy všetkých štyroch planét majú sklon. Síce nepatrny, nanajvýš 2 stupne, ale aj tak je to viac, ako by sa očakávalo.

Kozmickí výstredníci

Prvým úspechom Modelu Nice bolo, že dokázal vysvetliť všetky spomenuté vlastnosti dráh. Zo simulácií jasne vyplýva, že obrie planéty sa dostali na excentrické dráhy pôsobením rezonancií. Iné vlastnosti obežných dráh však vysvetľujú aj sporadické „blízke stretnutia“ týchto planét.

Väčšina planetológov si Model Nice osvojila. Všetky vedecké výhrady sa zatiaľ podarilo vysvetliť bez zásadnej zmeny modelu. Inej alternatívy zatiaľ niet. Model vysvetľuje:

- 1. Oneskorenie Veľkého bombardovania.** Podľa Modelu Nice závisí od hmotnosti a polohy vonkajšej časti disku planetezimál. Podľa simulácie trvalo 200 až 900 miliónov rokov, až kým veľké planéty priestor vyčistili.
- 2. Existenciu nepravidelných mesiacov.** Okolo

obrích planét v najrozličnejších vzdialenosťach krúžia bizarné mesiace a mesiačky na najnepravdepodobnejších dráhach. Doteraz sme objavili 93 takýchto mesiacov, medzi nimi aj Saturnov mesiac Phoebe s priemerom 220 kilometrov. Normálne mesiace vznikli v rovnakom čase ako ich planéty. Nepravidelné mesiace sú tuláci, ktoré obrie planéty svojou gravitáciou zachytili. Takéto „zazatia“ sú možné iba vtedy, keď sa dve obrie planéty k sebe kriticky blízko priblížia.

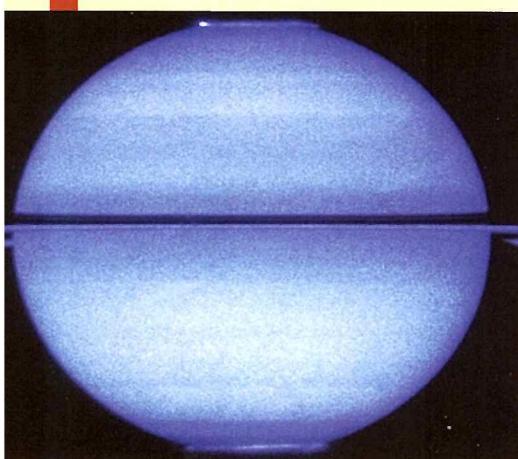
- 3. Trójanov.** Jupiter zdieľa svoju dráhu s niekoľkými tisíciami planetoidov. Tito Trójania sa udomácnili v dvoch oblastiach: 60° pred a 60° za planétou, tam, kde sa gravitácie Slnka a Jupitera vyrovňávajú. Pôvodne sa predpokladalo, že Trojania sa sformovali spolu s planétou. Podľa Morbidelliho ich veľké planéty mohli zajať aj v období veľkého chaosu. Až o nejaký čas sa dozvieme, prečo sa niektorí Trójania podobajú na kométy, zatiaľ čo na iných nenájdeme po vode či organických látkach ani stopy. V súlade s Modelom Nice sú aj extrémne sklony dráh niektorých Trójanov, podaktoré majú sklon až 40 %.

- 4. Kuiperov pás.** Tento pás, v ktorom sa pohybujú aj trpasličie planéty ako Pluto, Makemake či Haumea, je a bol príliš riedky na to, aby sa v ňom mohli sformovať telesá s väčším priemerom ako 1000 kilometrov. Podľa Modelu Nice je to jasné: v Kuiperovom páse sa uchovala iba 1/1 000 z celkového počtu telies a planetezimál, ktoré tam okolo Slnka krúžili ešte pred „veľkým upratovaním“ Saturna a Uránu.

Model Nice a iné Slnká

Model ešte nie je kompletný. Spresniť treba model prvotného, mimoriadne rýchleho zväčšovania obrích planét a „choreografiu ich tanca“, až kým sa ocitli na dnešných dráhach. Už dnes však vďaka modelu vieme, akou náhodou je zrod našej Slniečnej sústavy. Keby vedci počiatočne podmienky v počítačovom modeli iba nepatrne zmenili, objavili by sa čudesné výsledky: planéty na excentrických dráhach, podobné tým, po ktorých sa pohybujú kométy; planéty, ktoré sú navždy polapené v rezonančnej pasci; planéty, pohybujúce sa po retrográdnich dráhach, teda opačným smerom, akým rotuje Slnko. Aj také sústavy observujú astronómovia v extrasolárnych systémoch.

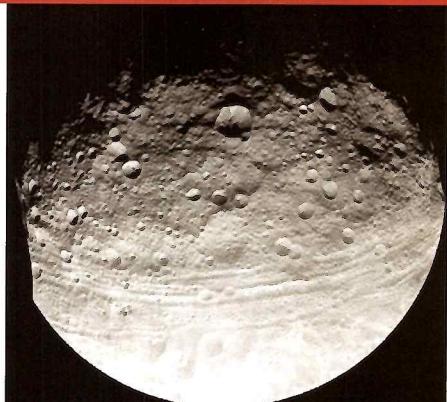
Observatoire de la Côte d' Azur, Nature, Bild der Wissenschaft



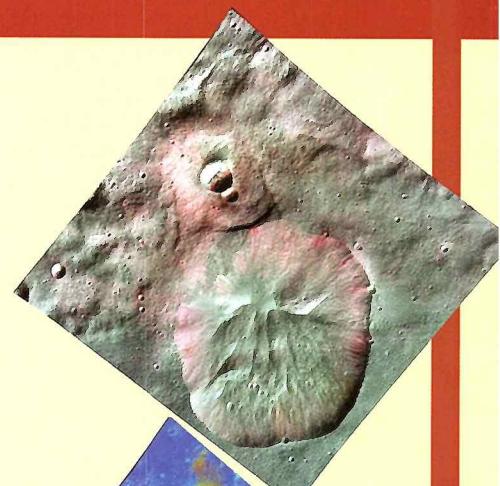
Pôsobenie gravitácie Saturna na Jupiter významne ovplyvnilo architektúru Slniečnej sústavy. Na snímke z HST, pri Neptúnovom póle, vidíte fliačik polárnej žiari. Jej asymetrická poloha prezrádza nepravidelné magnetické pole.

Dawn: niekoľko unikátov z Vesty

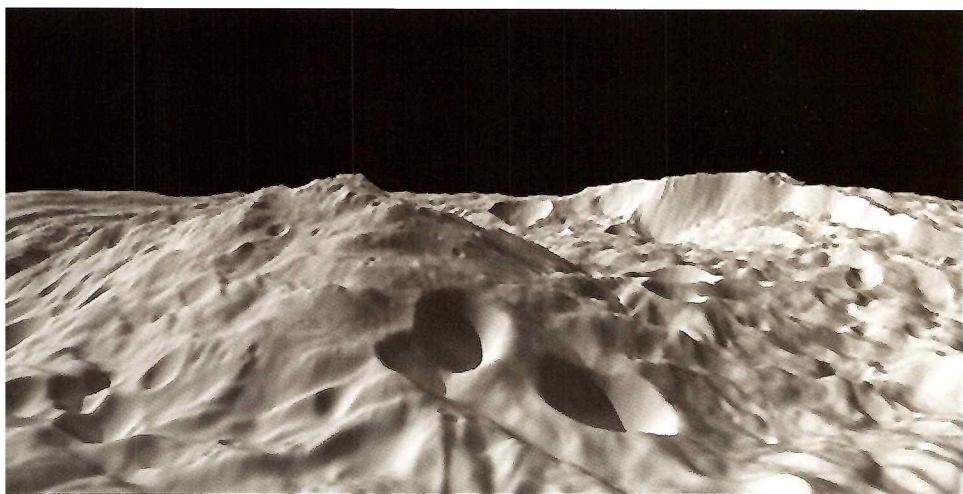
Od 12. decembra 2011 krúži sonda Dawn okolo asteroidu Vesta po nízkej obežnej dráhe (LAMO), 200 km nad povrchom. Vyše tri mesiace mapuje povrch Vesty s rozlišením 25 m/pixel, monitoruje zloženie hornín na povrchu, meria jej gravitačné pole. NASA zatiaľ nezverejnila výber najlepších snímok z tejto fázy misie Dawn. Prinášame preto niekoľko najzaujímavejších fotografií z posledného výberu.



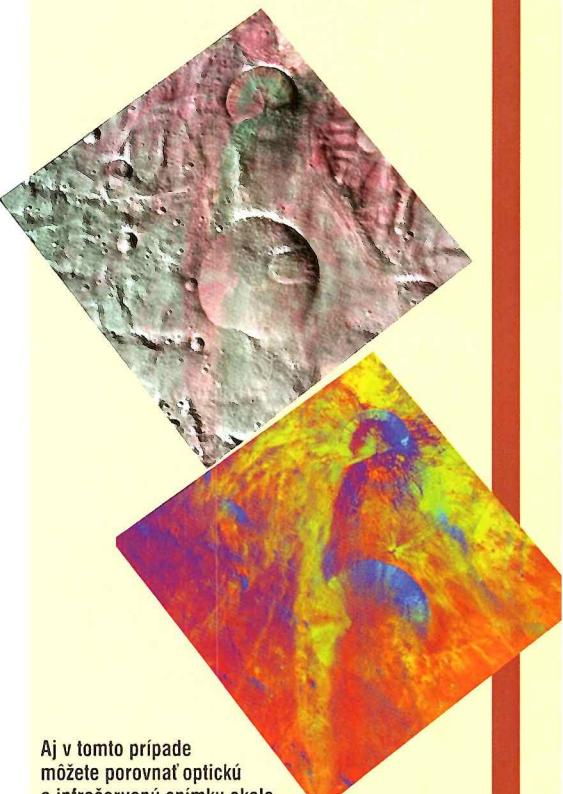
Na jednej z prvých snímok Vesty z výšky 5 200 km vidíme teleso posiate okolo rovnika impaktnými krátermi. Pôvod pozdĺžnych kanálov je nejasný. Množstvo „vyhorených“ trhlin po impaktoch i nízka gravitácia telesa umožňujú po každom väčšom impakte masívne pohyby materiálu v kôre.



Horná snímka je optická, dolná bola exponovaná cez blízko infračervené filtre. Červená reprezentuje vlnovú dĺžku 750, zelená 920, modrá 980 nanometrov. Farby na dolnej snímke zviditeľňujú pestrost hornín na povrchu Vesty. Rozličné vrstvy a horniny sú jasne rozlišiteľné. Zelená označuje nedávne zosovy na prikrych svahoch krátera.



Túto snímku sme uverejnili aj v poslednom čísle. Dodatočné informácie vás však určite zaujmú. Rheasilvia je veľký impaktný kráter v oblasti južného pólu Vesty. Centrálny pahorok krátera (priemer 200 km) je vysoký 23 km. Valy okolo krátera dosahujú výšku až 31 km nad vonkajším úpatím. Priemer masívu s kráterom (475 km) dosahuje 80 % priemera asteroidu! Impaktom (asi pred 1 miliardou rokov) stratila Vesta zhruba 1 % svojho objemu. Vyvrhnutý materiál sa sformoval do niekolkých meteorických rojov. Rheasilvia je prebežne najvyšším vrchom v Slnčnej sústave.



Snehuliak: takto pomenovali trojicu impaktných kráterov na severnej pologuli Vesty. Ich názvy: Marcia (63 km), Calpurnia (53 km), Minucia (24 km). Dva väčšie krátery vznikli po dopade binárneho asteroidu. Kráter Minucia je oveľa mladší. Snímka bola exponovaná z výšky 2 500 km.

Aj v tomto prípade môžete porovnať optickú a infračervennú snímku okolo zatiaľ bezmenných kráterov. Na dolnej snímke (exponovanej cez rovnaké filtre ako snímok 4) rozlište celú paletu hornín a minerálov na povrchu. Dvojice snímok 4 a 5 boli exponované 5. decembra 2011, sedem dní predtým, ako sa sonda usadila na nízkej obežnej dráhe vo výške 200 km.

Zastavia geoinžinieri

oteplovanie klímy?

Britskí inžinieri vytvárajú umelé stromy, ktoré spolu s veternými mlynami rozmiestnia vo výtipovaných oblastiach. Tieto stromy odfiltrujú zo vzduchu chemické prvky, najmä CO₂, vyčistia ich a uložia na ďalšie využitie. Prvé filtre chce postaviť okolo diaľnic.

Svet obchádza ďalšie strašidlo... Strašidlo globálneho otepľovania. Klimatológovia nás varujú pred dôsledkami. Predvídajú rýchle vysušovanie obývaných častí niektorých kontinentov, zničujúce búrky, katastrofálne záplavy. Ľudstvo by malo čím skôr drasticky zredukovať emisie CO₂ a zároveň sa prispôsobovať meniacim sa podmienkam. Na tom druhom sa zhodnú dokonca aj „alarmisti“ so skeptikmi.

Coraz väčší vplyv získava skupina, ktorá považuje za nevyhnutné celič otepľovaniu geoinžinierstvom. Navrhujú opatrenia, ktoré by mohli zmeniť prúdenie vzduchu v globálnom meradle. Hovoria o obrovských slnečníkoch, krúžiacich okolo Zeme. Projektujú umelé stromy, ktoré by do kázali absorbovať CO₂ z atmosféry.

Zaujímavé je, že geoinžinierstvo presadzuje čoraz viac klímových skeptikov. Tých istých, čo celé roky spochybňujú podiel ľudstva na otepľovaní atmosféry. Z hľadiska nákladov sa im zdá výhodnejšie neinvestovať do zelených technológií, radikálne znižujúcich emisie v priemysle. Radšej by investovali do vývoja zariadení, ktoré by dôsledky otepľovania zmiernili. Takáto stratégia by im zabezpečila vyšší obrat i zisky.

Po nevydarenom klimatickom summite v Kodani v roku 2009 sú geoinžinieri čoraz aktívnejší: v odborných kruhoch i vo verejnosti. Organizujú kongresy, vymýšľajú nové koncepte. „Geoinžinierstvo ponúka užitočné technológie,“ tvrdí Steve Rayner z Oxfordskej univerzity. Tento muž, ktorý križuje zemegufu a organizuje spoluprácu medzi najrozličnejšími výskumnými a vývojovými pracoviskami, sa pokladá za „nedisciplinovaného vedca“, ktorý overuje aj najbláznivejšie nápady. Je presvedčený, že geoinžinierstvo sa čo nevidieť stane účinnou zbraňou v boji proti zmenám klímy.

Hľadanie záchrannej brzdy

Väčšina Raynerových kolegov sa správa zdržanlivovo. Geoinžinierstvo by boli ochotní podporiť iba ako „záchrannú brzdu“. Vtedy, keby iné opatrenia zlyhali. A to napriek tomu, že sa pred nimi otvára nová oblasť základného výskumu. S ambíciou predvídavo a účinne riadiť zložitý systém planéty Zem. Environmentálny etik Konrad Ott z Greifswaldskej univerzity sa obáva, že systém vedy môže v rukách nadnárodných korporácií nadobudnúť nežiaducu, nekontrolovanú dynamiku. Varuje, že o takých 10 až 20 rokoch vyrukujú veľké firmy s technológiami, ktoré budú chcieť za každú cenu presadiť. Aj s rizikom, že spôsobia viac škody ako osahu.

Otvie, o čom hovorí. Štátmi financované vedecké pracoviská stagnujú. Do geoinžinierstva začína pumpovať peniaze čoraz viac súkromných investorov. Zaujímajú ich iba efektívne technické riešenia s rýchrou návratnosťou. Nad dôsledkami ich nasadenia si príliš hlavy nelámu. Do geoin-



Prípad LOHAFEX

Výskumná loď Polárna hvieza, plavidlo Inštitútu Alfreda Wegenera pre výskum polárnych končín a oceánov (AWI), mala v južnom Atlantiku roztrúsiť 6 ton sŕfanov železa. Vedci týmto hnojením chceli podnietiť rast rias, ktoré absorbijú z atmosféry CO₂ a neskôr klesnú na dno oceánu. Tento zámer ekológov sveta pobúril. Sigmar Gabriel, vtedajší minister pre životné prostredie v Nemecku, trval na tom, aby Ministerstvo pre vedu a výskum tento experiment prerušilo. Ministerka Anetta Schavan ho upokojila dvoma kladnými posudkami: oba potvrdzovali, že misia Polárnej hviezdy prispeje k tomu, aby sme kolobehu oxidu uhličitého v atmosfére lepšie porozumeli.

Ako však posúdiť neškodnosť geoinžinierskych metód?

Tim Lenton z University of East England v Norwichu zverejnil modelové výpočty pre niekoľko scenárov obehu CO₂ v atmosfére. Jeho tím po prvýkrát porovnal údaje o množstvách tepelnej energie, ktorá sa v rozličných podmienkach uvoľní či neuvoľní do klimatickeho systému Zeme. Výsledok bol alarmujúci: najefektívnejšie postupy geoinžinierov sú zároveň aj najnebezpečnejšie. Najvyššiu mieru rizika predstavuje podľa Lentona vytváranie umelej oblačnosti z morskej vody, rozptylovanie čiastočiek sýry v atmosfére a gigantické slnečníky krúžiace na obežnej dráhe. (Pozri rámcik na tejto strane vpravo.)

Vysoké riziko pre ekologické systémy

Oveľa účinnejšie a ľahšie uskutočiteľné by podľa Lentona bolo „vysádzanie“ umelých stromov, odčerpávajúcich CO₂ z atmosféry i využívanie špeciálnych fólií, ktorými by sa pokrývali púštne oblasti. Hnojenie oceánov sulfátmi železa nepovažuje Lenton za produktívne. Vedci z IFM-GEOMAR s ním nesúhlasia. Podľa ich výpočtov by ich metóda významne prispela k ochladeniu klímy. Obaja vedci sa však zhodli na tom, že veľkoplošné hnojenie sulfátmi železa predstavuje enormné riziko pre ekosystémy oceánov.

V odborných časopisoch sa intenzívne diskutuje o koncepcii čiastočiek sýry. Výhodou sú relativne nízke náklady, navyše táto metóda napodobňuje procesy prebiehajúce aj v prírode. Keď v roku 1991 vybuchol vulkán Pinatubo na Filipínoch, do stratosféry sa dostali veľké množstvá oxidu sýry. Plyn vytvoril s molekulami vody zášluh malých kvapôčkov, ktoré v podobe oblakov krúžili okolo Zeme a odrážali slnečné žiarenie. Priemerná teplota Zeme na niekoľko mesiacov nepatrnne poklesla.

Ak by sa vedci pokusili sopku napodobniť a z lietadiel pumpovať do atmosféry čiastočky sýry, nesmeli by toto „ošetrovanie“ ovzdušia prerušiť. Po prerušení pumpovania by sa totiž atmosféra veľmi rýchle zohriala. Oteplovanie zemskej klímy by sa ešte urýchliло. Zanedbateľné by neboli ani vedľajšie efekty: voda v oceánoch by bola čoraz kyslejšia a narušil by sa aj kolobeh vody.

Zatieniť žiarenie Slnka

Čiastočky sýry v stratosféri

Nápad: Lietadlá a balóny budú rozptylovať vo výškach do 50 kilometrov čiastočky sýry, okolo ktorých sa sformujú kvapôčky. Oblaky týchto kvapôčiek budú slnečné žiarenie odrážať späť do vesmíru. **Problém:** Zrýchli sa rozpad ozónovej vrstvy, zmení sa prúdenie v atmosfére a prerozdelenie zrážok.

Oblačnosť z vodnej pary

Nápad: Tisíce plavidiel s vysokými vežami bude pumpovať do atmosféry vodnú paru. Vodná para vytvorí oblaky, alebo sa zmieša s prirodzenou oblačnosťou. Takéto oblaky budú svetlejšie a budú odrážať viac slnečného žiarenia. **Problém:** Pomerne drahý projekt so zatial nepreskúmaným vplyvom na atmosféru.

Biele fólie z umelej hmoty v púštach

Nápad: Biele fólie pokrývajúce rozsiahle oblasti v púšťach odrážia oveľa viac žiarenia ako holý terén. **Problém:** Technicky náročný problém, pričom účinky budú skôr regionálne.

Biele domy

Nápad: Svetlé strechy a steny odrážajú oveľa viac slnečného žiarenia. Klimatizácia v takýchto sídlach spotrebuje menej energie. **Problém:** Plochy sú pomerne malé, takže globálne dopady sa nedajú očakávať. Mikroklima miest by sa však mohla výrazne zlepšiť.

Slnečníky vo vesmíre

Nápad: Rakety a satelia dopravia do vesmíru množstvo malých slnečníkov, z ktorých sa zmontuje jeden veľký. Veľká plachta bude odrážať slnečné žiarenie. **Problém:** Extrémne nákladný projekt.



Volker Zwing, podnikateľ, ktorý už s rastlinným uhlím úspešne obchoduje. Podľa jeho receptu sa vyrábajú filtre a hnojivá.

žinierstva investujú čoraz viac peňazí a vytvárajú pre vedcov čoraz výhodnejšie podmienky. Zároveň však blokujú všetky pokusy o vytvorenie záväzných pravidiel hry, ktoré by inovácie geoinžinierov ešte pred nasadením dôkladne otestovali.

Takýto postoj majitelia peňazí zodpovedných vedcov mobilizuje: „Túto novú oblasť výskumu nesmieme prenechať šarlatánonom,“ vráví Martin Visbeck, ktorý v inštitúte IFM-GEOMAR v Kiele riadi Oddelenie fyzikálnej oceánografie. Visbeck je autorom iniciatívy, ktorej cieľom je skúmať vedľajšie účinky projektovaných opatrení. Nemecké Ministerstvo pre vedy a výskum jeho iniciatívu podporuje. Iniciatíva rozpútala o „prísluchoch a hrozobách geoinžinierstva“ politickú a spoločenskú diskusiu na všetkých úrovniach. Nemci sa chcú stať jedným z rozhodujúcich hráčov v tejto oblasti na globálnej úrovni, ale zároveň vedia, že geoinžinierstvo nemožno rozvíjať v utajení. Škandály okolo projektu Lohafex z roku 2009 sú varovným príkladom.



Odstrániť z atmosféry CO₂

Hnojenie oceánov železom

Nápad: Z lodí sa roztrúsi sírany železa i železné piliny, ktoré podnetia bujnenie rias. Riasy budú z atmosféry ľažiť CO₂ a potom sa ponoria na dno. **Problém:** Ohrozenie ekosystémov oceánu.

Vertikálne trubice v oceánoch

Nápad: Do oceánov sa spustia pružné vertikálne trubice, ktorými bude prúdiť voda z dna na povrch. Voda bohatá na živiny vyvolá bujnenie rias i planktonu a tým zvýši spotrebu CO₂ na hladine. **Problém:** Nákladný projekt. Na dne oceánov sa v uhynutých organizmoch uloží iba časť CO₂. Ohrozenie ekosystémov.

Umelé stromy

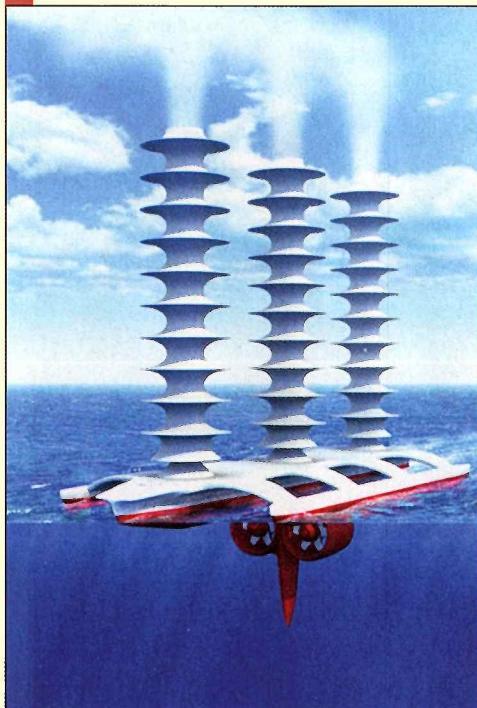
Nápad: Chemické procesy odfiltrujú z atmosféry CO₂. **Problém:** Filtranie je drahé a spotrebúva veľa energie. Pre deponované CO₂ treba nájsť využitie. Kým sa nenájde, CO₂ sa bude deponovať medzi geologické vrstvy.

Živé stromy

Nápad: Globálna optimalizácia lesného hospodárstva s cieľom zachytiť čo najviac CO₂. **Problém:** Zatiaľ presne nevedno, ako komplexne stromy vplývajú na klímu.

Uhlie z biomasy

Nápad: V reaktoroch sa drevo, listy a iný bioodpad premení na uhlie. Uhlia sa budú vyrábať rozličné produkty, alebo sa ním, po zušľachtení, bude vylepšovať poľnohospodárska pôda. **Problém:** Technológie treba ešte vylepšiť a účinok produktov otestovať.



Výroba oblačnosti z morskej vody: zvláštne plavidlá, rozmiestnené na oceánoch, budú do atmosféry vypúštať vodnú paru.



Markus Antonietti, objaviteľ rastlinného uhlia. Podľa jeho technológie sa už z bioodpadu vyrába uhlie.

Problémom je aj to, že tento experiment nemožno „v malom“ spoloahlivo otestovať. Bez overeného veľkotestu však tento projekt spustiť nemôžu, hoci objednávka tu je. Lenton žasne: „Som zhrozený, kolko kolegov túto metódu prediadzuje. Za peniaze by urobili všetko.“ A dodáva: „V súčasnosti možno obhájiť iba dve metódy bezpečného geoinžinierstva:

Prvá: hospodári v lesoch na celej planéte tak, aby aj v budúcnosti odsávali z atmosféry tolko CO₂ ako v minulosti.

Druhá: spaľovanie biomasy. Ak dokážeme lesný a poľnohospodársky odpad premeniť na uhlie, oxid uhličitý bude dlhodobo viazaný. Pravdaže, iba vtedy, ak uhlie nebudem spaľovať, ale využijeme ho na výrobu iných produktov.“

Uhlie z odkališť

Lentonove výpočty zohľadňujú iba klasické uhliarstvo. V posledných rokoch sa však experimentuje aj s mimoriadne efektívou metódou výroby „rastlinného uhlia“. Výhodou hydrotermálnej karbonizácie (HTC) je, že môže využívať aj tekutý materiál. V laboratóriach funguje optimálne, navyše, s minimálnou spotrebou energie!! Takto možno vyrábať uhlie aj z kuchynského a záhradného odpadu, ba i z bahna z netoxickej odkališť. Uhlie, ktoré sa nebude spaľovať, ale využívať na iné produkty. Alebo ho budú využívať farmári ako prostriedok na vylepšovanie kvality pôdy. Toto agrouhlie má podobné vlastnosti ako rašelina: zadržiava vodu a živiny. Vynálezca tohto postupu Markus Antonietti z Inštitútu Maxa Plancka pre koloidy v Golme tvrdí: „Táto metóda dokáže strednodobo naše problémy s CO₂ vyriešiť.“

Ludstvo každoročne spáli o 8 miliárd ton uhlíka viac, ako prírodné procesy dokážu eliminovať. Navyše vyprodukuje 12 miliárd ton v podobe bioodpadu, usadenín v čističkách a odkalištiach, poľnohospodárskych zvyškov, ktoré vyhľadávajú. „Ak všetky tieto produkty premeníme na uhlík, objem CO₂ v atmosfére sa podstatne zníži,“ tvrdí Antonietti.

Iní experti sú skeptickejší: „Či uhlík vylepší kvalitu využívanej poľnohospodárskej pôdy v Nemecku a či sa v nej dlhodobo udrží, zatiaľ nevieme,“ vráví Torsten Gottschau z agentúry Alternatívne suroviny, ktorá podporuje výskum podnietený Ministerstvom pre vedu. Vedci ešte skúmajú, či by bolo využívanie HTC-uhlia efektívne.

Napriek tomu vyzvala táto technológia, ktorej recept vynálezca utahuje, doslova eufóriu: aplikujú ju agroinžinieri, chemici, odborníci pre energiu a kolobeh látok, ale aj najodvážnejší podnikatelia. Tí skúmajú, či je termálna karbonizácia efektívna aj pre veľkopriemysel. Najďalej zašiel Volker Zwing z CS-Carbonolutions. Zwing, obchodný riaditeľ firmy, od Spoločnosti Maxa Plancka licenciu na HTC-technológiu odkúpil. Postavil halu, v ktorej každú hodinu spracujú tonu biomasy na uhlie. „Najvhodnejšia je výroba uľachtitých produktov z uhlia, napríklad filtrov či prísad pre výrobu pneumatík,“ vráví Zwing. Dobré výhľadky má aj uhlie ako hnojivo a CO₂-neutrálne, náhradné palivo.

Aj agroinžinier Gerd Gleixner z Inštitútu Maxa Plancka pre biogeochémiu v Jene je optimista. Skúma procesy, ktoré prebiehajú v ornici po aplikácii rastlinného uhlia. Najväčšou výhodou tejto príslady je, že sa dá prispôsobiť daným podmienkam.

Zadržiavač vody pre piesočnaté pôdy

Mimoriadne husté, kompaktné pôdy možno vylepšovať mimoriadne poréznym uhlím, schopným uchovávať vzduch. Piesočnaté pôdy sa dajú vylepšovať uhlím, ktoré dokáže udržať čo najviac vody. Zatiaľ nevedno, či sa takto HTC uhlie bude využívať vo veľkom. „Pôda je príliš cenný výrobny prostriedok,“ varuje Gleixner. „Skôr ako odporúčime uhlie aplikovať vo velkom, musíme mať istotu, či sa časom neobjavia nejaké negatívne dôsledky.“

Iná skupina nemeckých vedcov pripravuje prvý veľký projekt výskumu možností, ktoré geoinžinierstvo ponúka. Všetci vedci trvajú na tom, aby všetky nové projekty prebiehali pod medzinárodným dohľadom, s dôrazom na maximálnu transparentnosť.

Na prahu obdobia, keď v Nemecku postupne odstavia všetky jadrové zariadenia, ponúka geoinžinierstvo perspektívnu oblasť pre vývoj technológií a zariadení aj na export. Zdá sa, že ak sa Nemci udržia na čele, návratnosť investícii bude vysoká. Pravdaže, iba vtedy, keď budú mať vedci istotu, že nehradia nijaké škodlivé vedľajšie efekty. Tie sa prejavujú najmä vtedy, keď dlhodobo neodskúšané projekty hodia na trh nedočkaví výrobcovia.

Bild der Wissenschaft

K obohacování mezihvězdného prachu a plynu kovy docházelo nejprve v centrálních partiích Mračna; na jeho periférii bylo po dlouhou dobu zastoupení kovů velmi nízké. Hvězdy se po celou dobu existence Mračna tvořily plynule, ale tato aktivita ustala před 2,5 mld. let. Po přestávce začala před 0,5 mld. let mladých hvězd opět opět přibývat, a to zejména v galaktické příčce a křídlech MMM. Naproti tomu T. Tsujimoto a K. Bekki zjistili z chemického složení hvězd MMM, že před 7,5 mld. let došlo ke splývání Mračna z více tehdejších trpasličích galaxií bohatých na mezihvězdný plyn. Projektovalo se to skokem v metalicitě tehdy vznikajících hvězd. Zmíněné splývání se odehrálo v době, kdy bylo hnízdo trpasličích galaxií velmi daleko od naší Galaxie.

D. Sand aj. odvodili z pozorování satelitu naší *Galaxie Hercule (SDSS 1631+1247)* vzdáleného 133 kpc, že je starý alespoň 12 mld. roků a má protáhlý tvar o délce 460 pc. Hvězdy v něm pozorované mají metalicitu o dva řády nižší, než je sluneční, a absolutní hvězdná velikost satelitu činí jen $-6,2$ mag, tj. zhruba 20 kL_\odot . Satelit se od naší *Galaxie* vzdaluje úctyhodnou rychlostí 145 km/s, což naznačuje, že má velmi protáhlou elliptickou dráhu vůči centru *Galaxie*.

A. Maccio aj. upozornili na velký rozsah zářivých výkonů (svítivosti) satelitů naší *Galaxie*, které mají typické rozměry 600 pc a srovnatelné hmotnosti řádu 10 MM_\odot ; navzdory tomu se jejich svítivosti navzájem liší až o 4 řády. V. Belokurov aj. objevili v poloze *0219+2010* malý satelit naší *Galaxie*, označený jako **Segue 2** (*SEGUE = Sloan Extension for Galactic UndErstanding*) v galaktické délce $l = 149^\circ$ a šířce $b = -38^\circ$ s pozorovanou jasností 17,7 mag. Odtud vyplývá jeho vizuální absolutní hvězdná velikost $-2,5$ mag a průměr jen 70 pc.

V jeho blízkosti se nacházejí další miniaturní satelity **Segue 1, Boo II a Com**, což znamená, že jde o subsatelity jiných hmotnějších satelitů! Autoři se domnívají, že subsatelity vznikaly obecně již v raném vesmíru, tj. v první půlmiliardě let po velkém třesku, a představují pozůstatky po epoše reionizace vesmíru. Jak napsal N. Gnedin, „*galaxie podobně jako sloni mají sloní paměť*“, takže subsatelity nejsou přímo stavebními kameny pro tvorbu „řádných“ galaxií; spíše jde o chaotickou změš zbytků, které odpadly od stavebních kamenů, protože mají řádově jen tisíce hvězd, kdežto skutečné satelity až stovky milionů hvězd a velké galaxie typu *Mléčné dráhy* nebo galaxie *M31* dokonce stovky miliard hvězd. Protože se jednotlivé galaxie k sobě dosti často přibližují na vzdálenosti menší než jejich slapové poloměry, mnoho hvězd je při takovém manévrnu odchýleno z druh a doslova vytrženo z mateřské galaxie. Do každé galaxie se tak dostávají větrenci s úplně odlišnými kinematickými parametry a chemických složením, takže po 12 miliardách let existence obřích galaxií jde o velmi neuspěšné propletence, doslova neuklizený nepořádek.

A. McConnachie aj. zjistili na základě prohlídky *3,6m reflektorem CFHT* na *Havaji*, že u galaxie **M31** (And) byla dosud objevena nanejvýš čtvrtina těchto subsatelitů. Ukázali, že slapové síly mění měřitelně trajektorie hvězd i ve vzdálenostech o dva řády větších, než je rozdíl disku velké spirální galaxie, v němž se nachází až 100 mld. hvězd. To postihlo dokonce i miliony hvězd galaxie **M33** (Tri), která se před 2,5 mld. let přiblížila k *M31* na minimální vzdálenost 40 kpc.

S tím také podle M. Putmana aj. souhlasí rádiové pozorování rozložení H I v *M3*. Vodíkové mračno o hmotnosti $1,4 \text{ GM}_\odot$, které se nachází pod diskem galaxie, v němž se tvoří hvězdy, vykazuje zřetelné záhyby vinou slapů od galaxie *M31* z doby před 2 mld. let. Dále odhadují, že za několik málo miliard let tvorba hvězd v *M33* ustane, popřípadě zbylý plyn poslouží k iniciaci tvorby hvězd v obří galaxii *M31*. Autoři tak připadobňují vzájemné působení mezi galaxiemi *M33* a *M31* ke vztahu mezi *Magellanovými mračny* a naší *Galaxií*. V. Usov aj. využili modrých veleobrů v galaxii *M33* k nezávislému určení vzdálenosti *M33* od nás jednak pomocí *Keckova teleskopu* a jednak kamerou *ACS HST*. Výsledná hodnota vzdálenosti 970 kpc velmi dobře souhlasí s hodnotami, získanými dalšími pěti metodami určování vzdáleností galaxií v *Místní soustavě*.

M. Kim aj. změřili pomocí polohy špičky výskytu červených obrů v galaxii **IC 10** modul vzdálenosti této galaxie, jež má o řád nižší zastoupení kovů než naše *Galaxie*. Odvozená vzdálenost 715 kpc ukazuje, že i tato galaxie patří do *Místní soustavy galaxií*.

5.4. Cizí galaxie

F. Acero aj. zjistili pomocí aparatury *HESS*, že spirální galaxie **NGC 253** (Scl; vzdálenost 3,5 Mpc) je zdrojem záření gama v pásmu nad 220 GeV. Jde o stálý zdroj pozorovaný v letech 2005, 2007 a 2008 během 119 h expoziční doby. Galaxie se vyznačuje epizodami překotné tvorby hvězd ve svém centru, a tak právě tam lze očekávat nejen vznik energetických fotonů záření gama, ale též kosmického záření o vysokých (TeV) energiích. Podobně tým aparatury *VERITAS* odhalil zdroj záření gama s energiemi nad 700 GeV v jádře galaxie **M82** (UMa; 3,7 Mpc). I tato galaxie obsahuje právě ve svém jádře oblasti překotné tvorby hvězd a je tedy téměř určitě zdrojem vysoko energetického kosmického záření.

C. Siopsis aj. změřili rozborem kinematiky mezihvězdných vodních maserů nezávisle hmotnost černé veledíry (38 M_\odot) v jádře blízké (7,3 Mpc) galaxie **NGC 4258**. Tato hodnota dobře souhlasí se starším údajem, který byl odvozen ze vztahu mezi svítivostí výdutí galaxií a hmotností příslušné veledíry (33 M_\odot). Nejnovější revizi zmíněného stavu ohlásili K. Bandara aj. na základě přehlídky *SLACS*, při níž našli 43 galaxií s dobře definovanou celkovou hmotností M_{tot} i hmotností příslušné černé veledíry M_{bh} . Pak podle autorů platí v rozsahu dvou řádů hmotností černých veledér jednoduchý empirický vztah: $\log M_{\text{bh}} = 8,2 + 1,55(\log M_{\text{tot}} - 13,0)$, což svědčí o genetické provázanosti mezi černou veledírou a halem příslušné galaxie.

J. Madrid studoval časovou proměnnost ultrafialové jasnosti uzlíku **HST-1** ve známém optickém výtrysku z centra obří galaxie *M87* v období od května 1999 do prosince 2006. Zjistil tak, že koncem r. 2002 se uzlík zjasnil proti počáteční jasnosti 15krát. V letech 2003 – 2004 pak jeho jasnost dramaticky kolísala, aby dosáhla vrcholu v květnu 2005 na úrovni 0,5 mJy, takže uzlík byl $4\times$ jasnější než samotné jádro výtrysku, přičemž souběžně stoupala i jeho rentgenová jasnost, která však dosáhla maxima padesátinásobek klidové hodnoty o měsíc dříve. Od maxima pak jasnost uzlíku klesala zrcadlově souměrně k předešlému růstu, ale v listopadu 2006 byl zaznamenán další velký výbuch, kdy se uzlík opět zjasnil proti klidovému stavu téměř o dva řády. Uzlík se přitom nachází poměrně daleko od černé veledíry ve vzdálenosti 65 pc.

Podobný průběh měly i změny toku záření gama, které zaznamenala aparatura *HESS* v *Namibii*, byť s horší úhlovou rozlišovací schopností. V únoru 2008 však podle R. Wagnera aj. došlo k novému výbuchu, jenž byl koordinovaně sledován jak pomocí rádiové interferometrie *VLBA*, tak i aparaturami *VERITAS*, *MAGIC* a *HESS* v oboru záření gama. Díky *VLBA* se podařilo ukázat, že výbuch započal ve vzdálenosti jen 2 tis. AU od černé veledíry. Z těchto nesmírně pozoruhodných pozorování lze vyvodit, že šlo o zvýšení emise synchrotronového záření ze základny výtrysku, ale směr výtrysku nemíří přímo na pozorovatele; úhel mezi zorným paprskem

a osou výtrysku dosahuje 28° . Černá veledíra v jádře *M87* je extrémně hmotná, neboť obsahuje 6 mld. M_\odot . Jde tedy o unikátní kosmickou laboratoř v příznivé vzdálenosti a to zajistí přinесi i v budoucnosti další pozoruhodné výsledky pro celou astrofyziku.

B. Brandl aj. využili *Spitzerova dalekohledu* k určení zářivého výkonu nejbližší (22 Mpc) interagující dvojice galaxií „**Tykadla**“ (*NGC 4038/4039*) v souhvězdí *Havrana*. Pro pásmo vlnových délek 5 – 38 μm tak dostali hodnotu $4 \cdot 10^{10} L_\odot$ a pro současné tempo tvorby hvězd v nich $6,6 M_\odot/\text{r}$, což na tak silně interagující systém je vlastně docela málo. Ostatně A. Robaina aj. zjistili pomocí simulací, že při srážkách galaxií se tempo tvorby hvězd zvyšuje proti klidovém stavu jen 1,8krát a zvýšení netrvá kosmologicky vza-to dlouho. Pouze 8 % hvězd ve vzdálenostech 1 – 2 Gpc od naší *Galaxie* vzniklo pod vlivem probíhajících srážek galaxií. Navíc A. van der Wel aj. ukázali z rozboru parametrů >17 tisíc sféroidálních galaxií v přehlídce *SDSS*, že když splynou galaxie podobných rozměrů, tvorba hvězd se tím dokonce potlačí.

K. Gültekin aj. odvodili ze snímků kamery *WFPC2 HST* hmotnosti černých veledér u galaxií **NGC 3585** (Hya; typ S0; 340 MM_\odot ; vzdálenost 21 Mpc), **3607** (Leo; eliptická; 120 MM_\odot ; 20 Mpc), **4026** (UMa; typ S0; 210 MM_\odot ; 16 Mpc) a **5576** (Vir; rádiová galaxie typu E3; 180 MM_\odot ; 27 Mpc). D. Krajnovic aj. využili adaptivní optiku u dalekohledu *Gemini-N* k určení hmotnosti centrálních černých veledér v galaxiích **NGC 524** (Psc; 830 MM_\odot) a **2549** (Lyn; 14 MM_\odot), vzdálených od nás 40 Mpc, resp. 12 Mpc.

S. Farrellová aj. objevili *intermediální černou díru* s hmotností přes 500 M_\odot v galaxii **ESO 243-49** v podobě svítivého a proměnného rentgenového zdroje *HLX-1* v poloze 0110-4604, který se nachází v úhlové vzdálenosti $8''$ od centra galaxie, vzdálené od nás 90 Mpc. Průměrná bolometrická svítivost zdroje přesahuje 10^{35} W a odtud právě vyplývá vysoké hmotnost černé díry ukryté uvnitř svítivého obalu. C. Rodriguez aj. nalezli na rádiové frekvenci 1,3 GHz binární černou veledíru v rádiogalaxii **0402+379** díky interferometrii *VLBI*. Úhrnná hmotnost páru je určitě vyšší než $700 MM_\odot$ a rovina jejich oběžné dráhy je skloněna o 66° vůči zornému parosku. Veledíry obíhají kolem společného těžiště po kruhové dráze o poloměru 7 pc, takže jde o nejkompaktnější známý pár vůbec vzdálený od nás zhruba 230 Mpc.

V r. 2007 spustila skupina astronomů z britských (*Oxford, Nottingham, Portsmouth*) a amerických (*Yale, Johns Hopkins*) univerzit pozoruhodný projekt **Galaxy Zoo** (www.galaxyzoo.org), v němž nabídla dobrovolníkům z celého světa účast v morfologické klasifikaci snímků zhruba 1 milionu galaxií ve velké přehlídce *SDSS*. Autory projektu příjemně překvapilo, když se k účasti na projektu během jediného roku přihlásilo na 150 tisíc zájemců z celého světa, kteří dodávali klasifikace tempem až 70 tis. klasifikací za hodinu (!). Celkem tak dostali za rok 50 milionů klasifikací, tj. v průměru 50 nezávislých vizuálních klasifikací každé galaxie, přičemž se ukázalo, že člověk dokáže vystihnout zařazení galaxie k určitému typu daleko lépe než sebedůmyslnější počítačový program. Vzápětí se projekt proto rozšířil na další přehlídky, zejména na snímky pořizované *HST*, ale také dalšími pozemními dalekohledy (*INT, WHT, Gemini-S, WYIN*), radioteleskopy a přístroji na družicích *Swift* a *GALEX*. V letech 2008 – 2009 umožnily výsledky projektu publikovat 10 prací v recenzovaných časopisech, které obsahovaly závažné výsledky o vývoji galaxií, ale i o kuriozních objektech, o nichž předtím nikdo neměl tušení.

C. Lintott aj. popsali vlastnosti obrovitého modrozeleného útvaru jižně od spirální galaxie **IC 2497** (LMi; abs. hv. velikost –22 mag) ve vzdálenosti 220 Mpc, na nějž během účasti na projektu *Galaxy Zoo* v r. 2007 upozornila tehdy čtyřiadvacetiletá holandská středoškolská učitelka biologie Hanny van Arkelová. Záhadný objekt proto dostal název **Hanny's Voorwerp** („*voorwerp*“ je holandský název pro objekt). Zatím se zdá, že *Voorwerp* vzdálený od mateřské galaxie 14 – 21 kpc je ozařován světem kvasaru, který byl v nitru zmíněné galaxie v činnosti před stovkami tisíc let, ale někdy před 50 tis. lety uhasl. Zředěný plyn *Voorwerp* je vysoko ionizován a svítí zejména v zakázané čáře [O III] na vlnové délce 500,7 nm. Pro svou velkou rozlehlosť může *Voorwerp* sloužit k rekonstrukci dálvé světelné křívky hasnoucího kvasaru, který byl tehdy vůbec nejbližším aktivním kvasarem vůči *Slunci*.

O dalším významném objevu projektu *Galaxy Zoo* pojednává sdělení C. Cardamoneové aj. o objevu nové třídy **kompaktních zelených galaxií** s překotnou tvorbou hvězd řádu $10 M_\odot/\text{rok}$ v přehlídce *SDSS*. Dobrovolníci našli celkem 251 případů nerozlišených kompaktních galaxií, které se prozradily silně rozšířenou (100 nm!) čarou [O III] a nízkou metalicitou a jejichž hmotnosti se pohybují v intervalu $0,3 - 10 GM_\odot$. Každých několik set milionů let se počet hvězd v těchto galaxiích zdvojnásobuje. (Mimořadem, naši zájemci o projekt *Galaxy Zoo* se mohou obrátit na český koordinační tým na webové adrese: www.galaxyzoo.org/?lang=cz). Vzápětí ukázali S. Toft aj., že čím kompaktnější jsou galaxie ve vzdálenostech 2,8 – 3,4 Gpc, tím intenzivnější je v nich tvorba hvězd.

W. Wu ukázal, že existuje jednoznačná závislost mezi zářivým výkonem bližších galaxií s červeným posuvem do $z = 0,1$ (vzdálenost <400 Mpc) v blízké infračervené oblasti a rozměrem **rezonančních prstenů** v rozložení hvězd u prstencových galaxií, jichž je do této vzdálenosti od nás známo přes tisíc. To dává možnost využít těchto galaxií jako standardních svíček pro odvození lokální hodnoty Hubbleovy konstanty rozprávání vesmíru nezávisle na jiných indikátorech vzdáleností, přičemž střední chyba této hodnoty činí zhruba 10 %.

M. Dotti aj. nalezli v kvasaru **SDSS J0927+2944** (vzdálenost 1,9 Gpc) známky přítomnosti těsného páru černých veledér, které kolem sebe obíhají ve vzdálenosti 0,3 pc v periodě 370 let. Primární veledíra má úctyhodnou hmotnost $2 GM_\odot$, zatímco sekundární „jen“ $600 MM_\odot$. Relativní rychlosť sekundární veledíry vůči těžišti soustavy dosahuje neméně úctyhodné rychlosti 2 650 km/s. Celá soustava je zanořena do cirkumbinárního plynného disku. Odtud též vyplývá, že obě veledíry splynou během 3 mld. let.

M. Ouchi aj. objevili pomocí *Spitzerova teleskopu* záhadné mračno **Himiko** (Cet) svítící v čáře Ly- α s vysokým červeným posuvem $z = 6,6$, tj. v čase 800 mil. let po velkém třesku. Odtud též spočítali lineární rozměry mračna >17 kpc, jeho vysokou hmotnost cca $40 GM_\odot$, zářivý výkon v čáře Ly- α $4 \cdot 10^{36}$ W a vysoké tempo tvorby hvězd >30 M_\odot/r .

T. Tanaka aj. zjistili díky přehlídce *SDSS*, že již v čase 1 mld. let po velkém třesku se ve vesmíru vyskytuje černé veledíry s hmotnostmi kolem $1 GM_\odot$, takže vzniká otázka, jak se hvězdné černé díry s hmotnostmi nanejvýš $100 M_\odot$ dokáží tak rychle vykmit akrecí. Podle názoru autorů začínají z hmotných hvězd I. generace (populace III) vznikat hvězdné černé díry o relativně vysoké hmotnosti již v čase 100 mil. let po velkém třesku a pak musí po větší část své existence plně nabírat další hmotu akrecí. E. Dalla Bontá aj. ukázali na základě snímků a spekter kup galaxií **A1836, A2052 a A3565** pomocí *WFPC, ACS a STIS HST*, že horní mez pro hmotnosti černých veledér uvnitř obřích galaxií určitě přesahuje 4 mld. M_\odot . Daleko vyšší a zřejmě realističtější horní mez však uvádějí C. Carilli aj. – plných $20 GM_\odot$. Nicméně koncem r. 2009 ohlásili G. Ghiselliniová aj., že blazar **S5 0014+813** vzdálený od nás 3,6 Gpc skrývá ve svém nitru černou veledíru s obludnou hmotností $40 GM_\odot$!

S. Giordini aj. zkoumali, jak se mění podíl hvězd v závislosti na celkové hmotnosti 118 kupy galaxií, vzdálených od nás 0,4 – 2,3 Gpc. Jednotlivé kupy mají hmotnosti v rozmezí 10 – 1 000 TM_\odot a s růstem hmotnosti klesá podíl hvězd na jejich úhrnné hmotnosti, zatímco hmotnost volného plynu stoupá vždy o 25 % na každý růst hmotnosti kupy o řád. Zastoupení baryonů v kupách je vždy nižší, než jak vyplývá z měření reliktního záření držící WMAP. Teprve pro hmotnosti kupy >700 TM_\odot se začínají obě nezávislá určení zastoupení baryonů sbližovat.

J. Regan a M. Haehnert tvrdí, že rychlý růst hmotnosti hvězdných černých děr může probíhat v **halech skryté látky** o teplotě 15 tis. K, které vykazují velmi nízkou metalicitu a v nichž je potlačeno ochlazování molekulového vodíku. V centru hala tak vznikají podmínky pro vznik **nadhvězd**, jež se kosmologicky bleskurychle změní ve hmotné hvězdné díry, které v hustém centru hala nabírají hmotu akrecí tempem 1 M_\odot/r . Dosáhnou tak hmotnosti 1 MM_\odot za pouhý milion let, ale tehdy se další akrece materiálu na vzniklou veledíru zastaví. Splýváním veledér v centru hala pak vznikají obří veledíry o hmotnostech řádu miliardy M_\odot . Zatím neexistují žádné pozorovací důkazy o tom, že hvězdy I. generace mohly už tak brzo opravdu vzniknout, ale vyloučené to není, protože dosavadní aparatury nedokázaly proniknout do takového mladého vesmíru; to čeká na novou generaci přístojů jako JWST a ALMA.

C. Carilli a D. Riechers zkoumali **galaxie různého stáří** až do času pouhé 1 mld. let po velkém třesku pomocí rádiointerferometrie soustavami VLA a Plateau de Bure. Zjistili, že nejstarší galaxie mají poměr hmotnosti černé veledíry ku hmotnosti celé galaxie jen 1:30, zatímco mladší galaxie až 1:700. Z toho vyplývá, že galaxie vznikají ze zárodku, jímž je černá veledíra, která pak na sebe nabírá intergalaktický materiál až do stádia zralosti 4 – 5 miliard let po velkém třesku.

A. Feoli a L. Mancini se pokusili roztrídit galaxie podle jejich vztahu mezi hmotností centrální černé veledíry a průměrné kinetické energie náhodných pohybů hvězd v dané galaxii. Dostali tak jakousi obdobu *Hertzprungova-Russellova diagramu* pro hvězdy. Různé morfologické typy galaxií zaujmají navzájem odlišné části příslušného diagramu. Nejvíše se nachází obří elliptické galaxie, uprostřed diagramu *galaxie čočkové* a v dolní části *pozdni spirály*.

P. van Dokkum aj. srovnávali rozměry velmi svítivých elliptických galaxií současnosti s rozměry jejich protějšků před 10 – 11 mld. let, objevených pomocí NICMOS HST. Jejich spektra pořídili pomocí dlouhých expozic infračervenou kamerou teleskopu Gemini-N a dostali tak pro zmíněné staré galaxie vysokou disperzi radiálních rychlosťí přes 500 km/s. Odtud vyplývá, že *tehdejší hmotné galaxie byly mnohem menší a hustší*, takže se během následujících 10 mld. let zvětšily až pětkrát.

A. Dekel aj. objevili **úzké studené proudy plynu**, které pronikají přes ohřáté halo skryté látky dovnitř mladých galaxií. Toto proudění ve svém důsledku zvyšuje tempo tvorby hvězd v galaxiích starých nanejvýš 3 mld. let po velkém třesku až na hodnoty kolem 200 M_\odot/r . Proces je velmi účinný pro vznik hmotných galaxií, jako je naše *Mléčná dráha*. Splýváním malých trpasličích galaxií vznikají galaxie zářící silně v submilimetrovém pásmu spektra, v nichž se pak rovněž překotně tvoří hvězdy. K. Chiboucasová aj. upozornili též na skutečnost, že mnohé klasické galaxie včetně naší *Mléčné dráhy* mají v porovnání s teorií příliš málo satelitních trpasličích galaxií. Dobře je to patrné u blízké galaxie **M81** (UMa; vzdálenost 3,6 Mpc), která je obklopena pouhými 12 satelity.

M. Devlin aj. zveřejnili výsledky **přehlídky BLAST**, kdy na stratosférickém balónu vypouštěném v *Antarktidě* na základně McMurdo do výšky 40 km byly v ohnisku 2m reflektoru umístěny detektory submilimetrového záření v pásmech 0,25; 0,35 a 0,50 mm. Autoři zjistili, že v těchto pásmech září dvacetkrát více galaxií, než se dosud soudilo. Rozlišovací schopnost aparatury není sice dostatečná pro jejich zobrazení, ale lze odtud odvodit, že v submilimetrových galaxiích probíhá v časech 1,5 – 5 mld. let po velkém třesku překotná tvorba hvězd až o dva řády vyšší než v naší *Galaxii*. **Submilimetrové galaxie** jsou silně zaprášené vlažným (30 K) prachem, který pro blízké galaxie nejvíce září v pásmu 0,1 mm, ale pro vzdálenější galaxie se maximum následkem kosmologického červeného posuvu posouvá až k 0,5 mm. Zářivý výkon submilimetrových galaxií dosahuje hodnot řádu až 10 TL_\odot a výsledkem jejich vývoje jsou známé obří galaxie o hmotnostech více než o řád vyšších, než je hmotnost naší *Galaxie*. Tato měření zároveň naznačují, jak velkou příležitostí pro budoucí výzkum galaxií se stane dokončovaná aparatura *ALMA ESO* v poušti *Atacama* v *Chile*.

5.5. Kvasary a aktivní jádra galaxií (AGN)

Přehlídka SDSS umožnila dle G. Richardse aj. odhalit na 8,4 tis. čtv. stupňů oblohy téměř 1,2 mil. kvasarů do infračervené jasnosti 21,3 mag. Když si připomeneme, že v r. 1967 bylo známo jen 100 kvasarů, o 10 let později 1 tisíc a v r. 1998 teprve 10 tisíc, tak je vidět, že tempo rozvoje astronomie hlubokého vesmíru vzrůstá stále ještě zrychleně. J. Souchay aj. zkompilovali velký **astrometrický katalog kvasarů LQAC** z tuctu dosud publikovaných katalogů těchto objektů. V současné době tak máme spolehlivé údaje o více než 113 tis. kvasarech.

Y. Juarez aj. zjistili s překvapením, že i nejvzdálenější kvasary, které pozorujeme ve věku necelé miliardy let po velkém třesku, mají *stejnou metalicitu* jako kvasary bližší a tedy pozdnější. Ze spekter 30 kvasarů navíc zjistili, že zastoupení Si, O, i C je dokonce vyšší než zastoupení týchž prvků v daleko pozdnějším *Slunci*! Když k tomu připočteme skutečnost, že tvorba uhlíku ve hvězdách zabrala celou první miliardu let vývoje vesmíru, sílí tak obava, že *něco v našich představách o chemickém vývoji raného vesmíru nehraje*.

F. Walter aj. poukázali na *malý objem oblasti překotné tvorby hvězd u blízkých galaxií*, která obvykle zaujímá prostor o hlavním rozměru <100 pc. Naproti tomu u kvasarů v mladém vesmíru jsou tyto oblasti zvýšené tvorby hvězd nesrovnatelně větší, tj. až 1,5 kpc. V obou případech je však tempo vznikání hvězd srovnatelné, a právě tak vzniká sféroidální složka celé galaxie. Pomocí interferometru IRAM se totiž autorům podařilo zkoumat velmi vzdálený (3,9 kpc) kvasar SDSS J1148+5251 s lineárním rozlišením 1,5 kpc, tj. v čase necelých 900 mil. let po velkém třesku. Infračervený zářivý výkon kvasaru tehdy dosáhl hodnoty 22 TL_\odot (!) J. Comerfordová aj. vyšli z domněinky, že *kvasary vznikají splynutím dvou obřích galaxií*, což se projeví tím, že pak mají po nějakou dobu ve svém centru dvě černé veledíry, obíhající po spirálové dráze kolem společného těžiště. To se projeví rozštěpením příslušných spektrálních čar, jež vznikají v bezprostředním okolí (akrečním disku) zmíněných veledér. Využili tak přehlídky galaxií do vzdálenosti 2,5 Gpc od nás a našli tak celkem 107 kandidátů na podvojné veledíry v kvasarech, resp. v AGN. Dalších 35 galaxií má zdroj AGN

uložen excentricky, což znamená, že ke splynutí galaxií došlo teprve nedávno. V souboru našli i známky takových podvojných veleďer a ukázali, že ve středním věku vesmíru zažije každá velká galaxie tři blízká setkání s cizí velkou galaxií během 1 mld. let.

T. Boroson a T. Lauer objevili v přehlídce *SDSS* kvasar **J1536+0441** vzdálený od nás 1,2 Gpc, jehož široké emise, odhalené ve spektru ze 4m teleskopu *KPNO*, mají dvě složky s rozdílnými červenými posuvy, tj. s rychlostí rozdílnou o 3,5 tis. km/s. Odtud a také ze snímku *HST* odvodili, že v centru kvasaru se nalézá pár černých veleďer ve vzájemné vzdálenosti 0,1 pc, které obíhají kolem společného těžiště v periodě 100 let. Hmotnosti veleďer činí po řadě 20 a 800 mil. M_{\odot} . Naproti tomu R. Decarli aj. pořídili infračervený snímek kvasaru pomocí kamery *HAWK-I VLT ESO* a zjistili, že ve skutečnosti jde o pár kvasarů ve vzájemné vzdálenosti 5 kpc, které představují jasná jádra galaxií o jasnostech ve filtru K po řadě 14,1 a 15,8 mag. Samotné galaxie mají v témže filtru jasnosti 15,6 a 16,2 mag. Právě tato nová interpretace je nejspíš správná, neboť ji potvrzují rádiová měření J. Wrobela a A. Laora, kteří na snímku aparaturou *VLA* rozlišili dva pravděpodobně bodové zdroje vzdálené od sebe minimálně 5 kpc. V každém případě jde o jeden z nejbližších párů kvasarů vůbec. S. Tang a J. Grindlay navíc uvedli, že hmotnosti obou černých veleďer se navzájem velmi liší, takže Boroson a Lauer ve skutečnosti měřili široké emise od hmotnější veleďiry a k tomu přidali záření rozsáhlého akrečního disku kolem ní. Druhá složka páru má relativně nízkou hmotnost, a tak září jen ve velmi úzkých emisích, které Boroson a Lauer pozorovali nemohli.

G. Foreman aj. našli v přehlídce *SDSS* celkem **85 párů kvasarů**, které nejsou projevem gravitačních čoček, ale skutečně vznikly samostatně v nevelké vzdálenosti od sebe. Statisticky je takových párů velmi málo; představují jen 1 promile ze známých kvasarů. Nejčastěji pozorujeme páry kvasarů se vzájemnou vzdáleností kolem 30 kpc, což odpovídá představě, že takové páry vznikly zhroucením dvou oblaků v zárodečném halu prakticky současně. Problémem je existence jakýchsi chvostů těchto kvasarů, které mají délku až 200 kpc. Jejich původ je dočista záhadný.

Patrně nejlépe studovaným párem je kvasar **OJ 287** v poloze $0851+202$ a vzdálenosti od nás 1,1 Gpc, který podle J. Fana aj. patří k proměnným objektům typu *BL Lac* s velkou amplitudou vizuální jasnosti 2 mag; ve filtru *R* dokonce 2,4 mag. Světelná křivka díky archivním snímkům už pokrývá období neuvěřitelných 120 let. Kolísání jasnosti má základní periodu 12 let, což souvisí se skutečností, že kolem centrální černé veleďiry o rekordní hmotnosti $18 GM_{\odot}$ obíhá jako průvodce černá veleďira o hmotnosti $130 MM_{\odot}$, která se v pericentru prodírá akrečním diskem obří veleďiry, a tím se zjasňuje. Podle M. Valtonena aj. se kvasar zjasnil dvakrát a tato vzplanutí lze vysvětlit akrecí materiálu na obří veleďiru zesílenou slapy mezi veleďrami.

R. Zimmerman upozornil na důsledek existence párů kvasarů, tj. také *párů černých veleďer*. Pokud jsou obě jádra od sebe vzdálena kiloparsek, tak se po delší dobu nic zvláštního nestane, protože oběžné periody přesahují stovky tisíc let a systém je dlouhodobě stabilní. Jestliže jsou však obě veleďiry vzdáleny méně než 1 pc, nutně se uplatní jednak ztráta energie systému vinou vyzařování gravitačních vln, ale též pohyb veleďer v odpovídajícím prostředí zejména tehdy, je-li oběžná dráha výrazně eliptická, což je dobře vidět právě na páru **OJ 287**, kde při oběžné době 12 let a výstřednosti dráhy 0,7 (!) činí velká poloosa dráhy méně hmotné složky jen 0,056 pc. Následkem zmíněných efektů se během jediného oběhu zkrátí oběžná perioda o celý měsíc a obě veleďiry splynou během příštích 10 tis. let. J. Centrellaová se zabývala relativistickými výpočty postupného **zesilování gravitačních vln** a ukázala, že nejprve se „ozvou“ hluboké tóny a postupem času přejdou ve vysokofrekvenční piščení s výkonem až o 25 rádů vyšším, než je zářívý výkon *Slunce*!

Zdá se to být téměř neuvěřitelné, ale stále jsou slyšet a vidět *odpůrci kanonické kosmologické vzdálenosti kvasarů* úměrné jejich červenému posuvu. Veterán mezi těmito disidenty G. Burbidge společně s W. Napierem ukázali, že řada kvasarů s velkým červeným posuvem z z přehlídky *SDSS* se promítá do směru blízkých galaxií s malým z . Autoři tvrdí, že plných 4 tis. kvasarů se promítá do úhlové vzdálenosti $<2'$ od galaxií jasnějších než 18 mag, což nelze svést na zesílení jejich obrazů gravitační čočkou, takže prý jde o důkaz, že zmíněné kvasary jsou vymršteny velkou rychlosíti z blízkých galaxií. Svědčí o značné benevolenci recenzentů, že tyto opravdu těžko přijatelné názory nechávají zveřejnit v prestižních časopisech.

S. Gezari aj. se zabývali otázkou, co se stane, když se *standardní hvězda dostane do gravitačního spáru černé veleďiry*. Autoři odhadli, že k takovému úkazu pro danou veleďiru dochází v průměru jednou za 10 tis. roků a výsledek by měl být dramatický, protože hvězda je nejprve rozervána silnými slapy a přibližně polovina její hmotnosti se rozptýlí v okolí veleďiry, zatímco druhá polovina se zřítí na veleďiru. Pozorovaným důsledkem tohoto dramatu je *rentgenový, popřípadě ultrafialový záblesk* o bolometrickém zářivém výkonu až $3 \cdot 10^{38}$ W; to odpovídá absolutní hvězdné velikosti až -19 mag, tedy srovnatelné se zářivým výkonem klasických supernov. Paradoxně však černé veleďiry s hmotností $>100 MM_{\odot}$ slupnou celou hvězdu naráz a bez viditelného efektu, protože jejich slapové účinky vně obzoru událostí jsou zanedbatelné. Díky družici *GALEX* se podařilo objevit již tři takto podezřelé záblesky v ultrafialovém a optickém pásmu, které dosáhly v tomto pásmu zářivého výkonu řádu 10^{36} W, což přibližně odpovídá slapovému roztrhání hvězdy s hmotností $1 M_{\odot}$. Autoři dále odhadli, že nejnovější synoptická přehlídka oblohy *PanSTARRS* by měla v průměru za rok najít na 30 takových záblesků v kouli o poloměru 800 Mpc.

M. Young aj. uveřejnili **5. katalog kvasarů** z přehlídky *SDSS*, které byly příležitostně pozorovány též rentgenovou družicí *Newton*. Katalog obsahuje téměř 800 kvasarů s pozorovanými jasnostmi od 15 do 21 mag ve vzdálenostech 0,4 – 3,9 Gpc od nás. Z tohoto souboru plných 87 % kvasarů jeví rentgenový šum, přičemž v 60 % jde o šum dostatečně výrazný ($>6\sigma$) nad úrovní pozadí, zatímco jen 9 % kvasarů je rádiově hlučných.

A. Abdo aj. objevili během prvních 10 měsíců provozu družice *Fermi* studující záření gama v pásmu energií nad 100 MeV tři extragalaktické zdroje tohoto záření, a to galaxii třídy *AGN Cen A* (vzdálenost 3,8 Mpc), dále rádiogalaxii *Per A* (vzdálenost 84 Mpc) a nejnověji též rádiogalaxii *M87* (Vir; vzdálenost 17 Mpc). Všechny objekty se vyznačují stálou hodnotou intenzity záření gama v celém sledovaném pásmu. F. Aharonian aj. ukázali, že z měření aparaturou *HESS* v *Namibii* v letech 2004 – 2008 vyplývá, že galaxie *Cen A* a *M87* září také v pásmu energií >120 GeV, a jejich zářivý výkon na úrovni 10^{32} W je stálý v čase.

Naproti tomu při pozorování dalších kvasarů v oboru záření gama 0,1 – 300 GeV odhalila družice *Fermi*, že kvasary často silně září i v tomto energetickém pásmu, ale jejich zářivý výkon kolísá až o řád v intervalu pouhých dnů. Podle A. Abda aj. se podařilo už během prvních tří měsíců pozorování širokoúhlou aparaturou *LAT* objevit mimo rovinu galaxie na 130 bodových zdrojů záření gama, z nichž 80 % se podařilo identifikovat jako aktivní jádra galaxií; většinou jde o blazary nebo klasické kvasary.

Podobně úspěšná je i pozemní aparatura *VERITAS*, která podle V. Acciariho aj. objevila záření gama v pásmu TeV u více než 20 galaxií typu *AGN*, které vesměs pochází z bezprostředního okolí centrálních černých veleďer. Tak například u proslulé galaxie **M87**

(Vir) přicházejí fotony gama z oblasti vzdálené jen stonásobek (0,1 pc) obzoru událostí příslušné veledíry. V tomto energetickém pásu je však intenzita vyzařování gama silně a krátkodobě proměnná. Podle A. Fabiana jsou tyto energetické úkazy projevem vzniku horkých plynných bublin, které se „vaří“ v okolí černých veledér a tryskají vzhůru; je to zatím málo prozkoumaná, ale určitě až děsivě nádherná fyzika, naštěstí v bezpečné vzdálenosti od nás.

F. Rieger a F. Aharonian tvrdí, že vysoce energetické záření gama u nejbližší galaxie typu *AGN Cen A* nepřímo dokazuje, že v blízkosti obzoru událostí černé veledíry na vnitřním okraji akrečního disku dosahuje *Lorentzův faktor* úděsné hodnoty rádu 10^8 , což umožňuje v principu urychlovat elektrony a protony na extrémně vysoké energie, a to podél výtrysků kolimovaných do úzkých svazků šroubovicovým magnetickým polem. Autoři tvrdí, že černá veledíra v *Cen A* má hmotnost až 100 MM_\odot , takže její *Schwarzschildův poloměr* dosahuje hodnot kolem 200 mil. km. Lze prý tak vysvětlit příchod kosmických protonů s energiemi až 50 EeV. K podobně optimistickému závěru dospěl také M. Honda, který tvrdí, že kombinace dějů v okolí obzoru událostí veledíry a následné difúzní urychlování protonů i těžších jader rázovou vlnou ve výtryscích jim může dát energie až 1 ZeV (10^{21} eV)!

A. De Angelis aj. si všimli překvapivě vysoké úspěšnosti současných teleskopů, které objevují pomocí Čerenkovova záření energetické záření gama nejenom z klasických *AGN*, ale také z kvasarů, blazarů a dokonce i *Seyfertových galaxií*. Příval těchto objevů z aparatur *HESS*, *VERITAS* a *MAGIC* lze vysvětlit jedině tak, že hluboký vesmír je pro energetické záření gama podstatně průhlednější, než jak naznačovaly dosavadní modelové výpočty.

Y. Chen aj. se domnívají, že pro pochopení toho, co se děje v *AGN*, je potřebí zjistit, jak vlastně vznikají hvězdy v oblastech kolem jader *AGN*. Vybrali z přehlídky *SDSS* celkem 11 tisíc případů blízkých *AGN* ve vzdálenostech 130 – 320 Mpc a zkoumali, jak vypadala **tvorba hvězd** v centrálních 2 kpc během posledních 100 mil. roků. Zjistili, že klíčovou úlohu při tvorbě nových hvězd hrají výbuchy supernov, které umožňují, aby do centrálních oblastí *AGN* natekl plyn zvnějšku, a tak doplnil zásoby „stavebního materiálu“ pro další překotnou tvorbu hvězd.

A. Cattaneo a j. využili archivních údajů o *AGN* a kvasarech k zamýšlení nad otázkou, co se děje s obrovskou energií, která zásahuje černých veledér přýšti do mateřských galaxií. Alespoň část této energie se totiž v mateřské galaxii absorbuje, čímž se ohřívá zbylý mezihvězdný plyn a rozptýlí do okolí galaxie. To v dané galaxii nutně vede k poklesu či dokonce úplnému zastavení tvorby hvězd. Převážně jsou tak postiženy zejména eliptické galaxie bez spirální struktury.

S tím souvisí pozoruhodné zjištění M. Labity, že *průměrná hmotnost černých veledér závisí na jejich vzdálenosti od nás*, tedy na velikosti červeného posudu z ve spektrech příslušných kvasarů. Autoři proměřili spektra 50 tis. kvasarů z přehlídky *SDSS*, které se nacházejí ve vzdálenostech 1,2 – 3,3 Gpc od nás a nalezli tak jednoduchou lineární závislost logaritmu podílu hmotnosti černé veledíry a galaktické výdutě M na červeném posudu z : $\log M = 0,3.z + 9$. V raném vesmíru tedy dorůstaly černé veledíry do vyšších hmotností; později se objevila různá kosmologická omezení růstu černých veledér a to je přičinou redukce hmotnosti centrálních veledér s postupujícím věkem vesmíru. Objev má přirozeně závažné důsledky pro určování rekordních vzdáleností ve vesmíru a odtud i pro velikost Hubbleovy konstanty rozpínání vesmíru.

5.6. Gravitační mikročočky a čočky

J. Yee popsal průběh světelné křivky gravitační mikročočky **OGLE-2008-BLG-279**, která se počala zjasňovat koncem května 2008 a dosáhla neuvěřitelně vysoké amplitudy zjasnění 1 600krát; tj. o 8 mag! Přitom byl průběh světelné křivky naprostě hladký, bez nějakých „zoubků“, které by svědčily o přítomnosti exoplanety. Díky vysoké maximální jasnosti mohli autoři ze světelné křivky určit i hmotnost čočky ($0,6 \text{ M}_\odot$) a její vzdálenost od nás (4 kpc). Současně tak vyloučili, že by hvězda měla u sebe ve vzdálenostech 0,5 – 20 AU exoplanetu o minimální hmotnosti *Jupiteru* a ve vzdálenosti do 3 AU planetu o minimální hmotnosti *Marsu*.

S. Dong aj. objevili díky fotometrii a astrometrii pomocí *HST* pravděpodobnou exoplanetu obíhající kolem gravitační mikročočky **OGLE-2005-BLG-071**, což je hvězda sp. třídy dM o hmotnosti $0,5 \text{ M}_\odot$, vzdálená od nás 3,2 kpc. Exoplaneta má hmotnost 4 M_J a obíhá v minimální vzdálenosti 3,6 AU a její povrchová teplota dosahuje 55 K. Tento výpočet ukazuje, že jde o dosud nejhmotnější exoplanetu u tak nízkohmotného červeného trpaslíka. Autoři sami však varují, že jim není jasné, jak by tak hmotná exoplaneta mohla vzniknout akrecí plynu na kamenné jádro při tak nízké hmotnosti mateřské hvězdy.

Mikročočkou však může podle A. Goulda aj. být i hnědý trpaslík, což je patrně případ objektu **OGLE-2007-BLG-224**, neboť jeho hmotnost činí jen $0,06 \text{ M}_\odot$. Hnědý trpaslík se nachází v tlustém disku *Galaxie* ve vzdálenosti jen 0,5 kpc od nás, což skytá naději, že se ho podaří zobrazit pomocí *HST* nebo obřích pozemních dalekohledů s adaptivní optikou.

J. Skowron aj. probrali všechny dosud publikované případy pozorování **přechodných gravitačních mikročoček** za léta 1992 – 2007, což představuje úctyhodný soubor zhruba 4 tisíce případů. Z tohoto počtu šlo ve 2 % případů o nesprávnou klasifikaci jevu; ve skutečnosti šlo o eruptivní proměnné hvězdy nebo novy. Nicméně v 19 případech se konkrétní jev mikročočky opakoval, takže zřejmě jde o čočky podvojné, složené z dvojhvězd o velké vzájemné vzdálenosti složek, což je ve shodě s teoretickým odhadem, že takových případů by mělo být v dostatečně velkém statistickém souboru asi 0,5 %. To dává zajímavé možnosti pro budoucí dokonalejší přehlídky výskytu mikročoček. Podobně C. Han aj. nalezli v přehlídkách *OGLE* a *MOA* v r. 2007 celkem 3 případy, kdy šlo o podvojnou mikročočku.

Y. Rahal aj. využili druhé části projektu *EROS* k hledání mikročoček v nejhustších částech spirálních ramen naší *Galaxie*. Během uplynulých sedmi let tak sledovali ve vybraných částech spirálních ramen změny jasnosti téměř 13 mil. hvězd jasnějších než $I = 18,5$ mag a objevili tak celkem 27 gravitačních mikročoček, jejichž vlastnosti souhlasí se stávajícím modelem *Galaxie*, jenž se skládá z tenkého disku v hlavní rovině *Galaxie* a z centrální zbytnělé výduti (angl. *bulge*).

M. Oguri a R. Blandford vypočítali, jaký největší může být úhlový **Einsteinův poloměr** pro reálné gravitační čočky, což závisí na horní mezi pro hmotnosti kup galaxií, kterou odhadují na 10^{15} M_\odot (pochopitelně včetně jejich skryté látky). *Poloměr roste s rostoucí vzdáleností dané kupy od nás*, takže pro červený posuv $z = 1$ (vzdálenost kupy 2,4 Gpc) činí 20", ale pro červený posuv $z = 7$ (vzdálenost 4 Gpc) vzroste na 40". Zjednodušeně lze říci, že *Einsteinův poloměr* odpovídá rozteči mezi vícenásobnými obrazy vzdáleného objektu zobrazeného mezilehlou gravitační čočkou. Jenže příroda je mocná čarodějka a tak když A. Zitrin aj. studovali

snímky pořízené pomocí kamery *ACS HST* v okolí kupy galaxií s vysokou rentgenovou svítivostí **MACS J1149+2223**, zjistili, že jde o úhlově mimořádně velkou gravitační čočku. Její *Einsteinův poloměr* totiž dosahuje při $z = 0,54$ (vzdálenost 1,6 Gpc) hodnoty 27" a jak se zdá tento nesoulad mezi teorií a pozorováním platí i pro jiné gravitační čočky.

Zmíněná kupa je současně neuvěřitelně výkonným objektivem pro výzkum hlubokého vesmíru, přičemž kamera *ACS* je fakticky okulárem virtuálního superdalekohledu, neboť v zorném poli čočky našli autoři spirální galaxii, jejíž jasnost je díky efektu gravitační čočky zesílena 200krát (o 5,8 mag!), což je nový rekord. Předtím nejvyšší pozorované zesílení jasnosti vzdálené galaxie pomocí kupy **A1689** dosáhlo jen necelého desetinásobku (2,5 mag), ale zato má tato kupa vůbec největší známou hodnotu *Einsteinova poloměru* 45", ačkoliv její červený posuv $z = 0,18$ odpovídá vzdálenosti jen 0,7 Gpc.

Vzápětí však A. Zitrin aj. ohlásili objev vůbec největší gravitační čočky **MACS J0717+37**, což je kupa galaxií, která na snímku *ACS HST* zaujímá úhlový rozměr téměř 3 obl. minuty při vzdálenosti 1,6 Gpc od nás, což odpovídá lineárnímu rozměru kupy 350 kpc. *Einsteinův poloměr* kupy je rovněž rekordní, totiž plných 55". V tomto poloměru se nachází hmotnost 700 TM_\odot , což je však méně než u kupy **A1689**, jejíž hmotnost činí dokonce 1,6 PM_\odot .

X. Huang aj. objevili pomocí *ACS HST* gravitační čočku, představovanou kupou galaxií **WARPS** v poloze **J1415+36s** vysokým červeným posuvem $z = 3,9$, tj. ve vzdálenosti 3,7 Gpc od nás. Autoři v kupě identifikovali 21 galaxií a odtud odvodili její *Einsteinův poloměr* 7", tj. lineárně 60 kpc. Hmotnost pomyslné koule o tomto poloměru dosahuje 20 TM_\odot . Kupa se tak stává velmi cenným objektem pro kosmologii.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné poznatky o stavbě i vývoji vesmíru

Sir Martin Rees v projevu při příležitosti zahájení **Mezinárodního roku astronomie** na konferenci *UNESCO* v Paříži nejprve připomněl důvody, proč byl pro tuto akci vybrán právě rok 2009, tj. jednak 400. výročí prvních Galileových pozorování vesmíru dalekohledem a dále stejně výročí publikace slavného spisu Johanna Keplera *Astronomia Nova*, v němž dokázal, že planety se pohybují kolem *Slunce* po elipsách a rychlosť jejich oběhu kolem *Slunce* je proměnná (zákon stejných ploch). Dále pak zdůraznil, že současná astronomie přináší díky pokroku pozorovací techniky skvělé výsledky. Podotkl, že *dnes mohou zkušení astronomové amatéři dosahovat při pozorování výsledků srovnatelných s tím, co dříve dokázali pouze profesionální astronomové*, dále, že Charles Darwin, jehož dvousté výročí narozenin jsme si v r. 2009 připomínali, by se nejspíš divil, že je na spadnutí objev exoplanet vhodných pro život, zejména díky vypuštění skvělé družice *Kepler*, a že *věda dnes představuje vrcholnou globální kulturu lidstva*. Astronomie je sice ohrožena rostoucím světelným a rádiovým znečištěním na *Zemi*, ale přesto plní úspěšně velkolepu úlohu popsat průběh dosavadních dějin vesmíru.

Když v r. 1964 prokázali J. Cronin a V. Fitch, že při slabých jaderných interakcích je mírně narušena kombinovaná souměrnost náboje a parity, znamenalo to dvojí překvapení naráz. Především se ukázalo, že *ve vesmíru se od samého počátku vyskytovalo více častic než antičastic*, ale současně, že toto **narušení symetrie** je velmi nepatrné (rádu 10^{-10}). G. Gibbons aj. nyní ukázali, že za obě tyto fyzikální záhadu může existence právě jen *tří rodin kvarků* (u-d; s-c; t-b) s postupně rostoucími přesně definovanými hmotnostmi. *Kdyby existovaly jen jedna nebo dvě rodiny kvarků, tak by k narušení CP symetrie nedocházelo, a lidé by ve vesmíru nikdy nemohli být...*

B. Devecchi a M. Volonteriová se zabývali stavem **struktur raného vesmíru** v časech 180 – 480 mil. let po velkém třesku (červené posovy $z = 20 - 10$) v době, kdy průměrná metalicity kosmické látky byla v porovnání ze současnou o 5 řádů nižší. V tehdejších kompaktních kupách hvězd populace III (I. generace velmi hmotných hvězd) o souhrnných hmotnostech rádu 100 KM_\odot a typických rozměrech pouhý 1 pc probíhalo gravitační hroucení kupy rychleji než vlastní vývoj I. generace hvězd, takže už tehdy vznikaly **intermediální černé díry** o hmotnostech rádu 1 KM_\odot , jež pak posloužily jako zárodky pro vznik černých veledeř v jádřech nejstarších galaxií i kvasarů.

M. Volonteriová a N. Gnedin ukázali, že v následujícím období **šerověku vesmíru** (480 – 650 mil. let po velkém třesku; červené posovy $z = 10 - 8$) se na jeho reionizaci podílely především *kvasary*; záření hvězd začalo nad kvasary převažovat až v období 650 – 950 mil. let po velkém třesku, kdy z klesl na 6,0. Také M. Kistler aj. uvedli, že pozorování velmi vzdálených **GRB 080013** ($z = 6,7$) a **GRB 090423** ($z = 8,1$) potvrdilo rozhodující úlohu hvězd při *reionizaci vesmíru* ve zmíněné epoše. B. Lemaux aj. objevili pomocí *Keckova dalekohledu* velké množství galaxií zabalených do horkého plynu ve stáří 1,2 – 1,8 mld. let po velkém třesku. Tehdejší galaxie se tedy vyznačovaly překotnou tvorbou hvězd, které přispěly k rychlému dokončení reionizace zešerelého vesmíru.

S. C. Su a M. C. Chu uvedli, že první úvahy o možné **rotaci vesmíru** pocházejí od známého matematika K. Gödela z r. 1949 a jev je v zásadě slučitelný s obecnou teorií relativity. V současné době činí pozorovaná horní mez pro velikost úhlové rotace vesmíru <1 nanoradián/rok.

6.2. Problém skryté hmoty (skryté látky a energie)

J. Tyson aj. využili vysoké rentgenové jasnosti kupy galaxií **CL J1226+3332** vzdálené od nás 2,2 Gpc ($z = 0,89$) k hrubemuž zmapování rozložení skryté látky v této kupě. Díky snímkům kupy pomocí kamery *ACS HST* dokázali odhadnout celkovou hmotnost kupy (tj. její zářivé i skryté látky) na $1,4 \text{ PM}_\odot$ v objemu o poloměru 1,6 Mpc, takže jde o zatím nejhmotnější známou kupu galaxií ve vzdálenostech nad 1,75 Gpc od nás. V obrysu kupy se nacházejí dva velké shluhy skryté látky navzájem vzdálené 310 kpc. Méně hmotný shluh prošel v minulosti shluhem hmotnějším a přitom přišel o horký plyn, který je viditelný pomocí rentgenových druzic a jehož teplota dosahuje neuvěřitelných 100 MK. Podle P. Natarajanové aj. lze pro rozložení skryté látky v kupách galaxií s výhodou využívat silného i slabého gravitačního čočkování. Tak se jim podařilo dokázat pomocí kamery *WFPC-2 HST* pro kupu **CL 0024+16**,

že podobně jako v předešlém případě dochází při srážkách hal skryté látky kolem jednotlivých galaxií k slapovému svlékání zářících hal týchž galaxií. Během střetu skrytých hal jsou galaxie okradeny o horký plyn dobře viditelný v rentgenovém pásmu energetického spektra.

K. Freeseová aj. tvrdí, že **hala skryté látky** v raném vesmíru mají zprvu hmotnost jen řádu 1 MM_\odot a urychlují pád baryonů do shluku, z něhož se rodí prahvězdy I. generace. Současně ale v těchto shlucích probíhá i *anihilace skryté látky*, jež zvyšuje teplotu nitra obřích prahvězd, které prý mohou dokonce svítit i bez zažehnutí termonukleární reakce!

O. Adriani aj. zjistili při rozboru dat z družice *PAMELA*, která od července 2006 monitoruje částice v pásmu energií $1,5 - 100 \text{ GeV}$, že do února 2008 nasbírala hodnověrné údaje o nápadném *přebytku pozitronů kosmického záření*. Dosud se předpokládalo, že tyto pozitrony vznikají při interakcích energetických částic a záření gama v interstelárním prostředí, popř. v magnetosféře pulsáru a v okolí mikrovásarů v naší *Galaxii*. Pozorovaný přebytek však je tak vysoký, že ve vesmíru prý musí být ještě nějaký další zdroj urychlených pozitronů. Autoři jako možné vysvětlení excesu navrhují anihilaci neznámých částic skryté látky s jejich antičásticemi.

Poprvé mi zmíněné nápady teoretiků začínají připomínat už dávno odeznělou kampaň z počátku 70. let minulého století, kdy byla objevena první hvězdná černá díra *Cyg X-1* a následně začali teoretici hledat černé díry všude tam, kde existovaly rozpory v interpretaci astronomických pozorování každého jen trochu bizarního astronomického jevu.

K. Gebhardt a J. Thomas revidovali hmotnost černé veledíry ve známé obří galaxii **M87** v centru kupy galaxií v *Panně*. Autoři prostě spočítali, kolik hmoty galaxie je potřebí na vysvětlení pozorované rotační křivky pro galaxii a srovnali tuto hodnotu s hmotností odvozeno ze zářivého výkonu výdutě galaxie. Z rozdílu obou čísel vyplývá spolehlivá *hodnota hmotnosti neviditelné černé veledíry v centru galaxie* $6,4 \text{ GMo}$. Bez započtení skryté látky dosud vycházela $2,5\text{krát}$ podceněná hmotnost zmíněné černé veledíry. Dostáváme tak důležitý vztah *hmotnost výdutí galaxií* a *hmotností příslušné černé veledíry*, který je lineární ve velkém rozsahu pozorovaných hmotností.

K dalšímu důležitému výsledku dospěli G. Gentile aj., když ukázalo, že *střední hustota skryté látky je pro jednotkovou škálovou délku v halech galaxií konstantní*, což platí pro celou Hubbleovu posloupnost morfologie galaxií, ale i pro rozsah světlosti galaxií v poměru bezmála 6 růdů. Navíc platí táz nezávislost hustoty na škálové délce i pro látku zářící, což prakticky znamená, že *poměr hustoty skryté a zářící látky ve škálové délce hal galaxií je rovněž konstantní*. To zajisté rehabilituje dosavadní výsledky astronomie, založené téměř výhradně na studiu různých složek elektromagnetického záření, ačkoliv nás studium tohoto záření informuje jen o stavu několika málo procent hmoty vesmíru.

Mnohem obtížnějším problémem je ovšem studium vlastností tajemné **skryté energie**, které představuje téměř $3/4$ hmoty vesmíru a to je téměř jediné, co o skryté energii dnes víme. Zdá se, že pro zlepšení našich vědomostí o skryté energii budou rozhodující především pozorování na umělých druhých, které poskytnou přesnější a také statisticky významnější údaje o *rozložení supernov Ia, o akustických oscilacích v rozložení baryonné složky hmoty vesmíru a také o slabém čočkování kup galaxií*. Nezávisle na astronomických pozorováních probíhají také laboratorní podzemní pokusy najít hypotetické částice skryté látky, které možná slabě interagují s již objevenými částicemi zjevné látky vesmíru. Dosavadní pokusy (např. *DAMA* a *BOREXINO* pod italským pohořím Gran Sasso) se však potýkají s mnoha technickými překážkami, především s vysokou hladinou šumu při těchto ultrapřesných měřeních.

6.3. Základní kosmologické parametry

Pro určování základních kosmologických parametrů jsou důležité objevy co možná nejvzdálenějších a tudíž nejstarších objektů. Od sedesátých let XX. stol. vedly v tomto směru rádiové kvasary, ale v r. 2000 je předběhly obyčejné galaxie. Na konci roku 2009 má *nejvzdálenější galaxie IOK-1* červený posuv $z = 6,96$ (stáří 780 mil. let po velkém třesku), zatímco nejvzdálenější kvasar **CFHQS** v poloze *J2329-0301* má $z = 6,43$ (stáří 870 mil. let). V r. 2009 se do pozice absolutního rekordmana probojoval zábleskový zdroj záření gama **GRB 090423**, jehož $z = 8,26$ (stáří 625 mil. let). Pro srovnání nejvzdálenější kupu galaxií **JCKS 041** objevili S. Andreon aj. ve vzdálenosti 3,1 Gpc od nás, tj. ve stáří 3,5 mld let po velkém třesku.

R. Thompson aj. ukázali pozorováním čáry $\text{Ly}-\alpha$ aparaturou *UVES VLT ESO* u velmi vzdálených kvasarů **Q 0347-383** a **0405-443**, že za posledních 11,5 mld. let se nezměnil *poměr hmotnosti protonu k elektronu* o více než $(-7 \pm 8) \cdot 10^{-6}$. Jestliže během 80 % věku vesmíru se tento poměr evidentně měřitelně neměnil, dává to výrazná omezení jak na modelování stavové rovnice skryté energie tak i na strunové teorie v čisticové fyzice.

A. Riess aj. využili spektrografu *NICMOS HST* ke sledování 240 *cefeid* v galaxiích, kde v poslední době vybuchly supernovy Ia, a dostali tak revidovanou hodnotu **Hubbleovy konstanty** rozpínání vesmíru $H_0 = (74 \pm 4) \text{ km/s/Mpc}$. B. Madore aj. měřili parametry *cefeid* ve *VMM* v infračervené oblasti pomocí kamery *IRAC Spitzerova kosmického teleskopu (SST)* a zjistili, že světelné křivky v pásmu $3,6 - 8,0 \mu\text{m}$ jeví při amplitudě změn 0,4 mag velmi malý rozptyl, takže se tím zlepší kalibrace základní příčky kosmologického žebříku vzdálenosti. Podobně W. Freedmanová aj. zpracovali infračervené ($3,6$ a $4,5 \mu\text{m}$) světelné křivky *cefeid* v trpasličí galaxii **IC 1613**, která rovněž patří do *Místní soustavy galaxií* a obdrželi tak vzdálenost zmíněné galaxie 715 kpc. D. Coe aj. uvedli, že měření vzdáleností galaxií pomocí **vztahu Leavitové** pro závislost maximální světlosti *cefeid* na periodě světelných změn je obecně velmi přesné. Vždyť ke zpřesnění hodnoty H_0 stačilo v klíčovém projektu *HST* proměřit světelné křivky pouhých 40 *cefeid*, a přesnost hodnoty H_0 tím stoupala na $\pm 11\%$. Podobně stačilo 60 supernov třídy Ia k objevu zrychleného tempa rozpínání vesmíru v druhé polovině jeho dosavadního života.

Hubbleova konstanta se však dá také měřit zcela nezávisle ze zpoždění světelných křivek jednotlivých obrazů vzdáleného kvasaru rozšířených efektem gravitační čočky. Zatím jsou tato zpoždění dobře určena pro pouhých 16 gravitačních čoček, ale tento počet se zajisté značně zlepší, takže i tato metoda bude mít velký význam pro určování tempa rozpínání vesmíru v jeho minulosti. V. Vakulík aj. uveřejnili údaje pro kvasar **PG 1115+080** ($z = 1,72$; vzdálenost 3,0 Gpc), zobrazený jako čtyřlístek gravitační čočkovou ($z = 0,31$; vzdálenost 1,1 Gpc). Pomocí 1,5m reflektoru na uzbecké observatoři v *Majdanaku* se jim v letech 2004 – 2006 podařilo zpřesnit hodnoty relativního zpoždění signálu mezi složkami obrazu C a B (16,4 d) a C a A (12 d) a B a A (4,4 d), což v principu umožňuje zlepšit hodnotu H_0 nezávisle na fotometrických měřeních vzdáleností *cefeid* nebo supernov. Autoři ukázali, že takto odvozená H_0 se značně sbližila s údaji z klíčového projektu *HST*.

J. Bird aj. ukázali, jak pro prodloužení **kosmologického žebříku vzdáleností** lze využít mimořádně svítivých a hmotných cefeid. Klasické cefeidy mají totiž absolutní hvězdné velikosti slabší než -5 mag, takže je lze pozorovat jen do vzdálenosti nanejvýš 30 Mpc. V této vzdálenosti se však i na snímcích *HST* začínají překrývat se snímky okolních hvězd, což vede k soustavným chybám v určování jejich vzdáleností. Přitom cefeidy s periodou proměnnosti kolem 10 d mají absolutní hvězdnou velikost zhruba -4 mag. To dává výslednou přesnost v tomto rozsahu vzdáleností kolem $\pm 5\%$.

Naproti tomu *ultrasvítivé a velmi hmotné cefeidy* mají minimální periody proměnnosti 80 dnů a maximální až 210 dnů a jejich absolutní hvězdné velikosti dosahují rekordních hodnot $-7,0$ až $-7,9$ mag. Autoři našli v sousedních galaxiích celkem 18 dlouhopriodických cefeid, což jim umožnilo prodloužit vztah Leavittové k vyšším svítivostem a delším periodám proměnnosti a protáhnout tak příslušnou příčku kosmologického žebříku vzdáleností minimálně ke 100 Mpc, možná až na 150 Mpc. Zcela nezávisle se dá určit z rádiových spekter **vodních maserů** rotační rychlosť mračen v disku galaxie a odtud rozměry disku v lineární míře. Když pak tento údaj porovnáme s úhlovým průměrem mračna, dostaneme vzdálenost mračna od nás. Tato metoda funguje už do vzdálenosti 50 Mpc od nás.

J. Mould a S. Sakai srovnali pro tytéž objekty *hodnoty jejich vzdáleností od nás určené rozličnými metodami*, tj. především pomocí světelných křivek cefeid, ale také z polohy vrcholku větve červených obrů na diagramu HR, z relace Tullyho-Fischera mezi svítivostí galaxie a její rotací, jakož i z časového zpoždění variací jasnosti emisních čar v blízkosti centrální černé veledíry (angl. *reverberation mapping*) dané galaxie. Podle těchto autorů lze za vážený střed odtud odvozené hodnoty Hubbleovy konstanty považovat $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ s chybou $<4\%$.

M. Kaczmarczik aj. využili okolnosti, že dostatečně jasné bodové extragalaktické objekty pozorované nízko nad obzorem jsou díky refrakci rozmyty podél změn vlnové délky. Pro tento účel se nejlépe hodí **kvasary**, které mají téměř bodový vzhled a díky silným emisním čarám jsou zobrazeny i tehdy, když se nalézají během expozice nízko nad obzorem. Svůj nápad testovali na kvasarech s červeným posuvem až $z = 5$, tj. pro vzdálenosti až do 3,8 Gpc při vzdálenosti až 1,8. Výhodou metody je právě možnost využít snímků, pořízených nízko nad obzorem a tím zvýšit i účinnost budoucích přehlídek, jež poskytnou přesnější informace o trojrozměrné velkoprostorové hustotě vesmíru.

R. Kessler aj. použili údajů o maximálních jasnostech 136 supernov třídy Ia ve vzdálenostech od 165 Mpc ($z = 0,04$) do 1,35 Gpc ($z = 0,42$) z I. části přehlídky *SDSS* k určení současného **podílu zářící a skryté látky** na hmotě vesmíru $\Omega_m = 0,26$. Pro stavovou rovnici skryté energie dostali hodnotu $w = -0,92$. Podobně S. Basilakos a M. Plionis odvodili z rentgenových měření družice *Newton* v energetickém pásmu $0,5 - 2 \text{ keV}$, že míra shlukování galaxií s průměrnou vzdáleností 2,4 Gpc vede ke kosmologickým parametru $\Omega_m = (0,26 \pm 0,05)$ a $w = (-0,93 + 0,1 - -0,2)$. Konečně W. Freedmanová aj. využili *Baadeova 6,5m teleskopu* na *Las Campanas* k sestrojení prvního **Hubbleova diagramu** pro galaxie, jejichž vzdálenosti byly odvozeny ze světelných křivek 35 supernov Ia v blízkém infračerveném spektrálním pásmu v rozsahu červených posuvů $z (0,1 - 0,7)$, tj. ve vzdálenostech 0,4 – 1,9 Gpc. Odtud dostali pro $\Omega_m = 0,27$; $\Omega_\lambda = 0,76$; $w = -1,05$.

V. Burdjuža shrnul údaje o vlastnostech **kosmologické konstanty λ** při řešení Einsteinových rovnic pro vesmíru a jeho vývoje. V prvních okamžicích existence vesmíru se λ skokem zmenšovala a díky soudobým přesným přehlídkovým pozorováním má dnes hodnotu velmi blízkou nule, zatímco z *teorie vyplývá hodnota o plných 120 řadu (!) vyšší*. Jde o vůbec nejhorší teoretickou chybu v dějinách přírodních věd a zatím nikdo neví, jak tento horkým brambor sprovidit ze světa. Většinou se soudí, že z kosmologické bryndy nás může vysvobodit návrat k hypotéze **multiversa**, jak ji formuloval H. Everett, někdejší žák J. Wheela. Pokud se tato domněnka potvrdí, měl by nejspíš pravdu A. Vilenkin, který už od r. 1982 tvrdí, že se náš vesmír zrodil jako kvantová fluktuace doslova z ničeho!

6.4. Reliktní záření

R. Panek ukázal, že **zrychlené tempo rozpínání vesmíru** ve druhé polovině jeho dosavadní existence je kromě nižších jasností kosmologicky středně vzdálených supernov Ia potvrzováno také měřením *rozteče fluktuací v teplotě reliktního záření*. Tyto tzv. baryonní oscilace jsou totiž větší, než jak by odpovídalo kanonickému modelu plynulého zpomalování rozpínání vesmíru. To znamená, že kupy galaxií se v druhé polovině věku vesmíru skutečně od sebe vzdalují rychleji, a nikoliv pomaleji, jak se dosud všeobecně soudilo. Vyplývá to podle E. Komatsua aj. z výsledků pětiletých přesných měření fluktuací reliktního záření družice *WMAP*. Odtud vycházejí následující kosmologické parametry: stáří vesmíru ($13,7 \pm 0,1$) Gr; začátek reionizace vesmíru v čase 420 Mr po velkém třesku ($z = 11$); $H_0 = (70,5 \pm 1,3) \text{ km/s/Mpc}$; $\Omega_{SL} = (0,23)$; $\Omega_\lambda = (0,73)$; $\Omega_{bar} = 0,046$; $-1,12 < w < -0,86$; hmotnost neutrín $<0,67 \text{ eV/c}^2$.

J. Hoftuft aj. a nezávisle F. Hansen aj. objevili v datech pro fluktuace teploty reliktního záření na úhlové stupnici pod 1° nápadnou *nesouměrnost v rozložení výkonového spektra* pro prvních 600 členů spektrálního rozvoje. Centrum polokoule s vyšším výkonem se nachází v bodě o galaktických souřadnicích $l = 224^\circ$ a $b = -22^\circ$. Není zatím jasné, zda jde o nějaký artefakt při počítacovém zpracování obrovského rozsahu dat, anebo o reálný kosmologický efekt neznámé povahy.

6.5. Kosmické záření

Zatímco všeobecně se soudí, že **kosmické záření středních energií** $<10 \text{ PeV}$ vzniká v pozůstatcích galaktických supernov, přišel Y. Butt s názorem, že ani tyto extrémní situace nestáčí na urychlení částic na zmíněné energie. Podle představy I. Šklovského z r. 1953 je možná lepší hledat takto urychlené části v *mezihvězdných mlhovinách*. Tuto myšlenku Butt nyní rozvíjí díky pozorováním družice *Fermi*, která objevila v naší *Galaxii* superbubliny energetického záření gama, jež jsou výsledkem interakce mnoha pozůstatků po supernovách. Poloha těchto rozsáhlých zdrojů záření gama dobře souhlasí s rozložením zdrojů netepelného rentgenové záření, ale autor poukazuje na skutečnost, že ani urychlování elektricky nabitéch iontů v superbublinách není dostatečně účinné. Domnívá se, že k docílení energií částic kosmického záření mezi tzv. kolenem a kotníkem ($10 \text{ PeV} - 1 \text{ EeV}$) je potřebí

společného úsilí všech složek *Galaxie*, od *SNR* přes superbubliny a galaktická hala. Následkem toho nemůžeme identifikovat konkrétní víceméně bodový zdroj pro galaktické kosmické záření, protože tak silně urychlené částice přicházejí odkudkoliv.

K případnému rozhodnutí o původu galaktického **kosmického záření vysokých energií** je potřebí znát co možná nejlépe strukturu mezihvězdného magnetického pole, k čemuž nyní výrazně přispěli A. Taylor aj., když pomocí anténní soustavy VLA změřili Faradayovu rotaci pro více než 37 tis. rádiových zdrojů na sever od -40° deklinace. Pro 82 % oblohy tak získali homogenní data o velikosti Faradayovy rotace (míry indukce magnetického pole) a zjistili, že **galaktické magnetické pole** jeví velkorozměrovou strukturu sahající od roviny *Galaxie* až do vysokých galaktických šířek v halu.

G. Farrarová a A. Gruzinov si všimli, že data z japonského detektora kosmického záření rekordních energií *AGASA* obsahují několik krátkých záblesků ve směru od kupy galaxií v souhvězdí *Velké Medvědice*. Usuzují, že krátká vzplanutí by měla být vidět i opticky při dostatečně husté synoptické přehlídce oblohy, což se už do jisté míry děje. Domnívají se, že existují přinejmenším dva mechanismy vzniku takových záblesků, doprovázených krátkými sprškami primárního kosmického záření extrémních energií. Může jít o náhlé nestability v akrečních discích kolem černých veledeř v centru galaxií s aktivními jádry (*AGN*), anebo o rozpady hvězd silnými slapy v okolí černých veledeř. Naproti tomu standardní optické výtrysky z *AGN* neposkytují podle autorů dostatečně účinné mechanismy urychlování elektricky nabitéch částic na energie řádu EeV a vyšší. S tak kategorickým zamítnutím však nesouhlasí V. Čečetkin aj., kteří se domnívají, že v elektronově-protonovém plazmatu usměrněného výtrysku dochází k nepružným srážkám relativistických protonů, které jsou spirálním magnetickým polem dále urychlovány a tak vznikají v plazmatu nestability, vedoucí ke *stochastickému výronu extrémně energetických elektricky nabitéch částic kosmického záření*. Rovněž I. Zaw aj. se pokusili korelovat blízké galaxie typu *AGN* se směry, odkud k nám přicházejí kosmické paprsky rekordních energií. Dospěli tak k závěru, že vybrané *AGN* jsou jejich zdroji, ale vykazují velkou časovou proměnnost signálu. Prakticky to znamená, že k výronům částic kosmického záření dochází jen během krátkých epizod gigantických erupcí v centru *AGN*. M. Honda tvrdí, že difúzní urychlování rázovou vlnou ve výtrysku nejbližší galaxie typu *AGN* (*Centaurus A*) stačí k urychlení protonů i jader Fe až na energie do 1 ZeV (10^{21} eV). Podobných energií tam prý mohou dosáhnout i neutrina.

I. Moskalenko aj. soudí, že galaxie *AGN* mohou být zdrojem kosmického záření rekordních energií, ale že to závisí také na jejich morfologii. Zatím není k mání dostatečně homogenní katalog *AGN* s přihlédnutím k jejich morfologii ani pro relativně blízké okolí (<10 Mpc) *Galaxie*. Autoři proto tvrdí, že nejlepším vodítkem k identifikaci zdrojů extrémně energetického kosmického záření jsou údaje o zdrojích energetického záření gama, jak je poskytuje zejména aparatura *HESS* a družice *Fermi*.

Jeden z duchovních otců **Observatoře Pierra Augera** (*PAO*) v Argentině prof. Alan Watson shrnl ve své Darwinově přednášce historii objevu a dalšího zkoumání kosmického záření o nejvyšších energiích. Připomněl, že *název kosmické záření* pochází od nositele Nobelovy ceny R. Milikana, který jej poprvé použil až v r. 1928. E. Teller a H. Alfvén se snažili dokázat, že zdrojem veškerého tehdy pozorovaného kosmického záření je *Slunce*, ale to se jim nedářilo. Pak přišel E. Fermi s *difúzním urychlováním elektricky nabitéch částic* (elektronů, protonů, iontů) v mezihvězdných mračnech, ale tento proces druhého řádu je relativně neúčinný a pomalý, takže teprve v 70. letech XX. stol. se objevil znova v moderní podobě „*Fermiho urychlování*“ *prvního řádu*.

Z pozorování mnoha aparaturami založeného na různých způsobech detekce se tak podařilo postupně sestrojit spojitu křivku *závislosti energetického toku kosmického záření na energii*, přičemž se podařilo překlenout rozsah více než 11 řádů v energiích primárního kosmického záření a dokonce 25 řádů energetického toku. Příslušný diagram v bilogaritmickém tvaru je překvapivě hladký, nicméně zdroje extrémně energetického kosmického záření >1 EeV zůstávaly neznámé.

Proto autor ve spolupráci s americkým fyzikem J. Croninem začali od r. 1992 s prosazováním návrhu na sestrojení obří pozemní observatoře pro studium extrémně energetického kosmického záření souběžně dvěma různými metodami, a to pomocí pozemních detektorů sekundárních spršek kosmického záření, a dále pomocí atmosférických (fluorescenčních) detektorů týchž spršek při jejich kratičkých (100 ns) záblescích v zemské atmosféře. Na projektu *PAO* v Argentině se nakonec od r. 1998 podílelo na 330 odborníků ze 100 vědeckých pracovišť v 17 zemích a od konce r. 2008 pracuje observatoř, jejíž vybudování stálo jen 54 mil. dolarů, naplno. Data z neúplné apertury observatoře se však získávala již od ledna 2004.

Dnes na ploše 3 tis. km² funguje 1 660 pozemních detektorů Čerenkovova záření a na okrajích tohoto území stojí 4 observatoře, z nichž každá je osazena 6 širokoúhlými komorami pro detekci **fluorescenčního záření spršek** v zemské atmosféře. Složené (segmentové) zrcadlo každé kamery má sběrnou plochu 11 m² a v jejím ohnisku slouží jako detektory 440 fotonásobičů. *Pro spršku o úhrnné energii 3 EeV vzdálenou 15 km od kamery dostává kamera asi tolik světla jako od 5W žárovky umístěné v téže vzdálenosti od kamery*. Vinou magnetických polí v mezihvězdném a intergalaktickém prostoru činí ovšem změna směru elektricky nabité primární částice kosmického záření v průměru až 10° od směru ke zdroji; teprve při nejvyšších pozorovaných energiích do 100 EeV klesá tato odchylka na 3° . Proto je tak těžké zdroje tohoto záření na obloze jednoznačně identifikovat.

Z dosavadních měření vyplývá, že pro energie >40 EeV nastává prudký pokles toku částic, který se dá vysvětlit jak existencí energetické meze mechanismu urychlování, tak srážkami extrémně energetických elektricky nabitéch částic s fotony reliktního záření při dlouhé pouti částic prostorem. Tento tzv. **limit GZK** činí podle výpočtu Greisena, Zacepina a Kuzmina z r. 1965 50 – 100 Mpc, což dává silné omezení na umístění zdrojů tohoto kosmického záření vůči nám. Je prakticky jisté, že se tyto zdroje nacházejí za hranicemi naší *Galaxie*, ale nemohou být libovolně daleko, tj. např. nejsme schopni zaznamenat případné kosmické záření od vzdálených supernov a zejména od zábleskových zdrojů záření gama (*GRB*), ačkoli z teorie vyplývá, že právě *GRB* mohou být dodavateli extrémně energetického kosmického záření, které však kvůli limitu GZK k nám prostě nedoletí.

A. Cuoco aj. ukázali, že z prvních statisticky významných údajů o rozložení směrů příletu primárních částic extrémně energetického záření na *PAO* vyplývá, že jejich rozložení po obloze není izotropní a v podstatě sleduje velkorozměrovou strukturu vesmíru s „rozmazáním“ $\pm 3^{\circ}$. Také G. Ghiselliniová aj. našly dobré korelace mezi polohou primárních částic UHE a rozložením rádiově zářících spirálních galaxií v katalogu radioteleskopu v *Parkesu*. Korelace dosahuje $>86\%$ pro galaxie vzdálené 40 – 55 Mpc. Naneštěstí za galaxií *Cen A* ve vzdálenosti 3,6 Mpc se nalézá 15krát vzdálenější kupa rádiově zářících galaxií, která tak „znehodnocuje“ případný signál od této nejbližší galaxie třídy *AGN*. Jak uvedl P. Younk, znamená pozorované anizotropie, že pro energie primárních částic >57 EeV bude možné zdroje identifikovat z větší statistiky během několika let (*PAO* získává ročně něco přes

20 jevů s touto energií). Přitom lze předpokládat, že příslušné zdroje jsou od nás vzdáleny více než galaxie *Místní soustavy*, ale blíže, než udává limit *GZK*, a že přilétající energetické částic jsou buď protony, anebo jádra lehčích prvků až po Fe.

6.6. Astročásticová fyzika

A. Abdo aj. uveřejnili první výsledky **přehlídky oblohy v pásmu záření gama** o energiích nad 100 MeV pomocí americké družice *Fermi* vypuštěně v červnu 2008. Pomocí aparatury *LAT* probíhá přehlídka oblohy, které je hlubší a pozičně přesnější než všechny předešlé přehlídky v tomto energetickém pásmu. Za pouhého čtvrt roku se tak podařilo najít přes 200 bodových zdrojů záření gama a kvalita měření překonává veškerá očekávání. Měření však nepotvrdila poněkud nejisté výsledky z družice *Pamela* a balónu *ATIC* o růstu pozitronové složky při energiích nad 100 GeV a zejména až do energie 800 GeV. Výsledky z družice *Fermi* naproti tomu souhlasí s údaji z pozemní aparatury *HESS*, který vidí shodný průběh růstu energií >340 GeV, takže spekulace o tom, že exces pozitronů souvisí s interakcí částic skryté a zářivé látky, se zatím nedají brát příliš vážně.

Zatím se nedaří ani objevit zdroje vysokoenergetických neutrín z kosmu pomocí aparatur **IceCube** (pásma energií 3 TeV – 3 PeV) v *Antarktidě*, *Superkamiokande* v *Japonsku* nebo na *Bajkale* (neutrinový teleskop *NT200*). Podobně neúspěšná – pokud jde o neutrín – je nová aparatura **NEMO** ve *Středozemním moři* poblíž *Siclie*, která však paradoxně zaznamenává pohyby velryb v této oblasti!

T. Johannsen aj. se pokusili ověřit předpoklad **teorie strun**, že vesmír má více dimenzí, a to pomocí pozorování chování černé díry v rentgenové dvojhvězdě **A0620-00**, která se skládá z černé díry o hmotnosti $11 M_{\odot}$ a obří hvězdy sp. třídy K o hmotnosti $1,5 M_{\odot}$. Podle teorie strun by se měly černé díry vypařovat rychleji než v klasickém řešení 3D a efekt by se dal nejsnáze zjistit u dvojhvězd s velkým nepoměrem hmotností složek. Rychlejší vypařování by se mělo projevit prodlužováním oběžné periody dvojhvězdy. Autoři však nezjistili ani po 20 letech sledování žádné měřitelné prodloužení periody, což jim umožnilo stanovit *horní mez pro velikost svinutých rozměrů 160 mikrometrů*. Z laboratorních experimentů vychází dokonce ostřejší horní mez 44 mikrometrů.

Také možné hodnoty energie **Higgsova bosonu** se postupně zužují díky experimentům na americkém urychlovači *Tevatron*, z nichž vyplývá rozmezí 114 – 160 GeV. Jelikož těsně po slavnostním spuštění výkonnéjšího evropského urychlovače *LHC* v laboratoři *CERN* došlo 19. září 2008 k těžké havárii, když vinou špatného svaru se zbytkovým odporem 0,2 μ ohmu došlo k jeho roztavení a následné ztrátě supravodivosti a zničení či poškození celkem 53 magnetů, byla životnost čtvrtstoletí starého *Tevatronu* prodloužena až do r. 2011, protože zbývá naděje na objevení Higgsova bosonu dříve, než bude *LHC* pracovat naplno. Provoz *LHC* byl obnoven velmi opatrně až koncem r. 2009 a od 30. listopadu jde o *nejvýkonnéjší urychlovač na světě*, protože tehdy docílil energie urychlených protonů 1,18 TeV (rekordní energie *Tevatronu* činí 0,98 TeV).

6.7. Relativistická astrofyzika

V říjnu 2005 využili E. Fomalont aj. **přechodu Slunce** před čtyřmi vzdálenými kvasary ke změření ohybu rádiových vln těchto bodových zdrojů v gravitačním poli *Slunce* pomocí radiointerferometru *VLBA* na frekvencích 43, 23 a 15 GHz. Pozorované odchylky souhlasí velmi dobře s předpovědí obecné teorie relativity, tj. z pozorování jim vyšel ohybový parametr $\alpha = (0,9998 \pm 0,0003)$, přičemž pro dokonalou shodu s *OTR* platí $\alpha = 1$. Autoři zároveň ukázali, že metoda umožní v budoucnu zlepšit přesnost těchto měření ještě minimálně čtyřkrát.

O. Godet aj. našli důkazy o tom, že proměnný vysoko nadsvítivý rentgenový objekt **HLX-1** v galaxii *ESO 243-09* je nejspíš intermediální černou dírou. Z pozorování držic *Swift* a *XRT* totiž vyplynulo, že když spektrum proměnného zdroje *HLX-1* tvaruje, tak jeho tok slabne až 8krát. Když naopak spektrum změklo, tak jeho rentgenový tok zesílí až 21krát. To je v souladu s názorem, že právě tak by se měla chovat neviditelné **intermediální černá díra** s hmotností řádu M_{\odot} uvnitř rentgenového zdroje.

L. Garofalo odhalil souvislost mezi mohutností **relativistických výtrysků z černých veleďer** a jejich *spinem* (rychlosť rotace). Vůbec nejvíce výtrysky v obřích radiogalaxiích vznikají v případě, že černá veleďír získává hmotu akrecí v retrográdním směru vůči směru rotace. Základem pro uvolňování energie v podobě relativistických výtrysků je přitom *Blandford-Örn-Znajekův mechanismus* interakce okolního velkorozměrového magnetického pole s obzorem událostí černé veleďíry, navržený oběma autory již v r. 1977. Podle A. Fabiana je energetická účinnost akrece na nerotující černou díru jen 5,7 %, ale s rostoucím spinem se zvyšuje, takže pro kritický spin $\alpha = 1$ dosahuje plných 32 %. Přesto je s podivem, že tak malý a málo hmotný objekt jako je černá veleďíra vůči rozměrům a hmotnosti celé galaxie, dokáže svou galaxii tak významně ovlivňovat během jejího dlouhého života.

E. Dibaj určil **hmotnosti 17 černých veleďer** v rozsahu 0,001 – $1 GM_{\odot}$ vlastní metodou spektrální analýzy plynných disků kolem veleďér. Tyto hodnoty porovnal s hmotnostmi, které se běžně zjišťují statistickou metodou rezonančního mapování (angl. *reverberation mapping*), při níž se určují amplitudy proměnnosti šířky spektrálních čar v těchto discích. Nalezl tak dobrý souhlas obou postupů i poměrně nepatrný rozptyl hmotností určených pomocí zmíněných metod, z čehož plyne, že příčinou svícení okolí černých veleďér je akrece plynu na veleďíry ve shodě s původními domněnkami J. Zeldoviče a E. Salpetera z r. 1964. P. Natarajan a E. Treister ukázali, že nejhmotnější černé veleďíry, které se obvykle nacházejí v nejasnějším členu kup galaxií, nemohou mít vyšší hmotnost než $10 GM_{\odot}$, i když teorie žádné omezení na jejich hmotnost nestanovuje.

R. Lehoucq aj. se zabývali otázkou, zda lze ve vesmíru objevit prvotní **černé minidíry** s maximální hmotností $5 \cdot 10^{11}$ kg, které by se právě v současnosti měly explozivně vypařovat díky Hawkingovu záření. Prozradily by se totiž silnými záblesky tvrdého záření gama. Zatím jsou známy jenom poměrně slabé horní meze pro jejich výskyt, ale situace se může rychle zlepšit díky družici *Fermi*, které by takové záblesky záření gama mohla odhalit, pokud se ve vesmíru skutečně nějaké prvotní černé díry vůbec vyskytují.

N. Seto ukázal, že **gravitační vlny** z okolí černých veleďér ve frekvenčním pásmu řádu nHz lze nejlépe sledovat pomocí přesných rádiových měření kolísání impulsů od stabilních pulsarů. Soustava *PTA* (*pulsar timing array*) by tak mohla poměrně brzy odhalit gravitační vlny z materiálu, který obíhá kolem černých veleďér a ztrácejí tak energii gravitačním vyzařováním se blíží k veleďíře po utahující se spirále.

M. Miller a V. Laubrugová ocenili, že pozemní detektory gravitačního záření v *USA* i v *Evropě* (**LIGO** a **VIRGO**) dosáhly

v posledních dvou letech měření plánované citlivosti 10^{-22} ve frekvenčním pásmu 40 – 170 Hz. Navíc lze čekat, že se jejich citlivost v dohledné době zvýší ještě o jeden řád. Tím se podstatně zvýší „dohlednost“ pro případné zdroje gravitačních vln, takže mezi potenciálními zdroji se ocitnou případy *splývání černých dér*, které představují nejslibnější úkazy pro detekci gravitačního záření pozemními detektory. Jak uvedl M. Kamionkowski, při současné citlivosti zmíněných detektorů je stochastický gravitační šum tak nízký, že tím jsou již *vyloučeny kosmologické struny s malým napětím* a také stavové rovnice pro vesmír s vysokými hodnotami parametru w . Poprvé tak máme možnost zkoumat vlastnosti vesmíru v čase <1 minuta po velkém třesku! Po r. 2014 se patrně podaří objevit gravitační signály vyvolané oběhem kompaktních složek těsných dvojhvězd.

7. Život ve vesmíru

„Shledávám určitou velkolepost v tomto pohledu na život, jehož četné schopnosti byly původně vdechnuty Tvůrcem do několika málo forem, či dokonce do formy jediné, a v tom, že se za obíhání naší planety v souladu s neměnným gravitačním zákonem z tak prostých počátků vyvíjely a stále ještě vyvíjejí nekonečné, nesmírně obdivuhodné a překrásné formy života.“

Charles Darwin (1809 – 1882)

V r. 2009 uplynula dvě století od narození velikána moderní biologie **Charlese Darwina**, jehož životní krédo je velmi přesně vyjádřeno citátem v záhlaví kapitoly o životě ve vesmíru. Domnívám se, že se dnes může zobecnit na celou přírodovědu. M. Valtonen aj. zkoumali teoretické možnosti **přenosu mikrobů** mezi kosmickými tělesy a ukázali, že takový přenos nebude úspěšný, ani kdyby dopravním prostředkem pro kosmické cesty mikrobů byla jádra komet, anebo interiér meteoritů, v nichž by mohly mikroby přežívat desítky milionů let. Výjimkou by snad byl případ, kdyby takové zárodky života existovaly v husté hvězdokupě, v níž se *Slunce* zrodilo, ale není přirozeně lehké sousední hvězdy tehdejší hvězdokupy dnes ve vesmíru vystopovat – třeba se to jednou podaří pomocí družic *Gaia* či *Darwin*, které hodlá vypustit *ESA*.

K tomu, abychom se něco více dozvěděli o možnostech života ve vesmíru, je přirozeně výhodné, když budeme vědět co nejvíce podrobností o vývoji života na *Zemi*. Na vrcholu pyramidy života na *Zemi* dnes stojí člověk *Homo sapiens*, ale ten měl své bezprostřední předchůdce, popř. souputníky. Jak se ukazuje, tím nejvýznamnějším předchůdcem a dokonce souputníkem byl *Homo neanderthalensis*. První neandertálci se objevili na scéně už před 400 tis. lety, do Evropy přišli nejpozději před 130 tis. lety a vymřeli asi před 30 tis. lety, takže se nutně museli setkávat s příslušníky druhu *Homo sapiens*. Staršími předky neandertálců byli *Homo Heidelbergensis* (~600 tis. let), *H. erectus* (~1,7 mil. r.), *H. habilis* (~2,3 mil. r.), *Australopithecus afarensis* (~3,2 mil. r.) a *Ardipithecus ramidus* (~4,4 mil. r.).

K. Li aj. ukázali, že oteplování *Země* patrně zvyšuje účinnost vymývání CO₂ ze zemské atmosféry, což působí proti skleníkovému efektu a mohlo by tak oddálit **opravdové globální oteplování**, které nastane díky rostoucímu zářivému výkonu pomalu stárnucího *Slunce*. Dosavadní modely vývoje slunečního zářivého výkonu předpovídají vypaření pozemských oceánů za 1 mld. let. Autoři však soudí, že vlivem zmíněného vymývání CO₂ se může tento interval prodloužit až na 2,3 mld. let. Kromě toho *život může pokračovat pod zemským povrchem*. Už dnes je prokázán mikrobiální život v hloubce 1,6 km pode dnem oceánu.

M. Lattelais aj. že v mezihvězdném prostoru existovaly **organické molekuly** dávno před vznikem *Sluneční soustavy*. Studovali vlastnosti 14 sloučenin, které mají celkem 32 isomerických forem a které patří k *prekurzorům života*. Teorie se shoduje s astronomickým pozorováním, že nejstabilnější isomery s nejnižšími energiemi potřebnými k jejich vzniku jsou v mezihvězdném prostředí také nejčetnější. Tento princip platí obecně jak pro chladná molekulová mračna tak pro jejich teplá jádra, ale i pro hvězdy ve větví červených obrů na diagramu HR. V současné době je v *interstellárním prostoru* prokázána *existence minimálně 150 druhů molekul*.

D. Kipping aj. upozornili na možnost, že **život** se může ve vesmíru vyvinout také na obřích družicích exoplanet, pokud mají hmotnost asi o řád nižší než je hmotnost *Země* a nalézají se v ekosféře mateřské hvězdy. Autoři odhadují, že v zorném poli družice *Kepler* se dají exoměsíce najít zhruba u 25 tis. hvězd. J. Lammer aj. upozornili, že dosavadní koncepce ekosfér založená na výskytu všech tří skupenství vody není dostatečně obecná. Rozbor podmínek na Saturnově družici *Titanu* totiž ukázal, že tam funguje obdobný cyklus na základě tří skupenství methanu.

Podobně lze očekávat život v podpovrchových vodních oceánech (*Antarktida*, družice *Europa*,...), popř. uzavřený mezi dvěma plány ledu. R. Barnes aj. však poukázali na problém příliš silného slapového tření v tělese družice, což je případ *Ió* u *Jupiteru*. I kdyby byla tato družice v ekosféře, vyvolá vysoké tření trvalý silný *vulkanismus*. Podobně se život nevyvine na tělese, které je tak malé a lehké, že tření slapy je zanedbatelné. V tom případě nezačne *desková tektonika* vůbec probíhat a přebytečný CO₂ se nemůže dostat dospod, takže exoplaneta se rychle přehřeje skleníkovým efektem.

A. Carrigan se pokusil ověřit domněnku F. Dysona, že technicky pokročilé civilizace dokáží využít veškeré zářivé energie své materiály vybudováním **umělé (Dysonovy) sféry** pohlcující záření hvězdy. Ta by se měla dát snadno odhalit na dálku pomocí infračervených měření v pásmu vlnových délek 10 – 100 μm. S tímto cílem prohlédl 250 tis. zdrojů v katalogu infračervené družice *IRAS* a tak zjistil, že žádná hvězda přibližně slunečního typu do vzdálenosti 300 pc od nás nejvíce žádné známky umělé sféry ve svém bezprostředním okolí.

V létě 2009 začal v *Hat Creek* v *Kalifornii* pracovat systém radioteleskopů **ATA** (*Allen Telescope Array*), jenž se zatím skládá ze 42 talířových antén o průměru 6 m. Na programu ATA je zejména soustavné sledování rádiového záření milionů hvězd s cílem najít u nich případně umělé signály. Projekt nese jméno hlavního mecenáše a spoluzakladatele firmy Microsoft Paula Allena, který *Institut SETI* věnoval 25 mil. dolarů, tj. asi polovinu potřebné částky na výstavbu a provoz. Šéf projektu D. Backer tvrdí, že v *Galaxii* by mohlo být na 10 tis. vyspělých mimozemských civilizací a doufá, že aparatura se postupně rozšíří na 350 antén.

V r. 2009 (přesně 19. září) totiž uplynulo půlstoletí od inspirativní publikace P. Morisona a G. Cocconiho v britském vědeckém týdeníku *Nature*. Ve své studii autoři navrhli *pátrat po rádiových signálech cizích civilizací* v pásmu frekvencí 1,42 GHz (vlnová délka 211 mm) čáry mezihvězdného H I. Přestože v mezidobí proběhla řada soustavných přehlídek jak pomocí radioteleskopů, tak dokonce i v optickém oboru spektra, výsledek je stále nulový. Je totiž docela možné, že pokročilejší civilizace šetří energií lépe než

my a do vesmíru zbytečně nic nevysílají. Ostatně i na Zemi se dnes stále více uplatňuje přenos dat pomocí optických vláken na úkor bezdrátového vysílání, takže je klidně možné, že pozemská epizoda netepelného rádiového vyzařování do vesmíru skončí velmi brzy.

8. Přístrojová technika

8.1. Optická a infračervená astronomie

Koncem července 2009 byl na observatoři *Roque de los Muchachos* (2,3 tis. m n.m.) na ostrově *La Palma* slavnostně uveden do chodu španělský obří teleskop GTC o průměru segmentovaného primárního zrcadla 10,4 m (f/1,6), tj. se sběrnou plochou 74 m². Primární zrcadlo je vybaveno systémem aktivní optiky; skládá se z 36 šestiúhelníkových segmentů o průměru 1,9 m z keramiky *Zerodur* německé firmy *Schott*. Na nákladech ke zbudování GTC (130 mil. euro) se podílelo z 90 % konzorcium španělských institucí, a po 5 % přispěly univerzity v *Mexikuš* a na *Floridě*. Zatím je vybaven zobrazovačem a nízkodisperzním spektrografem *OSIRIS* pro viditelnou a blízkou infračervenou oblast spektra. Plánuje se floridský universální zobrazovač *CanariCam* pro tepelné infračervené pásmo 7,5 – 25 um. Po jeho dokončení získá *Floridská universita* v *Gainesville* právo na 55 pozorovacích nocí ročně, zatímco Mexičané mají k dispozici dalších 20 nocí.

Mezitím se docela zkomplikovaly možnosti výstavby obřích teleskopů příští generace, protože v USA spolu soutěží o podporu dvě rozdílné koncepce: 30m zrcadlo složené ze 492 hexagonálních segmentů (**TMT**), jež by mělo postavit za něco více než 1 mld. dolarů konzorcium univerzit na sopce *Mauna Kea* na *Havajských ostrovech* a konkurenční 24,5m zrcadlo složené ze sedmi 8,4m monolitních zrcadel (**GMT**), určené pro observatoř *Las Campanas* v *Chile*, které propaguje zejména R. Angel z *Arizona*, autor rotačně odlévaných obřích zrcadel, a které by mělo vyjít o něco laciněji, tj. na cca 700 mil. dolarů. Americká národní vědecká nadace *NSF* totiž chce podporovat jenom jeden přístroj a američtí astronomové se mají dohodnout, kterému dají přednost (to je téměř doslova astronomická Sofiina volba). Naproti tomu *ESO* má jasno v tom, že postaví obří teleskop **E-ELT** na observatoři v Chile za cenu 1,1 mld. euro, ale zřejmě se nepodaří dodržet původně plánovaný rozměr segmentovaného zrcadla 42 m, ani termín dokončení v r. 2018, kdy chtějí obě americká konzorce dokončit *GMT* i *TMT*.

A. Rau aj. uvedli základní parametry digitálního detektoru pro **Oschinovu Schmidtovu komoru** na *Mt. Palomaru* o apertuře 1,2 m, která se v éře fotografie proslavila především dvěma fotografickými atlasy oblohy *POSS I* a *II*. Digitální aparatura pod názvem *Palomarská továrna na proměnné objekty* (**PTF** = *Palomar Transient Factory*) sestává z mozaiky čipů *CCD*, které dokáží zobrazit zorné pole o ploše 7,9 čtv. stupně s rozlišením 1"/pixel a dosahuje v červeném filtru *R* mezní hvězdné velikosti 21,0 mag. Opakováne snímky též části oblohy pak umožňují rychlé nalezení nov, supernov, proměnných hvězd, planetek a dalších proměnných objektů, které se pak podrobně studují většími přístroji. Navíc se veškerá data ukládají do trvalých archivů pro následné retrospektivní studie. *PTF* byla spuštěna v létě 2009 a počítá se s jejím provozem minimálně do r. 2012.

M. Kurita aj. popsali konstrukci mimořádně lehké (5 t) převozné (!) **montáže pro reflektory** s průměrem primárního zrcadla až 2,5 m (f/2), kterou lze nastavit na objekt pozorování s přesností na 3" a pointovat s přesností na 0,5" po dobu 10 min. Montáž lze přemístit pomocí menšího nákladáku vybaveného jeřábem a na zvoleném místě uvést do provozu během 6 hodin.

Těsně před Vánoci 2009 konečně odstartovala ke zkušebnímu letu létající infračervená observatoř **SOFIA**, tj. upravené dopravní letadlo B-747, a po dobu 2 min letěla s otevřenými vraty bočního otvoru v trupu, kudy bude mířit infračervený teleskop. Celý projekt je bohužel býlým slonem, protože se neustále opožduje a prodražuje. Jeho cena se totiž už vyšplhala na trojnásobek původní částky a přesáhla 800 mil. dolarů. V mezidobí tak většinu potenciálních objevů již učinily jiné aparatury zejména na *Spitzerově* a nejnověji *Herschelově teleskopu*. Ostatně podobné obtíže s termíny a náklady provázejí také infračervený kosmický teleskop *Jamese Webba* (**JWST**), který rovněž plánuje *NASA* (s přispěním *ESA*).

8.2. Kosmické teleskopy

Hubbleův kosmický teleskop (**HST**) zažil v květnu 2009 poslední návštěvu astronautů v raketoplánu *Atlantis*, kteří během 5. servisní mise *STS-125* vyměnili všech 6 gyroskopů i akumulátory, ale zejména instalovali širokoúhlou kameru *WFC3*, která je až 30× citlivější než kamera *ACS* a má přitom větší zorné pole. Podobně nový spektrograf *COS* má vůbec nejcitlivější ultrafialové detektory, které dokáží zobrazit spektra objektů až 20x slabších než nejlepší předešlé aparatury v kosmu. Astronautům se také podařilo obnovit provoz spektrografa *STIS* a opravili i kamery *ACS*.

Hrdinou poslední údržby se stal nepochyběně astronaut Andrew Feustel, kterému se podařilo uvolnit zatuhlý šroub na kameře *WFPC2* a tím zachránit celý smysl posledního servisního letu. Jak známo, Feustel vzal do raketoplánu také českou vlajku a výtisk *Kosmických písni* Jana Nerudy, které se nyní nachází v archivu *Astronomického ústavu AV ČR*. *HST* pracoval ještě den před příletem raketoplánu. Poslední záběr před údržbou pořídila kamera *WFPC2* instalovaná na *HST* v r. 1993; šlo o nádherný portrét bipolární planetární mlhoviny **Kohoutek 4-55**. Po údržbě byl *HST* uveden do vědeckého provozu v polovině června 2009. První záběry z nových kamer byly zveřejněny počátkem září 2009 a vzbudily všeobecné nadšení. Kamera *WFPC3* snímkovala koncem srpna 2009 pole **HUDF** v blízké infračervené části spektra a za 48h expozice získala dosud nejhlubší pohled do minulosti vesmíru.

SST spotřeboval 15. května 2009 po 5,5 letech provozu (původní plán počítal jen se 2,5 lety „studené“ fáze s teplotou 3 K) zásobu kapalného hélia a přešel na „teplý“ (31 K) provoz v pásmech 3,6 a 4,5 μm, který by měl pokračovat až do r. 2014. O den dříve odstartoval **infračervený teleskop Herschel** (*ESA*) v ceně 1 mld. euro, který je dosud největším (3,5 m) zrcadlem na oběžné dráze. Po tříměsíčním letu k bodu *L₂* soustavy *Slunce-Země* začal pracovat ve spektrálním pásmu 60 – 670 μm.

Současně s *Herschelovým dalekohledem* byl touž raketon *Ariane 5* na oběžnou dráhu vynesen také **radioteleskop Planck** (*ESA*) v ceně 700 mil. euro, který se dostal rovněž do okolí bodu *L₂* již po dvou měsících, a věnuje se od srpna 2009 podrobnému studiu fluktuací reliktového záření s rekordní citlivostí ($\pm 1 \mu\text{K}$) i úhlovou rozlišovací schopností. Má navíc na své palubě i polarimetru pro

měření polarizace reliktního záření na frekvenci 143 GHz. Detektor radioteleskopu *Planck* je chlazen na rekordně nízkou teplotu 0,1 K. Hlavním úkolem *Plancka* je proměřit vlastnosti reliktního záření po celé obloze nejméně dvakrát během 15 měsíců činnosti. Podle L. Colomba aj. tak zlepší *Planck* přesnost kosmologických parametrů stavby a vývoje vesmíru až 4x a v některých případech téměř o řad. Zároveň poslouží svými údaji i pro přípravu dalších náročných projektů pozemní i kosmické astronomie v nejbližším desetiletí.

V březnu 2009 vypustila NASA 1m Schmidtovu komoru **Kepler** s mozaikou čipů *CCD* o kapacitě 95 Mpix, jejímž úkolem je jednak hledat *transituující exoplanety* v souhvězdích *Labutě* a *Lyry* zhruba mezi *Denebem* a *Vegou*, a dále měřit *hvězdné oscilace* sloužící pro asteroseismologické studium hvězdných niter. Teleskop však navíc dokáže objevovat zákrytové dvojhvězdy i jiné typy proměnných hvězd. Za měsíc předává na *Zemi* na 50 GB vědeckých údajů.

Těsně před koncem roku 2009 odstartovala další relativně levná (320 mil. dolarů) kosmická sonda NASA pro infračervená pozorování *WISE*. Měla na palubě 0,4 zrcadlo pro přehlídky oblohy ve spektrálních pásmech 3,4; 4,6; 12 a 22 μm . Její detektory byly chlazeny 15 kg vodíkového ledu na teplotu 7,5 K. Obíhala na polární dráze synchronizované se *Sluncem* ve výšce 525 km nad *Zemí* a během 10 měsíců zopakovala minimálně osmkrát přehlídku 99 % oblohy. Také její výsledky překonaly veškeré očekávání zejména při studiu planetek a komet.

8.3. Radiová astronomie

Největším projektem současné rádiové astronomie je bezpochyby mezinárodní observatoř **ALMA** pro mikrovlnné pásmo, která po dokončení má mít podle L. Nymana 54 přesných parabol s průměrem 12 m a a ve svém centru dalších 12 parabol s průměrem 7 m. *ALMA* je plánována pro pásmo vlnových délek 0,3 – 9 mm s úhlovým rozlišením zdrojů až 0,005''. Cena projektu se vyšplhala na částku přes 1 mld. dolarů. Původně šlo o projekt *ESO*, ale postupně se přidávaly další státy, zejména *USA* a *Japonsko*. Observatoř poblíž osady *Chajnantor* v náhorní části pouště *Atacama* v *Chile* ve výšce přes 5 tis. metrů bude ovládána dálkově a její předností bude proměnná konfigurace rozestavení antén v rozmezí od 150 m do 18 km, která umožní pružně reagovat na požadavky jednotlivých pozorovacích projektů.

Počátkem r. 2009 byla uvedena na místě do chodu první parabola a v říjnu téhož roku další dvě na základnách až 160 m. O měsíc později proběhla na vlnových délkách 3,0 mm, 1,3 mm a 0,85 mm (frekvence 235 – 346 GHz) úspěšně zkušební interferometrická měření, tj. podařilo se pozorovat interferenční proužky. V téže poušti už podle G. Siringa aj. úspěšně pracuje 12m parabola **APEX** *ESO* pro submilimetrové pásmo 870 μm , jejiž výsledky dávají projektu *ALMA* vyhlídky na zcela mimořádné objevy v dosud málo prozkoumané oblasti elektromagnetického spektra.

M. Hezer aj. oznámil, že *Velký milimetrový radioteleskop (GTM)* v *Mexiku* na hoře *Sierra Negra* (4,6 km n.m.) o průměru paraboly 50 m dosáhl v pásmu 3 mm úhlového rozlišení až 5'' a může v tomto pásmu pracovat celoročně, byť v létě s horším rozlišením až 15''. V zimních měsících je však schopen měřit i v pásmu 1 mm.

8.4. Astronomické umělé družice a kosmické sondy

Rentgenová družice **Chandra**, jež patří mezi velké observatoře *NASA*, oslavila v červenci 2009 desetiletí velmi úspěšné činnosti na oběžné dráze. Navzdory degradaci detektorů opakoványmi průlety radiačním pásem kolem *Země* je aparatura družice stále v dobré kondici a zejména svým úhlovým rozlišením nemá v rentgenovém oboru dosud soupeře. Výborně se doplňuje jak s *HST* tak se *SST* zejména při studiu pozůstatků po supernovách, ale i při zkoumání galaxií a oblastí horkého galaktického i intergalaktického plynu.

M. Elvis aj. popsali novou přehlídku **COSMO**, kdy *Chandra* sledovala v energetickém pásmu 0,5 – 10 keV pole o ploše 0,5 čtv. stupně centrováné na souřadnice $\alpha = 10$ h; $\delta = +2^\circ$ s expozicí 160 ks a vnější pole o ploše 0,4 čtv. stupně s poloviční expozicí. Tak se podařilo objevit přes 1,7 tis. bodových zdrojů, z toho 1,3 tis. zářících v měkkém a 1 tis. ve tvrdém oboru spektra.

Podobně si vede velmi úspěšně americká družice **Fermi** vypuštěná v červnu 2008 a sloužící pro sledování energetického záření gama v pásmu od 20 MeV do minimálně 300 GeV: W. Atwood aj. shrnuli výsledky získané během prvního roku činnosti přehlídkové aparatury *LAT*, která má široké zorné pole 2,4 steradiánu a získává tak údaje o spektrech zdrojů záření gama i jejich časové proměnnosti. Pracuje přitom s časovým rozlišením <0,1 ms a úhlovým rozlišením až 0,2°. Prohlédne přitom celou oblohu za necelé 3 hodiny!

Počátkem června 2009 dopadla na *Měsíc* japonská sonda **Kaguya**, která během 21 měsíců provozu na oběžné dráze kolem *Měsíce* měřila jeho gravitační pole a pořizovala video jeho povrchu s velmi vysokým rozlišením. O týden později odstartovala k *Měsíci* americká sonda *Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)*. Indická sonda k *Měsíci* **Chandrayaan-1** vypuštěná v říjnu 2008 pracovala na oběžné dráze u *Měsíce* ve výši 100 km do poloviny května 2009, kdy byla převedena na vyšší 200km dráhu. Nicméně po selhání navigačního čidla a dalších problémech skončila předčasně svou činnost koncem srpna 2009, ale přesto splnila valnou část zamýšlené práce na měsíční orbitě.

V polovině r. 2009 ukončila činnost vytrvalá kosmická sonda **Ulysses** (*ESA* a *NASA*) pro výzkum zejména polárních oblastí *Slunce*, která odstartovala ze *Země* v r. 1990. Kromě základního úkolu, během něhož proletěla třikrát nad oběma póly *Slunce*, a to jak v maximu tak i v minimu sluneční činnosti, sledovala sonda také několik komet a prachové proudy částic až do vzdálenosti *Jupiteru* jakož i zábleskové zdroje záření gama (*GRB*). I tato sonda významně překročila svou plánovanou životnost.

V téže době zastavila americká armáda uvolňování vybraných dat ze špiónažních družic, která jsou pro astronomii nenahraditelná (např. okolnosti průletu jasných bolidů či pádu meteoritů). Soudí se, že je to tím, že nová generace vojenských družic má mimořádně dobré technické parametry, takže armáda si pro jistotu veškeré údaje nechává pro sebe.

Stále není přijatelně objasněno anomální urychlování kosmických sond **Pioneer 10 a 11** směrem ke *Slunci*, objevené J. Andersonem aj. v r. 2002, které činí přibližně $(0,9 \pm 0,1)$ nm/s² od doby, kdy sondy překonaly vzdálenost 20 AU od *Slunce*. Nejnověji A. Levy aj. zjistili, že urychlování se skládá z periodicky proměnného člena a dále ze sekulární anomálie 0,8 nm/s², která je

poměrně záhadná. E. Greaves dokonce tvrdí, že tuto anomálii vykazují nejenom sondy *Pioneer 10 a 11*, ale také sondy *Galileo* a *Ulysses*, které ovšem nikdy nebyly od Slunce dál, než 5,5 AU.

8.5. Astronomické přehlídky, katalogy a astrometrie

S. Lépine aj. upozornili na *deficit přesných vzdáleností blízkých hvězd* do vzdálenosti 20 pc, neboť katalog *HIPPARCOS* obsahuje jen 150 hvězd do 10 pc a 1123 hvězd do 25 pc. Katalog je totiž úplný jen do 8 mag v oboru V a sahá jen do 12 mag, kdežto v blízkém okolí Slunce se daří nalézat hodně trpasličích hvězd, které této jasnosti nedosahují. Ke zlepšení této neuspokojivé situace potřebujeme zkrátka paralaxy měřené dostatečně výkonnými přístroji na zemském povrchu. Autoři odhadli, že *do 10 pc od nás se nachází přinejmenším 300 hvězd a do 25 pc alespoň 2 tis. hvězd*. Pro vylepšení statistiky je proto potřebí vyhledávat soustavně slabé hvězdy s velkými vlastními pohyby. Autorům se tak podařilo najít **16 trpasličích hvězd třídy dM**, které jsou od nás vzdáleny méně než 16 pc, z toho tři hvězdy jsou blíže než 10 pc.

Australští astronomové dokončili přehlídku **6dFGS** pomocí *1,2m Schmidtovy komory UK+AAO*. Přehlídka obsahuje polohy a vzdálenosti 110 tis. galaxií na >80 % plochy jižní oblohy pro červené posuvy $z < 0,15$ (vzdálenost do 600 Mpc). Zorné pole komory o průměru 5,7° a vláknová optika umožňovaly naráz pořídit spektra 150 galaxií. Díky tomu našli na jižní obloze v mezerách mezi nadkopami galaxií přes 500 proluk, v nichž galaxie prakticky chybí a tak zlepšili naše vědomosti o **velkorozměrové struktuře vesmíru**. Na severní polokouli je díky přehlídkce *SDSS* takto zmapováno již 930 tis. galaxií. I. Roseboom aj. upozornili na obtíže se vzájemnou identifikací zdrojů v přehlídkách vykonávaných v různých oborech elektromagnetického spektra. Rozsah přehlídek je totiž takový, že vyhledávání koincidencí je třeba automatizovat důmyslnými algoritmy, což zatím vázne zvláště pro objekty z infračervených a submilimetrových přehlídek.

9. Astronomie a společnost

9.1. Úmrtí

V r. 2009 zemřeli astronomové: **Henri ANDRILLAT** (*1925; kosmologie); **Zdeněk CEPLECHA** (*1929; meteory a meteority); **Arthur CODE** (*1923; kosmická astronomie); **Tom van FLANDERN** (*1940; nebeská mechanika, kosmologie); **Vitalij GINZBURG** (*1916; kosmické záření, supravodivost, Nobel 2003); **Eleanor HELINOVÁ** (*1932; planetky a komety); **Viktor LJUTYJ** (*1940; AGN, rentgenová astronomie); **Bohuslav LUKÁČ** (*1943; výzkum Slunce); **Paolo MAFFEI** (*1926; galaxie); **Steven OSTRO** (1946 – 2008; radarová astronomie); **Francoise PRADERIEOVÁ** (*1938; stelárni astrofyzika); **Sjur REFSDAL** (*1935; gravitační čočky); **Philip SOLOMON** (1939 – 2008; astrochemie); **John P. WILD** (1923 – 2008; sluneční fyzika); **Qian XUESEN = H. S. Tsien** (*1911; spoluzařadatel *JPL*, otec čínské kosmonautiky).

9.2. Ceny a vyznamenání

Mezinárodní ocenění v r. 2009 získali astronomové: **Frank SHU** (m. Bruceové; *ASP* a Shawova c.; *Honkong*); **Wendy FREEDMANOVÁ**, **Robert KENNICUT**, **Jeremy MOULD** (Gruberova c.; určení konstanty H_0); **Stephen HAWKING** (m. Svobody; B. Obama); **David WILLIAMS** (Zlatá m.; *RAS*); **James PRINGLE** (Eddingtonova m.; *RAS*); **Neil GEHRELS** (Darwinova př.; *RAS*); **Robert HOLMES**, Stanislav MATICIC, Michel ORY, Koichi ITAGAKI, Dae-am YI (c. E. Wilsona; objevy komet amatérů).

Doma obdrželi různá ocenění astronomové: **Zdeněk CEPLECHA** (medaile *De Scientiae et Humanitate Optime Meritis*; AV ČR a státní vyznamenání *Za zásluhy*); **Pavel MAYER** (Nušlova c.; ČAS); **Vladimír KARAS** (Kopalova přednáška; ČAS); **Antonín VÍTEK** (*Littera astronomica*; ČAS); **Jan HOVAD** (Astrofotograf roku; ČAS); **Daniela KORČÁKOVÁ** a **Michael PROUZA** (Prémie O. Wichterleho; AV ČR).

9.3. Astronomické observatoře, instituce a společnosti

Rok 2009 se stal díky iniciativě italských astronomů s podporou *UNESCO* a OSN **Mezinárodním rokem astronomie (MR A)**, což podle oficiálního vyhlášení reflektovalo epochální astronomickou událost roku 1609, kdy Galileo Galilei poprvé použil dalekohled ke zkoumání vesmíru. *Galileův dalekohled* se skládal z objektivu tvořeného plochou a konvexní čočkou o průměru 37 mm s ohniskovou vzdáleností 980 mm, zacloněnou na průměr 15 mm. Okulár představovala bikonkávní čočka o průměru 22 mm s ohniskovou vzdáleností 47,5 mm, takže přístroj dosahoval zvětšení 20×. Je až neuvěřitelné, že pomocí tak jednoduchého zařízení dosáhl Galilei toliku zásadních objevů.

Podle písemných svědectví se Galilei dozvěděl o vynálezu dalekohledu 16. května 1609 a již v říjnu si podle tohoto popisu zhotovil první menší dalekohled, jímž v říjnu 1609 pozoroval *Měsíc* a 30. listopadu už měl zmíněný 20x zvětšující dalekohled, jímž sledoval zvláště terminátor *Měsíce* a stíny vržené horami do měsíčních kráterů, a to až do 19. prosince. Soustavná pozorování různých objektů ve vesmíru konala od 6. ledna 1610 a hned následující noci objevil tři *Jupiterovy družice* a o tři dny později si všiml, že se kolem Jupiteru pohybují. Svá první pozorování sepsal během února a 1. března dal souhlas s vytisknutím *Hvězdného posla (Sidereus Nuncius)*. Mimochodem, v pozorování *Měsíce* dalekohledem předběhl Galileiho anglický učenec *Thomas Harriot* (1560 – 1621), který nakreslil primitivní mapu *Měsíce* na základě svých pozorování z 26. července 1609. Zapsal si do svého deníku, že na „*Měsíci viděl prohlubeň, která má týž vzhled, jaký by na Zemi tvořilo území podobné Čechám*“.

Bohužel se v oficiálním vyhlášení opomněla neméně epochální studie *Johannesa Keplera*, který v rozsáhlém (přes 650 stran!) spisu **Astronomia nova**, dokončeném v Praze v r. 1605, vydaném v r. 1609 lipským nakladatelem Vögelinem a vytiskněném téhož roku v tiskárně v Heidelbergu formuloval na základě rozboru Tychonových pozorování planety Mars první dva (Keplerovy) zákony o pohybu planet vůči Slunci. Kepler si také s velkým nadšením přečetl Galileův spis *Sidereus Nuncius* a okamžitě na něj reagoval vlastní *Rozpravou s Hvězdným poslem (Dissertatio cum Nuncio Sidereo)*, kterou Galileovi poslal. Podle všeho ji však Galilei nikdy nepřečetl. Podobně ostatně pominul i knihu *Astronomia Nova* a formulaci III. Keplerova zákona, neboť žádný z těchto zdrojů nevyužil při církevním procesu v r. 1633.

Naštěstí převzala Česká republika v I. pololetí 2009 předsednictví v Radě Evropské unie, takže z iniciativy eurokomisaře pro vědu Janeze Potočnika se oficiální **zahájení MRA** konalo 7. ledna 2009 na Staroměstském náměstí v Praze poblíž slavného Pražského orloje a nedaleko od domu č. v Karlově ul., kde Johannes Kepler v Praze žil a pracoval.

Johannes Kepler byl v Praze připomenut ještě v srpnu 2009, kdy se v Praze konala péčí Národního technického muzea a řady astronomických institucí mezinárodní konference „**Keplerův odkaz v kosmickém věku**“, z níž pak vyšel sborník přednášek. Současně bylo v Keplerově domě otevřeno *Keplerovo minimuzeum*. V souvislosti se slavnostním zahájením MRA byla také nejprve v Praze a později v řadě českých i slovenských měst instalována výstava velkoplošných astronomických fotografií pod titulem **Vesmír – dobrodružství objevů**, jejíž mezinárodní verzi připravili G. Tenorio Tagle z Mexika a G. Pérez ze Španělska a o českou mutaci se začaloužil J. Palouš. Z vědeckých akcí na domácí půdě byla pak zřejmě nejvýznamnější květnová pražská mezinárodní konference k 50. výročí pádu Příbramského meteoritu a také k poctě jubilantovi Dr. Zdeňku Ceplechovi. Pro širokou veřejnost pak měla mimořádnou přitažlivost letní návštěva amerického *astronauta Andrewa Feustela* a jeho českoindické manželky Indiry po astronautově návratu z úspěšného letu k *HST*.

Ze světových vědeckých akcí mělo samozřejmě největší publicitu **XXVII. valné shromáždění Mezinárodní astronomické unie (IAU)**, jež se konalo v srpnu 2009 v *Riu de Janeiro*. Kromě ryze odborných záležitostí se i tam věnovala pozornost průběhu MRA ve víc než 140 zemí celého světa. Podrobnosti o průběhu kongresu lze nalézt na webové adrese: www.astronomy2009.com.br/EstrelaDalva.html

Počet individuálních členů IAU překročil magickou hranici 10 tisíc a počet členských států stoupal na 63. Novým prezidentem IAU byl zvolen americký astronom Robert Williams, duchovní otec projektu *Hubble Deep Field* a tehdejší ředitel *Ústavu pro kosmický teleskop v Baltimore*. IAU sama byla založena právě před 90 lety v *Bruselu* na ustavujícím valném shromáždění koncem července 1919. (Stejně životní jubileum oslavil prakticky zároveň s IAU také její někdejší generální sekretář *Doc. Luboš Perek*.)

9.4. Letem (nejen) astronomickým světem

V noci 29./30. října 1969 došlo k historické události, která změnila všechno nejenom v astronomii v průběhu následujících 40 let. Tehdy totiž programátor Vinton Cerf napsal pro počítačovou síť *ARPANET* program, umožňující elektronickou komunikaci mezi operátory vzdálených počítačů. U počítače na Kalifornské univerzitě v Los Angeles seděl tehdy ve 22:30 h Pacifického času student Charley Kline a chtěl se zalogovat příkazem *login*. To se mu tak docela nepodařilo, protože pro vytukání písmen „*lo*“ se spojení mezi počítači přerušilo. Tak krátký byl tedy první odeslaný e-mail! Málokdo by tehdy asi odhadl, co se stane v příštích letech, jak vyplývá z malého historického přehledu:

1972 – zaveden znak @; 1973 – zaveden protokol *ftp*; 1978 – vytvořen operační systém *UNIX*; 1991 – v laboratoři CERN T. Berners Lee vynalezl komunikační protokol *WWW*; prosinec 1994 – prohlížeč *Mozilla 1.0*; srpen 1995 – prohlížeč *Internet Explorer*; září 1998 – prohlížeč *Google*.

Dnes je **internet** naprostě nepostradatelným pomocníkem astronomů při sběru, zpracování a archivaci dat ze všech možných astronomických zařízení na zemi, pod zemí i ve vesmíru, umožňuje dálkové ovládání robotických teleskopů na různých kontinentech, předávání aktuálních zpráv a efemérních jevech jako jsou *GRB*, výbuchy supernov, průlety planetek v blízkosti Země atd. Internetem se editují vědecké práce stovek spoluautorů i odesílají hotové publikace do redakcí vědeckých časopisů, stejným způsobem probíhají korektury a většina archivních údajů je dostupná pomocí nástrojů virtuálních observatoří.

Internet také přinesl nové možnosti **astronomům amatérům**, jak se zapojit do odborné či dokonce vědecké práce. Projekty sdíleného počítání nebo klasifikace impaktních kráterů či morfologie galaxií mají velkou odevzdu mezi zájemci z celého světa. Amatér T. Puckett objevil za posledních 10 let více než 200 supernov, A. Oksanen zase získává z fotometrie údaje o rotaci planetek a o tranzitujících exoplanetách; jedna 14letá školačka dokonce objevila supernovu *2008ha* v galaxii *UGC 12682* a holandská učitelka hudby Hanny van Arkelová našla v rámci projektu **Galaxy Zoo** bizarní nazelenalý objekt záhadné povahy, který už vešel ve známost pod holandským názvem *Hanny's Voorwerp*. Ostatně naši astronomové amatéři se také činí, jak o tom svědčí třeba laureáti *Kyjovy ceny ČAS*.

Britský vědecký týdeník *Nature* již tradičně přináší přehled o **vědeckých snímcích roku**. V r. 2009 se v seznamu objevily také astronomické záběry: mozaika centra *Mléčné dráhy* v kombinaci zobrazení pomocí *HST*, *SST* a družice *Chandra*, vozítko *Spirit* uvízlé v písečné duně na *Marsu* pořídilo svůj autoportrét a *Spitzerův teleskop* zobrazil obří prachový prsten *Saturnu* o průměru 25 mil. km.

Závěr

Přestože rozsah mých poznámek, které slouží jako podklad pro sepisování Žní objevů, se v posledním desetiletí nemění, zabírá mi práce na výběru těch z mého pohledu nejvýznačnějších astronomických prací čím dál více času. Je to paradoxně dáno tím, že internet dává možnost pečlivěji ověřovat různá data, jména a hlavně návaznosti objevů, což vlastní psaní zpomaluje. Tím lze vysvětlit narůstající zpoždění v publikaci seriálu, za což se čtenářům omlouvám. Pokusím se v příštích přehledech o větší stručnost, aby se ze Žní nestala kronika zašlých časů. Nemohu si však odpustit obvyklý závěrečný citát, který tentokrát vychází z neblahých zkušeností s Radou vlády ČR pro výzkum, vývoj a inovace, která by byla základní vědecký výzkum právě v r. 2009 nejraději zcela zrušila ve prospěch prožluklých inovací (zatím aspoň příznačně vypustila slovo věda ze svého dlouhého názvu). Hlavně členům tehdejší Rady (naštěstí pro českou vědu již rozpuštěné a vypuštěné) je totiž určen pozoruhodný výrok amerického vědce a státníka Benjamina Franklina (1706 – 1790): „*Investice do vědění nesou největší úroky.*“

Konec Žně objevů 2009

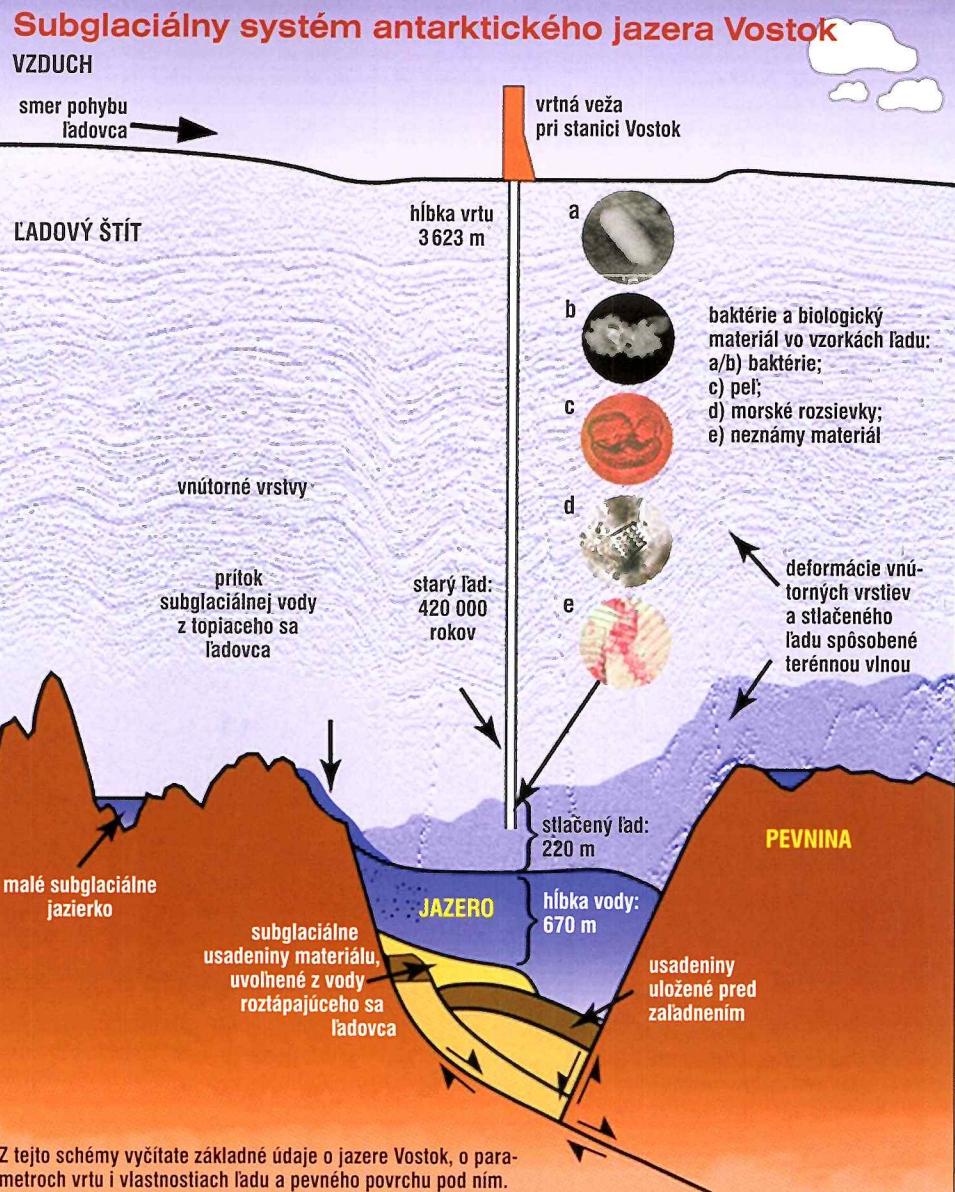
Rusi sa prevŕtali do jazera Vostok

Pod hrubými ľadovcami Antarktídy objavili zatiaľ 400 jazier tekutej vody. Najväčšie z nich je jazero Vostok, veľké ako jazero Ontário v USA. Obsahuje 5400 km^2 superčistej vody, ktorá je najmenej 20 miliónov rokov izolovaná od vonkajšieho sveta. Mohli by v nej byť neznáme organizmy. Rusi okolo stanice Vostok začali vŕtať už pred 23 rokmi, ale vrt do jazera sputili až po jeho objave v roku 1998. S cieľom prevŕtať sa až po jeho hladinu v hĺbke 3 766 metrov. Piateho februára tohto roku, na sklonku krátkeho antarktického leta, cieľ dosiahli.

Klimatológovia, glaciológovia a mikrobiológovia na celom svete prijali túto zvesť s nadšením. Najmä Američania John Priscu z Montanskéj univerzity, dlhorocený spolupracovník Rusov, ktorí už v roku 1999 opísali možné druhy života v jazere Vostok, a Brent Christner, ktorý vo vzorkoch ľadu z vrtu objavil v roku 2005 zvláštné „baktérie v kožuchu“.

Úspech dosiahol špeciálny tím v rámci 57. ruskej antarktickej expedície. Vzorky z posledných stoviek metrov tvoria stĺpce ľadu, ktoré sa ukladali pred 420 000 rokmi. Keď prístroje naznačili, že hlavica tento prastarý ľad prerazila, vedúci výskumu N.I. Vasiliev a hlavný inžinier V. M. Zubkov vydali príkaz dopravit posledný stĺpec ľadu na povrch.

Bola to napínavá chvíľa, lebo vedci sa obávali, že voda z jazera, bohatá na kyslík a dusík vyrazí z diery ako gejzír. Voda do diery sice vystúpala, ale iba do výšky 40 metrov, a okamžite zamrzla. Tak sa, presne podľa plánu, vytvorila zátna, ktorá zabráni znečisteniu jazera organiz-



Jedna zo vzoriek získaných z vrtu ľadovca nad jazerom Vostok v apríli 2010. Tieto vzorky, získané z oveľa väčších hĺbek ako v Grónsku, umožnia rekonštruovať klímu na Zemi počas ostatných 420 000 rokov.

mami z povrchu. Ešte predtým sa však dopraví na povrch 40 litrov vody z jazera.

Kým Rusi túto technológiu neodskúšali, vŕtacie práce na niekoľko rokov prerušili.

V decembri 2012, začiatkom leta v Antarktíde, bude výskum jazera pokračovať. Vedci sa zamerajú najmä na hľadanie extrémofílnych baktérií vo vode i v usadeninách pod jazerom. Tieto

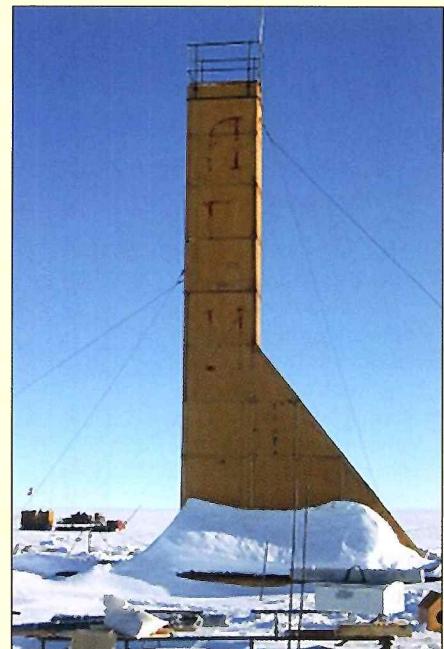
organizmy sa milióny rokov vyvíjali v úplnej tme, bez vplyvu slnečného žiarenia. Výsledky prieskumu ovplyvnia vyslanie kozmických sond k Jupiterovmu mesiacu Európa i k Saturnovmu mesiacu Enceladus. Na týchto telesach sa pod hrubou kôrou ľadu skrývajú globálne oceány, kde sa v podobných podmienkach (vysoký tlak, stála teplota) mohli vyvinúť živočíchy podobné tvorom z jazera Vostok, hoci mikrobiológ Chris McKay z NASA tvrdí, že jazero nemá dostať „vhodnej potravy“ na dlhodobejšie vegetovanie takýchto organizmov.

V tomto roku začnú v Antarktíde vŕtať aj Američania a Briti. Američania si vytípovali jazero Whillans, Briti jazero Ellsworth.

Obe jazerá ležia pod ľadovcami západnej Antarktídy. Sú však oveľa mladšie a menšie ako Vostok.

Vzorky ľadu z vrtu umožnia klimatológom rekonštruovať počasie na Zemi počas ostatných 420 000 rokov.

Geografický inštitút Ruskej akadémie vied, Ruská meteorologická agentúra a ďalšie zdroje



Ruská vŕtacia sústava 5-G v Antarktíde pri stanici Vostok. Stanica leží vo výške 3400 nad morom. Tu namerali aj rekordný mráz: minus 89,2 °C. Vŕtali počas antarktickej leta pracovali zhruba 5 týždňov. Počas ostatných dní pred penetrovaním jazera sa teploty pohybovali pod hodnotou minus 50 °C.



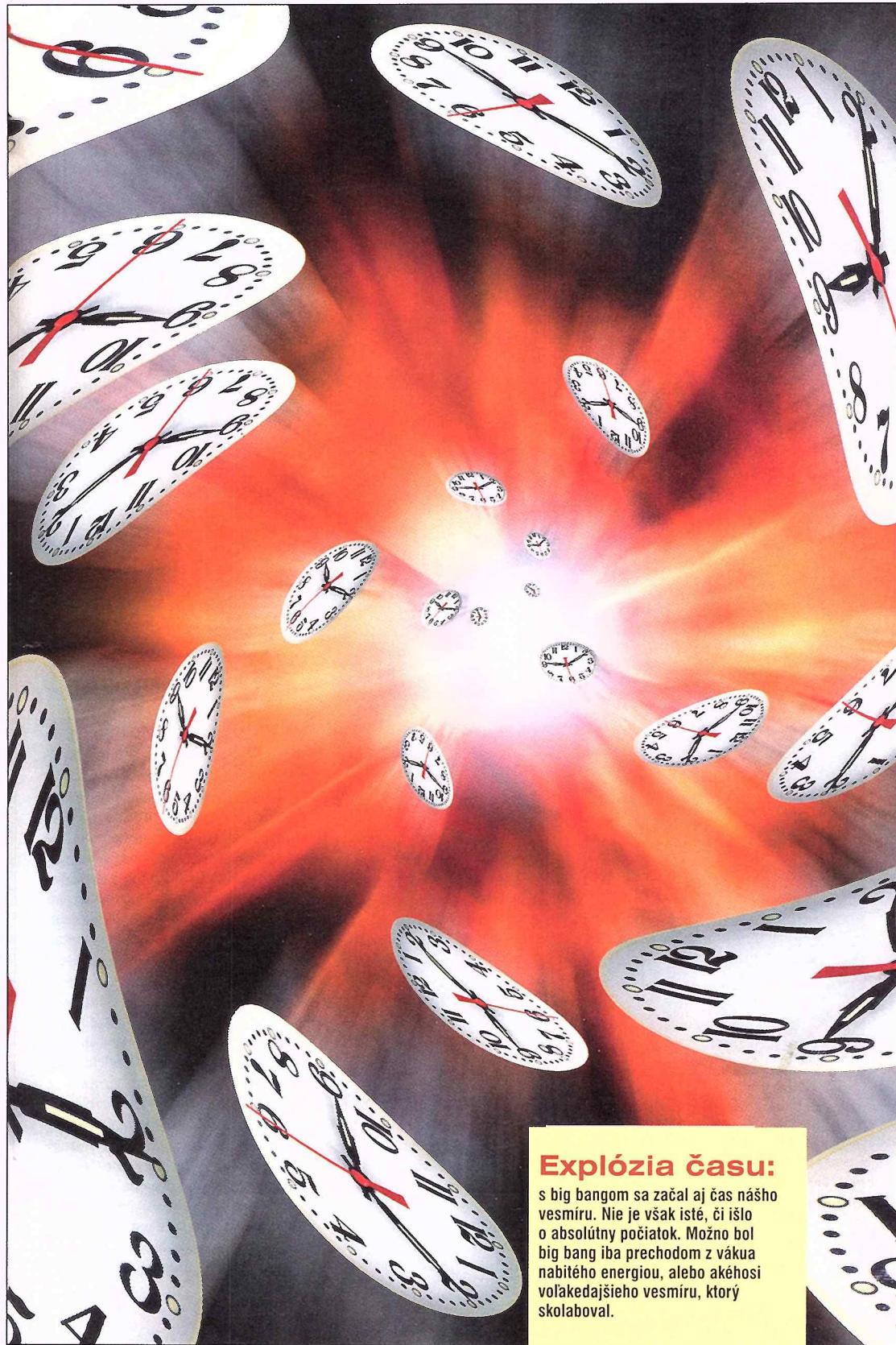
Čo veľký dizajn

Možno sme iba mimoriadne vyspelé opice, ktoré žijú na malej planéte, ale už dokážeme posudzovať vesmír ako celok a tým sme výnimoční – tak znie veta, ktorú si môžete vypočuť z nedávno vydaného DVD *Tajomstvá vesmíru*. Umelým hlasom ju načítal Stephen Hawking. Pôkračuje: „Mojím cieľom je zistiť, ako vesmír funguje a prečo vôbec existuje. Vesmír je poznateľný. Jeho najväčšie tajomstvá sa však neraz prejavujú iba náznakmi. Ten najdôležitejší je nad našimi hlavami.“

Hawking má na mysli mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia, ktoré sa zachovalo z najranejšieho obdobia vesmíru. Tieto mikrovlny vyplňajú celý vesmír. Zachovali sa v nich informácie o big bangu. Informáciemi sú nepatrné zmeny teploty, nie väčšie ako niekoľko stotín stupňa Celzia, v mikrovlnnom žiareni pozadia. Teplota pozadia je ménus 270 °C. Po sonda COBE, ktorá urobila prvé merania, zvyškové žiarenie po big bangu monitorujú a čoraz presnejšie merajú sondy WMAP a Planck.

Na základe zmien teploty žiarenia pozadia možno väčšinu kozmologických modelov vyvrátiť. Preto je podľa Hawkinga nevyhnutné ešte predtým, ako budú zverejnené a interpretované najnovšie merania, pokúsiť sa o presné predpovede. Ak merania tieto prognózy potvrdia, model bude dôveryhodnejší.

A naopak: ak sa modely iba prispôsobujú namenaným údajom, stoja na tenkom ľade.



Explózia času:

s big bangom sa začal aj čas nášho vesmíru. Nie je však isté, či išlo o absolutný počiatok. Možno bol big bang iba prechodom z vákuu nabitého energiou, alebo akéhosi volakedajšieho vesmíru, ktorý skolaboval.

zamilčuje

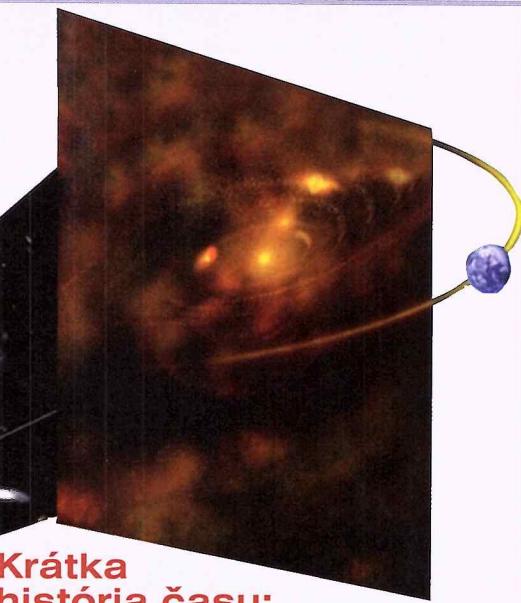
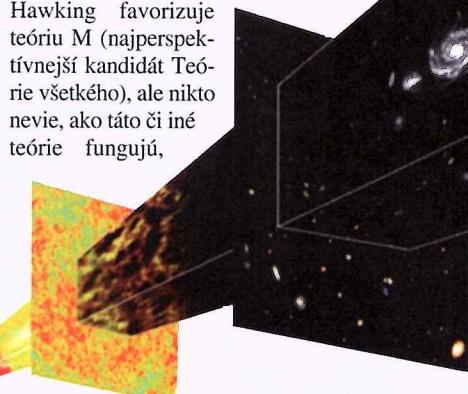
Rozhodujúci bod

Hawking a jeho spolupracovníci mixujú konkurujúce si modely vesmíru. Nielen v populárnych publikáciách a filmoch, ale aj v základnom výskume. Hawking vo svojich najnovších knihách formuluje základné otázky, naznačuje odpovede, ale klúčové problémy pojednáva skúpo. Aj big bang. A to napriek tomu, že konkurujúce modely Veľkého tresku sa od Hawkingovo scenára podstatne odlišujú. Hoci v otázke, či bol big bang počiatkom všetkého, alebo iba nášho vesmíru; či sa v big bangu zrodili priestor a čas, alebo bol iba epizódou širšieho časopriestoru; či je čas večný, alebo je iba ilúziou či pseudopočiatkom.

Hľadanie teórie všetkého

Vedecké vysvetlenie vesmíru ako celku si vyžaduje znalosť prírodných zákonov a takzvaných „vedľajších podmienok“. Pokiaľ ide o prírodné zákony, zdá sa, že pochopenie big bangu sa nezaobíde bez teórie kvantovej gravitácie, teda bez Teórie všetkého, ktorá by pre-

viazala všeobecnú teóriu relativity s kvantovou fyzikou. Hawking favorizuje teóriu M (najperspektívnejší kandidát Teórie všetkého), ale nikto nevie, ako táto či iné teórie fungujú,



Krátka história času:

Od big bangu, cez uvoľnenie žiarenia kozmického pozadia pred 380 000 rokmi, sformovanie prvých galaxií pred 500 miliónmi rokov až po sformovanie našej Slnečnej sústavy pred 4,6 miliardami rokov, aj s planetou Zem, odkaľ to všetko rekonštruujeme.

hyby a stavy častíc mikrosveta vypočítaj a podľa ich pravdepodobnosti aj vyhodnotiť. Euklidovská kvantová gravitácia to umožňuje aj v makrosvete. Integrovali ju do najrozličnejších vývojových teórií vesmíru, z ktorých priamo môžeme pozorovať iba vývoj jedinej. Hawking všetky tieto teórie, vrátane tej o vzniku vesmíru, integruje na spoločnom menovateli, ktorý nazýva kvantovým stavom vesmíru. Tento globálny stav, nazývaný aj „vlnová funkcia“ je vedľajšou podmienkou v jednej kozmologickej teórii.

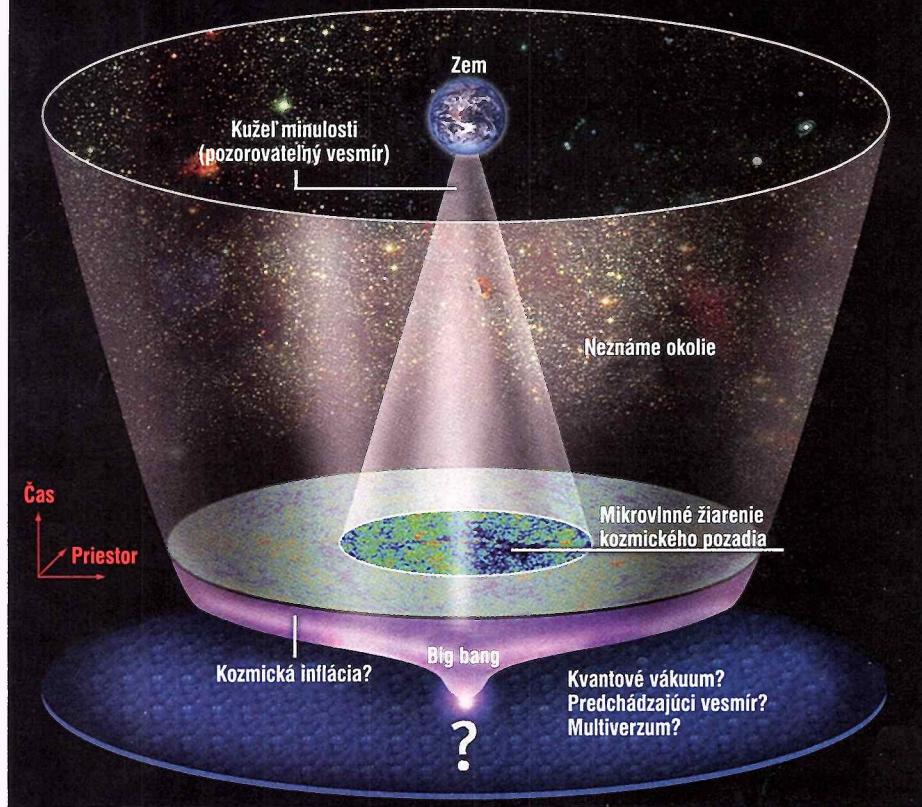
Vesmír bez konca

Hawking zverejnil hypotézu o kvantovom stave už v roku 1981 pod názvom „podmienka bez hraníc“ (PBH). Hovorí, že vesmír nemá nijaké hranice, nijaký okraj, podobne ako Zem z pohľadu moreplavca. Konečný vesmír by bol absurdný. Javil by sa ako nefyzikálna, počiatočná singularita s nekonečnou teplotou, hustotou a zakrivením, ktorá, podľa známej Hawkingovej teórie, vyplýva z teórie relativity. Korektúry pomocou kvantovej fyziky by mohli toto ostré rozhranie zaokruhliť tak, aby sa dalo použiť ako integrálna metóda.

Hawkingova PBH robí z núdze cnotu: vedľajšou podmienkou je postuláta, že časopriestor nemá nijakú počiatočnú singularitu. „Ak je táto hypotéza správna, potom by si mali všetky prírodné zákony zachovať platnosť, aj na počiatku vesmíru“, tvrdí Hawking a zdôrazňuje, že PBH je iba návrhom: nedá sa odvodiť z nijakého princípu. Tento návrh sa stane teóriou iba vtedy, keď sa potvrdí, či z neho vyplývajú také predpovede, ktoré budú v súlade s napozorovanými údajmi.

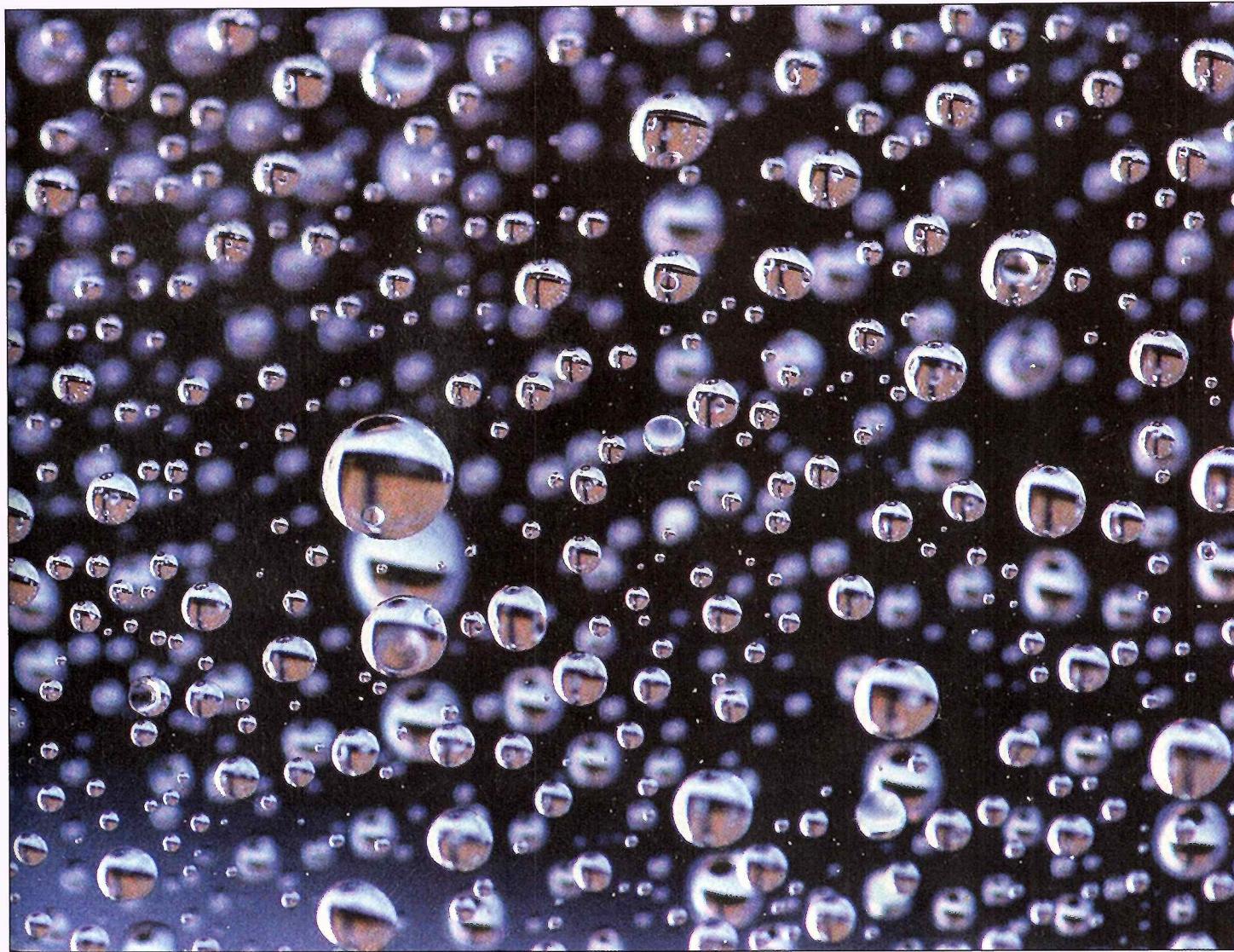
Hawking sa teraz na formulovanie takých predpovedí zameriava. Pomáhajú mu James Hartle z Kalifornskej univerzity a Thomas Hertog z Université Paris-Diderot. Trojica HHH sa

Pohľad do hĺbky času a priestoru



Nakolko je rýchlosť svetla konečná, môžeme pozorovať iba malú časť vesmíru. Mirovlnné žiarenie kozmického pozadia prekrýva nás horizont ako nepriehľadná opona. Toto žiarenie je vlastne prvým svetlom, ktoré vzniklo 370 000 rokov po big bangu. V tomto súostroví škvŕniek s nepatrne rozdielnymi teplotami sa uchovali slabučké stopy minulosti: okrem iného naznačujú, že vesmír prekonal infláciu, hypotetické exponenciálne rozpínanie priestoru, ba možno aj stopy „iskry, ktorá zapálila big bang“, či stopy, svedčiace o iných vesmíroch.





Multiverzum:

ako bubliny vo vriacej vode, tak sa z energiou nabitého vakuu kozmickej inflácie rodia nové vesmíry.

Stephen Hawking je o tom presvedčený.

pokúša vysvetliť vzorec teplôt v žiareni kozmického pozadia a predpovedať jeho ďalšie, meraním ešte neoverené vlastnosti.

Prečo je vesmír taký veľký?

HHH sa pokúšajú aj o zladenie scenára kozmickej inflácie s nekonečným vesmírom (PHB), čo je nelahká úloha.

Ako vieme, kozmická inflácia, sugestívna, ale nie všeobecne akceptovaná teória, nafúkla v neuveriteľne krátkom čase vesmír do gigantických rozmerov. Ako dlho toto razantné rozpínanie trvalo?

Predpokladá sa, že mladý vesmír sa počas 10^{-30} sekundy zväčšíl 10^{30} -krát. Predstavte si, že by minca s priemerom 1 centimeter v rovnakom čase nadobudla 10-miliónkrát väčší priemer ako Mliečna cesta. Fyzici nepochybujú, že v priebehu inflácie sa objem vesmíru 50- až 60-krát zdvojnásobil. Inakšie by nemohol mať vlastnosti, ktoré vyplývajú z pozorovaní: napríklad veľkoskálkovú rovnorodosť distribúcie hmoty či „plochú geometriu“.

Keď inflácia vyhasla, jej energia sa premenila na záplavu častíc. Tak vznikla hmota. A nakoľko

inflácia aj tie najmenšie kvantové fluktuácie/zmeny giganticky zväčšila, vytvorila zároveň, vďaka rozdielom hustoty v pôvodnej hmote, aj teplotný vzorec kozmického žiarenia pozadia. Tam, kde bola hmota hustejšia, bola o niečo teplejšia. Tieto regionálne zhustky sa stali jadrami budúcich galaxií.

Nie je vylúčené, že inflácia bude trvať večne a zanikne iba lokálne, opäť big bangom. Potom by však inflácia nebola produktom big bangu, ale jeho príčinou. Dôsledok: popri našom vesmíre by museli existovať nespočetné vesmíry, príčom každý by vznikol z vlastného big bangu. Hawking tieto vesmíry prirovnal k bublinám plynu vznikajúcim paralelne vo vriacej vode, ibaže v inflačne sa rozprájanúcom priestore.

Ktorá z týchto hypotéz je správna, nevedno. Napriek tomu rozličné inflačné modely a konkurujúce si hypotézy kvantového stavu vesmíru pripúšťajú predpoveď, ktoré sa dajú testovať. To je dôležité kritérium ich platnosti. Navyše: hypotézy, napríklad priestor bez hraníc (PBH) ukazujú, že sa môžeme zaobiť aj bez singularít big bangu. Hawking, Hartle a Hertog sa snažia postihnúť celok.

Hawkingov nový model vesmíru

Vedci spočiatku skúmali homogénnu a izotropnú, teda vo veľkých škálach rovnorodý model vesmíru s jednou kozmologickou konštantou a takzvaným skalárovým polom, ktoré reprezentuje celú hmotu a energiu. Hawking a Hartle spočiatku nebrali kozmologickú konštantu do úvahy. Astronomické merania však medzičasom dokázali, že hlavnou súčasťou vesmíru je záhadná tmavá energia, ktorá jeho vývoj zásadne ovplyvňuje. Najjednoduchším vysvetlením čiernej energie je Einsteinova kozmologická konštantá, pravdaže, iba vtedy, ak má kladnú hodnotu. Túto hodnotu možno totiž interpretovať ako hustotu energie vakuu.

HHH pomocou svojej PHB teórie ukázali, že vesmír, taký, ako ho pozorujeme, musel prejsť fázu kozmickej inflácie. To bol úspech, hoci inflácia trvala podľa všetkého iba veľmi krátko. Z výpočtov okrem iného vyplynulo, že big bang nemusel byť počiatkom času a priestoru, ale iba prechodom k inému vesmíru. Vo Veľkom dizajne píše: „Na náš vesmír to nemuselo mať nijaký

vplyv. Ak by totiž inflácia trvala dostatočne dlho, všetky dávne stopy by boli nenávratne rozptýlené.“

Obrátený čas pred big bangom?

Je možné, že informácie z predchádzajúceho vesmíru sa k nám nedostali. HHH sa nazdávajú, že šípka času tohto vesmíru mohla byť opačná. Túto možnosť pripúšťajú aj výpočty Dona Pageho z University of Alberta, ktorý bol v 80. rokoch doktorandom u Hawkinga. Hypotézu HHH podporili aj ďalší vedci: Kazuya Fujio a Tošifumi Futamase z Tohoku University rozšírili ich model na homogénne, anizotropné uzavreté vesmíry, teda na priestory, ktoré nevyzerajú byť zo všetkých strán rovnoradé. Podľa ich modelu museli aj tieto vesmíry prekonať fázu inflácie.

Hawking, Hertle a Hertog urobili ďalší krok. V dvoch prácach, ktoré ešte neboli zverejnené, ale ich rukopisy už vo vedeckých kruhoch cirkujú. Zohľadňujú v nich aj náhodné zmeny skalárneho poľa, pretože sú z pohľadu kvantovej fyziky nevyhnutné. Tým sa stal model realisticejší, hoci ešte vždy je zjednodušený. Tak či onak: aj z tohto modelu vyplýva, že vesmír po svojom zdrode prekonal inflačnú fázu. To všetko posnilo dôveru v platnosť „priestoru bez hraníc“ (PHB). Inflácia sa stala prirodzenou súčasťou scenáru.

Najnovšie modely a výpočty pokročili ešte ďalej: vyplynuli z nich dve prognózy, ktoré sa už o niekolko rokov budú dať otestovať. Nie sú to presné predpovede a s prihlásením na iné kozmologické modely ani jednoznačné. Jednoznačne však dokazujú, že úsilia kozmológov nie je iba intelektuálnou zábavkou, pretože otvára cestu k ďalším, presnejším testom.

Mimo nášho horizontu

Hartle, Hertog a Hawking našli vo svojich výpočtoch dve pravdepodobné, prekvapujúce alternatívy.

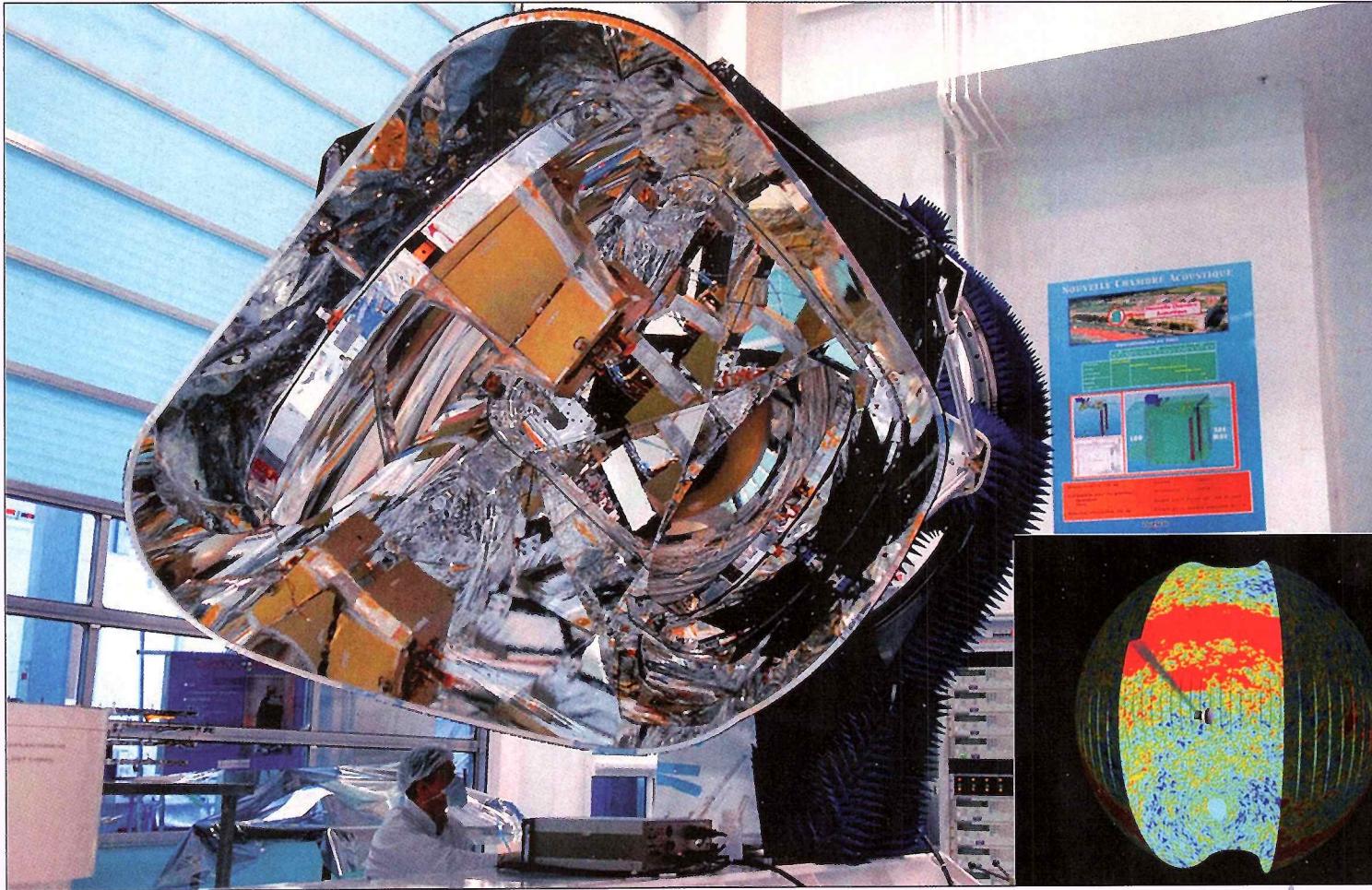
Prvá alternatíva: modely s nekonečným rozpínaním predpovedajú významné nehomogenity za horizontom pozorovateľného vesmíru. To znamená, že by sa tam popri gigantických nahusteniach hmoty mali nachádzať aj ozrutné prázdné priestory a platí by tam mali celkom iné fyzikálne zákony. Náš vesmír by potom nebol typický a mal by mať za sebou relativne dlhú fázu inflácie. Ak je to pravda, potom by boli stopy po inflácii nenávratne stratené a nikto by už nedokázal zrekonštruovať, ako inflácia začala. Na druhej strane: zmeny teplôt v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia by mali mať charakteristický vzorec. Pri kozmickom žiareni, čisto štatisticky, ide o Gaussovo rozloženie. Ak sondy prítomnosť tohto rozloženia potvrdia ešte presnejšimi údajmi a budú v zhode aj s ďalšími prognózami HHH, potom žijeme vo

vesmíre, ktorý sa donekonečna reprodukuje, tvoriac nové a nové vesmíry. Kúsok jedného z nich, toho, v ktorom žijeme, je v takom prípade všetko, čo môžeme pozorovať.

Druhá alternatíva: modely, v ktorých inflácia netrvá večne, nemajú v scenárii HHH iné dôsledky: predpovedajú iba nepatrne odchýlky od náhodného rozloženia rozdielov teplôt. Na aktuálnych mapách žiarenia kozmického pozadia vidíme vo falošných farbách celé súostrovia teplotných nehomogenít. Niektorí kozmológovia interpretujú tieto údaje zo sondy WMAP ako príznaky „negaussianovského rozloženia“, pretože náhodný vzorec sa matematicky opisuje ako Gaussovo rozloženie. Ako sa veci naozaj majú, to ukáže až analýza podrobnejších údajov zo sondy Planck. Ak sa „ne-gaussianity“ potvrdia, potom by sme podľa HHH žili vo vesmíre, ktorý je homogénny a izotropný aj tam, kam nedohliadneme, teda aj za horizontom pozorovateľného vesmíru.

Obe alternatívy majú zásadný význam. Vzťahujú sa na časy a priestory, ktoré sú za hranicami pozorovateľného vesmíru, ale v tom našom zanechali stopy, ktoré sa dajú merať. Čo to znamená? Hawking, Hartle, Hertog: „Iba toľko, že z lokálnych pozorovaní môžeme odvodzovať predstavy o štruktúre vesmíru aj za horizontom pozorovateľnosti...“

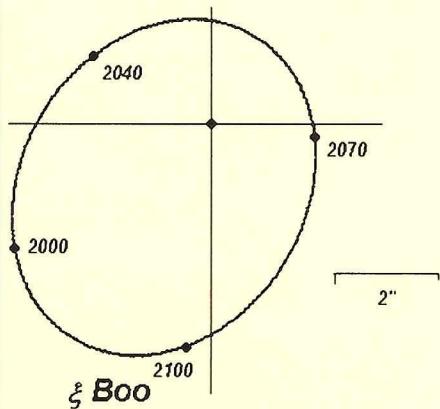
RÜDIGER VOSS



Zrkadlo počiatku: Sonda Planck, na obrázku v Alcatel Alenia Space pri Cannes, krúži okolo Zeme, mapuje celú oblohu v oblasti mikrovlní a zaznamenáva stopy po big bangu.

Priemery a hmotnosti

V minulých častiach sprievodcu sme hovorili o metódoch na určovanie vzdialosti a teploty hviezd. V tejto si pohovoríme o tom, ako je možné určiť priemer hviezdy a jej hmotnosť. Umožňuje nám to použitie fyzikálnych zákonov: zákonov využívania – pri priemere a dynamickej zákonov – pri hmotnosti. Pre štúdium dynamiky vzdialených objektov – hviezd – sú najvhodnejším objektom dvojhviezdy, ktoré na seba vzájomne gravitačne pôsobia.



Obr. 1 a 2 Relatívna dráha dvojhviezdy Boo a poloha na hviezdnej mapke (označená krúžkom).

Zmerať priemer Slnka zo vzdialenosťi jedného parseku (pc) je rovnocenné úlohe zmerať hrubku ľudského vlasu zo vzdialenosťi dvoch kilometrov. Predsa sa však našli priame metódy na určenie priemera hviezd, hoci sú ďalej ako jeden pc. Pomôže nám napr. fotometrické sledovanie zákrytu hviezdy Mesiacom, alebo použitie hviezdnych interferometrov. Lenže väčšina hodnôt priemerov hviezd bola získaná nepriamymi metodami.

Najjednoduchšia je založená na využití Hertzsprungovho-Russelovho diagramu a jednoduchej úvahy: Ak máme dve hviezdy s rovnakým typom spektra, t. j. s rovnakou teplotou povrchu, ale s rozdielou absolútnej vizuálnej magnitúdou (M), potom je rozdiel svietivosti spôsobený rôznou veľkosťou vyžarujúcej plochy.

Pomer veľkosti plôch je rovný pomeru štvorcov polomeru. Ak budeme uvádzat veľkosť polomerov hviezd v polomeroch Slnka, potom pre polomer hviezdy (r) triedy G5 s absolútou magnitúdou M , postupne dostaneme:

$$M - M_0 = 2,5 \log \frac{L_0}{L} = 2,5 \log \frac{1}{r^2} = -5 \log r,$$

a teda $r = 1,585^{(M_0 - M)}$,

kde M_0 je vizuálna absolútна magnitúda Slnka; $M_0 = +4,84$.

Ak napr. červený obor má $M = 0$, potom jeho polomer $r = 9,3$ polomerov Slnka.

Priemery hviezd sa pohybujú približne od jednej stotiny do stonásobku priemera Slnka, od bielych trpaslíkov po veleobrov. Tak napríklad

biely trpaslík *Sírius B*, o ktorom ešte budeme hovoriť, je iba trikrát väčší ako naša Zem, ale *Antares* (αSco) je 300-krát väčší ako Slnko. V Slnečnej sústave by siahal až za dráhu Zeme.

Pre iné povrchové teploty hviezd (iné spektrálne triedy) sa s použitím Stefan-Boltzmannovo zákona dá pre približnú veľkosť polomeru hviezd odvodit rovnica :

$$\log r = \frac{5900}{T} - 0,2 M - 0,04.$$

Zatial jediný spôsob, ktorý umožňuje určiť hmotnosť vzdialeného telesa, je založený na využití gravitačného zákona a pohybových zákonov Isaaca Newtona (1643 – 1727). Vychádza sa z tzv. *problému dvoch telies*. Zadanie problému: Dve telesá s hmotnosťami m_1 a m_2 majú v priestore určité počiatocné rýchlosť a pôsobia vzájomne na seba gravitačnou silou F :

$$F = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

a podľa druhého pohybového zákona, pod vplyvom tejto sily sa teleso m_1 pohybuje so zrýchlením a_1 :

$$a_1 = \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{F}{m_1}.$$

Rovnakú rovnicu môžeme zostaviť aj pre druhé teleso. Po zavedení relatívnych súradníc dostaneme diferenciálnu rovnicu pre relatívny pohyb zadaných dvoch telies:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \kappa \frac{m_1 + m_2}{r^2}.$$

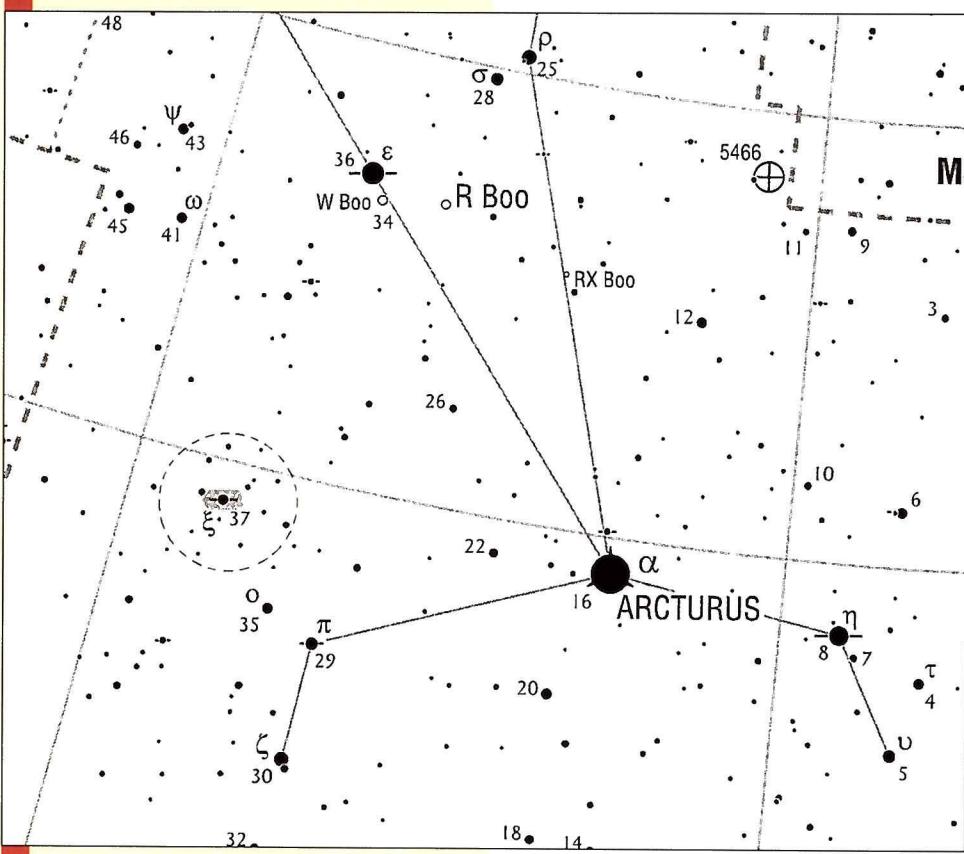
Výsledkom riešenia tejto diferenciálnej rovnice sú Keplerove zákony, odvodené z Newtonových zákonov. Tretí z nich, ktorý spája periódu obehu (T) a veľkú poloosu eliptickej dráhy (a), je našim *nástrojom na určovanie hmotnosti* a znie:

$$\frac{a^3}{T^2} = \kappa \frac{m_1 + m_2}{4\pi^2}.$$

Pôvodný tretí Keplerov zákon hovoril, že hodnota zlomku na ľavej strane rovnice je pre dané centrálné teleso konštantná, t. j. ak to aplikujeme na Slnečnú sústavu, tento pomer by mal byť rovnaký pre všetky planéty. Johannes Kepler (1571 až 1630) odvodil tento zákon z dlhodobých pozorovaní mnohých astronómov. Odchýlky v hodnote zlomku vypočítanom pre jednotlivé planéty sú až na štvrtom-piatom desatinnom mieste a mohli sa pripísat nepresnosti pozorovania.

I. Newton, ktorý bol aj autorom tzv. *infinitezimálneho počtu*, čo je aparát okrem iného aj na riešenie diferenciálnych rovníc, ukázal, že odchýlky v hodnote zlomku sú spôsobené rôznou hmotnosťou planét.

Aplikujme uvedené rovnice pre sústavu Slnko – Zem. Konštantu $\kappa = 6,672 \cdot 10^{-11} Nm^{-2} kg^{-2}$ sme získali z fyzikálnych laboratórnych meraní, veľkú poloosu eliptickej dráhy Zeme, $a = 1,4959787 \cdot 10^{11} m$, z merania paralaxy Slnka a siderickú obežnú dobu Zeme, $T = 3,155814976 \cdot 10^7 s$, z dlhodobých pozorova-



Hviezd a dvojviezd

vaní. Po dosadení dostaneme pre sústavu Slnko (M) – Zem (m) hmotnosť:

$$M + m = 1,9891 \cdot 10^{30} \text{ kg},$$

čo je aj tabuľková hodnota. Hmotnosť Zeme (m) je teda zrejme nepatrná voči hmotnosti Slnka.

Môžeme ju približne určiť z porovnania gravitačného a druhého Newtonovho zákona, ak uvážime, že stredná hodnota gravitačného zrýchlenia je $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$. Potom:

$$m = gR^2/\kappa = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg},$$

čo je o 6 rádov menej ako pri Slnku.

Pri aplikovaní tohto postupu na hviezdy potrebujeme dvojicu hviezd (dvojhviezdu), ktoré sa krúžia okolo spoločného tažiska. Hmotnosť sa určuje v pomerre k Slnku (hmotnosť Slnka: $m_0 = 1$), veľkosť veľkej poloosi sa udáva v astronomických jednotkách (AU). Pre úhrnnú hmotnosť sústavy potom máme:

$$m_1 + m_2 = a^3/T^2.$$

Hodnoty a a T sa určujú z pozorovania. Približne tretina hviezd v blízkom okolí Slnka má sprivedcu – je *dvojhviezdom*. Pritom nejde o tzv. optické (zdanlivé) dvojviezdy, ale o *fyzické dvojhviezdy*, ktoré sa vzájomne gravitačne ovplyvňujú a rotujú okolo spoločného tažiska. Práve táto rotácia prezrádi existenciu „pravej“ dvojhviezdy. Fyzickú blízkosť hviezd naznačuje aj spoločný vlastný pohyb, t. j. rovnaká ročná zmena súradníc, ktorá sa ukáže pri presnom meraní poloh. V katalógoch nájdeme okolo 70 000 dvojhviezd, pričom asi pri 2000 poznané podrobnosti, ktoré sú potrebné na určenie hmotnosti. Ako príklad uvádzame údaje o dvojhviezde ζ Boo (obr. 1).

V súčasnosti sú zložky vzdialené okolo 3", s magnitudami 4,8m a 6,9m, prvá má žltú, druhá oranžovú farbu, typ spektra dG8 a dK4, $\pi = 0,14926"$, $a" = 4,9"$,

$$a" / \pi = 32,829 \text{ AU}, T = 149,42 \text{ rokov.}$$

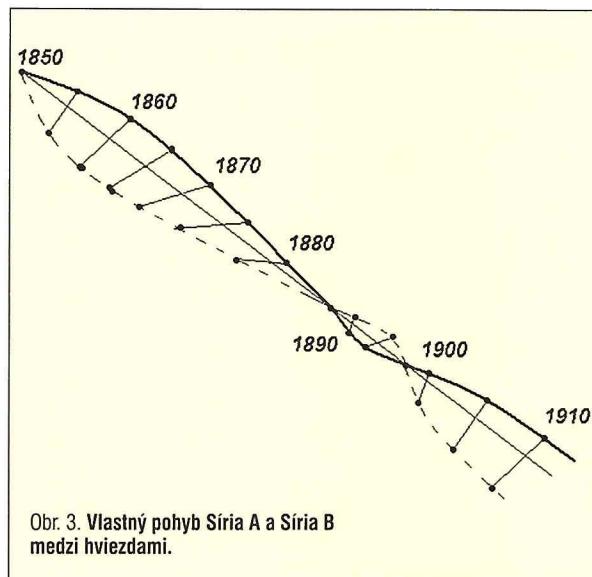
Po dosadení do rovnice dostaneme: $m_1 + m_2 = 1,585 m_0$. Ďalším krokom, ktorý si vyžaduje dodatočné predpoklady, je rozdelenie hmotnosti medzi zložky. Pokiaľ nemáme ďalšie informácie o zmenach polohy jednotlivých zložiek, môžeme si fyzikálne odôvodneným predpokladom, že svietivosť závisí od hmotnosti a typu spektra (a tiež naopak). Podrobnejšie sa otázkou budeme zaoberať v časti „sprivedcu“ o *hviezdnom vývoji*, zatiaľ iba tolko, že pre „normálne hviezdy“, t. j. také, ktoré sa nachádzajú na hlavnej postupnosti Hertzsprung-Russelovho (HR) diagramu platí:

$$0,4(M_0 - M) = \log \frac{L}{L_0} = 3,45 \log \frac{m}{m_0},$$

kde M , L a m označujú absolútnu magnitúdu, svietivosť a hmotnosť; index 0 sa vzťahuje na

Slnko. S využitím tejto rovnice môžeme určiť pomer hmotností zložiek $m_2/m_1 = 0,571$; potom pre hmotnosť zložiek: $m_1 = 1,009m_0$ a $m_2 = 0,576m_0$.

Ak však poznáme aj pohyb každej zložky voči tažisku, môžeme pomer hmotností zložiek určiť priamo z dynamiky. Poučný je v tomto ohľade prípad Síria. Sírius je najjasnejšia hvieza na oblohe (-1,45m), nachádza sa vo vzdialosti 2,66 pc a oddávna bolo známe, že jeho vlastný pohyb medzi hviezdami je klukatý (obr. 3).

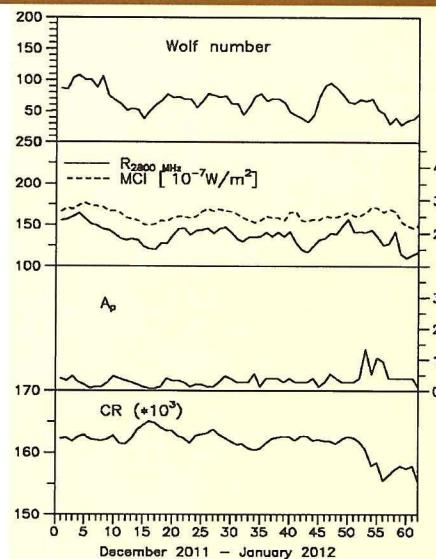


Už Bessel v roku 1844 prišiel k záveru, že Sírius je dvojhviezda a existuje jeho neviditeľný sprivedca. Skutočne ho v roku 1862 objavil americký optik Clark pri skúškach nového 46-cm objektívov. Ukázalo sa, že je to relatívne slabučká hvieza 8,65m. Neskôr určili aj jej dráhu: $a" = 7,57"$ a $T = 50$ rokov. Podľa vyššie uvedeného postupu dostali: $m_1 + m_2 = 3,4m_0$.

Z polohy zložiek voči tažisku určili pomer hmot na hodnotu 2,5; z čoho vyplývala hmotnosť jednotlivých zložiek: $m_1 = 2,43m_0$ a $m_2 = 0,97m_0$. Hmotnosť sprivedca Síria je iba 2,5-krát menšia, ale žiarivosť je menšia 6 300 krát. Podľa toho najprv uvažovali, že sprivedca (Sírius B) patrí k chladnejším hviezdám. Avšak Adams v roku 1914 ukázal, že ide o horúcú hviezdu spektrálnej triedy A. Výpočty, podľa vyššie uvedenej schémy ukázali, že polomer hviezdy Sírius B je iba 3-krát väčší ako polomer Zeme – bol teda objavený prvý *biely trpaslík*.

Pri danej hmotnosti potom vychádza hustota $1,25 \cdot 10^8 \text{ kg/m}^3$. Jeden kubický cm takej látky má teda hmotnosť 125 kg. V čase objavu sa takáto hustota nedala porovnať so žiadoucou známostou látokou. Dnes vieme, že ide o degenerovanú jadrovú hmotu. Podrobnejšie budeme o takých zvláštnych hviezdach hovoriť v niektoré z ďalších častí sprivedca.

MILAN RYBANSKÝ



Slnečná aktivita

Aktivita Slnka je s ohľadom na fazu cyklu slnečnej aktivity na normálnej úrovni. Wolfovo číslo aj rádiový index permanentne presahujú hodnotu 100.

Sledovacia a predpovedná služba USA (Space Weather Prediction Center) oznámila, že 23. januára o 14:12 UT sa vyskytla na Slnku erupcia triedy M9, najväčšia od roku 2005. Bola spojená s CME – výtryskom koronálnej hmoty smerujúcim k Zemi. Na tomto základe predpovedali výskyt polárnych žiar aj v nižších zemepisných šírkach na 24. januára od 07 do 21 UT. A skutočne, na mnohých miestach sa v uvedenom čase pozorovali mnohé vzplanutia polárnych žiar.



Obrázok urobila posádka ISS nad Nebraskou (USA) smerom na sever, teda v šírke okolo 40°.

Polárne žiare sú vlastne najviditeľnejším prejavom slnečnej aktivity na Zemi. Vznikajú vo vysokej atmosfére pri zrážkach energetických častic zo Slnka s atómmi zemskej atmosféry. Charakteristická zelená farba pochádza z čiarového žiarenia atomárneho kyslíka pri vlnovej dĺžke 557,7 nm. Červená farba je z toho istého atому, ale z iného prechodu, s vlnovou dĺžkou 630 nm. Magnetické pole Zeme rozdeľuje časticie podľa energie. Čím je energia časticie väčšia, tým bližšie k rovniku sa dostane. Najčastejší výskyt polárnych žiar je okolo šírky 65°, kde preniknú slnečné časticie s najčastejšie sa vyskytujúcou energiou (pozri obrázky dole).

V našich šírkach sa podľa štatistik polárna žiara vyskytuje 2- až 3-krát za cyklus slnečnej aktivity.

MILAN RYBANSKÝ



Na obrázku vpravo je polárny ovál nad južným polom Zeme, nafotený zo vzdialejšej družice.



Washingtonské

Vchod do múzea
z National Mall.

Vstupná hala.
V popredí návrhy raket Roberta Goddarda, v strede čiastočne
viďete veliteľský modul
Apollo 11, hore
legendárne lietadlo
Spirit of St. Louis.



Ludia, ktorých zaujíma história leteckva a letov do vesmíru, ktorí sa zaobrajú týmito otázkami bud' profesionálne, alebo len amatérsky, nájdú najviac údajov a dôkazov o začiatkoch a postupnom vývoji dobývania vzdušného a neskôr i kozmického priestoru v dvoch múzeach leteckva a kozmonautiky vo Washingtone D.C. – **National Air and Space Museum a National Air and Space Museum Steven F. Udvar-Hazy Center.**

Obsahujú najrozsiahlejšie a najkompletniejsie zbierky exponátov z tejto oblasti a patria k najnavštievanejším múzeám na svete. Obe sú súčasťou **Smithsonovho inštitútu** (Smithsonian Institution), ktorý združuje ďalších 17 múzeí s iným zamieraním, rôzne galérie, výstavné priestory a tiež zoologickú záhradu.



Spoločný let Apolo 18 – Sojuz 19 z roku 1975,
vpravo Vostok 1.



Pristávací mesačný modul.

National Air and Space Museum

Nachádza sa v centre mesta, nedaleko známeho Capitolu, na National Mall, akejsi 3 km dlhej oddychovej promenáde, ktorá je po oboch stranach lemovaná budovami múzeí, galérií a stavbami rôznych pamätníkov pripomínajúcich významné osobnosti, resp. dejinné udalosti.

Múzeum zahájilo svoju činnosť v roku 1976 pri príležitosti 200. výročia vzniku Spojených štátov amerických. Samotný akt otvorenia bol veľmi zaujímavý a symbolický. Pásku totiž slávnostne prestrihol malý robot, ktorý reagoval na signál z kozmickej družice Viking letiacej k Marsu. Prvým riaditeľom múzea sa stal člen posádky Apollo 11 Michael Collins.

Priestranné výstavné haly sú zaplnené množstvom exponátov, ktoré sú bud' originálne, alebo ide o záložné stroje a prístroje, no taktiež sú tu vystavené rôzne modely a makety predmetov, ktoré sa nezachovali alebo boli znehodnotené. Nie je možné vymenovať a opísat všetky, preto spomienim len tie, ktoré sú z môjho pohľadu najzaujímavejšie.

Najstaršie exponáty z oblasti kozmonautiky tvoria prototypy a modely raket, ktoré zstrojil priekopník amerických vesmírnych letov, konštruktér raketových motorov Robert Goddard (1882 – 1945). Pôsobil v prvej polovici minulého storočia. Výraznejšie úspechy pri konštrukcii nosných raket dosiahol až nemecký a neskôr americký konštruktér Werner von Braun (1912 – 1977). Návštěvníci môžu obdivovať a nahliadnuť do útrob kozmických lodí z programov Mercury (prvý pilotované lety 1961 – 1963), Gemini (lety dvojčlenných posádok 1965 – 1966), Apollo (lety k Mesiacu a na Mesiac 1968 – 1972) a zaujímavý je tiež pohľad na pristávací mesačný modul v skutočnej veľkosti alebo obrovské motory nosnej rakety Saturn 5. Svoje miesto tu má Jurij Gagarin a Vostok 1, taktiež historický spoločný let Apollo 18 – Sojuz 19 z roku 1975, vesmírne laboratórium Skylab, Hubblov vesmírny teleskop, americká družica Vanguard, ktorá mala letieť už pred Sputnikom, no nepodařilo sa ju vyniesť na obežnú dráhu, skafandre astronautov a množstvo ďalších exponátov.

Aj v expozícii leteckva je čo obdivovať. Nachádza sa tu množstvo replík a makiet historicky najstarších lietadiel, medzi ktorými vyniká dvojplošník bratov Wrightovcov – Wright Flyer z roku 1903, ktorý je považovaný za prvé

skutočné lietadlo. Možno ešte zaujímavejšie sú originálne lietadlá – Spirit of St. Louis, na ktorom Charles Lindbergh preleteł v roku 1927 za 33 hodín ako prvý nonstop vzdielenosť z New Yorku cez Atlantický oceán do Paríža, alebo prvé spoľahlivé lietadlo pre osobnú dopravu Douglas DC-3, kokpit Boeningu 747-100B, prípadne prvé nadzvukové lietadlo Bell X-1.

V priestoroch múzea sú zakomponované ďalšie moderné účelové zariadenia slúžiace na výchovu, vzdelávanie, zábavu a tiež na oddych a osvieženie návštěvníkov – veľkoplošné kino IMAX, digitálne planetárium Alberta Einsteina, astronomická pozorovateľňa, obchody so suvenírmami, reštaurácie a bufety.

National Air and Space Museum Steven F. Udvar-Hazy Center

Je novšie, modernejšie, väčšie a priestrannejšie ako múzeum na National Mall. Stojí zhruba 40 kilometrov od centra mesta, nedaleko washingtonského medzinárodného letiska Dulles, čo je

Exkluzívna budova nového múzea postaveného nedaleko medzinárodného letiska Dulles.



múzeá letectva a kozmonautiky

velká výhoda hlavne pri doprave funkčných exponátov po „vlastnej osi“.

Verejnosti bolo sprístupnené v roku 2003 a trochu zvláštny názov je dôsledkom toho, že je pomenované po najväčšom mecenášovi, americkom miliardárovi maďarského pôvodu, ktorý daroval na jeho výstavbu 65 miliónov dolárov.

V obrovských halách sú tu umiestnené prevažne veľkorozmerné exponáty, ktorým dominuje raketoplán Enterprise. Ide o originálny 75-tonový Space Shuttle, ktorý však neboli nikdy vo vesmíre. Chýbajú mu hlavné motory a funkčný tepelný štít. Bol využívaný na testovacie lety v atmosfére. Transportné lietadlo ho vynieslo do výšky 7,5 kilometra, kde sa odpútal a kĺzavým letom pristál na stanovenom mieste. Po niekoľkonásobnom úspešnom absolvovaní takýchto testov bola potvrdená možnosť pristávania raketoplánov ako klzákov.

Raketoplán Enterprise má na ľavom krídle symbolicky (pre lepšiu názornosť a predstavivosť návštěvníkov) označené miesto, kde sa začala deštrukcia krídla a následne i celého raketoplánu Columbia, ktorá sa v roku 2003 skončila katastrofou a úplným zničením tohto vesmírneho vozidla i so 7-člennou posádkou.

Podľa najnovších správ sa uvažuje, že v dohľadnej dobe príde k zmene. Testovací raketoplán Enterprise by mal byť presunutý do múzea v New Yorku a namiesto neho pribudne do Steven F. Udvar-Hazy Center raketoplán Discovery, ktorý bol počas 30-ročnej éry letov raketoplánov (1981 – 2011) najviac využívaný (naliat viac ako 238 miliónov km).

Návštěvníkov upúta i výstava rôznych typov raketových motorov, prehliadka kabín kozmic-

kých lodí, bohatá zbierka medziplanetárnych sond, alebo aj mobilná karanténná stanica, ktorá bola použitá pri návrate posádky Apollo 11 z Mesiačca.

Veľmi bohatá je zastúpená expozícia letectva. Návštěvníci si môžu ozaj vychutnať pohľad zblízka na dnes už nepoužívaný Concorde, alebo Boeing Dash-80, ktorý je prototypom Boeingu 707, krásne vyleštený Boeing 307 Stratoliner Clipper Flying Cloud a veľký počet vojenských prúdových lietadiel. Vo zvýšenej miere sa ľudia pristavujú pri najrýchlejšom prúdovom lietadle „nevidiťom“ Lockheed SR-71 Blackbird a nikto neobídje bez povšimnutia americký bombardér z obdobia druhej svetovej vojny Boeing B-29 Superfortress Enola Gay, ktorý 6. augusta 1945 zvrhol atómovú bombu na Hirošimu. So zmiešanými pocitmi stojia návštěvníci pred sklenenými vitrínkami, kde je umiestnených niekoľko haváriou poznačených súčasti lietadiel, ktoré boli nájdené v ruinách budov World Trade Center po teroristických útokoch z 11. septembra 2001 v New Yorku.

Doplnkové vybavenie múzea tvorí vyhliadková veža, moderná kinosála s technikou IMAX, rôzne letecké simulátory, obchod so suvenírmami a reštaurácia. Pred hlavným vchodom je vybudovaný pamätník a park hrdinov letectva a kozmonautiky.

Kedže múzeum sa nachádza ďaleko od mesta, trochu komplikovaný prístup tam majú tí, ktorí nemôžu použiť osobné auto. Jednou z možností je kombinácia metra a autobusu. Sieť liniek metra je veľmi dobre vybudovaná, rýchlo dopraví cestujúcich do ktorejkoľvek časti mesta. Jednotlivé trasy, ktorých je 5, sú prehľadne farebne rozlíšené. Je potrebné sa dostať na oranžovú trasu a ňou cestovať až na okraj mesta, na zastávku West Falls Church. Tu treba prestúpiť na autobus Washington Flyer Coach Service, ktorý premáva na medzinárodné letisko Dulles. Z letiska je to už len na skok. Do múzea zhruba v hodinových intervaloch chodí minibus spoločnosti Virginia Regional Transit. V súčasnosti je vo výstavbe ďalšia linka metra, ktorou sa v budúcnosti bude možné dostať z centra priamo do múzea.

Už v úvode som spomienul, že washingtonské múzeá letectva a kozmonautiky patria medzi najnavštěvovanejšie múzeá na svete. Ročne ich navštíví 8 – 10 miliónov ľudí zo všetkých končín sveta. Otvorené sú denne, okrem niekoľkých sviatočných dní v roku. Pre úplnosť treba dodať, že v múzeách sa neplatí vstupné. Je to veľká výhoda nielen preto, že sa dajú ušetriť peniaze, ale hlavne preto, že múzeá je možné navštíviť prerusované viackrát denne, prípadne niekoľkokrát počas pobytu v hlavnom meste Spojených štátov amerických.

Mgr. PETER POLIAK



Raketoplán Enterprise.



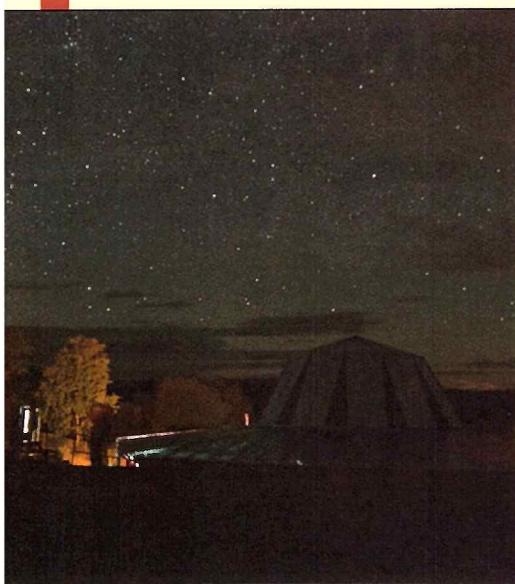
Mobilná karanténná jednotka, ktorá bola použitá pri návrate posádky Apollo 11 z Mesiačca.



Kabina kozmickej lode Mercury.



Pohľad do expozície letectva. V strede americkej bombardér Boeing B-29 Enola Gay.



Na fotografii sú účastníci konferencie pred vstupným portálom do planetária. Budova planetária má zaujímavý tvar, ktorý pripomína klobúk do trópov.



KOLOS 2011 opäť v tradičnom čase

Medzinárodné konferencie KOLOS si už získali tradíciu svojím zámerom a bohatým programom, zameraným hlavne na výsledky štúdia premenných hviezd, v ktorom si však najdú priestor aj problémy časticovej fyziky, prístrojová technika, novinky v pozorovateľských programoch, história astronómie od antiky až po súčasnosť, kozmický odpad, ale aj meteorológia. Taký obsah mala aj v poradí už 5. konferencia KOLOS 2011, ktorá sa začiatkom decembra (1. – 3. 12. 2011) konala v rámci medzinárodného projektu Karpatké nebo. Tradičným hostiteľom a organizátorom na Sninských rybníkoch bola Vihorlatská hvezdáreň v Humennom a všetkých účastníkov srdečne vítal jej riaditeľ Dr. Igor Kudzej, ktorý je otcom myšlienky týchto medzinárodných konferencií a samozrejme aj zostaviteľom vedeckého a odborného programu.

Teraz by som mohol vymenovať hlavné príspevky a zahraničných účastníkov z Českej republiky, Poľska, Ukrajiny a z Ruskej federácie a mal by som typickú správu z konferencie hotovú. V tomto krátkom článku chcem však zdôrazniť iný aspekt, aspekt spolupráce, ktorý sa aktívne realizuje na týchto konferenciach. Počas svojho 5-ročného trvania si konferencie KOLOS získali spolupracovníkov, ktorí nielenže prispievajú do programu konferencie, ale sa podielajú aj na získavaní pozorovacieho materiálu na Observatóriu na Kolonickom sedle, na príprave pozorovacích programov a spoločne publikujú získané výsledky vo vedeckých časopisoch. Medzi spolupracujúcimi inštitúciami môžeme spomenúť Astronomický ústav SAV, Univerzitu P. J. Šafárika v Košiciach, Slovenskú astronomickú spoločnosť pri SAV, Gymnázium Snina, Prešovskú Univerzitu, Technickú univerzitu v Košiciach a Hvezdáreň Roztoky. Veľmi prínosná je už tradičná spolupráca a účasť kolegov z Masarykovej univerzity v Brne. V rámci programu konferencie sme navštívili aj nové planetárium na Kolonickom sedle, kde sa v prehľadovej prednáške prihovoril účastníkom docent

Zdeněk Mikulášek. Budova planetária je dômyselne posadená o päť metrov nižšie oproti hlavnej kupole observatória s 1 m teleskopom, aby vlastne neprekážala pri výhľade na nočnú oblohu.

Na ostatnom KOLOS-e sa zúčastnilo veľa známych kolegov z poľských astronomických inštitúcií, ako napríklad z Astronomického observatória Jagellonskej univerzity v Krakove, ktorá je známa tým, že v rokoch 1491 – 95 na nej študoval Mikuláš Koperník. Musím ešte spomenúť menej známy fakt, že táto univerzita ako prvá v Európe už v roku 1402 založila samostatnú katedru astronómie a matematiky. Z Poľska prišlo viacerí kolegov aj z rôznych popularizačných zariadení, napr. Janusz Jagla – riaditeľ Mládežníckeho observatória astronomickeho v Niropolomicach a Dr. Henryk Brancewicz z Poľskej spoločnosti priateľov astronómie, ktorých som stretol aj na Astrofilme v Piešťanoch. To len dokazuje, že vzťahy medzi astronomickými komunitami oboch krajín sú veľmi aktívne. Z Ruska prišli dva až tri astronómovia zo Špeciálneho astrofyzikálneho observatória, kde sa nachádza 6 m teleskop, ktorý bol dlhé roky najväčším ďalekohľadom sveta. Dr. Iosif Romanyuk bol na KOLOS-e už tretí raz a hovoril o ďalších výsledkoch pozorovania magnetických hviezd na tomto obrovskom ďalekohľade. Už tradične boli na konferencii vo väčšom počte zastúpení aj astronómovia z Ukrajiny, najmä z Odeského astronomickeho observatória a z Odeskej národnej univerzity. Počas konferencie bolo veľa príležitostí aj na neformálne diskusie, no čo treba zvlášť pochváliť v rámci kultúrneho programu, bola pešia túra na Morské oko na Vihorlate. Organizátori tak ukázali zahraničným účastníkom nie len štedrú pohostinnosť a krásnu prírodu, ale aj takmer dokonalú tmu na hraniciach Parku tmavej oblohy Poloniny. Ešte že sme mali na svietenie mobily.

Dr. LADISLAV HRIC
Astronomický ústav SAV

Zomrel Antonín Vítek

Antonín Vítek, CSc., (25. 1. 1940 – 28. 2. 2012) bol pracovníkom Akademie věd České republiky a predným znalcom a popularizátorom kozmonautiky. Ako expert, komentátor a poskytovateľ odborného výkladu vystupoval v rozhlasových a televíznych reláciach. Podieľal sa na množstve popularizačných článkov a kníh, založil a viedol špecializovanú encyklopédii kozmonautiky.

Nekrolog jeho priateľa a spolu-pracovníka Karola Pacnera preberáme zo stránky szaa.org, ktorá ho uverejnila so súhlasom autora.



Tonda zamířil ke své planetce

Dnes dopoledne jsem dostal zprávu: „Toník Vítek se vydal na svou planetku 30253.“ Opravdu výstížení to nemohla moje informátorka vyjádřit.

Čekali jsme to už přes měsíc. Konec ledna upadl Tonda doma do bezvědomí. Potom ho záchranka dvakrát přiváděla k životu. Tahle mnohaminutová existence mimo tento svět musela jeho bezvadně fungující mozek nenávratně poškodit. V nemocnici Na Homolce už ho vzkrísit nedokázali. Od jedenácti let, kdy dostal chřipku, a lékařka mu odmítla dát vzácný penicilín, mu hodoval srdeč. Polehlával po nemocnicích. V polovině sedmdesátých let byl několik let padesátiprocentním invalidou. Po pádu komunismu, kdy naši doktoři získali nové možnosti, mu udělali pětinásobný bypass. I když mu srdce fungovalo, jak říkal, na 30 procent, pořád si užíval života – celé dny trávil u počítače, od kud ho manželka. Nada za dobrého počasí vytahovala na dlouhé procházky, studoval, psal, přednášel, dával rozhovory do všech českých médií. Byl neúnavný, činorodý, nikdy nikoho neodmlítl.

„Buržoazní původ“

Jeho vstup do života nebyl za komunistického režimu snadný. Narodil se 25. ledna 1940 v Praze na Vinohradech v rodině právníka a majitele činžáku – měl tedy „buržoazní původ“, jak to komunisté oklasifikovali. Když se hlásil na studium chemie, měl u přijímače nejlepší výsledky, ale zástupkyně OV KSC č ho chtěla vyškrtnout. Kantoři se nedali a jeho přijetí prosadili. Podruhé měl na kahánku na konci studia, kdy místní komunistická buňka zjistila, že ten chlapec přece jenom studuje, a žádala jeho vyhození. Zasáhl proděkan komunista a dopis odůvraďoval tak, že už nebyl nic platný. Vítek odpromoval. Přijali ho do Ústavu organické chemie a biochemie Čs. akademie věd, který vedl předseda ČSAV a člen ÚV KSC František Šorm. Pod ochrannými křídly Akademie pracovali mnozí lidé nepohodlného režimu, ale Šorm, který dobrě věděl, že potřebuje kvalitní vědec bez ohledu na ideologii, je dokázal vždycky uhájet. V dejvickém ústavu se rychle zabydlel. Dostal za úkol připravovat pro kolegy počítačové programy, brzy se stal prvotřídním programátorem. V polovině osmdesátých let, kdy jako nestraník nemohl dostat vyšší plat, přešel z Dejvic do Základní knihovny ČSAV na Národní třídě. Založil tam odbor informatiky, tedy počítačového zpracování fondů. Zůstal na částečný úvazek i jako důchodce.

Od fyzikální pornografie k vědě

Zájem o lety do vesmíru v něm probudila sci-fi J. M. Trosky o kapitánu Nemovi *Zápas s nebem*, v níž tři čeští odborníci navštívili na palubě Aeronautila některá tělesa sluneční soustavy. „Je to fyzikální pornografie,“ říkal mi, „ale mě přivedla k přemyšlení o vesmíru a k přírodním vědám.“ Seznámili jsme se v létě 1959, kdy student Vítek přišel do redakce Mladé fronty a nabídl své služby. Byl jsem nedůvěřivý, nikdy jsem o něm neslyšel, ale brzy jsem pochopil, že je to nepřeberná studna znalostí, bez níž se nemohu obejít. Tonda

se stal jedním z mých nejbližších spolupracovníků – vyznal se nejen v chemii a kosmonautice, ale i v astronomii, fyzice a v ledařství dalším. Stali jsme se kamarády, scházeli jsme se, aniž jsme potřebovali něco řešit. Rukopisy všech knih o kosmonautice jsem mu dával k přečtení a připomínkování, často tam našel blbosti, na něž by patrně nikdo jiný nepřišel. Mezitím Tonda Vítek s dalšími studenty založil klub Space. Na kurzu kosmonautiky, který probíhal v pražském Planetáriu, se sblížil s Honzou Liškou, studentem architektury, a Frantou Kantorem z elektrotechniky. „Po přednáškách jsme spolu sedávali a dlouho diskutovali. Když kurz skončil, dohodli jsme se, že se budeme scházet dál. Klub jsme tomu ještě neříkali. Na podzim roku 1961 jsme s Honzou v Městské lidové knihovně diskutovali nad časopisem Interávie. Se zájmem nás poslouchal takový červenolící mláděk, a když jsme se zvedli k odchodu, přitočil k nám: To mě hrozně zajímá. Kde jste to sehnali? Řekl jsem mu: Tuhle sobotu se sejdeme ještě s jedním podobným fandou, přijď taky – bydlím v Belgické ulici číslo 26 na Vinohradech. Byl to Pavel Koubský. Souhlasil, a jestli by s sebou mohl vzít kamaráda. Přišel s Petrem Lálou. A tehdy, bylo to 7. října 1961, jsme se rozhodli, že založíme klub SPACE.“ Členové klubu začali sbírat informace o kosmických letech, dokonce se různě specializovali. Jeden Tonda dokázal obsáhnout všechno. A když NASA něco vypouštěla, zapnul si anglické vysílání Hlas Ameriky, případně i magnetofon, takže měl přesné zprávy z první ruky. Až mnohem později se mohl upnout na internet.

„...a přivezte film o Apollu“

Tonda i další psali nejen do Mladé fronty, ale vystupovali i v dalších médiích, zvláště v pražském rozhlasu. V létě 1969, kdy letělo Apollo 11 s prvními lidmi na Měsíc, komentoval tuto událost Tonda s Honzou Kolářem v Čs. televizi. Potom ještě stihli Apollo 12. Víc před kamery nesměli – příliš nadšeně mluvili o Američanech. Nicméně všem spacemanům zustaly otevřené stránky MF a hlavně časopisu Letectví a kosmonautika. Kromě toho všechni přednášeli v Planetáriu či na petřínské hvězdárně i jinde. Tonda s chutí vzpomíval, jak v listopadu, kdy probíhal Měsíc čs.-sovětského přátelství, ho zvali na ruzně besedy a nakonec napul septem v telefonu organizátorky říkali: „A kdybyste s sebou vzal i nějaký film o Apollu.“ Nakonec se každá diskuse zvrhla na americkou kosmonautiku – to



je i moje zkušenosť. Tonda nebyl žádný antisovětčák. Úspěchy sovětských vědců ve vesmíru oceňoval, ale na druhé straně uměl pojmenovat i jejich nedostatky a chyby. Ostatně stejně se choval k Američanům a dalším. Jiří Sixta z nakladatelství Mladá fronta se nebál politických zádrhelů a požádal Vítka, aby spolu s Petrem Lálou napsali *Encyklopédii kosmonautiky*. Vyšla v roce 1982 a základní informace, které obsahuje, platí dodnes. Své reportáže o Apollu zúročil ještě nedávno. Domluvil se s Radioservisem a vydal je tam v roce 2009 pod názvem *Stopa na Měsíci*.

Životní dílo: SPACE 40

Po pádu komunismu přišly Tondovy hvězdné chvíle. Zářil v televizi, v rozhlasu, ve všech denících – každému uměl odpovědět na jakýkoli dotaz. Měl dokonalý přehled o všech kosmických letech, nezaskočila ho žádná otázka z astronomie, ani z té teoretické, ovládal chemii, fyziku a fádu dalších oboru. A podával to tak, že mu rozuměla každá babička anebo dívka, co chodí do tanecnic. Vždycky jsem se divil, kolik informací dokáže jeho mozek zachytit. Nikdy jsem neměl sebemenší pocit, že se v něčem mylil.

Z ostatních popularizátorů mu nikdo nesahá ani po kotníky. V poledne mi jeden známý vyděšeně mejoval: „Co bude s námi všemi, když potřebujeme zasvěcenou pravdivou informaci z kosmu? Hruza! Prázdno!“ To je pravda, tak encyklopédický pohled nemá nikdo.

Když se blížilo 40. výročí startu první sovětské umělé družice, tedy začátek kosmonautické epochy, rozhodl se Tonda, že založí internetovou encyklopédii *Space 40*. Vytvořil obdivuhodné dílo – zaznamenal tam všechna umělá kosmická tělesa, raketky, kosmodromy. Na internetu neexistuje nic podobného, ani lidé v NASA takovou databázi nevytvorili. Její věhlas pronikl i do zahraničí, aníž ji Tonda někde prezentoval. Občas se mně pochubil: „Mejoval mi jeden ruský generál, že v mé encyklopédii něco hledal a našel.“ Jindy mu stejnou poklonu vyznal zase nějaký americký odborník.

Tonda této encyklopédii věnoval denně nejméně pět hodin, taky o víkendech. Hledal spolupracovníky, aby mu vypomohli v některých heslech. Málokdy by s jejich prací spokojen, ale málokdo pro něj dělal delší dobu – je to přece jenom makačka. Ted by bylo zapotřebí, aby v tomto jedinečném díle někdo pokračoval. Nemělo by skončit 26. lednem 2012, kdy dopsal heslo a už víc nemohl. Za dílo, které vytvořil, byl v posledních letech dvakrát oceněn – a toho si hodně vážil. V lednu 2008 mu Akademie věd udělila Čestnou medaili Vojtěcha Náprstka. Následující rok si šel pro cenu Littera Astronomica od České astronomické společnosti.

Peter Kušnírák a Petr Pravec z ondřejovské astronomické observatoře po něm pojmenovali planetku číslo 30253.

Na počest česko-rakouského usmíření

Posledních asi patnáct let jsme s Tondou chodili jednou týdně, kdy pobýval v Praze, na obedy do restaurace Zlatá lyra v Michalské ulici. Debatovali jsme o všem možném, svěřovali jsme se navzájem s našimi zdravotními potížemi. V devadesátých letech, kdy padly všechny přehradky, jsem několikrát zavedl hovor na cestu do USA na start raketoplánu. Tonda odmítal, pro jeho srdce tak dlouhý let letadlem není. Uvažoval jsem i o výpravě lodí, ale nikdy jsem ho k vážným úvahám nepřiměl. Moc mě to mrzelo, kdo jiný než on TO měl vidět na vlastní oči. Když se blížilo půlstoletí kosmonautiky, vymysleli jsme tam seriál pro iDNEs o historii kosmických letů. Měli jsme z něho dobrý pocit. A tak jsme nabídli jeho knižní zpracování Zdeňku Pobudovi z nakladatelství Epoch. Knihu Půlstoletí kosmonautiky vyšla v roce 2008 a v Akademii věd nám ji pokřtil tehdejší předseda prof. Václav Pačes spolu se ředitelem iDNEs Michalem Hanákem. Tonda měl různé propovídky k různým věcem. Na konec oběda jsme si zpravidla objednávali vídeňskou kávu, on to doprovodil slovy: „Na počest česko-rakouského usmíření.“ Tonda, je mi líto, ale tu kávu už si nezopakujeme.

KAREL PACNER, 28. 2. 2012

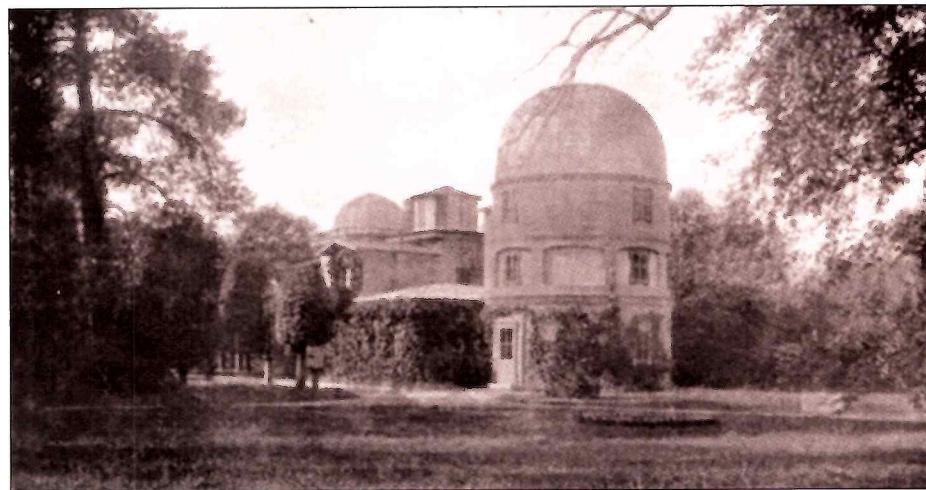
Spomienka na zakladateľa hvezdárne v Hurbanove

Uhorské (maďarské) kráľovské observatóriá v Starej Ďale (Ó Gyalla, Hurbanovo)

napísal **Dr. Mikuláš Thege Konkoly**, ministerský radca, riaditeľ Štátneho meteorologického a geomagnetického ústavu, člen Maďarskej akadémie vied
(v roku 1905)

Doposial' neznámy a zaujímavý dokument o kráľovských vedeckých observatóriach v Hurbanove počas prvých tridsiatich rokov ich pôsobenia zverejnila na internetovej sieti Sécényiho elektronická knižnica v Budapešti. O jeho sprístupnení na internete nás upozornil Dr. Keszthelyi Sándor z univerzity v Pätkostolí (Pécs).

Dokument je o to cennejší, že informácie o observatóriach v Hurbanove v rokoch 1871 – 1905 píše ich zakladateľ Mikuláš Thege Konkoly.



Astrofyzikálne observatórium.

I. Vedecké ústavy

Vedecké ústavy, ktoré sa nachádzajú v Hurbanove a široká verejnosť ich zvyčajne nazývala „hvezdárska veža“, možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín (v súčasnosti obe riadi jeden riaditeľ):

- astrofyzikálne observatórium
- didaktické observatórium

Astrofyzikálne observatórium možno rozdeliť na dve časti:

1. Hlavný ústav, ktorý je na základe založajúcej listiny výlučne zameraný na astrofyzikálny výskum
2. Didaktické observatórium, mimo hlavnej budovy, ktoré je vybavené menšími prístrojmi (okrem heliografu) a plní skôr astrometrické než astrofyzikálne úlohy. Medziiným je tu pasážnik, meridiánový kruh, 12 cm refraktor – vybavený aj hodinovým pohonom a konečne heliograf.

Pri hlavnej budove didaktického observatória sa nachádzajú tri domčeky (pavilóny) s rotujúcim kupolami. V každom z nich je umiestnený teodolit rôznej veľkosti. Kým v každej z troch miestností v hlavnej budove didaktického observatória sa nachádzajú dobre kompenzované kyvadlové hodiny, v malých kupolách študenti vykonávajú svoje pozorovania pomocou chronometrov.

Dejiny ústavu

Vlastník Mikuláš Konkoly Thege svoje astrofyzikálne observatórium založil v roku 1870 a prvé astronomické pozorovania v jeho kupolách začal vykonávať v lete v roku 1871. Hvezdáreň vybudoval

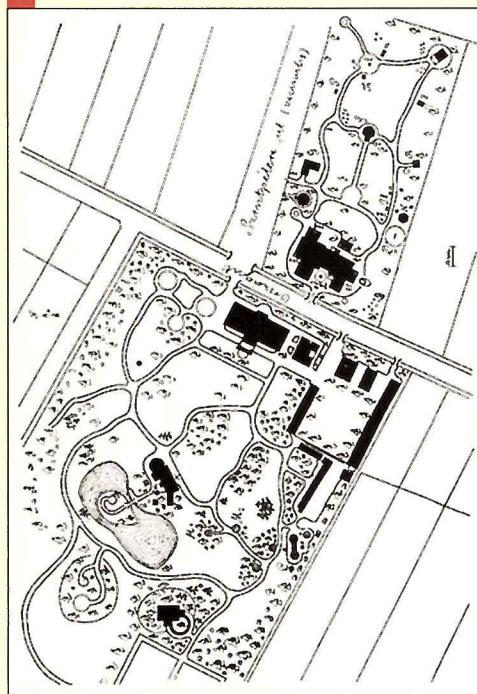
jej vlastník pôvodne na severozápadnej časti svojho obytného domu s 3,5 m otáčavou kupolou. Nachádzali sa v nej 10 cm refraktor Steinheilovho typu a kvalitné kyvadlové hodiny.

Pozorovania boli spočiatku orientované na slnečné škvíry, jasnejšie kométy, na ich spektrá, na slnečné protuberancie a na pozorovania meteorov. Systematicky sa vykonávali aj meteorologické pozorovania. Určovanie času sa spočiatku vykonávalo len pomocou sextantu a chronometra, neskôr pomocou malého pasážnika umiestneného na streche domu.

Ked Konkoly na jar v roku 1874 získal z Londýna 10-palcový Browningov zrkadlový dalekohľad, ktorý sa na dome nedal nainštalovať, bol potrebné postaviť novú hvezdáreň. Na tento účel sa zdal byť najvhodnejší záhradný dom v strede parku. Okrem kupoly, ktorú postavil s využitím jeho mûrov, vybudoval Konkoly aj druhú, železnú. Vlastne od tohto obdobia sa začína rozvoj hvezdárne. V nasledujúcom roku kúpil Konkoly u Merza v Mnichove 6-palcový refraktor, pričom na brehu jazierka postavil tretiu kupolu pre refraktor a 6-palcový umiestnil v železnej kupole. Prístroj na pozorovanie Slnka sa tým dostal na svoje pôvodné miesto.

Súčasne vybudoval aj mechanickú dielňu, a pretože bol sám mechanik, veľké množstvo prístrojov tu sám po domácky skonštruoval. V dielni ústavu skonštruuovali dva chronografy, jedna kompletná montáž pre refraktor, dva hodinové pohony k refraktoru, niekoľko menších dalekohľadov, viac než poltucet rôznych spektroskopov, 3 kyvadlové hodiny a veľa potrebných fyzikálnych pomôcok na prácu v kabínete.

Z obavy, že po smrti hvezdáreň a jej prístroje



Nákres polohy observatórií v Hurbanove.

schátrajú, Konkoly celý svoj majetok (dom, záhradu a celé zariadenie, vrátane hvezdárne) 18. mája 1899 venoval Štátu, pod podmienkou, že hvezdáreň zostane v Staréj Ďale (Ó Gyalle, Hurbanove), a kým on, ako jej zakladateľ žije, bude bezplatne vykonávať funkciu jej riaditeľa.

Meteorologický a geofyzikálny ústav

Meteorologický ústav možno tiež rozdeliť na dve hlavné časti: na meteorologickú a geofyzikálnu časť, ktorá má tri oddelenia: geomagnetické oddelenie, seismické oddelenie a oddelenie výskumu atmosférickej elektriny.

Astrofyzikálne, didaktické a geomagnetické observatórium sú umiestnené v Konkolyho parku a meteorologické, seismické oddelenie, ako aj oddelenie atmosférickej elektriny sa nachádzajú v pavilónoch tzv. meteorologickej záhrady.

Budovy a prístroje

Takmer v centre parku sa nachádza astrofyzikálne observatórium s troma kupolami. Po vstupe do budovy v jej južnej časti, z predsiene sa otvára troje dverí: jedny do tmavej komory, ktorá slúži na fotografické práce, upravené je chemické laboratórium a vľavo schodište do telegrafickej miestnosti, z ktorej sa dal prijať časový signál z Wien-Türkenschanzei a horskej Séchenyiho stanice a z rozdielu času sa dala získať zemepisná dĺžka Hurbanova. Z tohto miesta bola určená aj poloha Gothardovej hvezdárne v Herényi a hvezdáreň baróna Podmanického v Kiskartali. Cez telegrafickú miestnosť možno prejsť do pasážnikovej miestnosti, kde sa nachádzajú Howiúho normálkové hodiny, Arwayov boxchronometer a Gothardov pasážnik spojený s chronografom, pomocou ktorého sa určuje na ústave presný čas. Časové údaje sa dvakrát týždenne telefonicke oznamujú do normálkových hodín Štátneho meteorologického ústavu v Budapešti, ktoré ho ďalej poskytuje Ministerstvu hospodárstva, prostredníctvom ktorého sa každý deň o 12. hodine na poludnie dostáva presný čas do železničných a telegrafných staníc v celej krajine.

Zo schodiska z tzv. starej budovy sa možno dostať na prvé poschodie, do spektroskopickej miestnosti, kde je postavený Gothardov spektroskop, na ktorý premietajú obraz Slnka coelostat.

Na poschodi vo východnej časti hvezdárne sú dve knižnice. Jedna vedie do malej kupoly, v ktorej je umiestnený 120 mm refraktor. Jeho šošovkový objektív vyhotovila firma G. & S. Merz v Mnichove a montáz s hodinovým pohonom firma T. Cooke & Sons z Yorku (Anglicko). Prístroj je skonštruovaný tak, že sa ním dá pozorovať aj Slnko, ale je veľmi vhodný aj na iné astrofyzikálne operácie. Hodiny a chronograf z kupole sú umiestnené v knižnici.

Zo schodiska sa možno dostať aj do západnej kupoly, kde stojí krásny ďalekohľad s vynikajúcou optikou, 162 mm Merzov refraktor, s ktorým univerzitný profesor dr. Radó Kövesligethy pri zostavovaní spektroskopického atlasu *Durchmusterung*, pozoruje spektroskopom aj hviezdy 7 až 7,5 magnitudy. Montáz a hodinový pohon tohto vynikajúceho prístroja je tiež dielom firmy T. Cooke & Sons. Dajú sa naň nainštalovať aj väčšie astrofyzikálne prístroje, spektroskopy, fotometre a pod. Aj v súčasnosti s ním dr. Terkán a dr. Tass pracujú Zöllnerovým astrofotometrom. Prístroj je vybavený aj doplnkami na astrometrické pozorovania. Na osvetenie vláknového kríža sú na ňom nainštalované elektrické lampy a dva krásne poziciometre a Merzov-Secchiho polarizačný helioskop.

Laboratórium

V chemickom laboratóriu je veľmi kvalitná ortufová výveva. Tú riaditeľ (Konkoly) pred rokom využíval v kabíne na svoje spektroskopické pozorovania. Jej čapy s rozprávkou starostlivostou zbrúsil dokopy on sám. Okrem digestória sa tu nachádza váhová skriňa, veľká skriňa s pomocnými prístrojmi a jedná váhy. Smerom na sever od laboratória možno prejsť znova do druhej malej fotokomory, v ktorej Emil Czuczy denne vyvolával fotografie Slnka.

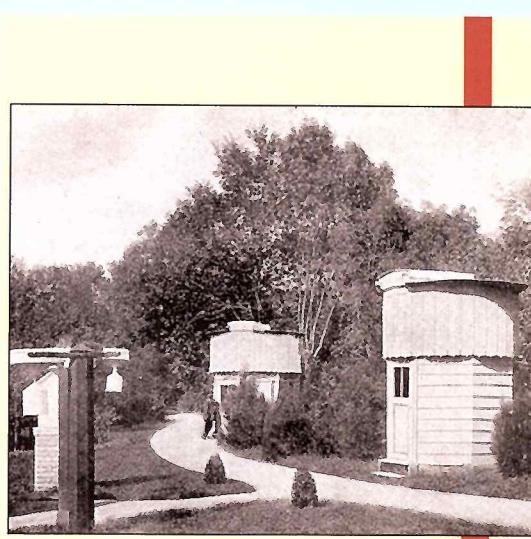
Smerom na východ od laboratória možno prejsť do veľkej fyzikálnej sály, v ktorej sa vo veľkej skriňi nachádza osemnásť spektroskopov a iné druhy fyzikálnych pomôcok. V prostredku sály je veľký experimentálny stôl, medzi dvoma oknami ďalší stôl, pred ktorým je v stene prevŕtaný malý otvor, cez ktorý jeden z heliostatov premietá slnečné lúče do sály.

Mechanická dielňa

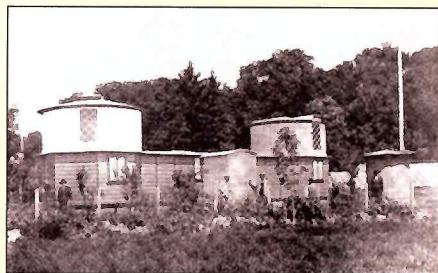
Od sály na východ sa nachádza mechanická dielňa, v ktorej sú okrem sústruhu plynové zariadenie a vodné čerpadlo. Smerom na východ vedie cesta do spodného traktu veľkej budovy. Tu sú uskladnené niektoré prístroje, ktoré sa nepoužívajú. V strede sa dovysoka týči obrovský pilier, bez toho, aby sa dotýkal podlahy alebo stropu, aby sa chvenie neprenieslo na veľký refraktor, ktorý spočíva na jeho vrchole. V pilieri v dolnom trakte sú do zabudovanej priehlbiny vsadené normálkové hodiny firmy T. Cooke & Sons.

Kupola

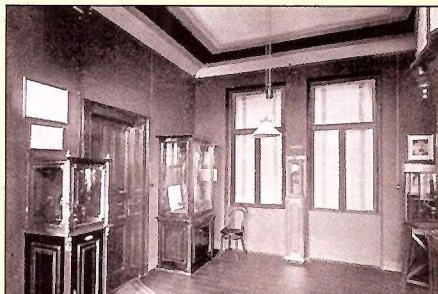
Okolo piliera sa točia dohora voľne stojace točité schody do kupoly. Na prvom poschodi sú uložené trojnožky, meteorskopy a dve skrine, v ktorých je uskladnený veľký spektroskop a spektrograf. Z tejto miestnosti po točitých schodoch možno prejsť do 7-metrovej miestnosti kupoly, ktorá sa napriek svojej asi 6-tonovej váhe hýbe tak ľahko, že ju v jednom prípade pootočilo aj malé štvorročné dievča. Štrbina, cez ktorú sa uskutočňujú pozorovania, je široká 1 m a rozpriesiera sa od horizontu po zenit. Jej uzávieracia časť väzíaca 0,7 tony sa pohybuje s takou ľahkosťou, že musí byť stále uzamknutá, aby ju viesť neotvoril. Táto kupola ochraňuje pred poveternostnými zmenami 254 mm refraktor s ohniskovou vzdialenosťou 4 m 24 cm. Tento obrovský prístroj, ktorý navrhli sám Konkoly v roku 1882 a vyhotovili ho traja mechanici vo svojej dielni v Hurbanove, poskytol najviac služieb pre maďarskú astronómii. Ďalekohľad bol v tom čase skonštruovaný len na vizuálne ciele, pretože fotografovanie bolo ešte v plienkach. V roku 1905 ho teda prestavali a pridali k nemu astrofotograf, objektívov šošovku s priemerom 160 mm a ohniskovou vzdialenosťou 2 m 25 cm. Veľký objektív a šošovky hľadáčikov 100 mm a 80 mm vyrobila firma G. & S. Merz v Mnichove. Veľký prístroj sa dostať na štíhlý pilier, ktorý sa končí pod podlahou na 8 000 kg trojnožke, je prípevnený na spone, ktorá je nosníkom polárnej osi. Os možno otáčať ručne z hocíckej strany. Ak si to pozorovateľ želá, môže ju pretáčať aj hodinový pohon, ktorý je umiestnený na severnej strane piliera. Na okulárovom konci tohto veľkého prístroja je v súčasnosti nainštalovaný Knorreho vláknový mikrometer a na spodnom veľkom hľadáčiku je pointačný okulár. Hore na konci kónického ďalekohľadu objavíme konečne obrovský astrograf. Odčítanie delených kruhov a všetky jemné pohyby a nastavenia sa vykonávajú



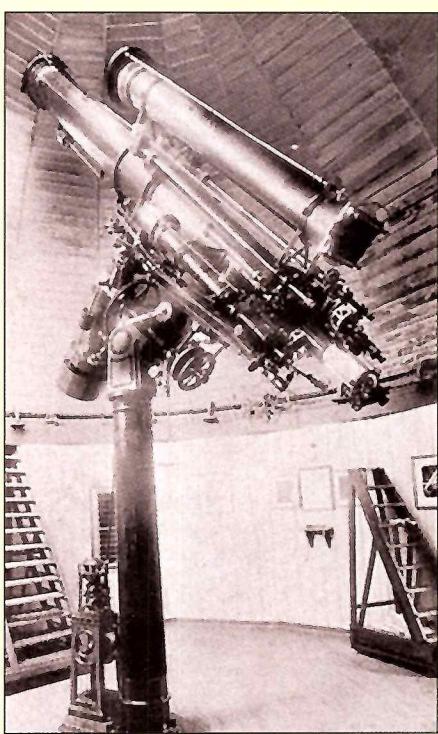
Steinheil-Konkolyho astrograf a kupoly.



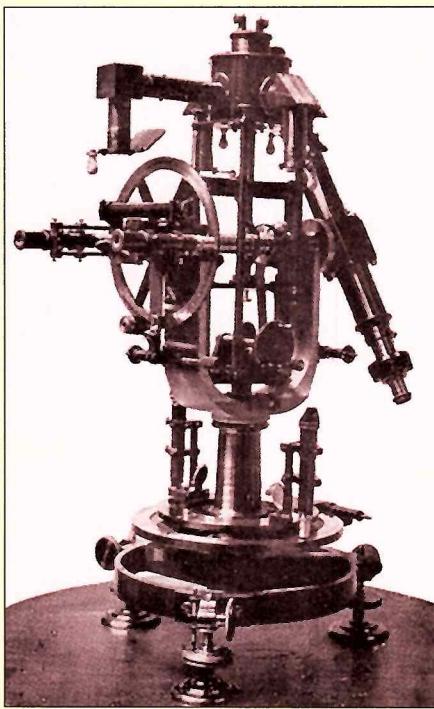
Malá americká hvezdáreň s dvoma kupolami.



Miestnosť vo veži observatória.



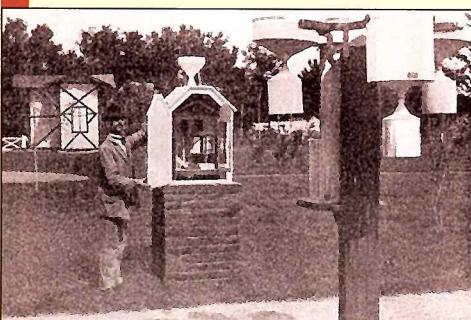
Veľký refraktor.



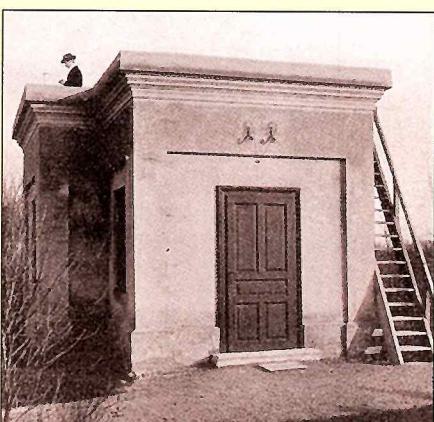
Konkolyho Breihauptov velký „Universal“ (teodolit).



Teplometry na registráciu vlhkosti pôdy.



Zrážkomery.



Elektrometrický pavilón.

od okulárového konca dalekohľadu pomocou kľúčov a dlhých mikroskopov. K prístroju patrí cca 22 okulárov s rôznym zväčšením, od 42- po 942-krát. Prístroj je doplnený rôznymi astrometrickými prístrojmi, väčším pozičným mikrometrom, Knorreho deklinografovom, kruhovým mikrometrom a pod. V kupole sa nachádzajú kyvadlové hodiny, ktoré skonštruoval vlastnoručne Konkoly, riaditeľ observatória. Sú vybavené elektrickým sekundovým kontaktom, ktoré poháňa vedľajší chronograf.

Dva dôležité a cenné prístroje sú postavené v dvoch kupolách mimo hlavnej budovy. V jednom je Steinheľov-Konkolyho astrograf na paralaktickej montáži s hodinovým pohonom, s ktorým dr. Lajos Terkán alebo Emil Czuczy, každý deň, ak je jasno, fotografiajú Slnko, a pomocou komparátora v jednej veľkej miestnosti v hlavnej budove zmerajú polohy slnečných škvŕní. Napriek tomu, že expozičný čas pri fotografovaní zriedka presiahne stotinu sekundy, prístroj má hodinový pohon, ktorý skonštruoval riaditeľ Konkoly. Fotografie Slnka majú priemer 6 cm a ich záznamy sa robia na Schleussnerove fotoplatne.

V druhej kupole je veľký Töpferov fotometer (Potsdam), ktorých je na svete nanajvýš 6 kusov. Pomocou nich pozorovateľ určuje intenzitu svetla hviezd (hviezdu veľkosť), ktorú vždy spája s intenzitou normálnej hviezdy. Absolútnej klasifikácia sa uskutočňuje pomocou petrolejovej lampy, hoci Emil Czuczy II., adjunkt hvezdárne, vlastnoručne vytvoril k malému Zöllnerovmu fotometru Nerzovu lampa, ktorá sa mimoriadne ujala, takže, keď sú řeři vybraných hviezd odporúčajú pomocou veľkého fotometra, veľkú petrolejovú lampa pravdepodobne odináštalujú a namiesto nej použijú oveľa čistejšiu Nerzovu lampa. Aj tento prístroj sa systematicky využíva.

Americká hvezdáreň

V parku smerom na juh stojí malá americká hvezdáreň s dvoma kupolami a s dvojštíbinovou pasážnikovou miestnosťou. V lete k nej pristavili ešte dve kupoly, v ktorých sú dva väčšie teodolity. Je to didaktická hvezdáreň, kde si poslucháči budepešťianskej univerzity prakticky osvojujú zručnosti v astronomických pozorovaních. Vo východnej kupole je na paralaktickej montáži postavený 120 mm reflektor s ohniskovou vzdialenosťou 180 cm, ktorej objektívová šošovka pochádza tiež od Merza. K refraktoru je pripojený kvalitný hodinový pohon, ktorý viedie dalekohľad proti smeru rotácie Zeme. Prístroj disponuje aj kruhovým mikrometrom na astrometrické pozorovanie, jedným klinovým fotometrom, helioskopickým okulárom a desiatimi okulárami so zväčšením od 40- do 250-krát, s ktorými Ernő Massányi, asistent meteorologického observatória, v istom období vytvoril prekrásne kresby Jupitera.

V západnej kupole je veľký fotografický dalekohľad na paralaktickej montáži, vybavený tiež zariadením „vella“, ktorý riadi Villerceauov hodinový pohon. Medzičasom sa prístroj prestavali na vizuálne pozorovania, aby pomocou neho mohli študenti pozorovať slnečné škvŕny. V strednom trakte, v tzv. pasážnikovej miestnosti, sú postavené dva na juh orientované prístroje a na konci v západnej časti miestnosti 50 cm meridiánový kruh s otvorm s priemerom 65 mm. Pomocou 4 mikroskopov umožňuje odčítavať sekundové údaje. Prístroj pochádza z dielne Christiana Starkeho z Viedne. Na východnom pilieri je umiestnená pasážniková trubica so 40 mm štrbinou so zariadením na jej rýchle preklopenie. Medzi dvoma meridiánovými prístrojmi sú na kamennom pilieri ortuťou kompenzované kyvadlové hodiny, oproti nim je chronografický stôl a telefón, ktorý spája jednotlivé miestnosti a Budapešť.

Okrem dvoch kupol mimo hlavnej budovy slúžia na didaktické ciele ešte tri ďalšie. V západnej je umiestnený krásny Breihauptov veľký „Universal“. Jeho kruhy majú priemer 25 cm a pomocou dvoch mikroskopov umožňujú odčítavať jednotlivé sekundy. Okulár je vybavený vláknovým mikrometrom, ktorý je osvetlený elektrickou lampou. Odčítanie údajov z kruhov sa vykonáva pomocou ručnej lampy. Na osi nastavený sklon zostáva na prístroji nezmenený počas celého pozorovania. Vo východnej kupole sa nachádza „Universal“ (teodolit), ktorý v roku 1876 skonštruoval Konkoly a v roku 1905 ho celý zmodernizoval. Je o niečo menší (ako Breihauptov) a je určený pre študentov začiatočníkov. Tento prístroj je vybavený mikroskopmi od Heusoldta, na ktorých je stupnica vyznačená ryhami na skle. Benzínovú lampa nahradil jeho konštruktér už tlejivou, ktorá osvetli naraz všetky 4 mikroskopy, obe libely, priezorník a obe nóni. A konečne v najmenšej kupole sa nachádza o niečo starší Mayersteinirov Universal, vybavený taktiež elektrickým osvetlením. Medzi kupolami sú postavené ešte dva ďalšie piliere, na ktoré študenti pri pozorovaniach môžu postaviť aj štvrtý Lamontov teodolit alebo zrkadlový kvadrant, prípadne sextant.

Oblasti činnosti

Obsahom súčasnej práce hvezdárne (1905) je hlavne astrofotometria, spektroskopia, výskum povrchu Slnka, štúdium slnečnej chromosféry, pozorovanie meteorov, fotografovanie hviezodkôp a hmlovín, spektroskopické a spektrálnofotometrické pozorovania v kabíne, a všetky pozorovania, ktoré patria do fyzikálnej astronómie. Napokon je to aj určovanie času pomocou pasážnikov pre vlastnú potrebu hvezdárne, ako aj naplnenia týchto požiadaviek pre celú krajinu.

Zamestnanci

Súčasné osadenstvo ústavu (1905): riaditeľ: Dr. Mikuláš Thege Konkoly, ministerský radca. Zástupca riaditeľa: dr. Radó Kövesligethy, riadny profesor královskej univerzity. Pozorovateľ: prof. Antal Tass. I. adjunkt: dr. Lajos Terkán. II. adjunkt: Emil Czuczy, diplomovaný inžinier. Laborant: János Tóth.

Zemepisné súradnice observatória v Starej Čale (Hurbanove) sú nasledovné: zemepisné dĺžka od Greenwichu: 1 h. 12 m. 46 s. (18° 11' 30''); zemepisná šírka 47° 52' 30''; nadmorská výška 111 m.

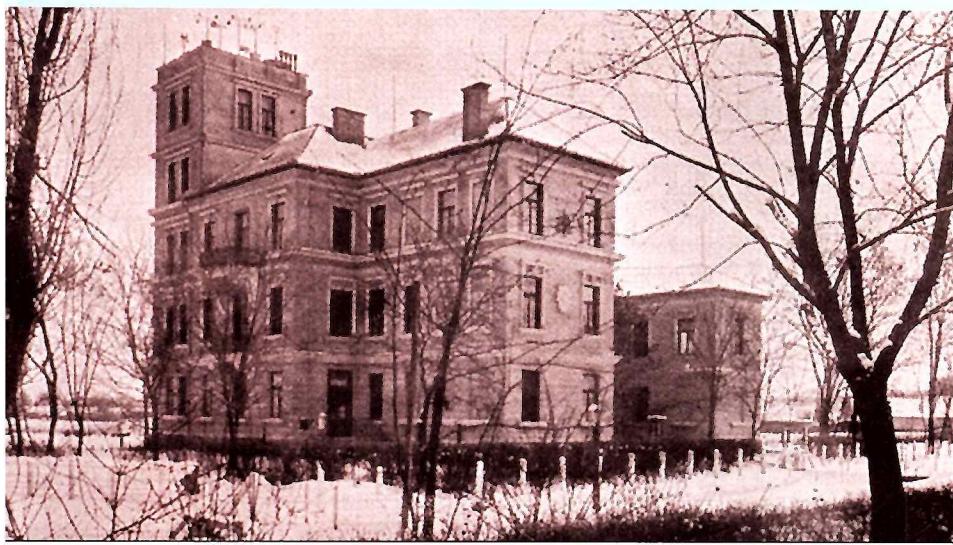
II. Meteorologické a geomagnetické observatórium

Meteorologické pozorovania

Meteorologické pozorovania v Starej Čale sa vykonávali ešte pred založením astronomického observatória. Od roku 1869 sa spočiatku údaje o meteorologických pozorovaníach posielali do K. Meteorologische Centralanstaltu na Favoritenstrasse vo Viedni, pretože v Maďarsku v tom čase ešte meteorologický ústav neexistoval.

Pozorovateľské prostriedky vtedy predstavoval Sattlerov (Viedeň) Fortin barometer, Augustov psychrometer (na meranie relatívnej vlhkosti vzduchu), zrážkomer, teplomer a veterálna ružica. Všetky prístroje boli Konkolyho vlastníctvom.

S rozvojom hvezdárne sa rozširovalo aj meteorologické observatórium. V roku 1870 keď vznikol v Budapešti MK Meteorologický ústav, jeho riaditeľ dr. Guidó Schenzl sa s Konkolum priateľsky zblížili



Maďarské kráľovské meteorologické a geomagnetické observatórium.

a začali spolupracovať. Výsledkom tejto spolupráce bol v polovici sedemdesiatych rokov vznik detašovanej geomagnetickej stanice v Starej Ďale.

V septembri v roku 1890, keď Mikuláš Thege Konkoly prevzal v Budapešti funkciu riaditeľa MK Meteorologického ústavu v Budapešti, premiestnil geomagnetické variačné prístroje do Starej Ďaly. V nasledovnom roku vybavil stanicu automatickým meračom atmosférického tlaku, termografom, meračom smeru vetra a jeho rýchlosťi. Všetky tieto prístroje si vyžadovali aj miesto na inštaláciu. Zvlášť obťažné bolo umiestiť v blízkosti 80- až 90-ročných stromov veterné ružice. Na tento účel v juhozápadnej časti parku dal vybudovať 9 m vysokú terasu. Keď začala chátrat, oproti riaditeľovmu kaštielu, kde stojí dnes palác observatória, dal postaviť 16 m drevenú vežu.

Vtedy prevzalo ústav ministerstvo poľnohospodárstva, ktoré sem vyslalo 4 pracovníkov. Vtedajšie pozorovania sa prevažne orientovali na pozorovanie s nasledovnými prístrojmi: barometer, normállový teplomer, suchý a vlhký teplomer (psychrometer), 3 pôdne teplometry, pozorovanie smeru a rýchlosťi vetra, pozorovanie oblakov a priebehu oblačnosti, merania dvoch zložiek geomagnetizmu, sledovanie zrážok, radiačný a insolačný teplomer.

Pozorovania sa vykonávali každý deň ráno o 7. hodine, poobede o 14. hodine a večer o 21. hodine.

Prístroje

Na pozorovania sa využívali nasledovné regis- tračné prístroje: barograf, termograf, aktinograf (prístroj na stanovenie intenzity priameho slnečného žiarenia), hygrograf (vlasový vlhkomer), prístroj na registráciu smeru a rýchlosťi vetra (anemometer), ombrograf (prístroj na meranie úhruvu zrážok), regis- trátor žiarenia.

V niektorých prístrojoch treba meniť záznamovú pásku týždenne, v iných denne, ale hodinové značky treba zaznamenať na pásku každý deň na poludnie.

Základný kameň meteorologickej stanice bol položený v roku 1899 a jeho slávostné otvorenie sa uskutočnilo 30. 9. 1900. Časť pozemku potrebného na výstavbu observatória – 2,5 maďarských holdov (cca 1,1 ha) – daroval štátu riaditeľ Konkoly, časť vykúpil štát od obce. Časť budovy je poschodová, jej severovýchodná časť je dvojposchodová, veža je štvorposchodová a jej najvyššie platô je 22 m vysoko. Konkolumu viacerí vytýkali, že observatórium umiestili do Starej Ďaly, avšak prof. dr. J. M. Pernter, dvorný radca a riaditeľ Meteorologische und Geodynamische Anstalt, sa k podmienkam existencie observatória v Starej Ďale vyjadril takto: „Dieser Ort ist mehr als ein Ideal für meteorologische Beobachtungen.“

Na prízemí observatória sa nachádza strojová a akumulátorová miestnosť, byt pre dvoch zamestnancov a úradného sluha a smerom na juh menšia pozorovateľská miestnosť. Na prvom poschodej je ďalšia kancelária, veľká kancelária, dve menšie kancelárie, kancelária predstaveného ústavu, hostovská izba, mechanická dielňa, chemické laboratórium, sklad prístrojov a tmavá komora. Na druhom poschodej je muzeálna miestnosť s početnými meteorologickými, astronomickými a inými starozitnosťami, ktoré riaditeľ získal darom na svojich pracovných cestách, ďalej sklad a baliareň a veľká fyzikálna sieň, uprostred s veľkým experimentálnym stolom a veľkými prístrojovými skriňami popri jej stenách. Z fyzikálnej siene možno vyjsť do miestnosti veže. Tu je knižnica, dva chronografy s kontaktnými hodinami a nevyhnutným príslušenstvom na registráciu rýchlosťi vetra. Na tretie poschodie vedú železné točité schody, kde je tiež zriadená knižnica. Z nej sa dá prejsť ďalšími točitými schodmi na štvrté poschodie. Tu sa nachádza Aedieho-Monroov prístroj na registráciu rýchlosťi vetra, ktorý zaznamenáva rýchlosť a smer vetra na valec potiahnutý regiszračným papierom. Vo východnej časti miestnosti je Dinesov Air-tube-compressor, ktorý registruje tlak vetra. V severovýchodnej časti miestnosti je postavený fix-Robinson a regiszračný prístroj smeru vetra. Všetky spomenuté prístroje Air-tube-compressor, fix-Robinson, Aedie-Monroov prístroj, ako aj jeden z chronografov na druhom poschodej vyrobil podľa projektov a konštrukčných návrhov riaditeľa Konkolyho vedúci mechanickej dielne János Klassohn so svojimi spolupracovníkmi. Konečne možno vystúpiť na terasu veže, kde sú snímače rýchlosťi a smeru vetra (anemometre), rotujúce Robinsony, fix-Robinson a Air-tube-compressor. Na balustrade veže je snímač na žiarenie Slnka, maximálny teplomer na slnečné žiarenie a insolačný autograf. Na terase veže je obrovský hromozvod, s ktorým sú vzájomne spojené všetky regiszračné snímače. Hromozvodmi sú tiež zabezpečené všetky budovy observatória.

Meteorologická záhrada

V meteorologickej záhrade, ktorá sa nachádza smerom na juh od budovy ústavu, je vytvorený malý kopiec, v ktorom sú zapustené pôdne teplometry. Teplometry ukazujú teplotu pôdy na jeho povrchu a v hĺbke 10, 50, 100, a 200 cm. Je samozrejmé, že stupnice teplomerov sú nad úrovňou pôdy, aby sa dali odčítať. Pred slnečným žiareniom a zrážkami ich chráni drevené tienidlo. Teplota ovzdušia sa meria vo dvoch meteorických búdkach, jedna z nich je tzv. anglická búdka. Búdky sú pred slnečným svet-

Starodálské (Hurbanovské) observatórium v čase, keď bolo ešte súkromné vydalo nasledovné ročenky:

1. *Beobachtungen, angestellt am astrophysikalischen Observatorium in Ö-Gyalla in Ungarn, herausgegeben von Nicolaus von Konkoly, I-XV. Bd.*

I. zväzok vyšiel v rokoch 1872 – 1879, II. zväzok v roku 1879, III. zväzok v roku 1880, IV. zväzok v roku 1881, V. zväzok v roku 1882, VI. zväzok v roku 1883, VII. zväzok v roku 1884, VIII. zväzok v roku 1885, IX. zväzok v roku 1886, X. zväzok v roku 1887, XI. zväzok 1888, XII. zväzok v roku 1889, XIII. zväzok v roku 1890, XIV. zväzok v roku 1891 a XV. zväzok obsahuje napozorované údaje v roku 1892. Tieto pozorovania sú astrofyzikálne a astrometrické. Astrofyzikálne obsahujú početné podrobne spektrálne pozorovania komét, stálic, meteorov, topografické štúdium planéty Jupiter a Mars, systematické pozorovania Slnka a mikrometrické určovania poloh slnečných škvŕn. Astrometrické poskytujú informácie o miestnom určovaní času, prechodoch planét, zákrytov hvezd na základe meridiánových pozorovaní, pozorovanie meteorov za účelom určenia ich radiantov, mikrometrické merania dvojnásobných a viačnásobných hviezdnych sústav.

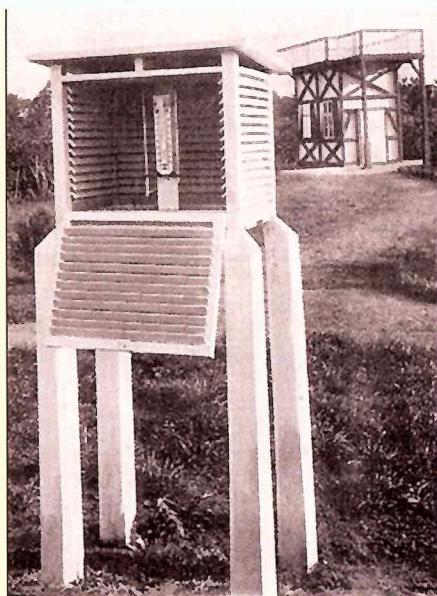
2. *Astrofyzikálne a meteorologické pozorovania na observatóriach v Starej Ďale.* Série starších zväzkov XVI – XXI, nová séria zväzkov I. a II. v maďarskom a nemeckom jazyku. Obsahujú pozorovania slnečnej fotosféry a meteorov v rokoch 1893 – 1898.

3. *Pozorovania uskutočnené na MK Konkolyho astrofyzikálom observatóriu – časť, ktorá sa venuje pozorovaniám povrchu Slnka a určovaniu dráh meteorov.* III. zväzok novej série po maďarsky a nemecky. 3. číslo obsahuje aj pozorovania poštátneného observatória, avšak len sčasti. Hlavným programom Štátnej hvezdárne pod vedením Konkolyho bola doteraz vizuálna fotometria. Najnovšie vzbudzuje zaujem o túto oblasť astrofyziky mnoho významných astronómov. Aj hvezdáren v Starej Ďale sa snažila udržať úroveň tejto medzinárodnej výzvy v dvoch smeroch: na základe presných meraní určiť zmeny jasnosti premenných hviezd, premenné čo najprecíznejšie vniest do katalógu a vytvoriť fotometrický katalóg u nás viditeľných hviezd v zónach južnej oblohy.

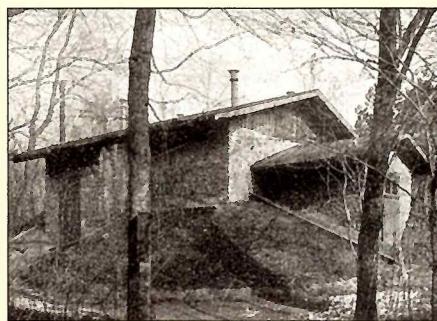
Štátna hvezdáren doteraz vydala 6 menších vydani pod názvom Malé vydania pozorovaní uskutočnené na MK Konkolyho astrofyzikálom observatóriu:

1. Barón Béla Harkányi: *Fotometrické pozorovania Nova Persei (3. 1901) na starodálskom observatóriu* (práca bola po prvýkrát publikovaná v Természettermadányi Értesító XIX. zväzok 3).
2. Dr. Lajos Terkán: *Teória refrakcie a extinkcie*.
3. Antal Tass: *Fotometrické pozorovania S. Sagitae a T. Vulpeculae* (v maďarskom a nemeckom jazyku).
4. Dr. Lajos Terkán: *Pozorovania meteorov vykonané na jednom mieste – odvodenie a výpočet 251 radiantov z 1641 meteorov napozorovaných v Starej Ďale* (Hurbanove, v maďarskom a nemeckom jazyku).
5. Ernő Massányi: *Príspevky k história pozorovaní Jupitera* (v maďarskom a nemeckom jazyku).
6. Dr. Lajos Terkán: *Určenie teploty hvezd stálic pomocou Zöllnerovo kalorimetra* (v maďarskom a nemeckom jazyku).





Teplomer v tzv. anglickej meteorologickej bûdke.



Geomagnetické observatórium.

Ukážky z výpočtov zo starodálskych pozorovaní, normálové poveternostné konštanty:

1.

30-ročné priemery atmosférického tlaku, vzáhujúce sa na 113,3 m nadmorskej výšky (v mm):

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ročný
755,4	754,3	750,2	749,7	760,7	750,8	751,0	751,3	753,0	752,9	752,7	753,9	752,2

2.

30-ročné priemery teploty v °C

(velká Wildova meteorologická bûdka):

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ročný
-2,5	-0,5	4,2	10,4	15,1	18,7	21,1	19,9	15,9	10,4	4,2	-1,1	9,65

3.

30-ročné priemery zrážok (v mm):

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ročný
32,1	30,0	39,5	49,2	69,8	62,6	49,9	51,0	47,8	60,1	43,10	45,2	580,2

4.

10-ročné priemery relativnej vlhkosti (%):

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ročný
87,0	83,0	75,0	72,0	78,0	77,0	76,0	76,0	79,0	85,0	86,0	89,0	80,0

5.

Prevládajúci vietor je severozápadný a juhovýchodný. Prvý nastáva v zimnom a druhý v letnom ročnom období. Priemerná rýchlosť vetra je 3 m/s, najvyššia rýchlosť 19 m/s (hodinový priemer), jednotlivé nárazy vetra môžu dosiahnuť až 30 m/s.

6.

Priemerná dĺžka slnečného svitu je 1 958 hodín, priemerné ročné vyparование je 367 mm.

7.

Geomagnetická deklinácia v septembri 1905 bola $7^{\circ}2'$ na západ, inklinácia bola $62^{\circ}26'$.

lom obtiahnuté a chránené žalúziami, cez ktoré voľne prechádza vzdušné prúdenie. Druhá búdka je oveľa väčšia, pretože okrem psychrometra (ktorý sa odčítava denne) a maximum-minimum teplomerov sú tu umiestnené dve sady termografov a hygrografov, ako aj Lambrechtov pyrometer. Jeden z väčších modelov je s dennou výmenou záznamového papiera (ktorý sa spracúva) a druhý normálny model slúži na to, aby v prípade zastavenia hodinového pohunu nebola registrácia prerušená. Tieto elektrické regiszračné prístroje sú neustále ventilované. Ventilátor poháňa elektrický prúd. Celé toto zariadenie skonštruoval Emil Czuczy, adjunkt astrofyzikálneho observatória.

Veľká pozornosť sa venuje aj meraniu zrážok. Na jednom pilieri sú postavené tri zrážkomery: 2 normálneho tvaru a 1 Anderkóov. Okrem nich nepretržite pracujú 2 automatické zrážkomery: Hellmannov a Anderkóov, ktorí zároveň registruje aj množstvo snehu.

Na južnom okraji meteorologickej záhrady je osemuholníkový pavilón Camera obscura, ktorý slúži na štúdium zmien oblačnosti a v kvalitnejšej podobe nahradzuje zvyčajný nephoscop (na meranie výšky, rýchlosťi a smeru oblakov). V tmavej miestnosti je postavený kruhový otáčavý stôl, ktorého okraj je rozdelený na 360 stupňov. Na povrchu stola sú nakreslené 2 cm kocky. Jednu z koordinát nastavia rovnobežne s pohybom oblaku a sekundovými hodinami odčítajú jeho rýchlosť. Stupňové delenie orientované podľa svetových strán umožní získať čo najpresnejšie údaje o smere pohybu oblakov.

Prístroje na regiszáciu zemetrasenia

V strede záhrady stojí osemuholníkový pavilón s predsieňou, v ktorom sú na obrovskom betónovom bloku, odizolovanom od podlahy, prístroje na regiszáciu zemetrasenia. V pavilóne je niekoľko Boscheho prístrojov, tzv. Strassburger Schwerependel, z ktorých dva sú v prevádzke: jeden v smere sever-juh a druhý v smere východ-západ. Tieto slúžia skôr na mikroseismické ciele. Druhý Vicentini-Konkolyho prístroj s obrovským kyvadlom sa skladá z dvoch častí. Jedna zaznamenáva horizontálne vlnenie a druhá časť zaznamenáva vertikálne nárazy na začmuňený pás papiera. Vedľa nich visia kontaktové hodiny, ktoré každú minútu osobitným značkovačom urobia zášnam na zadymenom papieri. Horizontálne kyvadlo Vicentini-Konkolyho je také citlivé, že ak z 2-metrovej vzdialenosť čo len fúkneme naň, regiszračné ihly zaznamenajú na papieri obrovské výchylinky, napriek tomu, že závažie, ktoré na ňom visí, má hmotnosť 110 kg.

Vo východnej časti záhrady je ďalšia búdka so žalúziami, v ktorej je umiestnený regiszátor na meranie vyparowania. Je to obyčajná listová váha, vo väčšom vydaní, s tým rozdielom, že na mieste listu je nainštalovaná veľká tŕka naplnená vodou. Ručička v gramoch udáva množstvo vyparenej vody.

Ďalej sa dostávame k meteorologickej búdke, ktorá sa dá posunúť na kolajnicach. Tu je nainštalovaný fotografický prístroj s azimutálnym pohybom a jemnými pohybmi s dvomi kamerami. Menší je vybavený objektívom na 9×12 cm platne a druhý so Steinheilovým Orthostigmatom na 16×21 cm platne. Ten slúži na fotografovanie zaujímavejších úkazov.

Elektrometrický pavilón

Pred nami je elektrometrický pavilón, v ktorom sa nepretržite regiszruje atmosférická elektrina. Domček je vybudovaný v talianskom štýle bez

strechy s asfaltovou terasou, z ktorej je voľný pohľad všetkými smermi. V budove je elektrograf, ktorý fotografickou metódou systematicky regiszruje zmeny atmosférickej elektriny. Meranie elektrickej potencie sa uskutočňuje Mascart-Thomsonovým kvadrantovým elektrometrom a ako snímač na observatóriu sa už vyše roka používa rádium. V druhej miestnosti sú uložené rôzne prístroje. Smerom na juh od elektrometrického pavilónu stojí ďalšia drevená stavba s terasou, ktorá slúži na pozorovanie meteorov, ktoré sa vo hvezdárni už od jej založenia vykonávali s obrovským nadšením. Riaditeľ Konkoly aj zo svojho majetku v Nagytagyosi pri Tate, vzdialenejho vzdúšnu čiarou asi 35 km od Staréj Ďaly (Hurbanova), uskutočňoval tzv. korešpondujúce pozorovania s hvezdárňou v Staréj Ďale. Pri tomto spôsobe pozorovania veľkú pozornosť venovali meteorom, ktoré sa rozsvietili vo vzájomnom smere od jedného pozorovateľa k druhému. Pozorovania sa uskutočňovali modifikovanými meteoroskopmi Littrowa. Konkoly vo svojej záhrade v Nagytagyosi, postavil tiež na tento účel terasu, ktorá najmä smerom na Starú Ďalu poskytovala výnimočne voľný pohľad.

Na juhovýchodnom konci záhrady sú ešte dva zaujímavé prístroje. Malý polariskop, s ktorým Mikuláš Thege Konkoly ml. obvykle pozoroval polárne svetlo modrej oblohy a Zeissov (Jena) stereoskopický výškomer, ktorým sa dala určiť výška oblakov do 3 000 m s presnosťou 20 – 30 m. V mechanickej dielni ústavu skonštruovali podobný, ale väčší prístroj, ktorým sa dala určiť výška oblakov do 20 km.

V záhrade sú ešte dva malé pavilóny: sklad benzínu a hospodárska budova. Benzínom je poháňaný Ganzov 3 HP benzínový motor, ktorý slúži na dobíjanie akumulátorov.

Geomagnetické observatórium

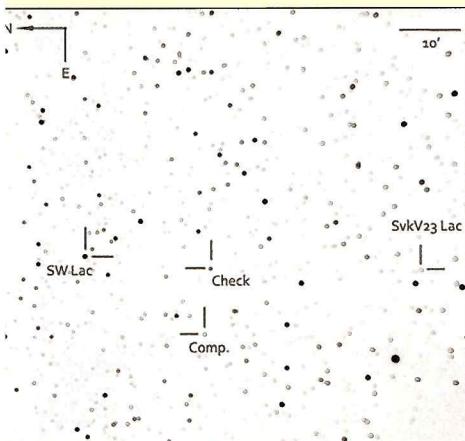
Geomagnetické observatórium je z hľadiska prístrojového zariadenia najdokonalejšie nielen v Rakúsko-Uhorskej monarchii, ale čo sa týka inklinácej súradnice, aj na celom svete. Aurél Büki (Felsőbüki), diplomovaný inžinier, asistent riaditeľa namiesto zastaralej Lloydovej váhy skonštruoval taký vynikajúci prístroj, ktorý je celkom kompenzovaný ešte aj na zmeny teplôt. Geomagnetické observatórium je vstavané do jedného vyvýšeného kopca v Konkolyho parku. Vo veľkej miestnosti sú postavené dve série prístrojov: jedna na denné odčítavanie, druhé na nepretržitú regiszáciu, ktorá sa tiež uskutočňuje fotografickou cestou. Pridávou časťou tohto observatória v Konkolyho parku je ďalší pavilón, kde sa uskutočňujú tzv. absolútne geomagnetické pozorovania, daleko od magnetov hlavného observatória. Je to osemuholníkový, z vrchu aj dookoła zasklený pavilón, v ktorom sa na dva piliere nastavujú 2 prístroje: declinator a inclinator. Z tohto pavilónu je otvorený voľný výhľad na vežu rímskokatolíckeho kostola, podľa ktorého sa určuje deklináčny azimut. Osvetlenie prístrojov v oboch ústavoch je pomocou elektrických lámpp. Ústavy sú prepojené telefónou linkou so Štátnym meteorologickým ústavom v Budapešti výlučne na tieto ciele.

Literatúra: Borovszky, S.: Magyarország vármegyei és városai (1869–1914)

Preložil: LADISLAV DRUGA

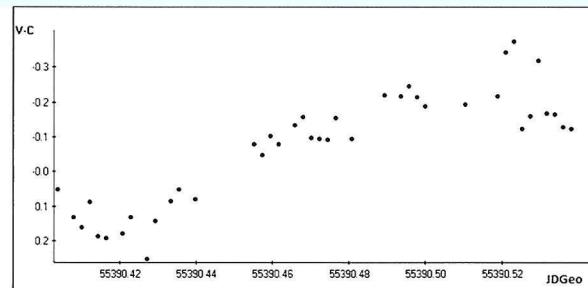
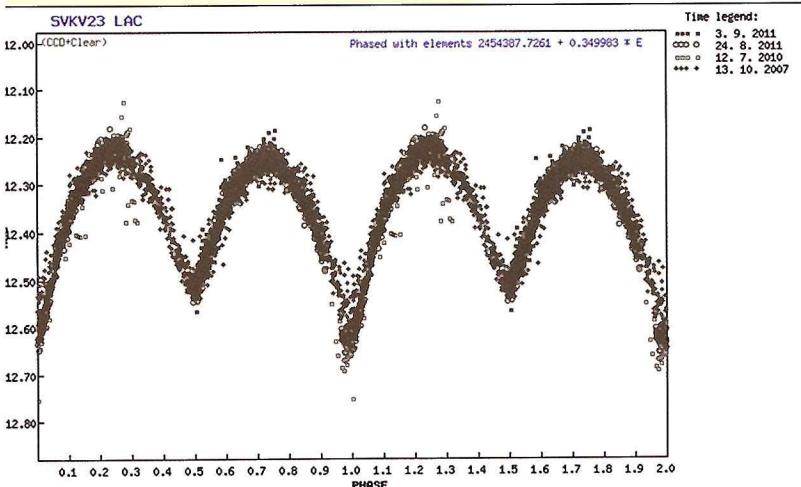
Prvý objav premennej hviezdy pomocou DSLR na Slovensku

Ked' sa pozriete na oblohu, za predpokladu, že vám v tom nebránia rušivé okolnosti, vidíte na nej množstvo hviezd. Celkový pohľad na nočné nebo je uchvacujúci, ale jednotlivé hviezdy samotné už možno na prvý pohľad zaujímavé byť nemusia. Kedže sú od nás hviezdy veľmi ďaleko, ani v ďalekohľade neuvidíte nič iné ako svietiaci bod. Nudné? Možno. Ale predstavte si, že by ste niektoré z nich sledovali dlhšie – minúty, hodiny, dni, roky... Zistili by ste, že mnohé hviezdy menia svoju jasnosť, či už za kratší alebo dlhší čas. Tieto zmeny sa môžu dokonca opakovať. Niektoré náhle zvýšia svoju jasnosť, keď vybuchnú ako supernovy a pod. Príčiny časových zmien jasnosti sú rôzne. Môžu vyplývať zo zmien fyzikálnych vlastností hviezdy alebo jej geometrického usporiadania, najčastejšie ak ide o skupiny hviezd, kde dochádza väčšinou k ich vzájomným zákrytom. Hviezdy, pri ktorých je možné pozorovať zmeny ich jasnosti, sa nazývajú premenné hviezdy.



Mapa okolia SvkV23, v zornom poli s SW Lac.

Fázová krivka SvkV 23 zostavená z pozorovaní Roberta Barsu, Martina Maška a dát prehliadky SuperWASP.



Prvé objaviteľské pozorovanie zo 14. júla 2010, svetelná krivka získaná z DSLR dát.

Ak je hvieza premenná, je to celkom bežná vec. Poznáme desaťtisíce premenných hviezd a počet ich objavov neustále rastie. Môj kamarát, tiež amatérsky astronóm, Martin Mašek z Liberca a ja sme objavili jednu takú premennú hviezdu.

Všetko sa však začalo ešte rok pred samotným objavom. V druhej polovici júla 2010 sa v Roztokoch konala Astroštáž, kde študenti stredných škôl mali možnosť naučiť sa pozorovať premenné hviezdy a vypočuť si prednášky z rôznych oblastí astronómie. V tom čase som sa predtým nejakovo veľmi nezaoberal praktickým odborným pozorovaním premenných hviezd, okrem toho, že som si to pákrat vyskúšal vizuálne a teoreticky poznal metódy pozorovania. Na tejto akcii som prednášal o astrofotografii. Kedže však astroštáž bola zameraná na premenné hviezdy, rozhodol som sa im na návrh Pavla A. Dubovského, ktorý je najaktívnejším pozorovateľom premenných hviezd na Slovensku, tak trochu venovať aj ja. A to miernie neobvyklou technikou – digitálnej zrkadlovky (DSLR). Na sledovanie a určovanie zmien jasnosti premenných hviezd sa totiž okrem vizuálneho pozorovania využívajú v súčasnosti predovšetkým citlivé CCD kamery, prípadne fotonásobiče.

Aj napriek tomu, že DSLR nie je na niečo také v podstate určená, existuje metóda, ako sa dá fotometria realizovať aj s týmto vybavením. Tá je založená na miernom rozostení obrazu hviezdneho pola. Prvým cielom, na ktorom sa mala overiť aj presnosť metódy, sa stala zákrytová premenná hvieza s označením SW Lac v súhvezdí Jašterica. Bolo odpozorované jej primárne minimum. Napriek známym prekážkam vyplývajúcim z vlastností čipov týchto fotoaparátov som sa dostať na presnosť merania jasnosti asi 0,01 mag. Nasledujúce noci som vyskúšal ďalšie premenné, trochu náročnejšie pre použitú techniku – bol to tak trochu aj experimentovanie.

O rok neskôr sa konala premenárska expedícia Variable 2011 na AO Kolonica. Počas jedného zo zamračených večerov som na požiadanie prezentaoval niektoré zo svojich astronomických fotografií a okrem toho aj výsledky môjho spomínанého snaženia s DSLR spred roka. Potom ma Martin Mašek poprosil, či by som mu neposkytol dátu z SW Lac, kedže sa rád prehrabáva archívnymi dátami... Tak sme to celé opäť odznova spracovali pomocou programu Muniwin, ktorý má aj celkom užitočnú funkciu pre hľadanie premenných hviezd. Preklikali sme pár podozrivých, zväčša slabších hviezd, ktorých svetelné krivky sa nám zobrazovali. Väčšinou išlo o veľký náhodný rozptyl bodov na

krivke kvôli nízkej jasnosti, a teda malej presnosti merania. Až na jeden prípad, kde sa zdalo, že táto hvieza postupne zjasňuje a rozloženie bodov nie je náhodné. Hviezdu sme nenašli v databáze premenných hviezd... Ostávalo už len potvrdiť tento náš dohad opäťovným pozorovaním.

24. augusta som namieril tým smerom ďalekohľad – 8" Newton so CCD kamerou. Ďalší deň som získaný materiál spracoval. Výsledkom bola krásna svetelná krivka, ktorej tvar jednoznačne potvrdil, že hvieza je skutočná premenná. Z tvaru svetnej krivky sa dá usudzovať, že ide o zákrytovú dotykovú premennú hviezu typu WUMA, ktorej obe zložky vypĺňajú svoj tzv. Rocheov halok. Na presnom určení periódy, ktorá je asi 0,35 dňa, sa zatial ešte stále pracuje, využívajú sa pritom aj údaje z databázy pozorovateľského programu SuperWASP, ktorý je známy vďaka objavom exoplanét, ale chce to hľať ďalšie a ďalšie pozorovania. Zdá sa, že sa prejavuje mierny O'Connellov efekt spôsobený hviezdou škvrnou.

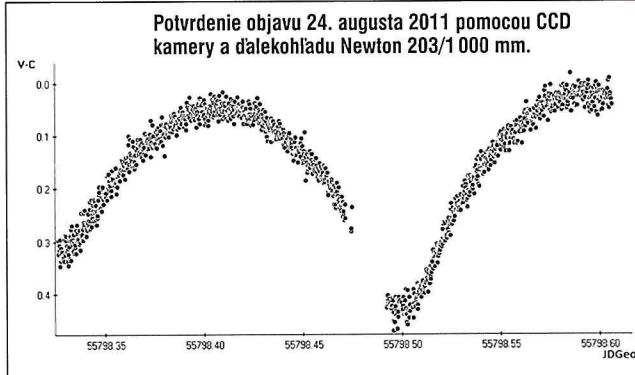
Podobne ako lekár dokáže podľa EKG určiť, či je srdce zdravé alebo či trpí nejakými poruchami, aj astronómia na základe svetelných kriviek hviezd dokážu určiť mnohé ich fyzikálne parametre. Ich štúdium je veľmi dôležité pre astronómiu, pretože nám dokážu prezradiť mnoho o fyzike a vývoji hviezd. Čo sa týka tohto objavu, je zaujímavý tým, že bol vykonaný pomocou digitálnej zrkadlovky, ktorú vlastníte možno aj vy. Ide hľadom o prvého slovenského premenného hviezdu objavenú s DSLR. Hviezda má katalógové označenie GSC 2761-1817. Na portáli Sekcie premenných hviezd a exoplanét Českej astronomickej spoločnosti dostala označenie SvkV23 Lac a v databáze AAVSO ju možno nájsť ako VSX J225348.5+370042.

ROBERT BARSA,
spoluautor MARTIN MAŠEK

Detailnejšie informácie o hviezde:

GSC 02761-01817 = SvkV 23 (R.A. = 22h53m48.54s DEC. = +37°00'42.7" Equinox: 2000.0)
Elementy: HJD 2455798.50234 + 0.3499823*E,
jasnosť: 12,25 – 12,60 mag (V)

Odkaz na VSX:
<http://www.aavso.org/vsx/index.php?view=detail.top&oid=27029>



Potvrdenie objavu 24. augusta 2011 pomocou CCD kamery a ďalekohľadu Newton 203/1000 mm.

Apríl – máj 2012

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári

6. 4. 2012, 20:00 SEČ

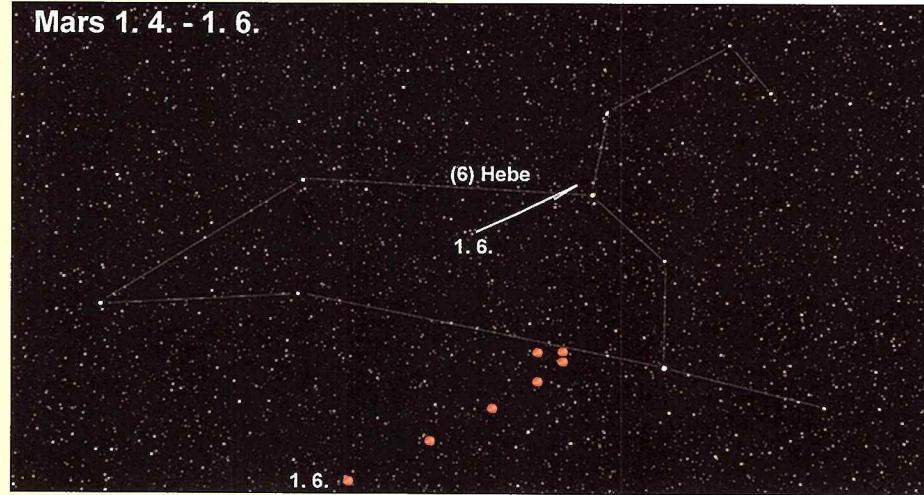


24. 4. 2012, 20:00 SEČ



Večernú oblohu bude skrášľovať jasná Venuša, ktorá je začiatkom apríla pod Plejádami. Jej viditeľnosť sa však kráti, uholo sa blíži k Slnku a 6. 6. prejde pred jeho diskom. Skracuje sa aj viditeľnosť Marsu a Jupitera, Saturn však bude v opozícii a teda pozorovateľný celú noc. Môžeme sa pokúsiť „uloviť“ Mesiac po nove, či pozrieť sa na jeho spln v prízemí. Niekolko pekných zoskupení s objektmi nočnej oblohy nám pripravia asteroidy, v dosahu silejších triédrov bude ešte kométa Garradd a skvelé podmienky budú mať meteorári počas aktivity Lyríd.

Mars 1. 4. - 1. 6.



Planéty

Merkúr vychádza len na začiatku občianskeho súmraku, a keďže má iba 2 mag, je na svetlej oblohe nepozorovateľný. Uholo sa od Slnka sice vzdaluje, 18. 4. je v najväčšej západnej elongácii ($27,5^{\circ}$; 0,7 mag), no geometrické podmienky sú nepriaznivé a jeho viditeľnosť sa prakticky vôbec nezlepší. Po elongácii sa začne uholo k Slnku približovať a 27. 5. je v hornej konjunkcii. Po konjunkcii sa presunie na večernú oblohu, no uvidíme ho až v druhej polovici prvej júnovej dekády.

22. 4. je v konjunkcii ($2,0^{\circ}$) s Uránom, no bude to ľahký oriešok aj pre triéder. Za pokus, takmer pre lovov rekordov, však stojí tesná konjunkcia s Jupiterom ($0,4^{\circ}$) 22. 5., ktorá však je len $6,5^{\circ}$ západne od Slnka. Keďže Merkúr bude mať $-1,6$ mag, v dalekohľade by sme možno mohli uspiet.

Plezády a Venuša 2. - 5. 4. 2012



Venuša ($-4,4$ až $-4,0$ mag) v Býkovi bude žiať na večernej oblohe, a aj keď sa jej viditeľnosť bude pomaličky skracovať, ostane neprehliadnuteľným objektom. Koncom mája zapadne na konci občianskeho súmraku a 6. 6., pri svojej dolnej konjunkcii, prejde pred slnečným diskom. *Viac informácií o tomto mimoriadnom úkaze je v samostatnom príspievku.*

24. a 25. 4. skrášli večernú oblohu s Venušou ešte aj Mesiac a Jupiter a podobná situácia, tentokrát už bez Jupitera, sa zopakuje 22. a 23. 5. Konjunkcie súce nebudú tesné, no na pekne sfarbenej súmrakovej oblohe iste zaujmú.

Merkúr



1. 4. - 1. 5. - 1. 6.

Venuša



Mars



Jupiter



Saturn



Urán



Neptún



Zákryty hviezd Mesiacom (apríl – máj 2012)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
1. 4.	22 46 12	D	12934	6,4	+67S	125	20	-119
3. 4.	0 0 58	D	14350	5,5	+31N	45	77	0
7. 4.	22 53 1	R	19971	6,4	+89N	302	73	-13
9. 4.	22 29 51	R	22111	6,9	+43S	235	88	127
13. 4.	2 53 37	R	26841	6,4	+47N	305	96	5
28. 4.	20 8 1	D	12360	6,1	+41S	152	8	-158
9. 5.	0 57 19	R	24224	6,6	+27N	333	104	-101
9. 5.	23 57 27	D	26151	5,1	-28S	145	58	-23
10. 5.	0 30 14	R	26151	5,1	+25S	198	87	147
10. 5.	1 22 6	R	26171	6,7	+78S	250	91	47
13. 5.	2 59 9	D	30028	5,3	-51S	110	110	35
25. 5.	19 30 12	D	11939	6,0	+46N	61	38	-55
26. 5.	19 17 31	D	13342	5,7	+88S	110	31	-108
28. 5.	21 58 3	D	15770	6,6	+36N	58	26	-52

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

Začiatkom apríla sa bude Venuša presúvať pod Plejády, čo iste nenechá ľahostajných astrofotografov. Vlastný pohyb Večernice si môžeme všimnúť aj začiatkom mája, keď sa bude približovať k El Nath (β Tau; 1,7 mag). 7. 5. sa k nej dostane na $49''$, potom sa jej pohyb medzi hviezdami začne spomalovať, 15. 5. je v zastávke a začne sa pohybovať späťne.

Mars (-0,7 až 0,5 mag) v Levovi je nad obzorom už vo večerných hodinách a zapadne až nadránom. Jeho viditeľnosť sa skracuje a koncom mája nás svoju prítomnosťou poteší len v prvej polovici noci. Jeho jasnosť klesá, nakoľko sa od nás vzdialí z 0,74 na 1,18 AU, no aj tak medzi hviezdami zaujme svojim charakteristickým červenkastým sfarbením. Jeho uhlový rozmer za zmenší z $12,6''$ len na $7,9''$ a tak jeho albedové útvary budú pozorovateľné len občasne. Konjunkcie s Mesiacom 3. 4., 1. 5. a 29. 5. budú nevýrazné, vzdialenosť bude len 9 až 7°.

15. 4. je stacionárny (4° východne od Regulusa) a začne sa na hviezdnom pozadí pohybovať v príamo smere.

Jupiter (-2,0 mag) sa presunie 14. 5. z Barana do Býka, jeho večerná viditeľnosť sa skracuje. Začiatkom apríla ešte bude jasným objektom večnej oblohy, začiatkom poslednej aprílovej dekády však už zapadne koncom nautického súmraku. Neskôr sa aj napriek svojej jasnosti stratí na presvetlenej oblohe, nakoľko 13. 5. je v konjunkcii so Slnkom. Dva dni po konjunkcii je od nás najďalej 6,01 AU. Po konjunkcii sa presunie na rannú oblohu, uhlivo je však blízko Slnka, a tak vychádza len krátko pred ním.

22. 4. bude v slušnej konjunkcii s Mesiacom nízko nad obzorom. Problematickú tesnú konjunkciu s Merkúrom 22. 5. sme opísali pri Merkúre. Veľká červená škvra bude na centrálnom poludníku Jupitera v dalekohľade viditeľná len 1. 4. (18:25), 3. 4. (20:04) a 2. 5. (19:14).

Saturn (0,3 – 0,5 mag) je v Panne, severovýchodne od Spiky. Podmienky jeho viditeľnosti sú vynikajúce, nakoľko 15. 4. je v opozícii, a teda nad obzorom po celú noc. Po opozícii sa jeho nočná viditeľnosť skráti, koncom mája zapadne dve hodiny po polnoci.

V opozícii bude k nám najbližšie, jeho uhlový rozmer dosiahne $19,1''$. Už v malom dalekohľade uvidíme jeho prstence, ktoré pozorujeme z ich severnej strany, ich skutočná krásia však vynikne až po dostačnom zväčšení. Ich šírka sa mierne zmenší z $10,5$ na $9,1''$.

Saturnov najväčší mesiac **Titan**, ktorý objavil v roku 1655 Ch. Huygens, je možné nájsť už aj menším dalekohľadom, nakoľko jeho jasnosť je 8,4 mag. Z jeho veľkej rodiny 62 mesiacov môžeme vidieť ešte aj niektoré ďalšie, do 11 mag to je **Rhea** (9,8 mag), **Tethys** (10,3 mag) a **Dione** (10,5 mag).

Konjunkcie s Mesiacom (7. 4., 4. 5.) budú pomerne nevýrazné a navyše v blízkosti splnu.

Urán (5,9 mag) bol koncom marca v konjunkcii so Slnkom, uhlivo sa od neho vzdala a jeho viditeľnosť na rannej oblohe sa pomaličky zlepšuje. V polovici apríla vychádza len na začiatku občianskeho súmraku, no koncom mája už počas súmraku astronomického, a tak dve hodiny po polnoci je vo výške $7''$. Z Rýb sa 12. 5. presunie do Veľryby.

19. 4. bude v jeho blízkosti tenký ubúdajúci kosáčik Mesiac a Merkúr (konjunkcia s ním je o 3 dni neskôr), no na svetlej oblohe to nebude s pozorovaním jednoduché. Na tmavšej oblohe bude s Mesiacom 16. 5., obe telesá však budú od seba takmer $5''$.

Neptún (8,0 – 7,9 mag) vo Vodnárovi je na tom lepšie ako Urán, keďže je vyšie 30° západnejšie. Vychádza teda skôr, začiatkom apríla pri nautickom súmraku a koncom mája je nad obzorom už v druhej polovici noci. V dalekohľade ho uvidíme ako pokojne svietiaci modrastý objekt, pri dostačne velkom zväčšení aj ako kotúčik s priemerom $2''$. V prvej polovici druhej májovej dekády sa ponad Neptún, asi $0,5^\circ$ severne, bude presúvať asteroid (11) Parthenope (11,2 mag).

Mesiac sa k nemu priblíží 16. 4. a 13. 5., ich vzájomná vzdialenosť však neklesne pod $5''$.

Prstencové zatmenie Slnka 20./21. 5. od nás pozorovateľne nebude. Zatmenie je 58. zo série saros 128, jeho veľkosť bude 0,949 s trvaním prstencovej fázy 5,8 minút. Zatmenie bude viditeľné zo severovýchodnej Ázie, Grónska, severnej časti Tichého oceánu a severozápadnej časti severnej Ameriky. Prstencová fáza bude z pevniny pozorovateľná z pobrežia východnej Číny, severu Taiwani, juhovýchodu Japonska, severu Kalifornie až po Texas v USA. Maximum zatmenia nastáva v blízkosti dátumovej hranice ($176,3^\circ$ V, $49,1^\circ$ S).

Mesiac krátko po nove môžeme loví 21. a 22. 4. a o mesiac neskôr. Ak neuspejeme, podobne vhodné podmienky sa zopakujú až v decembri. Podrobnosti sú v Astronomickej ročenke.

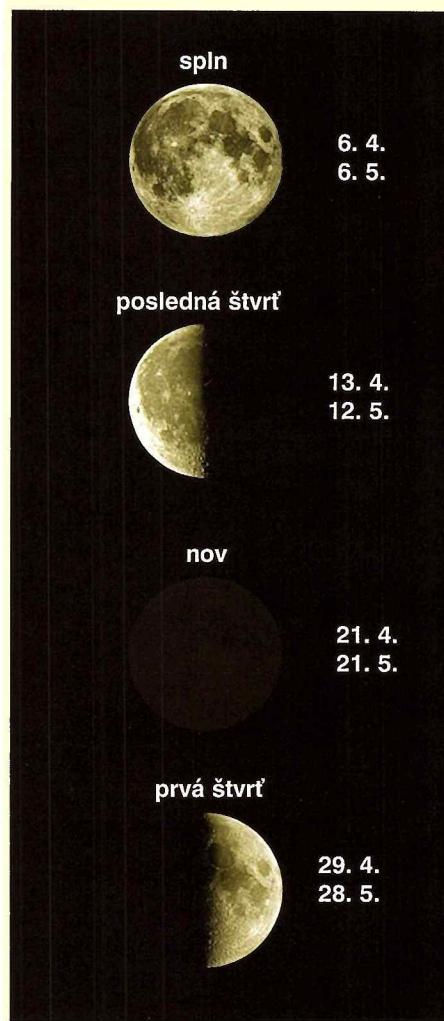
6. 5. bude Mesiac v splne a v tom istom čase aj v prízemí. Jeho zdánlivý uhlový priemer bude 33,4'.

Trpasličie planéty

(1) Ceres (9,0 – 8,8 – 9,0 mag) je nepozorovateľná, nachádza sa v blízkosti Slnka, 26. 4. je s ním v konjunkcii. Po nej sa presunie na

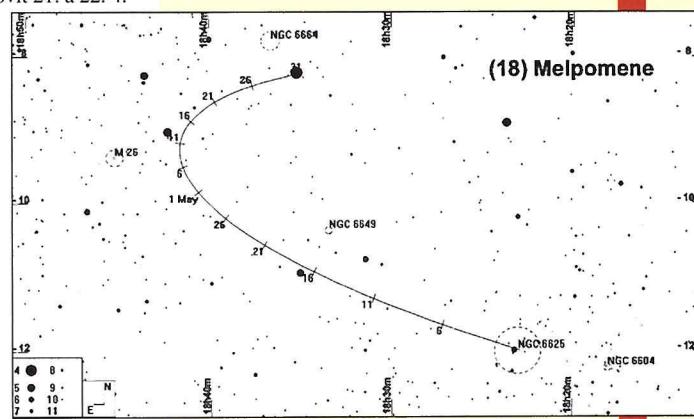
Fázy Mesiacu

spln	6. 4., 20:19	6. 5., 4:35
posledná štvrt	13. 4., 11:50	12. 5., 22:47
nov	21. 4., 8:18	21. 5., 0:47
prvá štvrt	29. 4., 10:58	28. 5., 21:16

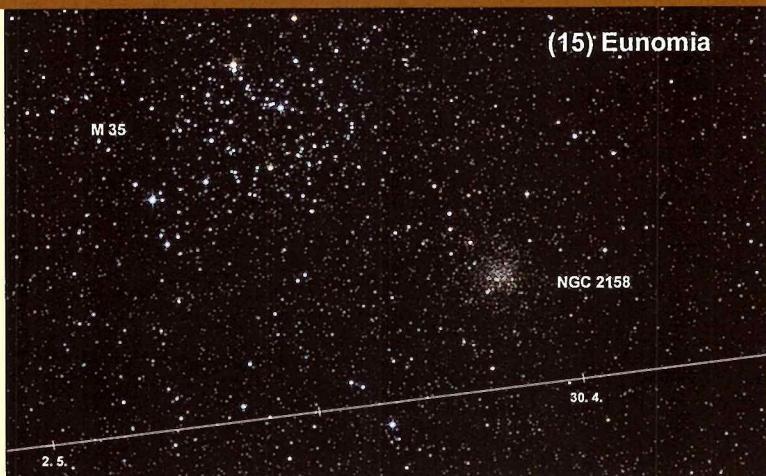


Efemerida (134340) Pluto

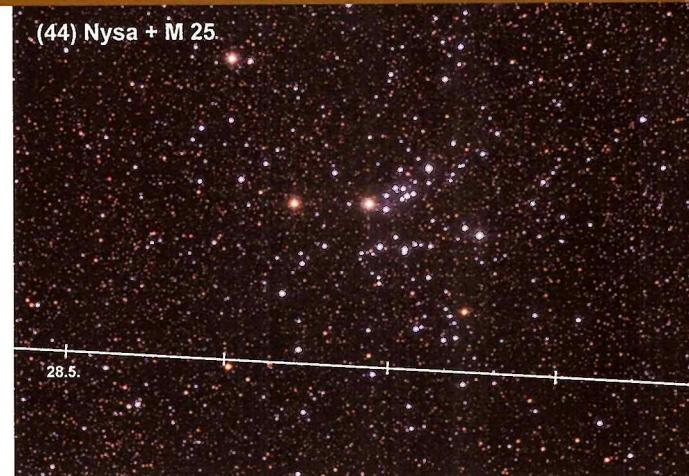
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 4.	18h39,6m	-19°13,5'	14,3	92,1
11. 4.	18h39,7m	-19°13,2'	14,3	101,9
21. 4.	18h39,6m	-19°13,2'	14,2	111,7
1. 5.	18h39,2m	-19°13,3'	14,2	121,5
11. 5.	18h38,7m	-19°13,8'	14,2	131,3
21. 5.	18h38,0m	-19°14,6'	14,2	141,0
31. 5.	18h37,2m	-19°15,7'	14,2	150,8



(15) Eunomia

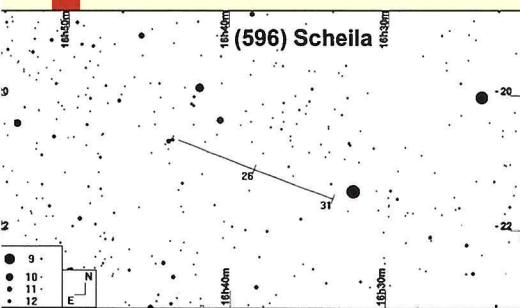


(44) Nysa + M 25

Efemerida asteroidu
(18) Melpomene

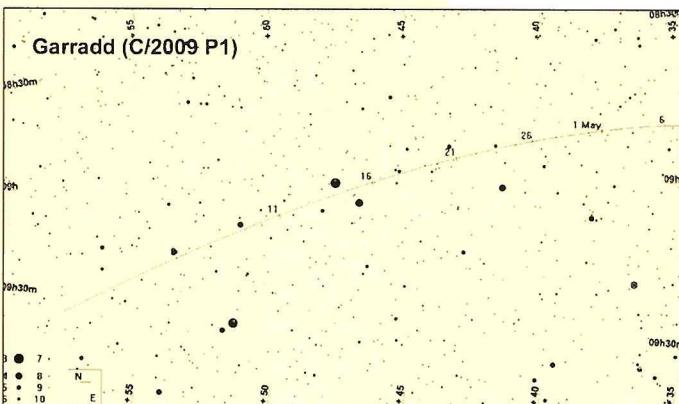
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1. 4.	18 ^h 22.9 ^m	-12°01.1'	11.2
6. 4.	18 ^h 27.2 ^m	-11°40.7'	11.1
11. 4.	18 ^h 31.0 ^m	-11°19.5'	11.0
16. 4.	18 ^h 34.3 ^m	-10°57.8'	10.9
21. 4.	18 ^h 37.0 ^m	-10°35.9'	10.8
26. 4.	18 ^h 39.1 ^m	-10°14.0'	10.7
1. 5.	18 ^h 40.6 ^m	-09°52.7'	10.6
6. 5.	18 ^h 41.5 ^m	-09°32.1'	10.5
11. 5.	18 ^h 41.6 ^m	-09°12.6'	10.4
16. 5.	18 ^h 41.0 ^m	-08°54.8'	10.3
21. 5.	18 ^h 39.7 ^m	-08°39.0'	10.1
26. 5.	18 ^h 37.6 ^m	-08°25.7'	10.0
31. 5.	18 ^h 34.9 ^m	-08°15.4'	9.9

(596) Scheila



Snímka kometárneho vzhľadu asteroidu (596) Scheila, ktorú získal S. Larson (Catalina Sky Survey) 11. 12. 2010 0,68 m Schmidtových dalekohľadom.

Garradd (C/2009 P1)

Efemerida kométy Garradd
(C/2009 P1)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 4.	09 ^h 34.4 ^m	+58°00.9'	8,0	107,0
6. 4.	09 ^h 17.7 ^m	+53°57.0'	8,2	103,8
11. 4.	09 ^h 06.5 ^m	+50°08.8'	8,5	100,1
16. 4.	08 ^h 59.1 ^m	+46°39.4'	8,7	96,2
21. 4.	08 ^h 54,4 ^m	+43°29.2'	8,9	92,2
26. 4.	08 ^h 51.5 ^m	+40°37.0'	9,1	88,0
1. 5.	08 ^h 50.0 ^m	+38°01.3'	9,3	83,9
6. 5.	08 ^h 49.6 ^m	+35°40.1'	9,5	79,8
11. 5.	08 ^h 49.9 ^m	+33°31.5'	9,8	75,7
16. 5.	08 ^h 50.8 ^m	+31°34.0'	9,9	71,6
21. 5.	08 ^h 52.3 ^m	+29°45.9'	10,1	67,6
26. 5.	08 ^h 54,1 ^m	+28°06.0'	10,3	63,6
31. 5.	08 ^h 56.2 ^m	+26°33.2'	10,5	59,6

Efemerida (596) Scheila

21. 5.	16 ^h 43,3 ^m	-20°42,1'	12,1	168,0
26. 5.	16 ^h 38,5 ^m	-21°08,6'	11,9	173,9
31. 5.	16 ^h 33,5 ^m	-21°34,8'	11,7	179,6

Kométy

Skvelá ozdoba predchádzajúcich mesiacov, kométa Garradd (C/2009 P1) slabne, no aj tak je ešte v dosahu silnejších triédrov. Presúva sa južne z Veľkého voza cez Rysa do Raka. Do polovice poslednej aprílovej dekády je cirkumpolárna, koncom júna zapadne takmer hodinu po polnoci.

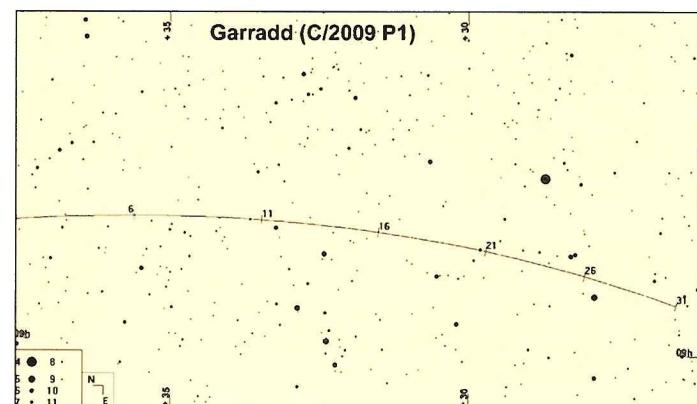
Na oblohe je ešte niekoľko ďalších komét, no ich jasnosť nedosiahne ani 12 mag.

Výnimkou môže byť asteroid (596) Scheila, ktorý bol objavený 16. 2. 1906 A. Kopffom v Heidelbergu ako objekt hlavného pásu asteroidov. V decembri 2010 bola u tohto asteroidu zaznamenaná kometárna aktivita, absentovala však plynna zložka. Je teda možné, že pozorované zjasnenie bolo spôsobené kolíziou s iným objektom. (596) Scheila sa dostane koncom mája pod 12 mag a kulminuje okolo polnoci v Hadonosovi vo výške 20°.

Metory

Po januárových Kvadrantidách sú Lyridy prvým aktívnym rojom v tomto roku. Ich maximum je

Garradd (C/2009 P1)



Meteorické roje (apríl – máj 2012)

Roj	Aktivita	Max.	λ_{sol}	$\alpha [^\circ]$	$\delta [^\circ]$	V_{inf}	r	ZHR
antihelionový zdroj (ANT)	10. 12. – 10. 9.					30	3,0	4
Lýridy (LYR)	16. 4. – 25. 4.	22. 4.	32,32°	271°	34°	49	2,1	18
η Akvaridy (ETA)	19. 4. – 28. 5.	6. 5.	45,5°	338°	-01°	66	2,4	65*
η Lýridy (ELY)	3. 5. – 14. 5.	8. 5.	48°	287°	+44°	43	3,0	3

podľa dĺžky Slnka predpovedané na 22. 4. ráno, už počas dňa (6:30 SEČ), no keďže maximum nebýva veľmi ostré, podmienky sú aj tak ideálne. Čas maxima je premenlivý a nastane medzi 22,5 a 9,5 hod. Mesiac je v neve, nebude teda pozorovanie rušiť a radiant kulminuje koncom astronomickej noci. Stredná prepočítaná frekvencia Lýrid je 18, no je premenlivá a dosahuje krátkodobo, zvlášť v slabých meteorov, až 90 meteorov za hodinu. Takého krátkodobého maximum bolo pozorované v roku 1982.

η Akvaridy, ktoré súvisia s Halleyovou kométou

majú pomerne vysoké frekvencie medzi 60 – 70, no radiant vychádza až hodinu po polnoci. Pozorovanie však bude počas celej noci rušiť Mesiac v splne a tak pozorované frekvencie na presvetlenej oblohe v súvislosti s malou výškou radiantu budú nízke.

Podobne nepriaznivé podmienky bude mať aj málo aktívny roj η LÝRIDY, ktoré majú maximum len o 2 dni neskôr.

PAVOL RAPAVÝ

Kalendár úkazov a výročí (apríl – máj 2012)

1. 4.	150. výročie (1862) narodenia C. W. L. Charlieria	28. 4.	100. výročie (1912) narodenia J. J. Ikanieksa
2. 4.	220. výročie (1792) narodenia K. Leska	29. 4.	140. výročie (1872) narodenia F. R. Moultona
2. 4.	100. výročie (1912) narodenia O. A. Melnikova	29. 4. 11,0	Mesiac v prvej štvrti
3. 4. 6,9	Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo	30. 4.	235. výročie (1777) narodenia C. F. Gaussa
3. 4. 19,5	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 8,9° severne)	1. 5.	9,4 Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 7,9° severne)
6. 4. 20,3	Mesiac v splne	1. 5.	7,2 asteroid (89) Julia v opozícii (10,8 mag)
7. 4. 12,2	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,6° severne)	4. 5.	17,4 Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 6,7° severne)
7. 4. 18,0	Mesiac v prízemí (358 311 km)	4. 5.	45. výročie (1967) štartu Lunar Orbiter 4
8. 4. 6,0	asteroid (37) Fides v opozícii (11,0 mag)	4. 5.	10,9 asteroid (7) Iris v opozícii (9,5 mag)
8. 4.	280. výročie (1732) narodenia D. Rittenhousea	6. 5.	4,6 Mesiac v splne
8. 4.	trpasličia planéta (136108) Haumea v opozícii (50,02 AU)	6. 5.	140. výročie (1872) narodenia W. de Sittera
10. 4. 16,4	Pluto v zastávke, začne sa pohybovať spätnie	6. 5.	maximum meteorického roja η Akvaridy (ZHR 65)
10. 4. 0,2	asteroid (116) Sirona v opozícii (10,8 mag)	8. 5.	maximum meteorického roja η LÝRIDY (ZHR 3)
11. 4.	150. výročie (1862) narodenia W. W. Campbelia	12. 5. 22,8	Mesiac v poslednej štvrti
11. 4.	GLOBE at Night (do 20.4. posledná séria pozorovania)	13. 5. 14,4	Jupiter v konjunkcii so Slnkom
12. 4.	Medzinárodný deň kozmonautiky	13. 5. 19,4	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 5,2° južne)
13. 4. 11,8	Mesiac v poslednej štvrti	15. 5. 18,3	Venuša v zastávke, začne sa pohybovať spätnie
13. 4.	110. výročie (1902) narodenia J. Ocenáša	15. 5. 22,5	Jupiter v odzemí (6,010 AU)
14. 4.	220. výročie (1792) úmrtia Maximiliána Hella	16. 5. 16,1	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 4,7° južne)
15. 4. 6,0	Merkúr v odšíni (0,467 AU)	18. 5. 10,7	asteroid (124) Alkestes v opozícii (11,0 mag)
15. 4.	305. výročie (1707) narodenia L. Eulera	19. 5. 17,3	Mesiac v odzemí (406 447 km)
15. 4. 13,4	Mars v zastávke, začne sa pohybovať priamo	20. 5. 17,0	asteroid (3) Juno v opozícii (10,2 mag)
15. 4. 21,0	Saturn v prízemí (8,720 AU)	21. 5. 0,8	Mesiac v nove
15. 4. 19,4	Saturn v opozícii	21. 5. 0,7	prstencové zatmenie Slnka (od nás nepozorovateľné)
16. 4.	40. výročie (1972) štartu Apolla 16 (J. Young, Ch. Duke, T. Mattingly)	22. 5. 6,7	Merkúr v konjunkcii s Jupiterom (Merkúr 0,4° severne)
16. 4.	145. výročie (1867) narodenia W. Wrighta	22. 5. 21,8	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 5,5° severne)
16. 4. 11,7	Neptún v konjunkcii s Mesiacom (Neptún 5,3° južne)	24. 5.	50. výročie (1962) štartu Mercury-Atlas 7 (S. Carpenter)
16. 4.	330. výročie (1682) narodenia J. Hadleya	26. 5. 18,6	Merkúr v odzemí (1,322 AU)
16. 4.	560. výročie (1452) narodenia L. da Vinci	27. 5. 12,4	Merkúr v hornej konjunkcii
17. 4.	45. výročie (1967) štartu Surveyoru 3	28. 5. 21,3	Mesiac v prvej štvrti
18. 4. 18,6	Merkúr v najväčšej západnej elongácii (27,5°)	29. 5. 5,6	Merkúr v prisíni (0,307 AU)
19. 4. 4,2	Urán v konjunkcii s Mesiacom (Urán 4,3° južne)	29. 5. 95. výročie (1917) narodenia J. F. Kennedyho	95. výročie (1917) narodenia J. F. Kennedyho
19. 4.	170. výročie (1842) narodenia N. J. Cincersa	29. 5. 8,0	Mars v konjunkcii s Mesiacom (Mars 7,0° severne)
19. 4.	120. výročie (1892) narodenia G. A. Sajna	31. 5. 140. výročie (1872) narodenia Ch. G. Abbotta	140. výročie (1872) narodenia Ch. G. Abbotta
19. 4.	30. výročie (1982) štartu orbitalnej stanice Salut 7	31. 5. 100. výročie (1912) narodenia M. Schwarschilda	100. výročie (1912) narodenia M. Schwarschilda
21. 4. 8,3	Mesiac v nove	1. 6. 21,2	Merkúr v konjunkcii s Venušou (Merkúr 0,2° severne)
22. 4. 6,5	maximum meteorického roja LÝRIDY (ZHR 18)	1. 6. 4,8	Saturn v konjunkcii s Mesiacom (Saturn 7,0° severne)
22. 4. 19,1	Merkúr v konjunkcii s Uránom (Merkúr 2,0° južne)	3. 6. 14,3	Mesiac v prízemí (358 482 km)
22. 4. 20,6	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom (Jupiter 1,8° južne)	4. 6. 12,2	Mesiac v splne
22. 4. 14,8	Mesiac v odzemí (406 421 km)	4. 6. 12,1	čiasticné zatmenie Mesiacu (od nás nepozorovateľné)
23. 4.	45. výročie (1967) štartu Sojuzu 1 (V. Komarov)	5. 6. 7,0	Neptún v zastávke, začne sa pohybovať spätnie
23. 4.	220. výročie (1792) narodenia J. Th. R. Robinsona	6. 6. 0,8	Venuša v prízemí (0,289 AU)
25. 4. 3,2	Venuša v konjunkcii s Mesiacom (Venuša 6,5° severne)	6. 6. 2,1	Venuša v dolnej konjunkcii (prechod)
26. 4.	50. výročie (1962) Kosmosu 4 (prvá meteorologická družica ZSSR)		

Tabuľky východov a západov (apríl – máj 2012)

Slnko

Vých.	Záp.	Súmrak					
		Občiansky		Naučitelský		Astronomický	
záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.
1. 4. 5:18	18:11	4:46	18:42	4:08	19:21	3:28	20:01
6. 4. 5:07	18:18	4:35	18:50	3:57	19:29	3:16	20:10
11. 4. 4:57	18:25	4:25	18:58	3:46	19:38	3:03	20:21
16. 4. 4:47	18:33	4:14	19:06	3:34	19:47	2:50	20:31
21. 4. 4:38	18:40	4:04	19:14	3:23	19:56	2:36	20:42
26. 4. 4:29	18:47	3:55	19:22	3:12	20:05	2:23	20:54
1. 5. 4:20	18:54	3:46	19:30	3:01	20:14	2:09	21:07
6. 5. 4:12	19:02	3:37	19:38	2:51	20:24	1:56	21:20
11. 5. 4:05	19:09	3:29	19:46	2:41	20:33	1:42	21:33
16. 5. 3:58	19:15	3:21	19:53	2:31	20:43	1:28	21:47
21. 5. 3:53	19:22	3:14	20:00	2:22	20:52	1:14	22:01
26. 5. 3:48	19:27	3:08	20:07	2:15	21:00	1:00	22:16
31. 5. 3:44	19:33	3:03	20:13	2:08	21:08	0:47	22:31

Mesiac

Východ	Západ	Jupiter					
		Východ		Západ		Východ	
záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.
1. 4. 11:56	2:10	1. 4. 19:31	20:57	6. 4. 6:14	20:43	6. 4. 5:57	20:30
6. 4. 18:18	4:28	11. 4. 18:32	5:32	16. 4. 5:40	20:17	16. 4. 5:23	20:03
11. 4. 18:25	4:08	21. 4. 18:10	5:12	26. 4. 5:06	19:50	26. 4. 4:50	19:37
16. 4. 18:33	3:50	21. 4. 17:49	4:51	1. 5. 4:50	19:24	1. 5. 4:33	19:24
21. 4. 18:40	3:32	26. 4. 17:27	4:30	11. 5. 4:16	19:11	16. 5. 4:00	18:57
26. 4. 18:47	3:13	21. 4. 16:02	3:00	21. 5. 3:44	18:44	26. 5. 3:28	18:30
1. 5. 19:50	4:05	26. 4. 15:15	3:02	31. 5. 3:11	18:17		
6. 5. 19:09	9:21						
11. 5. 19:15	1:40						
16. 5. 19:22	19:58						
21. 5. 19:27	20:40						
26. 5. 19:33	21:00						
31. 5. 19:38	21:17						

Merkúr

Východ	Západ	Saturn					
		Východ		Západ		Východ	
záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.
1. 4. 19:16	6:13	6. 4. 18:54	5:53	11. 4. 18:32	5:32	16. 4. 18:10	5:12
6. 4. 18:18	4:28	11. 4. 17:49	4:51	21. 4. 17:27	4:30	26. 4. 17:07	4:00
11. 4. 18:25	4:08	21. 4. 16:02	3:00	26. 4. 15:45	3:00	31. 5. 16:22	3:00
16. 4. 18:33	3:50	26. 4. 15:15	3:02	31. 5. 16:01	3:09		
21. 4. 18:40	3:32						
26. 4. 18:47	3:13						
1. 5. 19:50	4:05						
6. 5. 19:09	9:21						
11. 5. 19:15	1:40						
16. 5. 19:22	19:58						
21. 5. 19:27	20:40						
26. 5. 19:33	21:00						
31. 5. 19:38	21:17						

Venuša

Východ	Západ	Mars					
		Východ		Západ		Východ	
záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.	záč.	kon.
1. 4. 14:26	4:35	6. 4. 14:04	4:12	11. 4. 13:44	3:51	16. 4. 13:24	3:30
6. 4. 14:07	4:22	11. 4. 13:24	3:30	21. 4. 1			

Prechod Venuše 5./6. júna 2012 je najvýznamnejším predpovedaným astronomickým úkazom v tomto roku. Ostatný prechod bol 8. 6. 2004, ďalší bude až 11. 12. 2117, z nášho územia však pozorovateľný nebude. 8. 12. 2125 naši potomkovia uvidia len vstup a v celom priebehu bude prechod z nášho územia viditeľný až 11. 6. 2247. O opakovani prechodov Venuše je článok P. Zimníkova v Kozmose 2/2003.



Za dobrých pozorovacích podmienok je možné uvidieť po 3. kontakte aj osvetlenú Venušinu atmosféru.

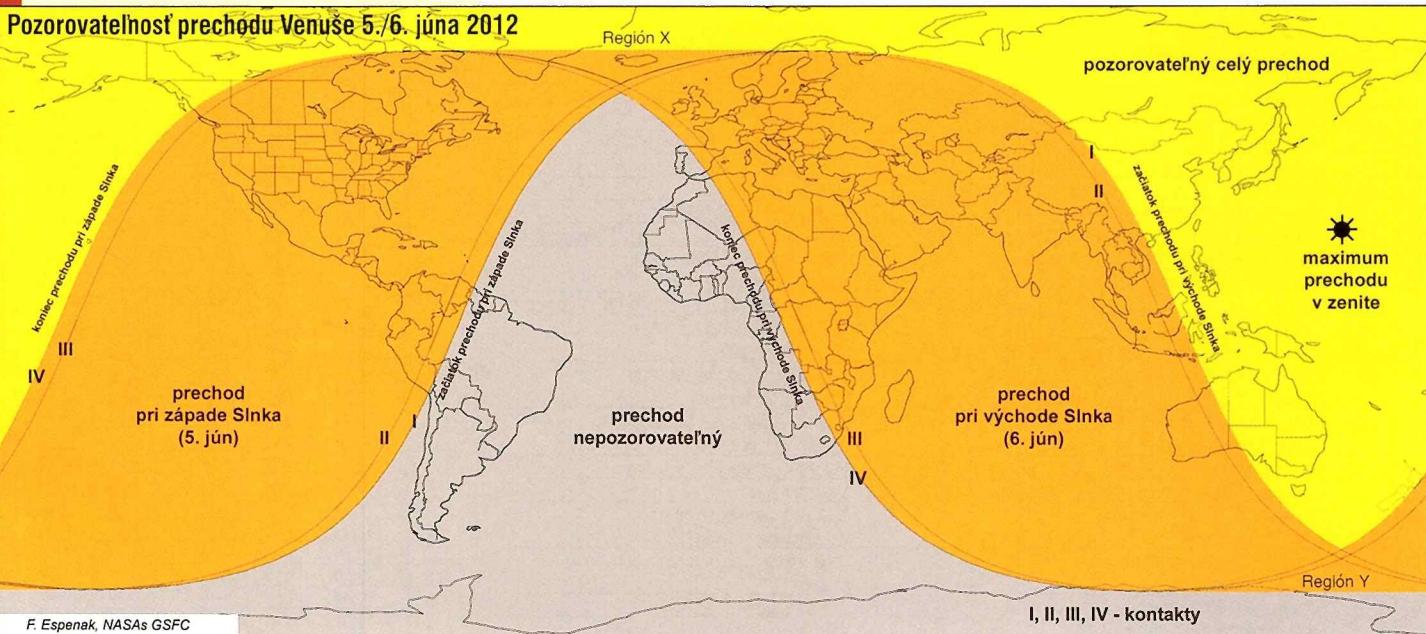
Geocentrický priebeh prechodu

	SEČ	poz. uhlo [°]
1. kontakt	23:09:03	41
2. kontakt	23:27:34	38
maximum prechodu	2:29:36	345
3. kontakt	5:31:39	293
4. kontakt	5:49:35	290

Pozorovateľný priebeh (pre polohu Rimavskej Soboty)

	SEČ	azimut [°]	výška [°]	poz. uhlo [°]
východ Slnka	3:40	53	0	41
3. kontakt	5:37:30	74	17	291
4. kontakt	5:55:10	77	19	289

Pozorovateľnosť prechodu Venuše 5./6. júna 2012



F. Espenak, NASA GSFC

Prechod Venuše pred slnečným diskom

Takmer nezmyselný ošiaľ ohladne konca kalendára Mayov má aj svoje pozitíva. Pre Mayov bola Venuše ako nebeské teleso mimoriadne dôležitá a existuje istá pravdepodobnosť, že aj oni prechod Venuše vedeli predpovedať a pozorovali ho. Otázkou je však ako, keďže ďalekohľad bol objavený až v 17. storočí. V novoveku ako prvý prechod na 6. 12. 1631 predpovedal J. Kepler, no černy kotúčik Venuše na slnečnom disku pozoroval až 4. 12. 1639 Jerremiah Horrocks.

Pozorovanie prechodov bolo v minulosti pre astronómov klúčové, napoko to bola jedna z možností určenia vzdialenosť Slnka od Zeme. Gregoryho ideu rozpracoval Halle a zdokonalil J. N. Delisle. Za pozorovaním boli vysielané nákladné expedície, jednou z najúspešnejších bolo aj pozorovanie nášho Maximiliána Hella 3. 6. 1769 na ostrove Vardö (Kozmos 1/2004). Tohto roku bude prechod v celom priebehu pozorovateľný zase len zo severnejších zemepisných šírok. Expedície k polárному kruhu si tak uctia nášho slávneho rodáka a bude to aj príspevok k Roku Maximiliána Hella, ktorého 220. výročie úmrtia si pripomienime 14. apríla.

Podrobnejšie informácie o histórii prechodov Venuše nájdete v Kozmose 3/2004 a na stránke <http://www.venustransit2012.szaa.org>.

Tohtoročný prechod bude v celom priebehu pozorovateľný len z Aljašky, severnej časti Kanady, Grónska, východnej časti Ázie a Austrálie. Priebeh viditeľnosti je na obrázku dole.

U nás zbadáme Venušu ako tmavý bod na slnečnom disku už krátko po jeho východe.

Pri pozorovaní je nutné dbať na bezpečnosť, napokoľ pohľad na Slnko ďalekohľadom môže väzne poškodiť zrak.

Časy jednotlivých kontaktov (tabuľka vľavo) sa v rámci Slovenska lišia maximálne o 11 sekúnd. Slnko vychádza v najvýchodnejšom bode Slovenska o 13 minút skôr, v najzápadnejšom o 13 minút neskôr ako v Rimavskej Soboti. Predpoveď pre ľubovoľné miesto je stránke <http://transitofvenus.nl/wp/where-when/local-transit-times/>.

Venuše 8. 6. 2004 pred 3. kontaktom (12:02 SEČ), Coudé refraktor 150/2250, slnečno-mesačná komora, diafópositiv 100 ASA.

Pozorovanie voľným okom

Pri pozorovaní voľným okom v žiadnom prípade nastačia tmavé slnečné okuliare. Najvhodnejšie je použitie vizuálnej fólie Astrosolar alebo tmavý zváračský filter (hustota 12 až 14). (Fólie Astrosolar dodáva firma TROMF (<http://www.tromf.sk>) a je dostupná pre vizuálne aj fotografické pozorovanie. K dispozícii je aj ďalšie príslušenstvo – microstage, redukcie a pod.) Môžeme použiť aj osvetlený a vyvolaný čb film, použitie farebného filmu alebo v minulosti odporúčaných počítačových diskiet je na dlhšie pozorovanie nevhodné. Vhodný filter je ten, pri ktorom môžeme dostatočne dlho pozerať do Slnka bez toho, aby nás boleli oči. Pohľad na Slnko musí byť rovnako príjemný ako pohľad na osvetlenú krajinu bez filtra. Vzhľadom na to, že prechod bude pozorovateľný už tesne po východe Slnka, keď je jeho intenzita stlmená atmosférou, je vhodné si filtro vyskúšať ešte niekoľko dní predtým. A nezabudnime si dobre vybrať aj pozorovacie miesto, aby nám vo výhľade nebránil blízky strom či budova. Venuše bude mať uhllový priemer necelú uhllovú minútu (57,8''), čo je približne ako jednoeurová minca zo vzdialenosť 80 metrov.

Pozorovanie triédrom

Už malým divadelným dalekohľadom uvidíme Venušu bez problémov, no výhodnejší je triéder (7×50 , 10×50 a pod.). V tomto prípade filter umiestníme pred objektív. Nikdy nedávajme filter za okulár, nakoľko hrozí jeho prepálenie či prasknutie, a tým aj poškodenie zraku! Podľahne je pozorovanie tzv. delostreleckým binárom 10×80 alebo Sometom 25×100 (filtere v Somete však nie sú dosťatočne tmavé na priame pozorovanie Slnka). Ak nemáme žiadnu možnosť zohnať kvalitný filter, môžeme triéder

s úspechom použiť na pozorovanie v projekcii. Výhodou je, že súčasne môže pozorovať viac záujemcov. V tomto prípade je však vhodné upevniť triéder na statív, jeden z objektívov zakryť krytkou a zhotoviť si tienidlo, aby nám slnečné svetlo nedopadalo priamo na projekčnú plochu. Ak budeme používať triéder na pozorovanie dlhšie, ubezpečme sa, či nás dalekohľad nemá optické súčasti a clony z plastu, aby sme ich pri pozorovaní nenávratne nepoškodili...

Pozorovanie dalekohľadom

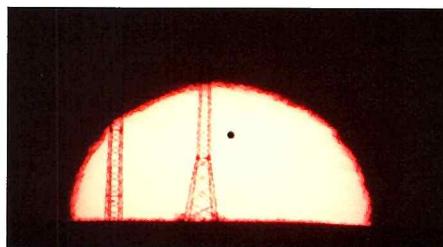
Pôžitkom bude pozorovanie prechodu cez dalekohľad, zvlášť na konci prechodu, keď bude Venuša blízko slnečného okraja. Za dobrých pozorovacích podmienok môžeme medzi 3. a 4. kontaktom zbadať okolo tmavého kotúčika Venuše svetlejšiu aureolu – Venušinu atmosféru.

Dalekohľad musí byť na dosťatočne pevnom statíve, astronomické dalekohľady bývajú upevnené na azimutálnej alebo paralaktickej montáži. Pri priamom pozorovaní pred objektív (!) umiestníme vhodný, dosťatočne kvalitný filter. Výhodné sú sklenené pochró-

mované filtre, ich cena je však pomerne vysoká. Aj v tomto prípade môžeme použiť špeciálnu slnečnú fóliu, ktorá je dosťatočne kvalitná a je používaná aj profesionálmi.

Jediným prípadom, keď pred objektív dalekohľadu neumiestňujeme filter je vtedy, ak máme k dispozícii špeciálny, tzv. helioskopický okulár, ktorý je určený na priame pozorovanie Slnka.

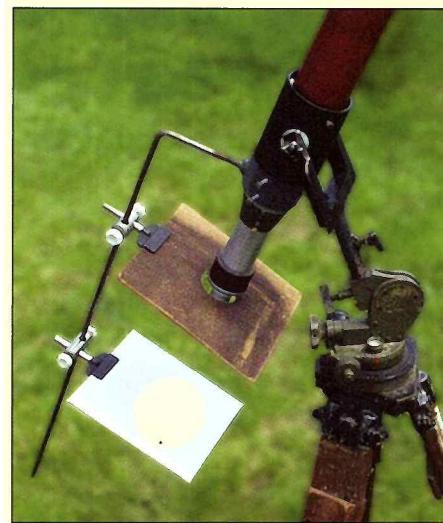
Ak nemáme možnosť zohnať kvalitný filter, môžeme na pozorovanie použiť metódou projekcie. Vhodnou voľbou okulára môžeme meniť zväčšenie



Venuša na slnečnom disku krátko po východe Slnka.



Vizuálne pozorovanie s okuliarmi z fólie Astrosolar.



Jednoduchý prípravok na pozorovanie v projekcii.



Pozorovanie dalekohľadom typu Newton.

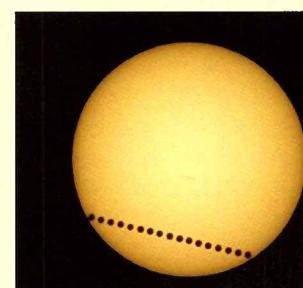
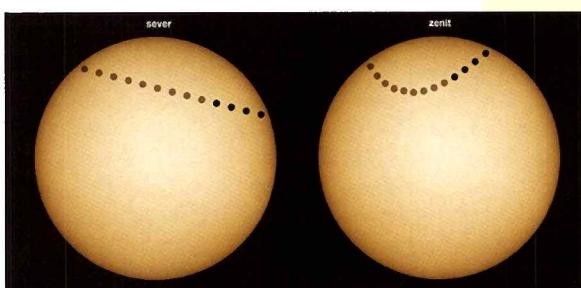
Odporučané stránky:

<http://www.venustransit2012.szaa.org>
<http://www.transitoftvenus.org/>
<http://transitoftvenus.nl>
<http://www.vt-2004.org>
<https://www.ta3.sk/~koza/projects/vt2004.htm>

PAVOL RAPAVÝ

Fotografie z prechodu 8. 6. 2004 sú urobené v Rimavskej Sobote (hvezdáreň + SZA team)

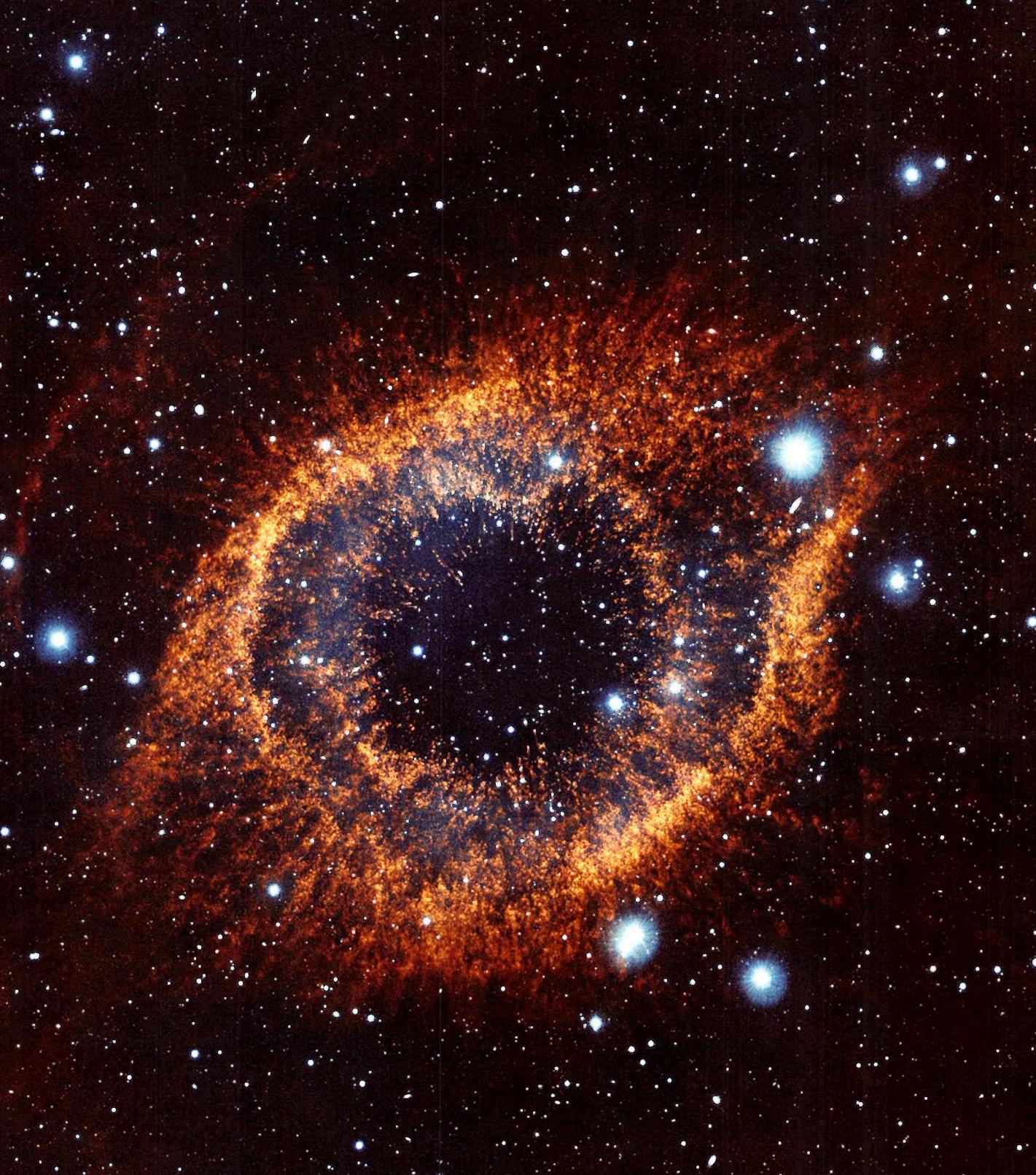
Venuša na slnečnom disku pri prechode v roku 2012 (23:30 – 05:30 SEČ, interval 30 minút), sedé krúžky označujú, že Venuša je u nás ešte pod obzorom.



Upevnenie kompaktu za okulárom dalekohľadu pomocou držiaka „microstage“.

Prechod Venuše 8. 6. 2004 (06:40 – 12:00 SEČ), objektív $f = 600$ mm, CCD kamera SHT 1.3.

Helix v najnovšom šate



Helix, jedna z najbližších a najkrajších planetárnych hmlovín, žiari vo vzdialosti 700 svetelných rokov. Vznikla po afgónii Slnku podobnej hviezdy, ktorá sa na konci života postupne zbaľovala vonkajšej obálky. Vyvrhnutý plyn sa sformoval do hmloviny. Hviezda, modrá guľka uprostred, sa premenila na bieleho trpaslíka. Vonkajší pás hmloviny má priemer 2 svetelné roky, čo je polovica vzdialenosťi Slnka k hviezde Proxima Centauri.

Hmlovinu tvorí prach, ionizovaný materiál a molekulárny plyn zalieraný ultrafialovým svetlom z horúcej centrálnej hviezdy. Červenkastá farba zviditeľňuje rozptyl plynu daleko za hranicu prstencov, kde sa formuje do vláken. Vo vláknoch sa molekuly vodíka združujú do uzlov, veľkých ako naša Slnčená sústava. Iba v nich, pod ochranou prachu, ich nerozloží žiarenie umierajúcej hviezdy.