

Číslo 1

* február - marec 2014

* Ročník 45

* Cena 1,80 €



KOSMOS

Čína na Mesiaci

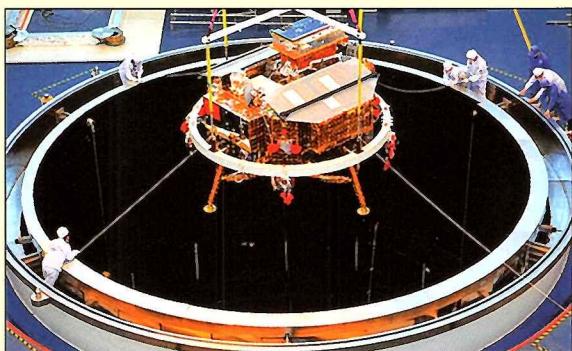
Meteorit
Košice -
kronika
hladania



**10 najzaujímavejších
exoplanét**

**Kolíska života bola
na dne oceánov**

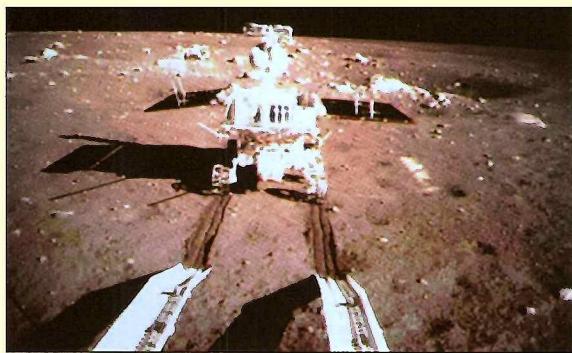
Čínská sonda Chang'e 3 v prosinci 2013 hladce přistála na Měsíci. Něco podobného už dokázal Sovětský svaz a Spojené státy, ale přece... Krom toho, že šlo pro nejlidnatější zemi světa o ohromný úspěch, je zapotřebí si také uvědomit, že zatím poslední měkké přistání na Měsíci proběhlo v roce 1976. Tedy před 37 lety, což znamená, že čtyři z pěti obyvatel Země žádné přistání na Měsíci nikdy nezažili...



Předstartovní testy sondy Chang'e 3.



Přistávací modul Chang'e 3 v celé své kráse.



První metry „nefritového králíka“ na Měsíci.



Šestikolové vozidlo Yutu během fotografování mateřské sondy.

Pod čínským

Čína snila o letech k Měsíci už dávno: své první studie na toto téma publikovali její vědci už v roce 1964! Ale šlo o plány, které velmi předběhly svoji dobu. Vždyť do startu první čínské umělé družice Země zbývalo ještě šest let a navíc měla nejlidnatější země světa v té době docela jiné starosti.

Projekt lunární sondy byl „oprášený“ až počátkem devadesátých let. Tehdy se začaly objevovat návrhy na to, jak by podobná expedice měla vypadat plus na to, jak by měl vypadat celý průzkum Měsíce. Tedy aby nešlo jen a pouze o jednorázovou akci, ale o komplexní plán. Důvod je prozaický: efektivita. Protože pro meziplanetární let, kterým cesta k Měsíci je, je zapotřebí postavit mnohá nová zařízení (např. stanice pro komunikaci na velké vzdálenosti). A kdyby všechna tato zařízení byla postavena jen pro jednu jedinou misi, bylo by to krajně neefektivní.

Projekt čínské lunární sondy každopádně nedostal hned zelenou. Priorita byla jinde: v pilotovaném programu. Nicméně lunární projekt žil, a to bylo důležité. Když začal pilotovaný program Shen Zhou (Božská loď) finišovat, bylo možné průzkum Měsíce rychle aktivovat. Důležitými daty byly roky 2000 a 01, kdy došlo k vytvoření koncepce a schválení „jízdního řádu“, a rok 2003, kdy dva měsíce po úspěšném prvním čínském pilotovaném startu došlo k oficiálnímu vyhlášení lunárního programu.

Jednička a dvojka

První čínská lunární sonda Chang'e 1 odstartovala v říjnu 2007: nešlo o kdovíjak revoluční koncepci, automat byl odvozený z konstrukce telekomunikačních satelitů DFH-3. Což ale nebylo na škodu: čínští technici se zkrátka rozhodli pro osvědčenou konstrukci, se kterou získávali nové zkušenosti. Například řízení operací nebo komunikace u Měsíce je zcela jiné, než na obvyklých drahách kolem Země. Chang'e 1 pracovala jako hodiny až do března 2009, kdy byla zničena řízeným nárazem do lunárního povrchu.

Chang'e 2 představovala identickou kopii prvního automatu, která byla na chystána pro případ nezdaru: později byla modernizována a v říjnu 2010 vypuštěna. Měsíc ale zkoumala jen krátce, protože už v červnu 2011 jeho dráhu opustila a vydala se nejprve do oblasti bodu L2, kam dorazila za 77 dní. Odtud pak v dubnu 2012 pokračovala po heliocentrické dráze, až v prosinci 2012 proletěla ve vzdálenosti 3,2 km (!) od asteroidu Toutatis. Jak se později ukázalo, rekordní pří-

blížení bylo způsobeno nejspíše navigační chybou, protože se plánoval průlet ve vzdálenosti 15 km. To ale nic nemění na úspěchu sondy Chang'e 2, která pracuje dodnes: čínští odborníci na ní testují komunikaci na velké vzdálenosti (koncem roku 2013 byla nějakých 60 milionů kilometrů od Země a stále fungovala), což jim umožňuje získat zkušenosti pro budoucí výpravy.

Chang'e 3 se představuje

Vývoj nejnovější čínské lunární sondy Chang'e 3 byl zahájený v roce 2002. Od března 2012 pak probíhala výroba jednotlivých komponent: ta byla dokončena v polovině loňského roku a po provedených testech vydali manažeři programu souhlas se startem, k němuž byla použita raketa CZ-3B.

Vlastní sonda Chang'e 3 se skládá ze tří částí, přičemž celková hmotnost byla 3800 kg. Šlo o servisní modul (který zajistil navedení na lunární oběžnou dráhu), přistávací plošinu a mobilního robota.

Přistávací plošina má „suchou“ hmotnost 1200 kilogramů, přičemž energii bude získávat z radioizotopového (RTG) generátoru. Půjde o první použití této technologie v čínské kosmonautice a její představitelé se netají tím, že je to i jeho technologický test pro budoucí mise ke vzdáleným cílům ve sluneční soustavě jako je například sonda k Jupiteru (plánovaná na 2025). I díky RTG generátoru má modul navrhovanou životnost dvanáct měsíců s tím, že ani za lunární noci nebude muset omezovat svá pozorování (byť první noc byl pro jistotu ve zcela autonomním režimu).

Přístrojové vybavení

Přistávací modul nese sedm přístrojů. Nejatraktivnější z nich bude astronomický teleskop s průměrem kolem 12 cm a možností pozorování v blízkém ultrafialovém spektru. Ten bude sloužit k pozorování dvojhvězd, aktivních jader galaxií, krátkoperiodických proměnných hvězd apod. Čína tvrdí, že půjde o první astronomickou observatoř na Měsíci. I když je to věc výkladu (astronomické přístroje byly na Měsíc dopraveny už posádkami letů Apollo nebo sovětskými Lunami), půjde o výrazný krok vpřed: Měsíc, který je prakticky bez atmosféry a dalších rušivých jevů, totiž představuje takřka ideální místo pro astronomická pozorování – na rozdíl třeba od oběžné dráhy Země. Snem mnoha vědců je přitom observatoř na odvrácené straně, která by nebyla rušena čílým rádiovým provozem a dalšími vlivy ze Země.

Ale zpět k přístrojům Chang'e 3.

Měsícem

Dalším bude kamera pro sledování vzdáleného ultrafialového záření, která má pracovat v pásmu 30,4 nanometru a má sledovat radiaci ze zemské ionosféry. Tím získá přehled o proměnách kosmického počasí, sluneční aktivitě a jejím vlivu na naši planetu, změnách geomagnetického pole a pohybu částic v zemské ionosféře.

Zapomenout nesmíme na tři panoramatické kamery, jednu přistávací kameru (ta byla mimochoodem odzkoušena už na sondě Chang'e 2, kde pořídila slavné záběry asteroidu Toutatis) či mechanické rameno pro zkoumání fyzikálních vlastností povrchu.

Šestikolový králík

Nejzajímavější součást mise ovšem představuje šestikolové průzkumné vozidlo Yutu (pojmenované podle mytického nefritového králíka, který doprovází bohyňu Chang'e). To má mít výšku 1,5 m a hmotnost 120 kg a nese 20 kg přístrojů: aparaturu pro přímé televizní vysílání, analyzátor vzorků (a mechanické rameno pro jejich odběr), dvě panoramatické kamery, dvě stereokamery (palubní počítač má být s jejich pomocí schopen autonomně se vyhýbat překážkám) a na svém podvozku radar, který umožní „nahlédnout“ až do hloubky několika set metrů. Dále na něm najdeme rentgenový spektrometr částic alfa a infračervený spektrometr.

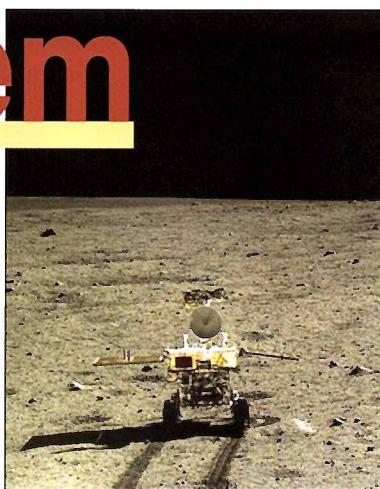
Energii mu dodávají sluneční baterie, přežítí po dobu čtrnáctidenní lunární noci (kdy teplota spadne až na míinus 180 stupňů Celsia) zajišťují RTG vyhřívací jednotky: teplo získávané z radioaktivního rozpadu pomocí smyček s pracovní kapalinou vyhřívá celé vozidlo.

Čínskí konstruktéři věří, že robot ujede nejméně deset kilometrů.

Triumfální přistání

Sonda Chang'e 3 odstartovala 1. prosince 2013 s pomocí rakety CZ-3B. Nosič pracoval spolehlivě a dopravil automat na stanovenou trajektorii. Na ní provedl dva korekční manévrov (třetí byl jako zbytečný zrušený) a 6. prosince vstoupil na lunární oběžnou dráhu ve výšce 100 km. O čtyři dny později snížila motorickým manévrem její nejnižší bod na 15 km.

„Den D“ pro misi nastal v sobotu 14. prosince, kdy sonda postupně provedla šest zážehů hlavního motoru (stabilitu po celou dobu zajišťovalo 28 menších trysek). Ty snížily její rychlosť z 1,7 km/s na nulu. Ve výšce zhruba jednoho sta metrů se přitom téměř zastavila, aby její palubní počítač dostal čas „prohlédnout“ si po-



Yutu se vydává na samostatný průzkum.

mocí laserových a radarových čidel povrch pod sebou. Kdyby odhalil nějaké překážky, měl možnost rozhodnout se pro jiné místo přistání. Nakonec se tak nestalo, protože zvolená lokalita byla shledána vyhovující. Chang'e 3 proto zahájila sešup, přičemž ve výšce čtyři metry nad povrchem dle plánu vypnula hlavní motor a dosedla volným pádem. Chang'e 3 přistála do Duhové zátoky na místo se souřadnicemi 44,12 stupně severní šířky a 19,51 stupně západní délky.

Po rozložení slunečních baterií a prověření palubních systémů se poprvé otočila kola 120 kg těžkého šestikolového vozidla Yutu. Ovšem jen na horní palubě mateřské sondy, když robot přejel na zvedací plošinu. Ta se následně spustila na povrch a až z ní sjel do lunárního prachu.

První noc na Měsíci

Yutu pokračoval v jízdě a zhruba deset metrů od mateřské sondy se otočil: to proto, aby se obě zařízení mohla navzájem vyfotografovat. Nešlo jen o „hezké snímky do rodinného alba“, ale také cenná data, s jejichž pomocí se dá zhodnotit stav obou zařízení po přistání. Robot má pokračovat v prohlídce přistávací části sondy, kterou obkrouží – a pak se vydá na jih. Ještě před tím ale prošel dvojitou hibernací: poprvé byl vypnutý zhruba na týden krátce po přistání, kdy mělo říditci středisko obavu z přehřátí stroje z poledního Slunce. Podruhé po dobu lunární noci.

Ještě před usnutím stihl Yutu vyzkoušet svůj klíčový přístroj, penetrační radar schopný „nahlédnout“ stovky metrů pod povrch. Jak mobilní robot, tak mateřská sonda bez problémů přečkali první noc („vstávali“ 12. ledna 2014) a hned se dali do práce: Yutu například odzkoušel svoji mechanickou paži.

Čínskí technici věří, že Yutu bude pracovat nejméně tří pozemské měsíce, vlastní stanice Chang'e 3 pak nejméně jeden rok.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto archiv autora

Príhovor generálneho riaditeľa SÚH v Hurbanove Mgr. Mariána Vidovenca

Vážení čitateľia,

týmto číslom vstupuje Kozmos do 45. ročníka svojej existencie. Keď sa naši predchodcovia v Slovenskej ústrednej hvezdárni rozhodli v roku 1969 vydávať tento časopis, nevedeli, či uspejú. Predpokladali však, že čo-raz aktívnejšia obec slovenských astronómov amatérov privítá možnosť zviditelnenia svojich aktivít. Zároveň si uvedomovali, že 60. roky, ktoré dodnes vnímame ako „zlaté desaťročie kozmonautiky“ (od Jurija Gagarina až po misie Apollo), do takej miery podnetili záujem verejnosti o astronómiu, že vydávanie Kozmosu, zameraného na popularizáciu vied a činností spojených s výskumom vesmíru, ocenia a laickí čitatelia. Nemýliť sa: projekt bol úspešný. Koncom 80. rokov dosiahol náklad Kozmosu 14 000 výtlačkov, s narastajúcim počtom stálych, slovenských i českých abonentov. A to napriek tomu, že si časopis (aj vďaka spolupráci odborných garantov v redakčnej rade) po celé roky udržal povest seriózneho periodika a nevyužíval, aj za cenu nižšieho nákladu, narastajúci záujem o najrozličnejšie pavedocké teórie a spekulácie.

Kozmos sa podarilo udržať aj začiatkom 90. rokov, keď po významných politických zmenách zanikali desiatky periodík. Preto, že ich pôvodné poslanie nerezonovalo s ideálmi demokratickej spoločnosti, preto, že sa v každej oblasti vynorili konkurenčné periodiká, ale aj kvôli tomu, že po krátkom boome nastal pokles záujmu o tlačenie médiá. Kozmos sa musel vysporiadáť aj s dôsledkami zmenšeného trhu po rozdelení Československa. Takmer dva roky trvali administratívne zmätky, ktoré neobyčajne sťažovali objednávky z Českej republiky. Tým sme prišli o časť českých abonentov, nie však o významných autorov, konzultantov a spolupracovníkov. Kozmos sa však napriek zvyšujúcim sa cenám papiera, tlače, a najmä distribúcie podarilo nielen udržať, ale v rámci možností aj skvalitovať. Nás časopis dnes patrí medzi najvýznamnejšie časopisy popularizujúce astronómiu a kozmonautiku v Európe.

Počas ostatných 24 rokov sa Kozmos zmenil na nepoznanie. O tretinu sa zvýšil počet strán (plus príloha); celé číslo sa tlačí vo farbe (oprati ôsmim ešte pred tromi rokmi); výrazne sa zmodernizovala grafická úprava; vďaka neobmedzenému prístupu k najvýznamnejším, svetovým zdrojom informácií sa podstatne zvýšili aj aktuálnosť, pestrosť a zaujímavosť uverejňovaných materiálov. Prítom časopis je stále cenovo prístupný. Mimoriadne oceňujem najmä vernosť a ochotu významných slovenských a českých astronómov, členov redakčného krahu i autorov pôvodných materiálov, popularizujúcich najvýznamnejšie výsledky stredoeurópskej astronómie.

Veľkú radosť mám aj z toho, že na stránkach Kozmosu sa čoraz výraznejšie prejavuje aj činnosť astronómov združujúcich sa okolo našich hvezdárni. Svedčí o tom nielen narastajúci počet ich aktivít, ale aj kvalita výsledkov ich práce (fotografií a článkov), reflektojúcich najvýznamnejšie astronomické udalosti i významných kampaní (napríklad boj proti svetelnému znečisteniu oblohy nad našimi sídlami).

Na prahu 45. ročníka sa Ing. Teodor Pintér rozhodol, že sa vzdá funkcie generálneho riaditeľa Slovenskej ústrednej hvezdárne. Z pozície nového generálneho riaditeľa urobím všetko preto, aby bol Kozmos pre každého ešte príťažlivejší, nielen pre zanietených záujemcov o astronómiu. Kolektívu SÚH, redaktorom Kozmosu, členom redakčného krahu i všetkým spolupracovníkom, čitatelom a priaznivcom nášho časopisu prajem silné zdravie, veľa úspechov a čo najviac vzrušujúcich astronomických dobrodružstiev pod jasou oblohy.

MARIÁN VIDOVENEC

Sonda Čchang'e 3

Mäkké pristátie v Dúhovej zátoke



Obálka

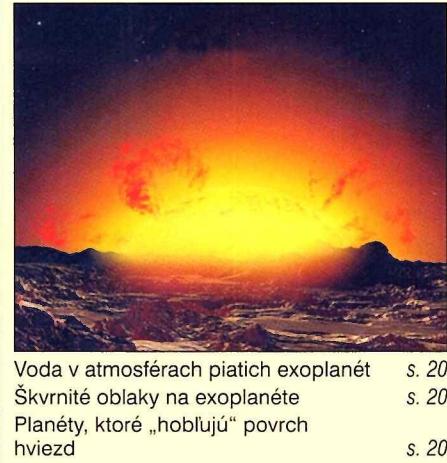
Čínsky mesačný modul úspešne pristál na Mesiaci a vyslal na jeho povrch vozítko Ju-tu. Viac v článku Čína na Mesiaci na s. 2 – 3.

Extrasolárne sústavy

Čudná osamelá planéta	s. 14
Stopy života na exoplanétach...	s. 14
Exoplanéta v centrálnej výduti Mliečnej cesty	s. 15
Osamelé planéty nemusia byť vydedencami	s. 15

10 najzaujímavejších exoplanét

Astronomy	s. 16 – 19
-----------	------------



Voda v atmosférach piatich exoplanét	s. 20
Škvornité oblaky na exoplanéte	s. 20
Planéty, ktoré „hobľujú“ povrch hviezd	s. 20

Nové knihy

Ladislav Druga: Úvod do dejín astronómie	
Eugen Gindl	s. 36

KOZMOS populárno-vedecký astronomický časopis

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. IČO vydavateľa: 00 164 852. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove Mgr. Marián Vidovenec. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lydia 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:** RNDr. Ivan Dorotovič, CSc., doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hrič, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčák, CSc., RNDr. Leonard Kornoš, PhD., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribulová, PhD., RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc., RNDr. Igor Túnyi, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. * **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. * **Vychádzka:** 6 × roka. Neobjednané rukopisy nevracame. * **Cena jedného čísla** 1,80 € (45,00 CZK). Pre abonentov ročne 9,60 € (250 CZK) vrátane poštovného. * **Objednávky na pred-platné** prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk. * **Predplatitelia:** V Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava 34, tel. 00421-02 49 111 204. 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 Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 15. 1. 2014 * ISSN 0323 – 049X

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

Slnecná sústava

Meteorit Košice: kronika úspešného hľadania meteoritu s rodokmeňom

s. 32 – 34



Stelárna astronómia...

Gravitačné vlny nám pomáhajú pochopiť hmotnosť čiernych dier	s. 9
Dvojhviezdy, ktoré sa zbláznili	s. 9
Existovali čierne diery pred big bangom?	s. 10
Goodbye big bang, hello black hole	s. 10 – 11
Čo bolo pred big bangom?	s. 11
Zmapovali kolísky hviezd	s. 12
Kozmickí obri a hustota tmavej hmoty	s. 13
Čierne diery sa zväčšujú v galaktických mestách	s. 21
Palivom vzdialenej galaxie je primordiálny vodík	s. 21
Všeadeprítomné magnetické polia v hlbokom vesmíre	s. 21
Majú čierne diery vlasy?	s. 26

Podujatia

KOLOS 2013	
Pavol Rapavý	s. 35
22. celoštátny slnečný seminár	
Ivan Dorotovič	s. 35
Fotografická súťaž o svetelnom znečistení	
Pavol Rapavý	s. 40 – 41 + s. 48
Čas, svetlo a priestor	
Edita Vološčuková	s. 46

Servis Kozmosu

ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 19	
O cykle slnečnej aktivity	
Milan Rybansky	s. 30 – 31
Slnečná aktvitita	
(október – november 2013)	
Milan Rybansky	
POZORUJTE S NAMI	
Obloha v kalendári	
(február – marec 2014)	
Pripravil Pavol Rapavý	s. 42 – 45
Kalendár úkazov a výročí	
Tabuľky východov a západov	
Pavol Rapavý	s. 45

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Daniel Očenáš, a. RNDr. Pavol Rapavý

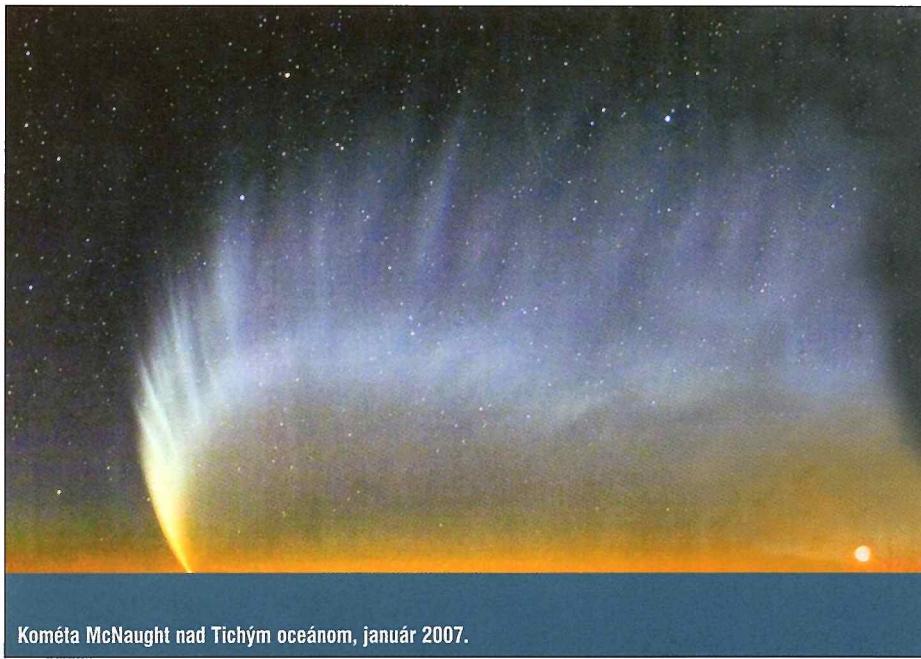
Kozmonautika

Béžný rok na kozmické stanicie	
Tomáš Přibyl	s. 38 – 39

Album pozorovateľa

Poločieňové zatmenie Mesiaca	
Michal Lachky	s. 35
Komety z 1. novembra 2013	
Marián Urbaník	s. 47
Komety C/2013 R1 Lovejoy	
Marián Mičuch, Dušan Lorenc	s. 47

Kométy: záhadní pútnici



Kométa McNaught nad Tichým oceánom, január 2007.

Éru moderných kometológov otvoril Fred Whipple, astronóm, ktorý označil kométy za „špinavé ľadové gule“. Podľa Whippleho sú kométy telesá, pozliepané v najrozličnejších exotických ľadov, prachu a zrniečok primoridálnych, zväčša kremičitých látok. Keď sa kométa približuje k Slnku, ľadu postupne sublimujú, (každý ľad pri inej teplote) a ich plyny vytvárajú často modrastý prúd chvosta. Tryskajúce plyny strhávajú z kométy aj prach, ktorý sa počas priblíženia k Slnku tiež mení na plyn, čím sa okolo

kométy sformuje guľatá atmosféra – koma. Tlak slnečného žiarenia a magnetické sily vytláčajú plyn (spolu s prachom) z komy. Tak sa vytvárajú oba typy chvostov komét.

Chvosty komét sú nádherné, fotogenické. Vedcov však najviac zaujímajú ich jadra. Kým sa kométa pohybuje daleko od Slnka, jadra sú veľmi ľahko detegujú. Sú to veľmi malé telesá s priemerom niekoľkých kilometrov. (Iba jadra niekoľkých najväčších komét majú väčší priemer ako 25 kilometrov.) Chvosty komét sú

Vedci sa už dozvedeli o kométoch veľa. Napriek tomu tieto telesá vyvolávajú viac otázok ako odpovedí. Ľudia ich pozorovali na oblohe odnepamäti, ešte predtým, ako ktori si vymysleli prvý záznam, ktorý sa uchoval. Aristoteles ich považoval za meteorologický úkaz (horiaci vzduch). Tycho Brahe jeho výklad vyvrátil. S využitím paralaxy dokázal, že kométa z roku 1577 bola vzdialenejšia od Zeme ako Mesiac. Až v 20. storočí vedci zistili, že kométy sú ľadové relikty z obdobia, keď sa planéty formovali. Zvláštne telesá, ktoré im pomohli pochopiť, ako vznikla a vyzvájala sa naša planetárna sústava.

však dlhočízne: niektoré sú dĺhšie, ako vzdialenosť medzi terestrickými planétami.

O jadrách komét sa vedci dlhé roky iba dohadovali. Súbor prvých údajov z prvej ruky získala až európska sonda Giotto v roku 1986. Snímky z blízkeho obehu Halleyovej kométy exponovala a vyslala na Zem.

Jadrá komét sú na pohľad malé, ale tvoria ich obrovské zoskupenia hmoty. Napríklad kométa



Štyri časti kométy

Jadro: Pevné, ľadovoskalnatú hlavu kométy nemôžeme pria-mo pozorovať, pretože ju zahaluje koma. Typické jadro kométy môže mať priemer niekoľko kilometrov až niekoľko desiatok kilometrov. Väčšina hmotnosti kométy je sústredená v jadre, ktoré je „špinavou snehovou guľou“.

Plynový chvost: Vedci ho nazývajú aj iónovým (plazmovým) chvostom. Tvorí ho ionizovaný plyn, vytáčaný nabitymi časticami vyzárenými zo Slnka (slnečný vektor). Iónový chvost je obyčajne dĺhší, nejasnejší, redší a jemnejšie štruktúrovaný ako prachový chvost. Jeho dĺžka dosahuje niekedy niekoľko miliónov až niekoľko sto miliónov kilometrov a smeruje od Slnka.

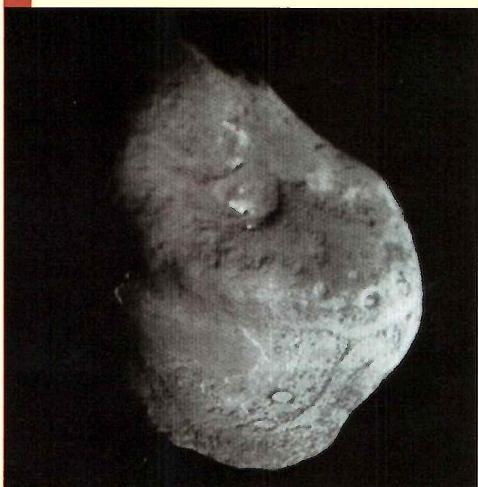


Koma je riedka atmosféra obalujúca jadro. Vnímame ju ako „hlavu“ kométy. Keď Slnko zahreje jadro, uvoľnený plyn a prach jadro obalia. Typická koma má priemer niekoľko desaťtisíc kilometrov, vodíkové halo však často rozmerom presahuje priemer Slnka.

Prachový chvost je najefektnejšou súčasťou kométy. Tvoria ho jemné zrná prachu, ktoré z komy vymetá tlak slnečného vetra. Vnímame ho aj volným okom. Niektoré kométy však prachový chvost nemajú. Prach sa šíri pomalej ako plyny, pričom často sa jeho prúdy ohýbajú. Najdlhšie prachové chvosty sú dĺhé niekoľko desiatok miliónov kilometrov.



Jadro Kométy Wild 2 s priemerom 5 km. Početné „krátery“ nie sú impakty. Vznikli po úniku prehriatých plynov z podložia s následným zrútením kôry do vzniknej diery. Snímka: sonda Stardust, 2. januára 2004.



Kométa Tempel 1. Pretiahnuté jadro má dĺžku 7,6 km. Na pomerne malom jadre je iba niekoľko veľkých impaktov. Snímka: sonda Deep Impact, júl 2005.



Jadro kométy Hartley 2 je dvojkométoou. Tvorí ju dve telesá spojené mostom, ktorý je pokrytý prachom. Teleso vzniklo po mäkkej zrážke dvoch telies, z ktorých každé má iné zloženie. Dĺžka jadra: 2,2 km. Všimnite si, že plyn a prach unikajú k Slnku privŕtannej strane. Teleso pripomína kozmickú baterku. Snímka: sonda Deep Impact (EPOXI), 4. novembra 2010.

Halley: má rozmer iba 15×8 kilometrov, ale počas obehu Slnka stráca za sekundu 50 až 100 ton materiálu. Malé teleso by tak stratilo väčšiu hmotu v priebehu niekoľkých desaťsíc rokov. Slnecná sústava však má 4,5 miliardy rokov! Kométy by teda mali byť relatívne mladé telesá. Ak by to bola pravda, vedci by mali problém: nedokázali by vysvetliť, kde a ako sa kométy v dnešnej Slnecnnej sústave sformovali.

Kométy sú však prastaré telesá. Sformovať sa mohli iba vo vzdialenej, chladnej periférii Slnecnnej sústavy, v podmienkach, kde vládne krutý mráz. Kométy s krátkou periódou prichádzajú z Kuiperovho pásu (kde je priemerná teplota -230°C), odkiaľ ich katapultujú gravitačné poruchy planét. Kométy z Oortovho oblaku katapultuje gravitácia hviezd, ku ktorým sa naša sústava približuje počas obiehania centra Galaxie, a do istej miery aj galaktické slapové sily.

Najnovšie spektrálne údaje (v infračervenej oblasti) o kometárnom prachu však teóriu, ktorá tvrdí, že kométy sú zamrznutými hrudkami, zvyškami z obdobia, keď sa planéty formovali, podkopali. Vedci získali nezvratné údaje o tom, že zrnká prachu v zlepencoch boli istý čas vystavené teplote okolo 1000°C . To je vyššia teplota, než panuje na Merkúre. Ak by sa hociktorá kométa dostala do väčej blízkosti k Slnku, vodný ľad a ďalšie exotické ľady by sa z nej už dávno vyparili. Ba čo viac: misia Stardust (NASA) detegovala v kôme kométy Wild 2 inkúzie vápník/álmínium (CaAl). Ide o minerály, ktoré sa môžu sformovať iba pod vplyvom vysokej teploty. V minulosti ich našli iba v meteoritech. Vedci ich dnes považujú za prvé horniny, ktoré sa sfomovali potom, ako slnečná hmlovina vychladla!

Ako sa mohli kométy pozliepať z ľadu a z látok, ktoré vznikali v čase, keď vnútorná slnečná hmlovina chladla? Zdá sa, že protoplanetárny disk Slnka bol poriadne premiešaný: horúce čiastočky prachu sa nejaký dostali zo blízkosti Slnka do vonkajších oblastí, kde sa zmiešali s ľadom. A z týchto zmesí sa postupne sfomovali jadrá komét.

Geológia špinavých snehových gúľ

Jadrá, na pohľad jednoduché, sú v skutočnosti neobýčajne komplexné. Na snímkach komét pozorujeme neraz výtrysky i iné štruktúry. Výtrysky sa zjavujú nad oblasťami, ktoré tvorí obnažený ľad. Tam, kde je ľad pod hrubším príkrovom spečeného prachu, sa výtrysky ne-

Kométy s krátkou a dlhou periódou

Kométy s krátkou periódou obehnú okolo Slnka za menej ako 200 rokov. Kométy s dlhou periódou sa vrátia k Slnku po viac ako 200 rokoch.



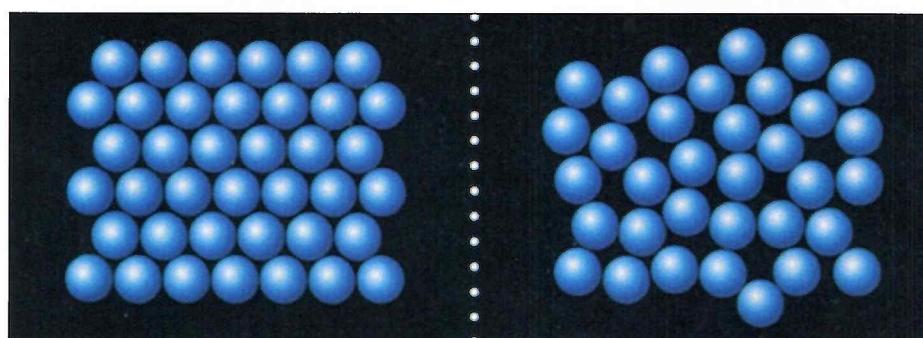
Kométa Halley na snímke sondy Giotto (ESA), ktorá sa 13. 3. 1986 k nej priblížila do vzdialenosťi 596 km. Ide o prvú priamu snímku jadra kométy. Jadro má rozmer 15 × 8 km. Na tejto „blízkej“ snímke uniká plyn smerom k Slnku, pretože sa uvolňuje z aktívnej, k Slnku privŕtannej časti. Tlak slnečného vetra ho však pribrzdí a zavráti, čím sa vytvorí chvost.

zjavujú. V prípade kométy Halley 1986 sa výtrysky objavovali iba na 10 % povrchu. Pritom Halley je neobyčajne aktívna kométa. Na väčšine iných komét sa aktívne oblasti objavujú iba na 1 % povrchu.

Aktuálne povrchy kometárnych jadier majú bizarnú geologiu. Nikde inde v našej sústave čosi podobné nepozorujeme. Vedcov najviac prekvapilo, že na získaných, veľmi podrobnych snímkach jadier neobjavili veľa aktívnych oblastí. Napríklad na povrchu kométy Wild 2 (misia Stardust) nenašli v kôme nijaké miesta s výtryskami. To isté platí pre kométu Tempel 1 (misia Deep Impact). Na jadre kométy Wild 2 však našli útvary, ktoré pripomínajú skôr impakty podobné tým na Mesiaci, či na asteroidoch. Sú však vzhľadom na ich priemery oveľa hlbšie a nemajú tvar misky. Steny týchto impakov sú kolmé a nad nimi sa neraz klenú previsy.

Vedci usúdili, že impakty vyhlibili malé projektily, ktoré vnikli do mäkkého, porézneho materiálu. Nemožno vylúčiť ani to, že to impakty nie sú. Možno ide o kaldery nad dierami, odkiaľ unikli pieduchmi prehriate plyny, takže vrchná vrstva sa do nich zrútila.

Vedcov prekvapil aj fakt, že jadrá komét sú také odlišné. Prinajmenšom tie, ktoré zblízka



Dve formy ľadu. Vodný ľad sa vyskytuje v dvoch formách: kryštalickej (vľavo) a amorfnej (vpravo). Molekuly v kryštalickej ľade, na ktorom sa korčuliujeme, sú usporiadane do pravidelných šestuholníkov. Molekuly v amorfnej ľade sú usporiadane chaoticky. V medzera medzi nimi sú uväznené rozličné plyny. Keď sa amorfny ľad zohreje, okamžite sa premení na kryštalickej ľad, pričom sa plyny prudko uvolnia.

nasnímali sondy. Tempel 1 má oveľa menej kráterov ako Wild 2. Jej povrch tvoria skôr „chrasty“, stuhnuté prúdy hmoty s nízkou viskozitou. Nikto nevie, čo sú to za prúdy. Možno ide o prach, ktorý skvapalne, ale vzhľadom na (v tomto prípade) nízku únikovú rýchlosť (1 meter za sekundu), zotrval a stuhol, na povrchu. Mimochodom: kométa Tempel 1 má takú slabučkú gravitáciu, že keby sa od nej astronaut poriadne odrazil, vzniesol by sa do priestoru aj bez rakety. Naproti tomu jadro kométy Hartley 2 má takú zložitú štruktúru, že sa mohlo sformovať iba po kolízii dvoch odlišných telies.

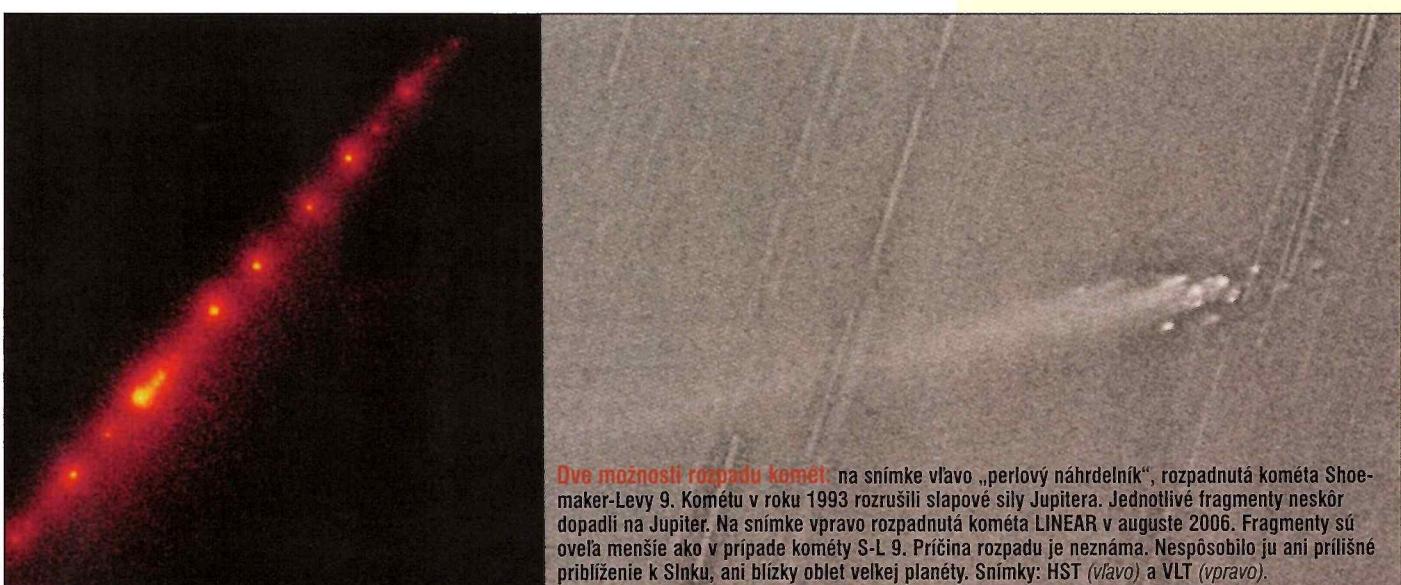
Explodujúci ľad

Ďalšou záhadou je fyzikálna forma kometárneho ľadu. V normálnom ľade (z chladničky) sú molekuly vody usporiadane v pravidelnej, šestuholníkovej štruktúre. To je kryštalický ľad. Pri nízkych teplotách, napríklad v Kuiperovom či Oortovom pásme, sa môže vytvoriť aj amorfny ľad. Jeho molekuly sú usporiadane chaoticky. Rozdiely medzi kryštalickým a amorfnným ľadom sa môžu zdať bezvýznamné. Ľad je predsa ľad! V skutočnosti sú tieto rozdiely dramatické! Keď sa zohreje amorfny ľad, napríklad počas prechodu kométy perihéliom, prudko sa premení na ľad kryštalický, pričom sa uvoľní množstvo energie. Medzery medzi molekulami vody v amorfnom ľade sú skvelými skrýšami pre atómy a molekuly iných plynov. Amorfny ľad pripomína totiž špongiu, nasávajúcu oxid uhľnatý i uhličity, ale i ďalšie plyny vyskytujúce sa v kométech.

Navýše: energia, ktorá sa uvoľňuje pri rýchlej kryštalizácii amorfneho ľadu, vytláča uväznené molekuly, čo spôsobuje viac či menej silné výrony plynu. Výtrysky... Kométa Holmes v roku 2007 zjasnala v priebehu jediného dňa až miliónkrát. Výtrysky sa prejavili aj na iných kométoch. Napríklad kométa Schwassmann-Wachmann 1 vyprodukuje za rok niekolko výtryskov, ale v porovnaní s kométou Holmes je to iba neškodná prskavka. Vedci netušia, prečo z kométy Holmes uniklo v roku 2007 toľko materiálu.



Kométa Holmes sa v októbri 2007 zjasnila v priebehu 42 hodín miliónkrát. Dosiahla jasnosť 2 magnitudy. Príčinou zjasnenia môže byť tepelná premena kryštalického ľadu na amorfny. Snímka: Sean Walker pomocou 10-cm astrografu.



Dve možnosti rozpadu komét: na snímke vľavo „perlový náhrdelník“, rozpadnutá kométa Shoemaker-Levy 9. Kométu v roku 1993 rozrušili slápové sily Jupitera. Jednotlivé fragmenty neskôr dopadli na Jupiter. Na snímke vpravo rozpadnutá kométa LINEAR v auguste 2006. Fragmenty sú oveľa menšie ako v prípade kométy S-L 9. Príčina rozpadu je neznáma. Nespôsobilo ju ani prílišné priblíženie k Slnku, ani blízky oblet veľkej planéty. Snímky: HST (vľavo) a VLT (vpravo).

Priamy dôkaz o existencii amorfného ľadu na kométoch zatiaľ nemáme. Ak ho obsahujú kométy z Kuiperovho pásu, potom by mal byť amorfny ľad aj na ostatných telesach v tomto páse. Doteraz získané údaje o týchto telesách však naznačujú, že ich ľady sú kryštalické!

Ďalšie záhady

Vedci zatiaľ nevedia, prečo sa jadrá komét tak odlišne rozpadajú. Niekoľko sa iba rozdrobila, inokedy sa rozpadnú na roj fragmentov, ba stáva sa, že sa premenia na spršku prachu.

Rozpad jadier môže spôsobiť blízky oblet Slnka či Jupitera. Najznámejším prípadom je rozpad kométy Shoemaker-Levy 9 na „na perlový náhrdelník“. Jadro kométy vniklo do vnútra Rocheho limitu obrej planéty a gravitačné sily Jupitera ho roztrhali. Aj kométy maximálne sa približujúce k Slnku, naposledy kométa Lovejoy (C/2011 W3), sa môžu pod vplyvom gravitácie a žiarenia rozpadnúť. Tieto väčšinou malé telesá (je ich asi 2 000) sú fragmentmi väčších komét, ktoré sa rozpadli už veľmi dávno. Z modelov vyplýva, že tieto telesá boli skôr nesúdržnými zlepencami, ktoré držala pokope iba slabá gravitácia.

Existujú však aj kométy, ktoré sa rozpadajú aj vo veľkej vzdialenosťi od Slnka či iného masívneho telesa. Najčastejšou príčinou rozpadu býva rýchla rotácia. Pieduchy s tryskajúcim plynom sa vyskytujú najmä na strane privŕtanej k Slnku. Taká kométa vyzerá ako svietiaci baterka. Sily tryskajúceho plynu, vzhľadom na nepatrné jadro neraz prfliš silné, môžu jadro vychýliť z pôvodnej „kuiperovskej dráhy“ i zrýchliť jeho rotáciu. Zrýchlovanie rotácie jadra bolo pozorované pri viacerých kométoch, najmä pri kométe Hartley 2. Práve ona pripomína rotujúcu baterku. V priebehu roku 2011 sa períoda jej rotácie každý deň zvyšovala o 1 minútu (pôvodná rotácia bola 18,3 hodiny, po roku 12,3 hodiny). Takéto zrýchlenie je aj vo svete astronómie také extrémne, že sa rotujúce jadro môže rozpadnúť. Zdá sa, že práve zrýchlovanie rotácie spôsobuje rozpad väčšiny kométy na fragmenty.

Čo je vo vnútri?

Snímky zo sond rozvírili aj diskusie o vnútornej štruktúre kometárnych jadier. Ak sú kométy naozaj pozostatkami po zrážkach objek-

tov Kuiperovho pásu, budú mať krehké, nesúdržné vnútro. Existujú však aj inakšie kométy. Kométa Hartley 2 pripomína asymetrickú činku, akúsi zlepenný dvojkométo. Zdá sa, že dve odlišné telesá kolidovali, pričom zrážkou uvoľnený materiál vytvoril medzi nimi premostenie. Navyše, jedna časť činky obsahuje oveľa viac oxidu uhličitého ako druhá. Takže je takmer isté, že obe časti sa sformovali v celkom iných končinách protoplanetárneho disku, vo väčšej vzdialenosťi od Slnka.

V odbornej tlači sa nedávno objavili úplne iné teórie o štruktúre kometárnych jadier. Opierajú sa o plochú, miskovitú pripomínajúcu štruktúru kométy Tempel 1. Podľa tohto modelu (TAPS) pripomína jadro koláče uložené vo vrstvách, ktoré každý náraz „kometasimálov“ skomprimuje. Nedostatok údajov o vnútre kométy neumožňuje zatiaľ podobné modely overiť.

Štúdium kométy je stále v plienkach. Vieme, že tieto telesá sa pohybujú v Slnčnej sústave celé miliardy rokov. Už z niekoľkých príkladov, ktoré sme vybrali, vyplýva, že fyzikálne vlastnosti kometárnych jadier sú neuveriteľne rôznorodé. Netušíme však, ktoré z týchto vlastností sú pôvodné, primordiálne, netušíme, do akej miery sa jadrá komét počas putovania z Kuiperovho pásu či Oortovho oblaku menili.

Tvrďom orieškom je pochopíť, ako sa jadrá komét sformovali. Sú triestou, úlomkami po kolíziách telies v Kuiperovom pásu? Alebo krehkým zlepencom kometezimálov, zhukov primordiálnej hmoty? Či Beltonovými, stlačenými koláčmi? Možné sú aj najrozličnejšie kombinácie týchto modelov, ba vedci pripustia aj doteraz neznáme procesy, ktorých spoznanie objasní, ako sa tieto „špinavé, snehové gule“ akreovali vo vonkajších oblastiach protoplanetárneho disku.

Lepšie spoznanie vnútornej štruktúry kométy môže umožniť radarová tomografia. Dlhé rádiové vlny zachytí po prechode kométovej detektor na opačnej strane. Prvý takýto pokus sa uskutoční pri jadre kométy Čurjumov-Gerasimenko. Ak sa podarí, pristávací modul sondy Rosetta (ESA) vyšle takéto vlny cez jadro, smerom k sonda, krúžiacej okolo kométy. Údaje z Rosetty možno otvoria novú etapu poznávania kométy.

Sky&Telescope, december 2013

Mesiac

mesačné horniny
448 kg



Vesta

meteority HED
1 332 kg

Obrázok znázorňuje, ako skúmanie meteorítov z Vesty (nájdených na Zemi) a mesačných hornín, ktoré priviezli na Zem lode Apollo, objasnilo udalosť, ktorú nazvali „lunárnu kataklizmu“. Zmena obežných dráh Jupitera a Saturna destabilizovala pás asteroidov. Dôsledky: v samotnom páse sa odohralo množstvo vzájomných zrážok, ale značná časť telies z pásu unikla smerom k Slnku a bombardovala vnútorné planéty. Aj Zem a Mesiac.

Čo spôsobilo lunárnu kataklizmu?

Vedci z National Lunar Science Institute (NLSI) pri NASA zistili, že populácia rýchlo sa pohybujúcich objektov, ktoré bombardovali Mesiac pred miliardami rokov, zasiahla aj Vestu a podľa všetkého aj ďalšie veľké asteroidy. Objavili tak nečakanú súvislosť medzi Vestou a Mesiacom, čo otvorilo nový pohľad na veľké bombardovanie terestrických planét.

Objav podporil teóriu, podľa ktorej Jupiter a Saturn zmenili svoje obežné dráhy a zaparkovali na dnešných. Tento presun destabilizoval objekty v páse asteroidov. Veľké množstvo objektov pásu opustilo svoje obežné dráhy a prešlo na iné dráhy. Značná časť asteroidov zamierila do vnútra Slnčnej sústavy a bombardovala aj terestrické planéty. Toto obdobie nazývajú planetológovia „lunárna kataklizma“.

Vedci získali nové údaje, pomocou ktorých spresnili štart bombardovania a jeho trvanie. Z analýzy vyplynulo, že uvoľnené telesá nebombardovali iba vnútorné planéty, ale aj objekty v páse asteroidov. Nový pohľad na ranú história Slnčnej sústavy vznikal pomaly. Vedci najskôr skúmali vzorky hornín, ktoré dovezli na Zem astronauti z misie Apollo. Potom sa zamerali na zbierky meteorítov. Z tých odvodili historiu kolízií v hlavnom páse asteroidov. Sústredili sa najmä na howardity a eucrity nájdené na Zemi, pretože ich materským telesom je asteroid Vesta. Pomocou simulácií na počítačoch zistili, že išlo o telesá pohybujúce sa vysokou rýchlosťou.

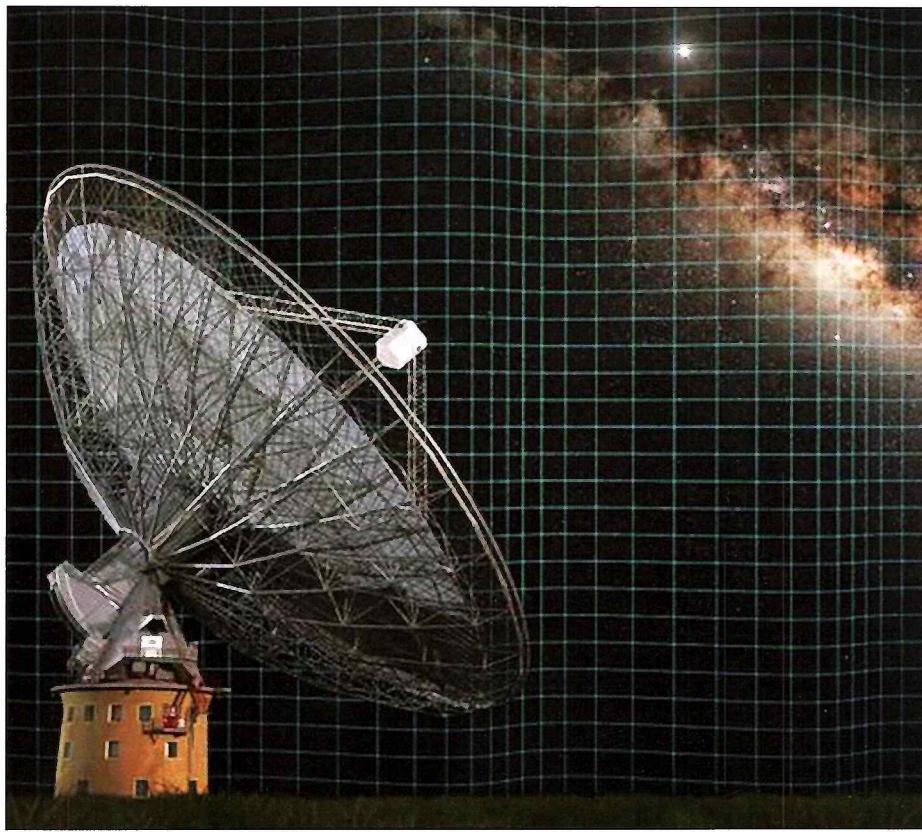
Ked' vedci porovnali údaje z lunárnych vzoriek s údajmi o meteoritech z Vesty, dospeeli k názoru, že objavili spoločnú populáciu projektív, telies, ktoré bombardovali Mesiac i Vestu. Vzhľadom na ich vysokú rýchlosť ostali aj po tých menších veľké krátery. Znali impaktných kráterov pri mnohých z nich odhadli aj ich vek.

Odhad pôvodu howarditov a eucritov podpreli aj údaje misie Dawn pri Veste. Navyše tím využil aj najnovšie dynamické modely ranej evolúcie pásu asteroidov a vypátral tak ich zdroj. Z modelov jasne vyplynulo, že časť väčších telies, vyvrhnutých mohutnými impaktmi z Vesty, zamierila vysokou rýchlosťou do vnútra Slnčnej sústavy a dopadala aj na povrch Mesiaca. Počas týchto udalostí prišiel pás asteroidov pred 4 miliardami rokov o značnú časť svojej celkovej hmotnosti.

NASA Press Release



Uprostred tohto roka prieletí ku kométe Čurjumov-Gerasimenko sonda Rosetta. Sonda vyšle na povrch kométy modul, ktorý sa pokúsi pristáť na jej povrchu.



V okolí hmotných telies je časopriestor deformovaný, čo je pozorovateľné pri gravitačných vlnách. Rádioteleskop CSIRO /Parkes, Austrália) deteguje zmeny v pravidelnosti signálov z pulzarov.

Gravitačné vlny nám pomáhajú pochopiť hmotnosť čiernych dier

V každej veľkej galaxii hniezdi supermasívna čierna diera. Vedci s nimi majú problém: nedokážu vysvetliť, prečo sú také veľké. Údaje z rádioteleskopu CSIRO Parkes v Austrálii pomohli vedcom vytvoriť model, ktorý by tento problém mohol vysvetliť.

Vedcom sa po prvýkrát podarilo využiť informácie o gravitačných vlnách. Einstein dávno pred objavom prvej čiernej diery predpovedal existenciu gravitačných vln – záhybov časopriestoru. Generujú ich masívne objekty, meniac rýchlosť a smer pohybu: napríklad čierna dvojhviezda, párs čiernych dier, obiehajúcich okolo spoločného fáziska.

Čierne dvojhviezdy vznikajú počas občasných zrážok galaxií. Nie vždy, pretože centrálné diery kolidujúcich galaxií sa nie vždy musia stretnúť a vytvoriť dvojhviezdu. Ak vytvoria, ich valčík okolo spoločného fáziska netrvá dlho. Po čase splynú do jediného telesa, pričom už pred splanutím vyžarujú gravitačné vlny na frekvenciach, ktoré by sa už onedlho mali dať merat.

Od počiatku vesmíru sa odohralo nespočetné množstvo takýchto kolízií, takže sa vytvorilo pozadie gravitačných vln. Vedci pri rádioteleskónoch ho vnímajú ako hluk obrovského daval.

Austrálski vedci počas hľadania gravitačných vln rádioteleskopom Parkes monitorovali aj súbor 20 pulzarov. Pulzary sú najpresnejšími prírodnými hodinami. Pozemské detektory zaznamenávajú ich pulzy s presnosťou desatiny mikrosekundy.

Ked sa vlny šíria časopriestorom, vzdialenosť medzi objektmi v oblasti, ktorou prechádzajú, sa menia. Zväčšujú sa, alebo zmenšujú. Tým sa nepatrne mení aj presnosť pulzov, detegovaných na Zemi.

Parkes Pulsar Timing Array (PPTA) a v spolupráci s CSIRO a Swinburne University „tajming“ týchto pulzov už dvadsať rokov monitorujú. Gravitačné vlny súcia zatiaľ nezachytili, ale zo získaných údajov dokázali vypočítať, aká je hodnota gravitačných vln pozadia. Z týchto údajov možno vypočítať, ako často sa stáva, že čierne diery špirálujú okolo spoločného fáziska; ako často gravitačné splývajú; akú majú hmotnosť; ako sú vzdialenosť. Ak je pozadie slabé, prejaví sa to na jednom alebo na viacerých spomenutých faktoroch.

Pomocou údajov z PPTA overili vedci štyri modely zváčšovania čiernych dier. Možnosť, že rast čiernych dier je iba produktom vzájomného splývania, vylúčili. Ďalšie tri modely sú však nanajvýš sľubné. Vedci očakávajú, že rádioteleskop MWA (Murchison Widefield Array) pri Curtin University už onedlho projekt PPTA podporí.

Pomocou antén MWA budú môcť vedci skúmať mnoho pulzarov paralelne. Pomocou nových údajov vylepšia perspektívne modely a získajú aj veľa nových informácií o pulzaroach a ich vlastnostiach.

Science

Dvojhviezdy, ktoré sa zbláznili

V roku 2005 objavili astronómovia extrémne rýchlu hviezdu: za hodinu prekoná vzdialenosť 3 milióny kilometrov! Vypočítali, že pred 80 miliónmi rokov bola katapultovaná z strednej časti našej Galaxie, pravdepodobne po blízkom obelete centrálnej, supermasívnej čiernej diery. Objav prispel k pochopeniu pôsobenia centrálnych čiernych dier a ich interakcií s hviezdami v okolí.

Odtedy sme zaznamenali objav viacerých „rýchlych hviezd“ s vyššími i nižšími rýchlosťami ako tá z roku 2005. Podľa vedcov ich rýchle podnetiel jeden z dvoch možných mechanizmov: brutálna interakcia s inou hviezdou v hustej hviezdkope, alebo vyhostenie z binárneho systému vo chvíli, keď druhá zložka dvojhviezdy vybuchla ako supernova.

Väčšina hviezd je zložkou dvoj- alebo viachviezdy. (V tomto je Slnečno vzácnou výnimkou.) Superýkle dvojhviezdy sme dovtedy nepoznali. Teoretici však ich existenciu predpovedali.

Astronómovia z CfA, Warren Brown a Scott Kenyon, zamerali sa na dvojhviezdu LP400-22. Tvoria ju dve staré hviezdy, bieli trpaslíci, vzdialé 1400 svetelných rokov od Zeme. Táto dvojhviezda sa pohybuje vyššou rýchlosťou ako väčšina doteraz objavených, osamelých superrýchlych hviezd! Celých päť rokov sledovali astronómovia jej dráhu na oblohe a po analýze jej dráhy zistili, že s vysokou pravdepodobnosťou neboľa katapultovaná z centra Mliečnej cesty. Gravitačným prakom určite nebol ani výbuch supernovy, pretože ani jedna zo zložiek dvojhviezdy nežiarí v röntgenovej oblasti. Do úvahy prichádzali iba husté hviezdkopy. Po rekonštrukcii dráhy dvojhviezdy vytipovali niekoľko hustých guľových hviezdkôp. Zdá sa, že kataapultom bola bud' vzájomná interakcia viacerých objektov v kope, alebo bola dvojhviezda LP400-22 súčasťou trojhviezdy, ktorá sa rozpadla, podľa všetkého po blízkom stretnutí s masívou čierrou dierou vo vnútri hviezdkopy.

Poznámka: NASA nedávno zverejnila snímku dvojhviezdy Sírius A a Sírius B, zhotovenej Hubblovým vesmírnym dalekohľadom. Sírius B, malá, slabá hviezda, zložka dvojhviezdy, je biely trpaslík, teda hviezda, ktorá už spálila jadrové palivo. Je to jedna zo známych dvojhviez, ktorej zložkami sú bieli trpaslíci. Astronómovia zistili, že tento objekt je tiež superrýchla hviezda, ktorá križuje galaxiu. Podľa najnovšej štúdie bola táto hviezda katapultovaná z hustej hviezdkopy.

CfA Press Release



Čierne diera v centre galaxie M87.

Existovali čierne diery pred big bangom?

Kozmológ Alan Coley z Dalhousie University – Halifax (Kanada) a Bernard Carr z Queen Mary University (Londýn) tvrdia, že existovali. Boli to primordiálne čierne diery, ktoré sa sformovali počas záverečnej etapy big crunchu (veľký kolaps) ešte pred big bangom. To podporuje teóriu, podľa ktorej sa big bang opakuje po každom kolapse pulzujúceho vesmíru!

Teória vychádza z faktu, že Zem i zvyšok známeho vesmíru bombardujú občas nevysvetlitelné vzplanutia žiarenia gama. Tento úkaz môže byť podľa oboch vedcov produktom čiernych dier, ktoré strácajú energiu a rozpadajú sa.

Primordiálne čierne diery sú odlišné objekty ako normálne čierne diery, ktoré sa sformujú výbuchom supernovy. (Explózie supernovy vytvoria prázdný priestor, ktorú zaplní entita s pracovným názvom čierna diera.) Mnohí vedci predpokladajú, že existujú aj čierne diery iného typu, ktoré sa sformovali krátko po big bangu. Mali by to byť menšie čierne diery, vytvorené energiou samotného big bangu. Ba čo viac: podľa Carra a Coleya nie je vylúčené, že niektoré z týchto čiernych dier (ak existujú) mohli vzniknúť už v predchádzajúcom, kolabujúcom vesmíre, ale nejakým spôsobom unikli kolapsu do singularity. A po big bangu sa stali súčasťou nového kozmu!

Ako by sa dali odlišiť primordiálne čierne diery od čiernych dier, ktoré vznikli po big bangu? Fyzici diskutujú, či čierne diery môžu prežiť kolaps vesmíru a objaviť sa v novom. Model pulzujúceho, recyklujúceho sa vesmíru, či už v rámci klasickej, alebo kvantovej gravitácie, kozmológov vzrušuje. Skúmajú rozsah hmotnosti, ktoré pripúšťajú pretrvanie čiernych dier počas veľkého odrazu. Premýšľajú, ako by sa dali pomocou existujúcich prístrojov odlišiť primordiálne čierne diery od tých, čo vznikli až po veľkom odraze. V plnom prúde sú aj diskusie o dôsledkoch prechodu vesmíru v období meniacich sa dimenzií v čase, keď sa odohráva big bounce.

(Veľký odraz, big bounce, je jednou s nových kozmologických teórií. Podľa tej sa vesmír donekonečna nerozpína, ani nekolabuje, ale pulzuje, recykuje sa.)

Goodbye big bang, hello black hole

Budeme musieť teóriu big bangu revidovať? Skupina teoretických fyzikov z Kanady sa nazdáva, že nás vesmír sa mohol zrodiť z explózie po kolapse štvordimenzionálnej hviezdy do čiernej diery.

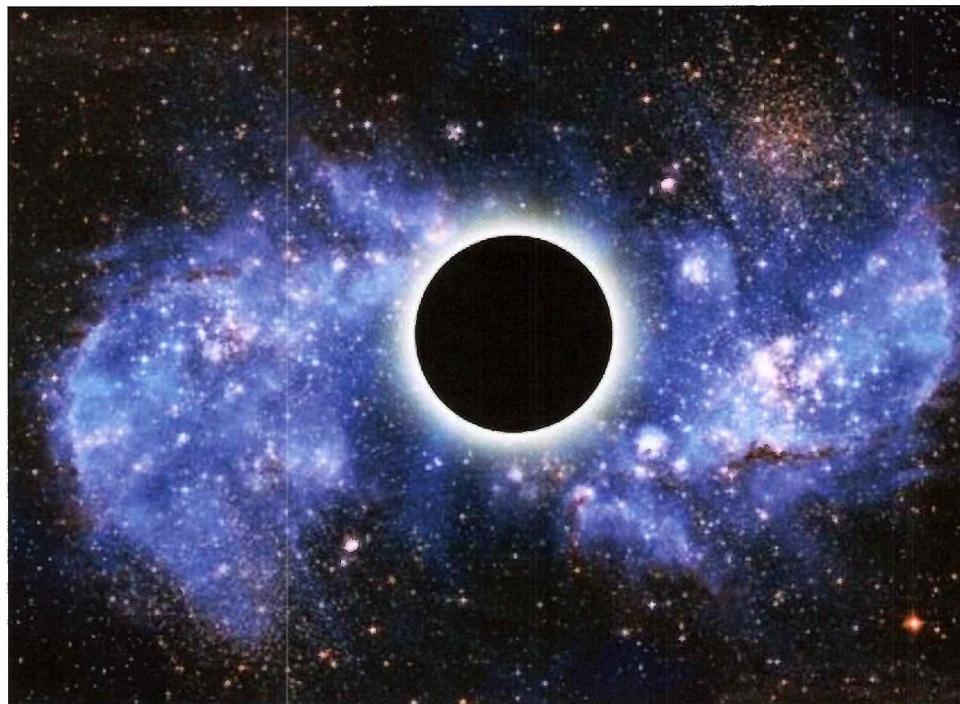
Podľa súčasnej teórie sa vesmír zrodiť z nekonečne hustého bodu – singularity, ale nikto nevie, čo bolo predtým. Aj teória big bangu má však svoje limity. Jednou z nich je singularita. Nikto netuší, prečo sa z nej zrodiť a rozvinuť vesmír, v ktorom panuje takmer rovnaká tep-

lota? Vek nášho kozmu (13,8 miliardy rokov) je totiž príliš krátky na to, aby sa v ňom teploty až do takej miery vyrovnavali.

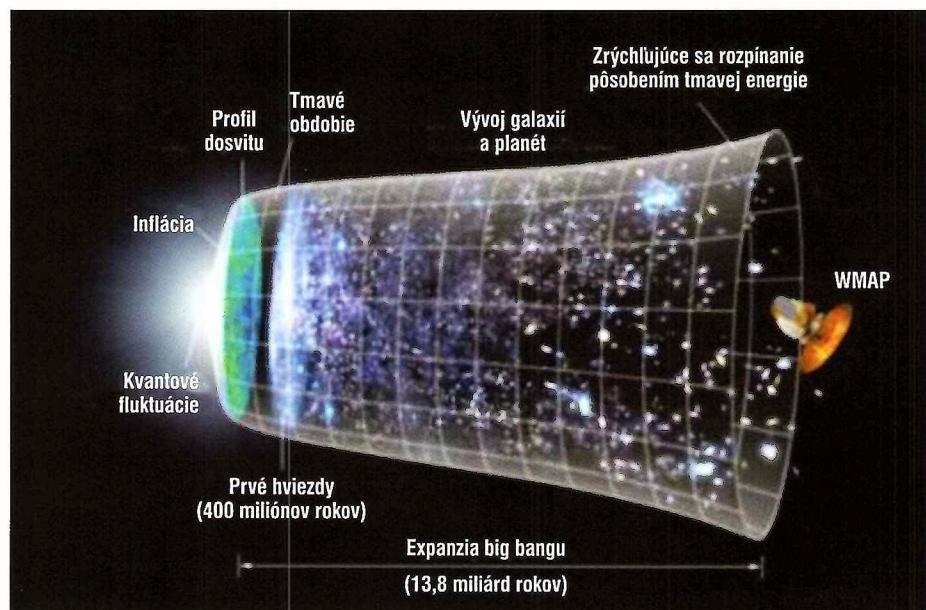
Väčšina kozmológov je presvedčená, že vesmír, čo do teploty bezmála rovnorodý, sa na samom počiatku musel rozpínať vyššou rýchlosťou ako svetlo. Aj táto teória však má svoje slabiny. Niayesh Afshordi z Perimeter Institute for Theoretical Physics (Kanada) tvrdí: „Big bang bol chaotický. Je nanajvýš nepravdepodobné, že by sa v ňom mohla, čo len malá, homogénna časť, rozpínať inflačne.“

Hypotéza kanadských fyzikov:

Podľa nášho modelu trojdimenzionálny (3-D) vesmír vibruje ako membrána (brane) v „pôvodnom vesmíre“, ktorý má štyri dimenzie. (Nie je ľahké si to predstaviť, preto bude jednoduchšie predstaviť si dvojdimenzionálnu (2-D) mem-



Ilustrácia znázorňuje horizont udalostí čiernej diery.



Vývoj vesmíru počas 13,8 miliárd rokov po big bangu: od tmavého obdobia na počiatku, cez zrod prvých hviezd až po expanziu, ktorá nasledovala.



NGC 3783.

bránu v trojdimenziálnom (3-D), pôvodnom vesmíre, tak, ako to vidíte na obrázku hore. Kto sa chce s teóriou oboznámiť dôkladnejšie, mal by si na webe prečítať 2 000 strán, na ktorých je podrobne rozpracovaná.

Ak v pôvodnom vesmíre existovali štvorozmerné hviezdy, mohli by mať rovnaký životný cyklus ako tie trojrozmerné, ktoré dôverne poznáme. Najmasívnejšie z nich by vybuchli ako supernovy. Zbavili by sa svojich obálok a zvyšok hmoty by skolaboval do čiernej diery.

Štvorozmerná (4-D) čierna diera by mala rovnaký horizont udalostí ako trojrozmerná, ktorú do istej miery poznáme.

(Horizont udalostí je rozhraním medzi vnútrom čiernej diery a jej okolím. To, čo sa odohráva vo vnútri čiernej diery, opisujú mnohé teórie, ale tie sa zatial nedajú priamo overiť.)

V 3-D vesmíre sa horizont udalostí javí ako dvojrozmerný povrch. Preto by horizontom udalostí 4-D vesmíru byť trojrozmerný objekt – hypersféra.

Takže podľa nášho modelu vo chvíli, keď 4-D hvieza exploduje, zo zvyšného materiálu sa vytvorí 3-D membránna obalujúca trojrozmerný horizont udalostí a vzápäť sa začne rozpínať.

Z doterajších pozorovaní je jasné, že vesmír sa rozpína. A tmavá energia jeho rozpínania neustále urýchľuje. Podľa novej teórie toto rozpínanie generuje rast 3-D membrány! Ale aj táto teória však má prinajmenšom jeden limit.

Nový model vysvetluje, prečo má vesmír bezmála rovnakú teplotu. (Zrodil sa z 4-D vesmíru, ktorý je oveľa starší, takže podstatne dlhšie chladol.) Vesmírny ďalekohľad Planck (ESA) získal nedávno údaje, podľa ktorých vytvorili doteraz najpresnejšiu mapu teplotných variácií mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia (CMB), pozostatku po big bangu.

Nový model sa zhoduje z modelom, ktorý vyplýva z ostatnej mapy CMB na 96 %. Vedci však pracujú na jeho spresnení. Planck potvrdil, že vesmír prešiel fázou inflácie, ale nevysvetľuje, čo ju spustilo.

Predbežná odpoveď kanadských fyzikov: „Naša štúdia objasňuje, že inflácia spustil pohyb vesmíru vo viacerozmernej realite.“

PITP Press Release; ArXiv

Čo bolo pred big bangom?

Ked' sa to tak zoberie, táto otázka nemá zmysel. Ved' podľa platnej teórie big bangu čas pred 13,8 miliardami rokov (aktuálny vek vesmíru) neexistoval. Až donedávna, keď dvaja renomovaní fyzici, Roger Penrose z Oxfordskej univerzity a Vahe Gurzadyan z Jerevanského fyzikálneho inštitútu, objavili na snímkach mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia (CMB) efekt, ktorý im umožnil nazrieť „cez big bang“ na to, čo (možno) bolo pred ním!

Mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia (CMB), pozorovateľné v celom vesmíre, je pozostatkom po big bangu. Presnejšie: ostrovčeky CMB s nerovnakou hustotou a teplotou na snímkach satelitov COBE, WMAP a Planck predstavujú portrét vesmíru 300 000 rokov po big bangu. Vedci už začiatkom 90. rokov objavili, že teplota CMB je anizotropná, že jej hodnoty sa menia v rozptiacích 1/100 000 °C. Tieto teplotné fluktuácie považujú vedci za jeden z najsijsších dôkazov platnosti teórie big bangu (z tých, ktoré vyplynuli z priameho pozorovania), pretože si myslia, že sa z týchto nepatrnych ostrovčekov postupne vyvinuli veľkoškálové štruktúry, ktoré pozorujeme dnes.

Čo je dôležité: predpokladá sa, že tieto fluktuácie vznikli počas obdobia inflácie, ktorá sa prejavila niekolko zlomkov sekundy po big bangu a spôsobila, že žiarenie je takmer uniformné, rovnorodé.

Penrose a Gurzadyan však objavili v CMB koncentrické kruhy, ktorých teplotné variácie sú oveľa nižšie, ako sa predpokladalo. Z toho vyplynulo, že anizotropie/nerovnorodosti CMB nie sú úplne náhodné. Vedci sa nazdávajú, že tieto kruhy sú stopami po kolíziách supermasívnych čiernych dier, po ktorých sa uvolňovali gigantické, zväčša izotropné vzplanutia energie. Tieto vzplanutia mali viac energie ako energia generujúca

lokálne variácie teploty. To však nie je všetko: vedci sú presvedčení, že niektoré z týchto, takmer izotropných kruhov sa museli objaviť už pred big bangom.

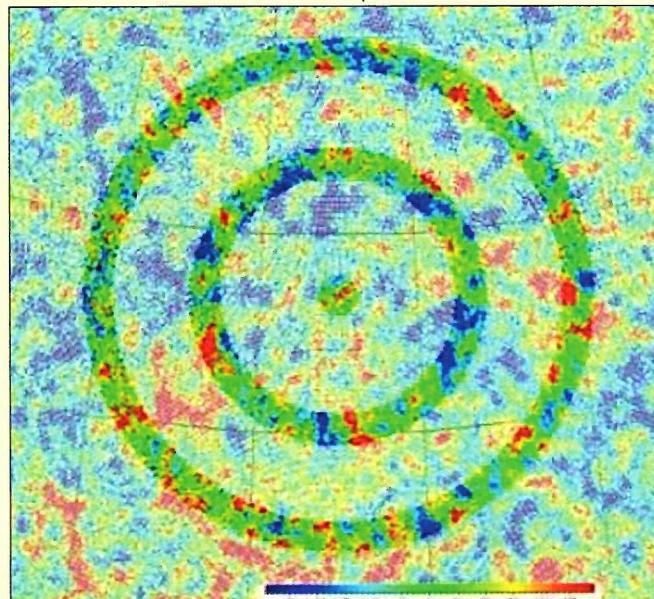
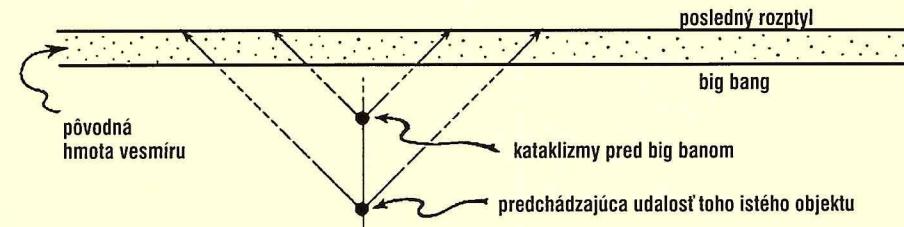
Objav neznamená, že vedci big bang spochybňujú. Vyplýva z neho skôr to, že mohlo byť veľa big bangov. A my žijeme v cyklickom vesmíre, kde po skone jedného vesmíru vzniká big bangom ďalší. A tento proces sa donekonečna opakuje. Kolízie čiernych dier, ktoré zanechali po sebe kruhy, sa odohrali v ostaných eónoch predchádzajúceho vesmíru.

Penrose už dávnejšie skúma cyklické kozmológické modely. Najmä preto, že teória inflácie nedokáže vysvetliť mimoriadne nízku entropiu na počiatku vesmíru. Príom stav nízkej entropie (teda vysoká usporiadenosť) bola pre vznik komplexnej hmoty rozhodujúca.

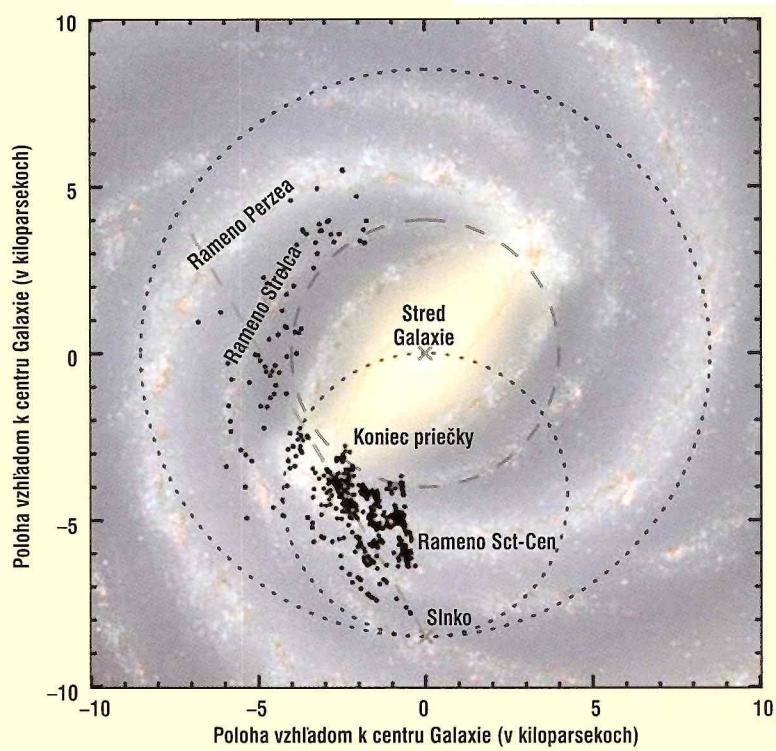
Podľa cyklickej kozmológie vo vrcholnom štádiu rozpínajúceho vesmíru sa vyparia aj čierne diery, pričom s nimi zaniknú aj všetky informácie a entropia v kozme zanikne. V tomto bode sa zrodí nový vesmír s nízkym stavom entropie.

Objav malých kruhov v CMB považujú astrofyzici a kozmológovia za mimoriadne dôležitý. Preto pracujú na modeloch, ktoré by ich čo najlepšie vysvetlili. Penrose aj Gurzadyan teraz skúmajú údaje zo satelitu WMAP i balónovej sondy BOOMERanG98 so zvláštnym zretelom na odstránenie možných porúch, ktoré by tieto efekty mohli spôsobiť. Ibaže: ak by sa aj ukázalo, že kruhy sú naozaj stopami po kolíziach z éry pred big bangom, cyklická kozmológia nemusí byť ich najpriateľejším vysvetlením. Penrose a Gurzadyan by museli vysvetliť aj obrovské posuny škál medzi eónmi i skutočnosť, prečo všetky častice v rámci ich kozmológie stratia v istom bode budúcnosti hmotnosť.

Physics World

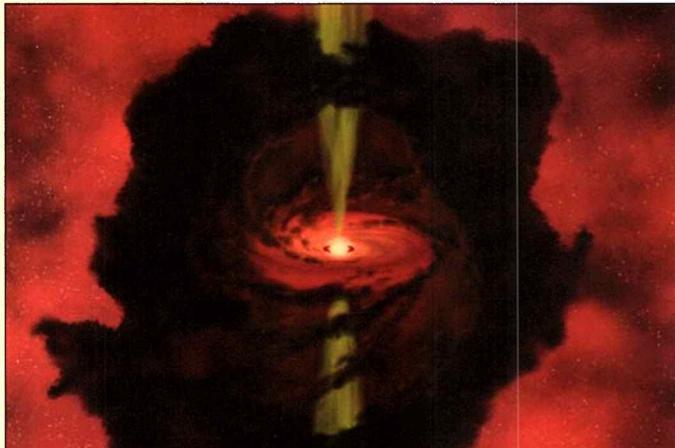


Zrážky čiernych dier sa mnogokrát opakovali, pričom stred každej takejto udalosti sa uchová ako „modrina“, takmer na rovnakom mieste mikrovlnného žiarenia kozmického pozadia (CMB). Aj vtedy, keď sa odohrali v rozličných eónoch. Obrovské množstvá energie vygenerované kolíziami sa prejavujú ako sférické vzplanutia žiarenia s nepatrými variáciami v CMB.



Mliečna cesta, do ktorej premietli polohy prachoplynových oblakov v ranom štádiu vývoja. Každá čierna bodka predstavuje tmavý oblak hustého plynu a prachu ešte v štádiu, keď sa iba začína zmršľovať, teda ešte pred zrodom prvých hviezd.

Ilustrácia znázorňuje fázu, keď žiarenie mladej hviezdy prerazí kuklu mračna, v ktorej sa hvieza sformovala. Vedci zmapovali vyše 6 000 oblakov v štádiu tesne pred zrodom protohviezd, i takých, v ktorých sa už hviezdová rozbieha.



Zmapovali kolísky hviezd

Tím astronómov z University of Arizona skompletizovali doteraz najväčšiu prehliadku hustých prachoplynových oblakov v Mliečnej ceste. Katalóg vyspej 6000 oblakov, v ktorých sa rozbieha čulá hviezdová rozbieha, umožňuje astronómom pochopiť najvčasnejšie fázy formovania hviezd.

Ked hľadíme na Mliečnu cestu za jasnej letnej noci, uvedomíme si, že ju netvorí jednoliaty prúd hviezd. Sú v nej aj tmavšie ostrovy, zdanivo bez hviezd. Tieto zhluky tmavých oblakov tvoria prach a plyn základnú surovinu, z ktorej sa formujú hviezdy. Prehliadka umožňuje vedcom štúdium najvčasnejších fáz formovania hviezd, keď sa prach a plyn iba začínajú zahustovať, aby vytvorili podmienky, v ktorých sa môžu roditi hviezdy. Astronómov z Arizony zaujali najmä protohviezdy. Či presnejšie: študujú, čo sa odohráva v oblakoch, v ktorých sa ešte protohviezdy nezáčali formovať v oblakoch, v ktorých sa už hviezdy rodia.

Oblaky, ktoré zmapovali, sú roztrúsené po celej Galaxii. V najrozličnejších prostrediac, v rozličných štadiách evolúcie. To napomáha astronómom lepšie pochopiť ako sa vlastnosti týchto hviezdnych materníc menili, keď sa začali formovať hviezdy.

Astronómovia donedávna poznali iba niekoľko prázdnych oblakov bez hviezd. Vďaka prehliadke zistili, že ich je oveľa viac, ako predpokladali. V minulosti bola hviezdová rozbieha intenzívnejšia. V dnešnej Galaxii sa za rok sformuje iba jedna hvieza s hmotnosťou Slnka. Ako dlho trvá, kým hviezdne embryo začne naplnu žiarit?

Vedeckí dôfudajú, že sa im to podarí odhadnúť až vtedy, keď porovnajú počet kolísk v ranom štadiu s tými, ktoré sú v pokročilejšej etape vývoja. V oblakoch, ktoré zmapovali, našli zatiaľ menej takých, kde ešte formovanie hviezd neprebieha. Z toho vyplýva, že prvá fáza by mala byť podstatne kratšia.

Optické ďalekohľady nedokážu do vnútra hustých oblakov preniknúť. Prach, ktorý blokuje viditeľné svetlo však intenzívne žiarí na dĺžkach, najmä rádiových vlnach. Tie sú až miliónkrát dĺžsie ako vlny viditeľného svetla. Teplné žiarenie, ktorého zdrojom sú mladé hviezdy vo vnútri oblakov, ale aj hviezdy v galaktickom okolí, nepatrne drobné zrunka prachu zohrievajú iba niekoľko stupňov nad hodnotu absolútnej nuly, ale to stačí, aby prach začal žiarit. Vďaka tomu dokážu vedeckí preniknúť do vnútra oblakov pomocou rádioteleskopov operujúcich na veľmi dĺžkach vlnových dĺžkach.

Všetky oblaky pozdĺž roviny Galaxie, viditeľné zo severnej pologule, študujú vedeči pomocou vylepšeného, submilimetrového ďalekohľadu na Arizona Radio Observatory.

Kozmickí obri a hustota tmavej hmoty

Astronómovia z University of Birmingham, (Veľká Británia), Academia Sinica (Taiwan) a Kavli Institute for Physics and Mathematics of the Universe (Japonsko) zverejnili nové dôkazy o tom, že sa tmavá hmota sa správa podľa predpovedí teórie „cold dark matter“ (CDM). Po slovensky chladná tmavá hmota.

V lete 2013 na tlačovke v Taipei vedci oznamili, že sa hustota tmavej hmoty v najmasívnejších objektoch smerom od centra k periférii týchto kozmických obrov postupne znižuje.

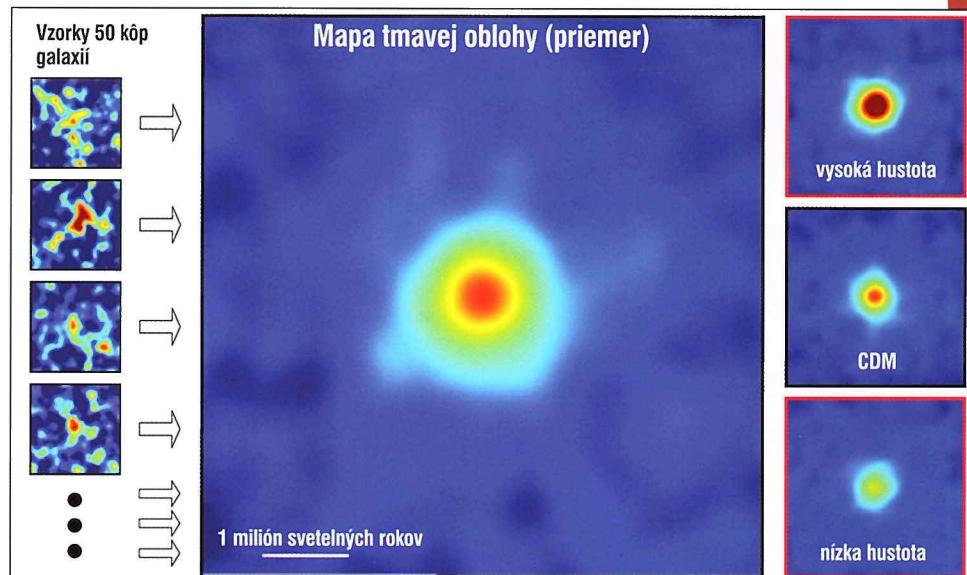
Od prvého zverejnenia hypotezy o existencii tmavej hmoty uplynulo bezmála osemesäť rokov. Dnes o nej pochybuje už iba zopár skeptikov. Astronómovia však nedokázali tmavú hmotu pozorovať priamo. Ani časticoví fyzici napriek dômyselným experimentom nedokázali zatiaľ identifikovať častice, z ktorých sa skladá. Takže napriek tomu, že tmavá hmota tvorí prinajmenšom 85 % hmoty vesmíru, veda zatiaľ nenašla odpoveď na otázku: „Čo vlastne tmavá hmota je?“

Vedci použili na výskum tmavej hmoty ďalekohľad Subaru na Havajských ostrovoch. Zmerali hustotu 50 kôp galaxií, najmasívnejších objektov vo vesmíre. Každá kopa galaxií pripomína z diaľky pohľad na veľké mesto v noci. Každý jasný zdroj svetla je galaxia. Tmavé oblasti medzi nimi, napohľad prázdne, sú v skutočnosti plné tmavej hmoty. Vyzerá to tak, že tmavá hmota tvorí infraštruktúru, v ktorej sa tieto galaxie vyvíjajú. Vedci sa pokúsili zistíť, ako sa hustota tmavej hmoty smerom k periférii kôp galaxií mení.

Hustota tmavej hmoty závisí od vlastností jednotlivých častíc tmavej hmoty, tak ako hustota materiálov, ktoré používame, závisí od toho, z čoho ich vyrobili.

Podľa CDM, doteraz najúspešnejšej teórie tmavej hmoty, časticie tmavej hmoty interagujú nielen navzájom, ale aj s časticami normálnej, baryonickej hmoty **iba prostredníctvom gravitácie**. Tmavá hmota totiž nevyžaruje, ani neabsorbuje nijaké žiarenie.

Dalej, podľa teórie CDM, hustota tmavej hmoty v centre najmasívnejších objektov vo vesmíre,



Mapy tmavej hmoty v 50 individuálnych kôpach galaxií (vľavo), priemerná kopa galaxií (v strede) a kopy, vyhovujúce teórii tmavej hmoty. Teória CDM (vpravo, v strede) sa takmer zhoduje s priemernou kou galaxií, ktorú exponoval ďalekohľad Subaru. Hustota tmavej hmoty sa zvyšuje od modrej cez zelenú, žltú, červenú až po čiernu farbu.

napríklad v kope galaxií Coma (najbližšia k Zemi), je nižšia, ako hustota menej masívnych objektov vrátane individuálnych galaxií, takých, ako naša Mliečna cesta.

Počas merania pomocou ďalekohľadu Subaru (a jeho špeciálnej kamery Suprime-Cam) využívali vedci efekt gravitačného šošovkovania. (Gravitačné šošovkovanie je zmena smeru a tvaru žiarenia/svetla počas prechodu zakriveným priestorom blízko masívneho objektu. Skutočnú podobu vzdialých galaxií tmavá hmota, súčasť masívnych objektov, mení.)

Vedci už dávnejšie zistili, že ďalekohľad Subaru je najvhodnejším prístrojom pre gravitačné šošovkovanie. Nijaký iný prístroj nedokáže tak presne zmerať, ako tmavá hmota v kôpach galaxií deformează žiarenie/svetlo vzdialých galaxií. Navyše, Subaru dokáže zaznamenať aj nepatrné zmeny tvaru veľkého množstva slabých galaxií.

Teória CDM na opisanie toho, ako sa hustota tmavej hmoty v kôpach galaxií smerom od centra k periférii mení, využíva dve namerané hodnoty: prvou je hmotnosť kopy galaxií, druhou parameter koncentrácie.

Podľa teórie CDM majú kopy galaxií nižšiu hodnotu parametru koncentrácie (menej hustej centrálnej oblasti) v porovnaní s jednotlivými

galaxiami, ktoré majú vysoký parameter koncentrácie (hustejšie centrálne oblasti).

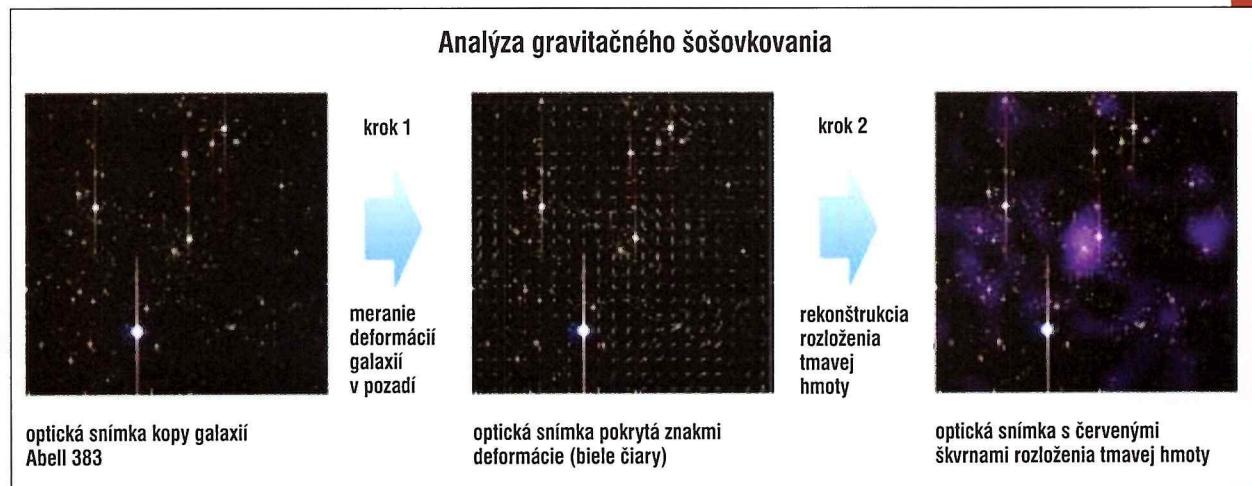
Tí vytípalo 50 objektov (z celkového počtu známych masívnych kôp galaxií) a z jednotlivých údajov vypočítal priemerný parameter koncentrácie v masívnych kôpach galaxií. Zistili, že tento parameter je v udivujúcej zhode s teóriou CDM.

Vedci v minulosti preskúmali iba niekoľko menších kôp galaxií. Zistili, že majú vysoké parametre koncentrácie, čo bolo v rozpore s teóriou CDM. Preto sa pokúsili preskúmať väčší počet kôp galaxií, aby zistili, či priemerná hodnota parametra koncentrácie bude odlišná. Po niekoľkých rokoch pozorovaní a dôkladných analýzach sa ukázalo, že aj parameter koncentrácie blízkych kôp galaxií je v zhode s teóriou CDM.

Vedci v najbližších rokoch budú merať hustotu tmavej hmoty aj v menších škálach. Sústredia sa najmä na stred kôp galaxií. Kombinovanie údajov šošovkovania veľkého počtu kôp galaxií s jednoduchým meraním je veľmi produktívou technikou. Japonci vybavia ďalekohľad Subaru novou Hyper Suprime-Cam (HSC), pomocou ktorej vyhotovia najväčší prehľad galaxií v dejinách astronómie.

Subaru Press Release

Porovnaním troch snímok zistíte, ako sa rozloženie tmavej hmoty (vpravo) odvodilo z optických snímok ďalekohľadu Subaru. Presné meraňia tvarov galaxií v pozadí na snímkach umožnila vedcom preskúmať príznaky deformácií (v strede), a zrekonštruovať rozloženie tmavej hmoty v kôpach galaxií.





Na snímke dalekohľadu Pan-STARRS1 vidíte uprostred osamelú planétu PSO J318.5-22 v súhvezdí Kozoroča. Planéta je mimoriadne chladná, pričom jej jasnosť v optickom svetle je 100-miliardkrát nižšia ako jasnosť našej Venuše.

Čudná osamelá planéta

Medzinárodný tím astronómov objavil mladú planétu, ktorá nekrúži okolo nijakej hviezdy.

Osamelá planéta, nazvaná PSO J318.5-22, vzdialenosť 80 svetelných rokov, je šestkrát hmotnejšia ako Jupiter. Sformovala sa iba pred 12 miliónmi rokami. Vo svete plánét je to batola.

Osamelú planétu objavili v rámci prehliadky Pan-STARRS 1 (PS1) pomocou dalekohľadu na havajskom ostrove Maui. Pozorovali ju aj posádky iných dalekohľadov a zistili, že má podobné vlastnosti ako obrie, plynové plánety kružiacie okolo mladých hviezd.

Počas ostatných rokov boli objavené tisíce osamelých planét-tulákov, volne sa pohybujúcich priestorom. Vo väčšine prípadov ich však objavili nepriamymi metódami (keď zaznamenali pohasnutie hviezdy, ktorú dočasne prekryvala, alebo keď detegovali zmeny uhlového rýchlosťi tej-ktorej hviezdy.)

Väčšina osamelých planét, ktoré objavili/nasnímali priamo, krúži okolo mladých hviezd (nemajú ani 200 miliónov rokov). PSO J318.5-22 má možno najmenšiu hmotnosť zo všetkých. Vedcov však udivilo, že jej farba i množstvo vyžiarenej energie sú porovnatelne s inými, priamo snímanými planétami.

Planéty, ktoré krúžia okolo nejakej hviezdy, možno študovať iba s veľkými ľahkosťami. Zanikajú vo svetle materskej hviezdy. Osamelé plánety sa pozorujú ľahšie. PSO J318.5-22 je teda vzácnym úľovkom, etálonom obrej plánety v ranom štádiu vývoja.

Planétu objavili lovci hnedých trpaslíkov. Hviezdy, ktorých vývoj ustrnul tesne pred spustením jadrových reakcií. Tieto červené objekty majú veľmi nízku jasnosť. V archive snímok, ktoré robí dalekohľad PS1 skenujúci oblohu každú noc, jednej noci exponovala supercitlivá kamera dalekohľadu objekt, ktorý bol ešte červenší ako hnedí trpasličia.

Poľovačku na zriedkavé objekty možno prirovať k hľadaniu ihly v kope sena. Najcennejšie „ihly“ ulovil práve dalekohľad PS1, ktorý každú noc exponuje 60 000 snímok. Množstvo údajov získaných týmto dalekohľadom sa odhaduje na viac ako 4000 terabajtov. To je väčšie množstvo informácií ako súčet digitálnych verzií všetkých filmov, všetkých publikovaných kníh a hudobných albumov.

Objav preverovali na viacerých dalekohľadoch sústredených na observatóriu na vrchole Mauna Kea. Infrared Telescope Facility a Gemini North Telescope dokázali, že nejde o hnedého trpaslika.

Počas pravidelného monitorovania polohy PSO J318.5-22 sa podarilo tímu okolo Canada-France-Hawaii Telescope zmerať vzdialenosť telesa od Zeme: 80 svetelných rokov. Pomocou údajov o pohybe objektu usúdili, že PSO J318.5-22 patrí do zhľuku mladých hviezd Beta Pictoris, ktorý sa sformoval pred 12 miliónmi rokmi. Okolo najvýraznejšej hviezdy tejto skupiny – Beta Pictoris obieha planéta, mladý plynový obor. Osamelá planéta PSO J318.5-22 má o niečo nižšiu hmotnosť a je pravdepodobné, že sa sformovala samostatne, v tom istom prachoplynovom oblaku, kde sa sformovali aj hviezdy skupiny Beta Pictoris.

Astrophysical Journal Letters

Stopy života na exoplanétach...

...nedokážu pozemskí hvezdári zatiaľ rozlísť. Ak by pozorovatelia v sústave hviezdy Gliese 581 mali prístroje s výššim rozlíšením ako Pozemšťania, v atmosfére Zeme by objavili signály života. Vysoký podiel kyslíka (20 %) a hrubá vrstva ozónu by boli pre nich dôkazom, že zdrojom týchto signálov je najmä fotosyntéza. Prítomnosť metánu a kysličníkov dusíka by svedčili o veľkých kolóniach baktérií. Plyny chlórometánu svedčia o existencii morských rias. Tie-to látky, ak sa v atmosférach planét vyskytujú vo veľkom množstve, považujeme za biomarkery, príznaky života.

Na doteraz objavených exoplanétach sa dotečaž biomarkery nepodarilo detegovať. Ani na tých terestrických, Zemi podobných, ktoré obiehajú materské planéty v zelenej zóne. Ich signály sú také slabé, že ani najcitolivejšie súčasné prístroje ich nedokážu zaznamenať. Možno sa to podarí Európskemu extrémne veľkému dalekohľadu (EELT). Na nedávnom kongrese európskych planetolágov prezentovali „hladači života“, ako sa na éru dalekohľadov novej generácie pripravujú.

Dôležitou etapou v rámci prípravy sú počítačové modely exoplanét. V nich sa simulujú množstvá najrozličnejších biomarkerov a to, do akej miery ovplyvňujú žiarenie prenikajúce cez atmosféru planét.

Chemické látky v atmosférach planét zanechávajú v spektrách unikáčeho žiarenia charakteristické otlačky. Pomocou tejto techniky získali

planetológovia množstvo fyzikálnych údajov o veľkých, horúcich exoplanétach. Signály biomarkerov sú však rádovo slabšie, takže bez teoretických modelov by ich vedci nedokázali rozlúčiť.

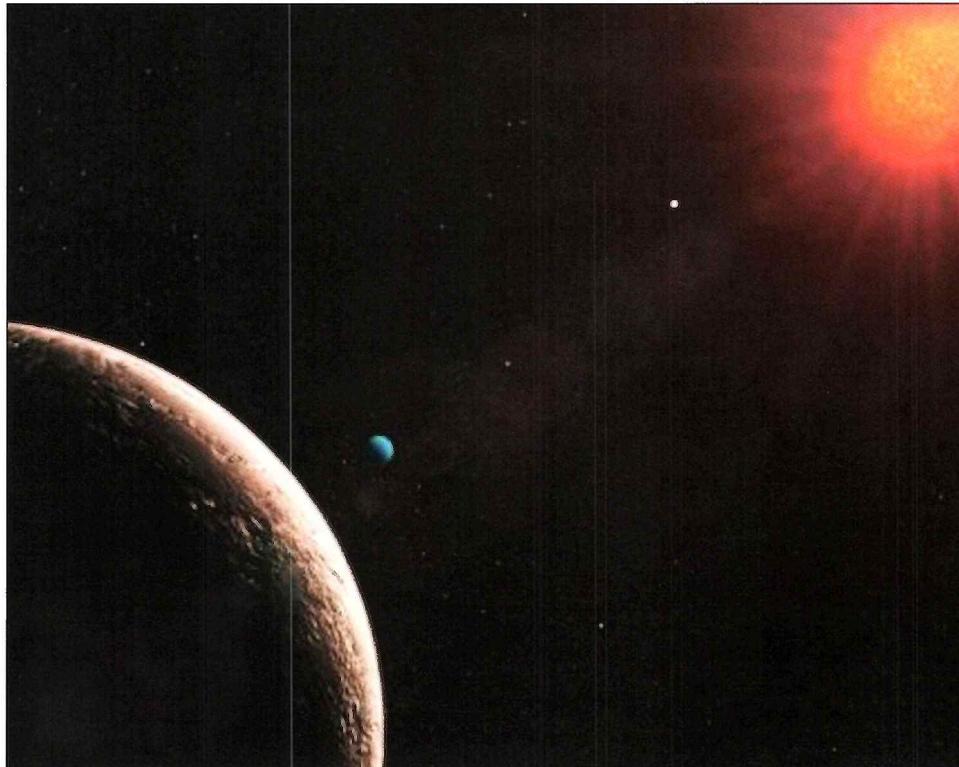
„Namodelovali sme exoplanétu podobnú Zemi a tú sme umiestňovali na rozličné obežné dráhy okolo rozličných hviezd. Tak sme zistili, ako odlišné podmienky na biomarkery vplývajú,“ vráví Lee Grenfell z tímu EELT. „Zamerali sme sa najmä na červených trpasliakov, ktorí sú menší a menej jasní ako Slnko, pretože sa nazdávame, že signály z planét krúžiacich okolo týchto hviezd sa ľahšie detegujú.“

Výskyti ozónu závisí od množstva UV-žiarenia, ktorému je planéta vystavená. Slabé UV-žiarenie sa prejavuje nízkymi hodnotami ozónu, ktoré sa ľahko zaznamenávajú. Príliš veľa UV-žiarenia prehrieva stredné vrstvy atmosféry do takej miery, že sa oslabuje jej vertikálny gradient. V takých podmienkach signál zaniká. Pre detekciu ozónu sú najvhodnejšie stredné hodnoty UV-žiarenia.

Zaznamenané variácie UV-emisií z vytípovalých červených trpasliakov tento fakt potvrdili. Ani táto metóda však nie je stopercentná. Neplatí totiž, že každá planéta so signálmi života je identická so Zemou. Vedci chčú mať istotu, či sú biomarkery, ktoré zachytia, naozaj produkтом života, alebo iných procesov.

Nová generácia dalekohľadov a metóda, ktorú vedci vyvinuli, o niekoľko rádov zvyšuje spoľahlivosť údajov i potenciálnych ostrovoch života mimo našej Slnčnej sústavy.

European Planetary Science Congress
Press Release



Štyri roky trvalo, kým tím z ESO potvrdil, že okolo hviezdy Gliese 581 krúži aj štvrtá planéta, ktorá má iba dvojnásobok hmotnosti Zeme. Gliese 581 e sa tak stala exoplanétou s doteraz najnižšou hmotnosťou. Materská hviezda má (zatiaľ) štvoru exoplanéty s hmotnosťami 1,9 Z (planéta e, v popredí); 16 Z (planéta b, najbližšia k hviezde); 5 Z (planéta c uprostred); 7 Z (modrá planéta). Prinajmenšom dve z týchto planét zahrňu do súboru objektov, ktoré dalekohľady novej generácie preskúmajú.

Exoplanéta v centrálnej výduti Mliečnej cesty

Planéta krúži okolo Slnku podobnej hviezdy. Dokonca v zelenej zóne. Materská hvieza sa nachádza v centrálnej výduti našej Galaxie, vo vzdialosti 25 000 svetelných rokov. Je to plynový obor, 5-krát hmotnejší ako Jupiter. Podobne ako Jupiter môže mať satelia, na ktorých by mohol vzniknúť a vyvíjaťa život.

Planétu objavili pomocou mikrošoškovania. Efekty mikrošoškovania sa prejavia tým, keď masívna hvieza prechádza pred inou, vzdialenejšou hviezdom. Počas prechodu gravitačné pole hviezdy, deformujúce (podľa teórie relativity) okolity časopriestor, zakrivaže žiarenie vzdialenejšej hviezdy. Na krátky čas sa stáva prírodnou lúpou. Táto lupa žiarenie zosilňuje do takej miery, že ho pozemské observatóriá počas prechodu dokážu zaznamenať. Informácie o šošovke (hviedze v popredí) i prípadných planétach možno odvodiť zo svetelnej krvky zákrytu.

Takúto udalosť, označenú ako MOA-2011-BLG-293Lb, objavili v troch mikrošoškových

prehliadkach oblohy: Mikrolensing Observations in Astrophysics (MOA-Nový Zéland/Japonsko); Optical Gravitational Lensing Experiment (OGLE – Poľsko); a Wise Observatory v Izraeli. Objav neskôr overili pomocou optického dalekohľadu Keck na Havajských ostrovoch. Adaptívna optika na Kecku dokáže totiž eliminovať turbulencie atmosféry a presne zmerať zjasnenie počas prechodu.

Zo svetelnej krvky vedci odvodili údaje o šošovkujúcej hviezde, jej planéte, jej hmotnosti i vzdialenosť medzi planétou a hviezdou. Ide o trpasličiu hviezdu typu G s menšou hmotnosťou ako Slnko. Planéta okolo nej krúži vo vzdialosti 1,1 AU. To znamená, že s pravdepodobnosťou 53 % krúži vo vonkajšej časti zelenej zóny, nedaleko snežnej čiary materskej hviezdy. Ide o prvý objav takejto hviezdy v centrálnej výduti Galaxie!

Zelená zóna okolo ľubovoľnej hviezdy je pásmo, v ktorom sa na terestrickom telesa môže udržať voda v tekutom skupenstve.

Oobjavovanie exoplanét s parametrami Zeme naberá na obrátkach. Najmenej dvanásť z tých, čo objavili, krúži v zelených zónach. Ak má objavený superJupiter mesiaciky, zaradili by sa do zoznamu objektov, na ktorých môže fungovať skleníkový efekt. Aktuálna citlivosť metódy



Ilustrácia znázorňuje hypotetický mesiac obiehajúci okolo superJupitera, masívnej exoplanéty.

mikrošoškovania však predbežne ich rozlišenie neumožňuje.

Medzičasom vo výduti Mliečnej cesty objavili rovnakou metódou aj MOA-2011-BLG-322, ďalšiu masívnu exoplanétu. Aj v tomto prípade obieha planéta okolo materskej hviezdy v rovnakej vzdialosti ako Zem okolo Slnka. Planetológovia hádajú, ako sa obe planéty na týchto dráhach ocitli, pretože sformovať sa mohli iba za „snežnou čiarou“. Vo vzdialosti, kde žiarenie materských hviezd nerozrápalo ľadu pôvodných primordiálnych materiálov, z ktorých sa obri sformovali.

Aký mechanizmus ich posunul do vnútra sústavy? To vedci zatiaľ netušia, a preto diskutujú, či neexistuje aj iný spôsob formovania obrích planét.

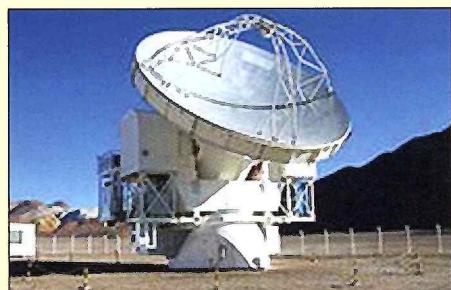
MOA Press Release

Osamelé planéty nemusia byť vydedencami

Nemuseli sa sformovať v protoplanetárnom disku nejakej hviezdy, odkiaľ ich neskôr gravitačný biliard katapultoval do priestoru. Mohli sa sformovať osamelo, v jednom z množstva menších, chladných oblakov.

Podľa najnovších odhadov je v Galaxii najmenej 200 miliárd osamelých planét. Tím škandinávskych astronómov pozoroval pomocou niekolkých dalekohľadov hmlovinu Rosette, veľký oblak plynu, vzdialenosť od Zeme 4 600 svetelných rokov. Analyzovali údaje na rádiových vlnách (20-m rádioteleskop v Onsala Space Observatory vo Švédsku); na submilimetrových vlnách (APEX v Čile); v infračervenej oblasti (NTT/ESO na Observatóriu v La Silla, Čile.)

Hmlovina Rosetta je zhlukom viac ako stov-



Observatórium Onsala vo Švédsku.

ky malých guľatých tmavých oblakov, nazývaných globulety. Sú veľmi malé. Ich priemery sú nanajvýš 50-násobkom vzdialenosť Slnko/Neptún. Väčšina z nich má menšiu hmotnosť ako 13 Jupiterov. Vďaka najnovším technikám získali vedci neobyčajne presné údaje o hmotnosti a hustote veľkého množstva týchto objektov. Zároveň vypočítali, ako rýchle sa vzhladom na prostredie pohybujú.

Globulety sú veľmi husté a kompaktné. Mnohé majú husté jadrá. To znamená, že sko-

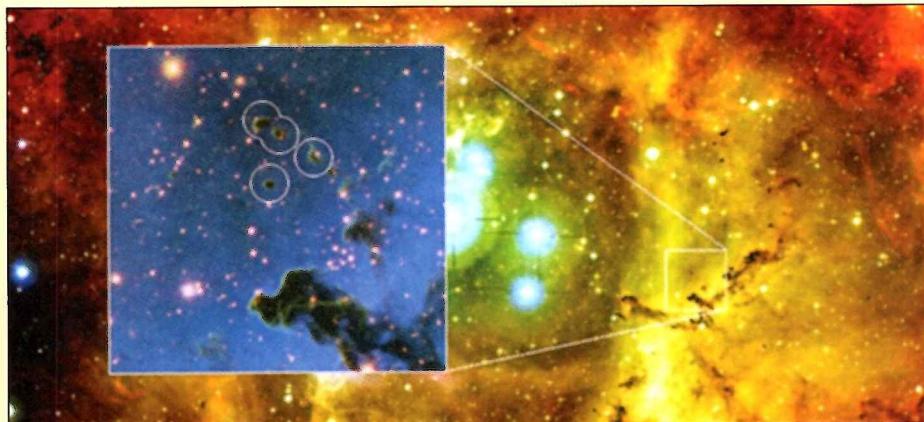
labujú a sformujú sa na planéty. Z najmasívnejších vzniknú hniedi trpasličí. (Objekty, ktorých hmotnosti sú menšie ako hmotnosti hviezd, ale väčšie ako hmotnosti obrích planét.)

Vedci sa nazdávajú, že globulety sa oddelili od veľkých pilierov prachu a plynu, ktoré sformovalo intenzívne žiarenie mladých hviezd. Tlak žiarenia horúcich hviezd v centre pilierov ich vytlačil z materského oblaku.

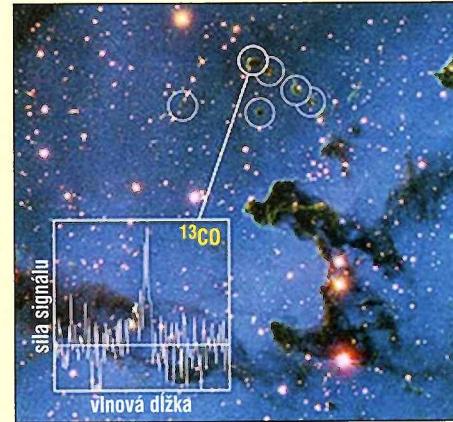
Vedci zistili, že všetky oblačky z množiny, ktorú študujú, sa oddelilo od hmloviny Rosetta. Počas existencie Mliečnej cesty sa rozpadlo veľké množstvo veľkých oblakov. V týchto „zdrapoch“ sa sformovalo veľa globuliet. Vedci sa nazdávajú, že väčšina týchto objektov môže byť zdrojom osamelých planét, kozmických tulákov.

Poznámka: Astronómovia doteraz objavili vyše 1000 overených exoplanét. Medzi nimi i niekoľko osamelých. Niektoré z nich objavili pomocou mikrošoškovania, vo chvíli, keď prechádzajú pred hviezdom v pozadí. Počet osamelých planét v našej Galaxii sa odhaduje na 200 miliárd!

Onsala Space Observatory Press Release



Malé okrúhle tmavé oblaky plynu v hmlovine Rosetta – globulety (v krúžkoch) môžu byť kolískami osamelých planét. Graf (vpravo) znázorňuje spektrum jednej z globuliet, ktoré získali pomocou 20-m teleskopu v Onsale (Švédsko). Rádiové vlny z molekúl oxida uhľnatého (CO) nesú informácie o hmotnosti a štruktúre týchto oblakov.



10 najzaujímavejších exoplanét

Astronómovia za ostatných 23 rokov objavili vyše 1000 exoplanét a 3500 kandidátov, ktorých totožnosť sa priebežne overuje.

Do roku 1991 sme nemali ani jediný dôkaz, že aj okolo iných hviezd krúžia planéty. A už vôbec nikto nečakal, že prvú exoplanétu neobjavia pri Slnku podobnej hviezde, ale okolo pulzaru! A nie jednu, ale hned tri exoplanéty. (Objavitelia Alexander Wolszczan a Dale Frail). Až o štyri roky neskôr objavili Michel Mayor a Didier Queloz prvú jvinánsku planétu, krúžiacu okolo normálnej hviezdy 51 Pegasi. S períodou 4,2 dní. Objav obrej exoplanéty, obiehajúcej okolo hviezdy po takej blízkej obežnej dráhe vedcov prekvapil. Dnes poznáme niekoľko desiatok takýchto „horúcich jupiterov“. Vedci zatiaľ iba hádajú, prečo sa takto sformovala iba „čiarou snehu“ (teda v takej vzdialosti od materskej hviezdy, kde jej žiarenie neroztápa primordiálne ľad, jednu zo základných zložiek hmoty, ktorú ich jadrá nabali), premiestnilo po špirále k materskej hviezde? A prečo nás Jupiter, zdá sa, že stabilne „zaparkoval“ na svojej aktuálnej obežnej dráhe a ne-narušil vznik, vývoj a stabilné dráhy terestrických planét v našej sústave?

Prvý objavené planetárne sústavy sú úplne rozdielne. Majú však jeden významný spoločný parameter: sú celkom iné ako vedci očakávali. A to ešte netušili, že ďalšie objavy ich pôvodné predstavy o sústavách podobných tej našej úplne narušia.

Každá exoplanéta je unikátna, ale niektoré z nich sú celkom bizarné. Autori tohto článku vtipovali desať z nich. Je však isté, že najblížšie roky prinesú ešte fascinujúcejšie objavy.



ALFA CENTAURI Bb

Výnimcočnosť:

Najblížšia exoplanéta

Hmotnosť:

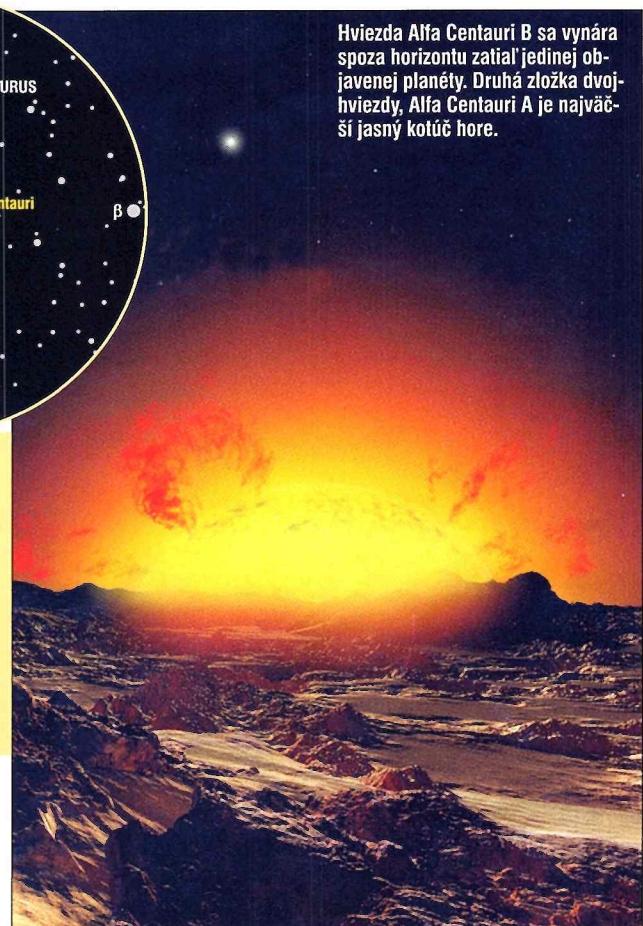
$1,1 M_Z$

Polomer obežnej dráhy:

0,042 AU

Rok objavu:

2012



Hviezda Alfa Centauri B sa vynára spoza horizontu zatiaľ jedinej objavenej planéty. Druhá zložka dvojhviezdy, Alfa Centauri A je najväčší jasny kotúč hore.

1 Alfa Centauri Bb

Najväčšou ambíciou lovčov exoplanét je objav telesa s parametrami Zeme, krúžiaceho okolo Slnku podobnej hviezdy. Podarilo sa to až v roku 2012, keď Xavier Dumusque zo Ženevského observatória objavil o 10 % hmotnejšiu planétu, obiehajúcu okolo hviezdy, ktorá má 93 % hmotnosti Slnka. Ba čo viac: táto sústava sa nachádza v našom susedstve, vzdialenosť iba 4,36 svetelných rokov od Slnka.

Exoplanéta Alfa Centauri Bb nekrúži okolo hviezdy v zelenej zóne, kde sa voda aspoň na rovníku udrží v tekutom skupenstve. Pohybuje sa po dráhe, vzdialenej od hviezdy iba 0,042 AU.

(1 AU vyjadruje vzdialenosť Zeme od Slnka: 150 miliónov km.) Povrch tejto planéty má teplotu 1 200 °C.

Hviezda Alfa Centauri B je zložkou dvojhviezdy. Jej väčšou a jasnejšou sestrou je hviezda Alfa Centauri A. Obe hviezdy obehnú spoločné ľažisko za 80 rokov v priemernej vzdialnosti 17,6 AU. Nakolko Švajčiari získali údaje na samej hranici možností súčasnej techniky, niektorí planetológovia ešte o existencii tejto planéty pochybujú.



KEPLER-70b

Výnimcočnosť:

Najrýchlejšia, najhorúcejšia exoplanéta s najnižšou hmotnosťou

Hmotnosť:

$0,44 M_Z$

Polomer obežnej dráhy:

0,006 AU

Rok objavu:

2011

2 Kepler-70b

Táto exoplanéta drží predbežne najviac rekordov. Prinajmenšom medzi planétami, ktoré krúžia okolo normálnych hviezd:

Jej obežná dráha, vo vzdialenosťi 0,006 AU je doteraz najnesnejšou obežnou dráhou. (Náš Merkúr sa pohybuje v 65-krát väčšej vzdialenosťi od Slnka.)

Pohybuje sa najvyššou rýchlosťou: 980 000 kilometrov za hodinu.

A má zo všetkých objavených exoplanét najnižšiu hmotnosť: 0,44 % hmotnosti Zeme.



Povrch exoplanéty Kepler-70b je suchý, spálený. Planéta krúži okolo hviezdy hlavnej postupnosti iba vo vzdialenosťi 900 000 kilometrov.

Je doteraz najhorúcejšou exoplanétou s teplotou povrchu 6930°C.

Extrémnejšie parametre má iba niekoľko planét, krúžiacich okolo pulsarov, ale tým sa výpočet zvláštností sústavy hviezdy Kepler-70 nekončí. Exoplanéta Kepler-70b a jej oveľa hmotnejšia a vzdialenejšia sestra Kepler-70c obiehajú okolo hviezdy, ktorá už nie je hviezdom hlavnej postupnosti.

Hviezda Kepler-70 zotrvala v hlavnej postupnosti niekoľko miliárd rokov, pokým v jej jadre prebiehala fúzia vodíka na helium. Keď sa pred 18 miliónmi rokami premenila na červeného obra,

začala v jadre spaľovať helium a zväčšila sa na súčasnú veľkosť.

Obe exoplanéty sa pohybujú v rozsiahlej atmosfére červeného obra. Vedci predpokladajú, že v minulosti, keď hviezda ešte spaľovala vodík, boli obe planéty plynovými obrami, podobnými Jupiteru. Keď sa hviezda premenila na červeného obra, v narastajúcej teplote sa ich atmosféry vyparili a ich jadrá sa obnažili. Nové generácie prístrojov možno už o niekoľko rokov umožnia podrobnejšie preskúmanie týchto jadier. Tak si overíme, či teórie o jadre Jupitera sú správne.

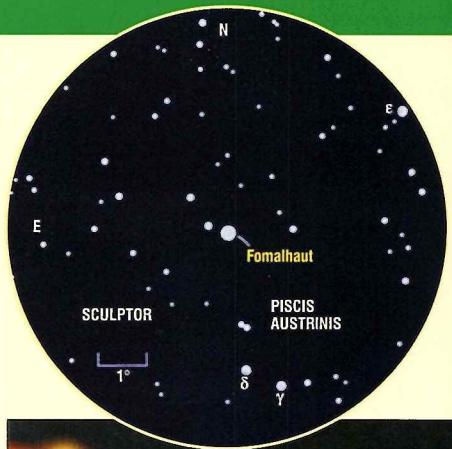
3 Fomalhaut b

Väčšina doteraz objavených exoplanét krúži po blízkych obežných dráhach. Ich períody sú krátke. Prečo? Obe techniky, pomocou ktorých detegovali prítomnosť planét v sústavách (meranie zmien radiálnej rýchlosťi hviezd a meranie zmien jasnosti hviezd počas zákrytov) sú najproduktívnejšie pri objavovaní blízkych exoplanét. Monitorovanie a overovanie planét na vzdialenejších obežných dráhach trvá podstatne dlhšie.

V ostatných rokoch objavili niekoľko exoplanét aj priamo. Najväčšie ďalekohľady, vyba-

vené príslušnými zariadeniami, dokážu totiž zaconliť svetlo materskej hviezdy, čím sa planéty zviditeľnia. Táto technika umožňuje objavy aj vzdialenejších planét.

Exoplanetu Fomalhaut b detegovali pomocou Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu. Okolo materskej hviezdy obehne za 876 rokov, čo je päťkrát dlhšia períoda ako má Neptún. Počas každého obehu sa Fomalhaut b niekoľkokrát vnára do mohutného prachového disku, ktorý krúži okolo materskej planéty. To jeho pohyb spomaliuje, takže táto exoplanéta sa bude ku svojej hviezde po špirále približovať.



Okolo hviezdy Fomalhaut b krúži mohutný prachový disk, v ktorom sa sformovala najmenej jedna planéta. Materskú hviezdu obehne za 876 rokov.

FOMALHAUT b

Výnimočnosť: exoplanéta s najdlhšou obežnou dráhou.

Hmotnosť: $600(?) M_{\oplus}$

Polomer obežnej dráhy: 115 AU

Rok objavu: 2008

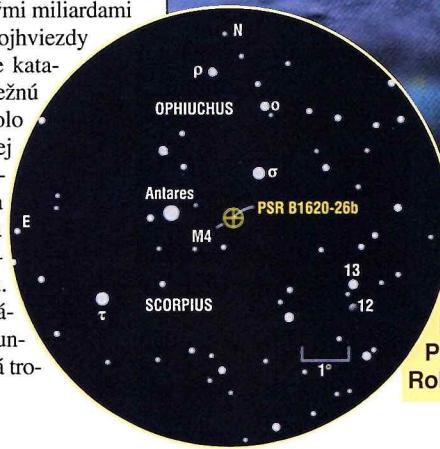
4 PSR B1620-26b

Zem sa sformovala pred 4,65 miliardami rokov. Oproti exoplanéte PSR B1620-26b je však planetárny dietafom. Táto planéta sa sformovala pred 13 miliardami rokov, keď naša Mliečna cesta iba akumulovala hmotu, vďaka čomu sa premenila na veľkú špirálovú galaxiu.

Plynový obor PSR B1620-26b sa nachádza mimo jadra guľovej hviezdomupy M 4, ktorej hviezdy a planéty sa sformovali už niekoľko stoviek miliónov rokov po big bangu.

Obria planéta má hmotnosť $2,5 M_{\oplus}$ a períodu obehu 100 rokov. Toľko jej trvá, kým obehne dvojhviezdu, ktorú tvoria dve zložky: milisekundový pulsar (pozostatok po výbuchu supernovy) a biely trpaslík (obnažené jadro voľakedajšej hviezdy podobnej Slnku, ktorá sa po spotrebovaní paliva zbavila obálky.)

Vedci predpokladajú, že sústava sa vyvíja postupne. Masívnejšia zložka dvojhviezdy výbuchla ako supernova. Zložky dvojhviezdy – „dieľa supernovy“ – neutrónová hviezda a ďalšia hviezda podobná Slnku, sa aj po kataklizme udržali pokope. V disku normálnej hviezdy sa sformovala planéta. Pred niekoľkými miliardami rokov však obe zložky tesnej dvojhviezdy kolidovali. Gravitačné interakcie katalutovali planétu na vzdialenosť obežného dráhu tak, že teraz krúži okolo materskej hviezdy i neutrónovej hviezdy. Keď sa materská, Slnku podobná hviezda zmenila na červeného obra a zbavovala sa obálky, uvoľnená hmota sa nabaľovala na neutrónovú hviezdu. Prísun hmoty zrychlil jej rotáciu, takže sa zmenila na milisekundový pulsar. Výsledkom je bizarná trojica, ktorú dnes pozorujeme.



PSR B1620-26b

Výnimočnosť: Najstaršia exoplanéta

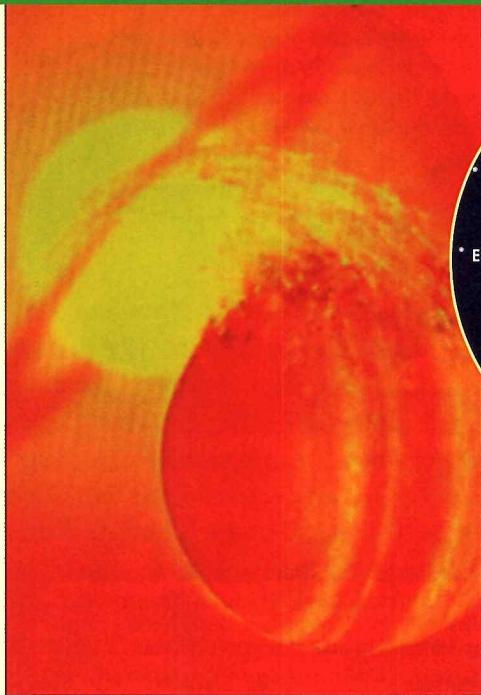
Hmotnosť: $800(?) M_{\oplus}$

Polomer obežnej dráhy: 23 AU

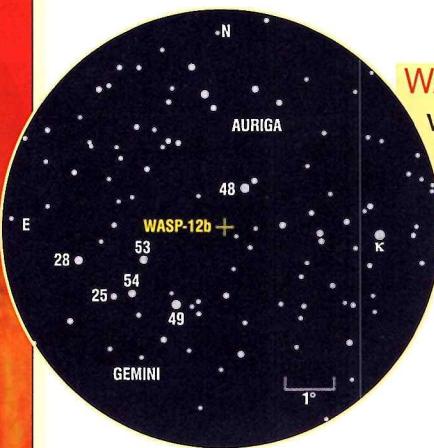
Rok objavu: 2003

Vo zvláštej atmosfére PSR B1620-26b svietiakujú emisie polárnej žiary. Nad planétou jasne žiarí materská hviezda, súčasť guľovej hviezdomupy M 4.





Horúcu rozpínajúcu sa atmosféru WASP-12b nasáva gravitácia materskej hviezdy v pozadí.



WASP-12b

Výnimočnosť: Exoplanéta, ktorú materská hvieza deštruuje

Hmotnosť: $450 M_{\odot}$

Polomer obežnej dráhy: 0,02 AU

Rok objavu: 2008

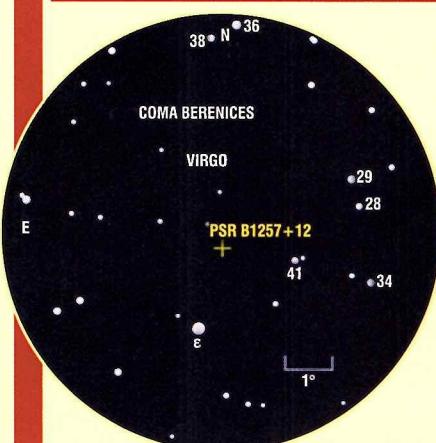
parametre. Toto teleso s hmotnosťou $1,4 M_{\odot}$ obieha materskú hviezdu, väčšiu a horúcejšiu ako Slnko, za 1,1 dňa. Vysoká teplota, až 2650°C , spôsobuje rozpínanie atmosféry až do vzdialenosťí troch Jupiterových priemerov. Analýza ukázala, že planéta v týchto podmienkach čoskoro zanikne. Jej atmosféra uniká do okolitého priestoru, pričom značná časť uvolneného plynu sa nabaľuje na hviezdu. Zhruba o 10 miliónov rokov sa atmosféra vyparí, čím sa jadro horúceho jupitera obnaží.

Atmosféra exoplanéty WASP-12b vedcov zaujala aj preto, že v nej detegovali viac prvkov ako na ktorejkoľvek inej exoplanéte. Detegovali v nej molekuly vody, metánu, uhlíka, oxidu uholnatého, ale i molekuly kovov: hliníka, horčíka, cínu a vanádia!

5 WASP-12b

Zatiaľ najkáč exoplanéta nestelesňuje predstavu o „horúcom jupiteri“ lepšie ako WASP-12b. Tento typ planét strhol na seba pozornosť vedcov v roku 1995, po objave horúceho jupitera v sústave 51 Pegasi. Planéta 51 Peg b obieha okolo materskej hviezdy za 4,2 dňa.

Exoplanéta WASP-12b má ešte extrémnejšie



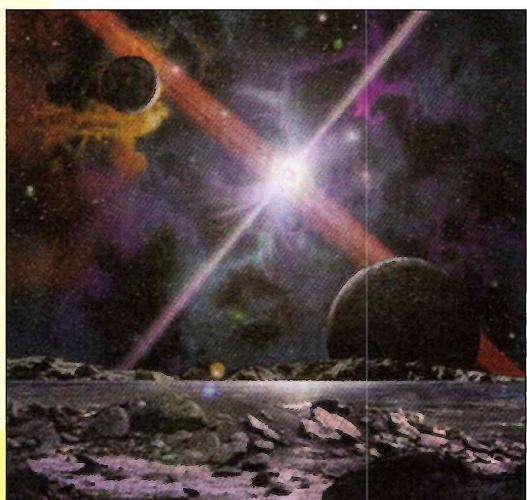
PSR B1257+12

Výnimočnosť: Prvý objavený exoplanéta, ktoré sú zároveň druhou generáciou planéty, krúžiacich okolo hviezdy, čo sa zmenila na pulsar

Hmotnosť: $0,02 - 4,1 M_{\odot}$

Polomer obežnej dráhy: 0,19 až 0,46 AU

Rok objavu: 1991



6 PSR B1257+12

Už sme spomenuli, že prvé exoplanéty objavili pri pulsare. Je to milisekundový pulsar PSR B1257+12, pozostatok po výbuchu supernovy, ktorý sa otocí okolo svojej osi za 6,22 mili-

sekundy. Objav troch planét krúžiacich okolo pulsaru astronómov doslova šokoval, pretože takú možnosť nepredvídali ani autori sci-fi.

Objavitelia Wolszczan a Frail polovali na milisekundové pulsary. Rádiové pulzy týchto objektov sú mimoriadne pravidelné. Preto vedcov prekvapilo, keď zaznamenali opakujúce sa zmeny pulsov. Časové posuny naznačovali gravitačný vplyv nejakých telies, najskôr planét. Ukázalo sa, že okolo pulsaru PSR B1257+12 obiehajú hned tri exoplanéty. Dve majú niekolkonásobne väčšiu hmotnosť ako Zem, tretia má parametre Mesiacu.

Vieme, že pulsar je pozostatkom po výbuchu supernovy. Takýto výbuch všetky planéty možnej sústavy zničí. Bud' sa rozplynú, alebo ich kataklizma katapultuje do vzdialenejšieho priestoru. Mohla sa okolo pulsaru sformovať druhá generácia planét. Vedci po simuláciách na počítači usúdili, že výbuchom rozptylený materiál sa sformoval do disku, v ktorom sa časom sformovali nové planéty.

7 55 Cancri e

Táto exoplanéta je naozajstný unikát. Ak je model planetológov správny, pod vrstvou grafitu, ktorá tvorí povrch planéty 55 Cancri e, je vrstva diamantov! Vedci súce už dávnejšie predpovedali, že môžu existovať aj diamantové exoplanéty, ale objav prvej z nich je aj tak senzáciou.

Planétu objavili už v roku 2004. Osem rokov však trvalo, kým získali dostatočne presné údaje o jej vlastnostiach. Vesmírný ďalekohľad Spitzer získal údaje o jej hmotnosti a veľkosti, z čoho vedci vypočítali aj jej hustotu, podstatne vyššiu ako má Zem. Iné tímy zistili, že materská hvieza obsahuje veľké množstvo uhlíka. Za predpokladu, že sa planéta sformovala v rovnakom mračne ako hvieza, vedci vypočítali, že vrstva



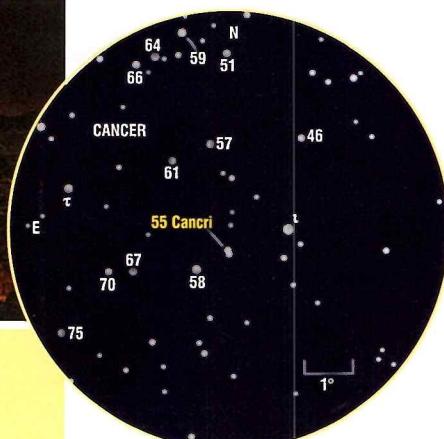
55 CANCRI e

Výnimočnosť: Diamantová planéta?

Hmotnosť: $8,4 M_{\odot}$

Polomer obežnej dráhy: 0,016 AU

Rok objavu: 2004



diamantov pod povrhom má hrúbkú niekoľkých kilometrov.

Tak či onak: 55 Cancri e je planétou extrémov. Okolo materskej hviezdy, vo vzdialosti 0,016 AU, obeheňe za 18 hodín. Na jej prívratnej

strane dosahuje teplota až 1 750 °C. Okrem 55 Cancri e obiehajú hviezdu ďalšie štyri exoplanéty. Vedci sú presvedčení, že pod povrhom všetkých štyroch sú ešte hrubšie vrstvy diamantov!

8 Kepler-64b

Na prvý pohľad nie je exoplanéta Kepler-64b ničím zvláštna. Je 169-krát hmotnejšia ako Zem (zhruba polovica hmotnosti Jupitera). Okolo materskej planéty vo vzdialosti 0,65 AU obeheňe za 138 dní. V našej Slnčnej sústave by krúžila niekde medzi Venušou a Merkúrom.

Exoplanéta Kepler-64b však obieha dve hviezdy. Tieto hviezdy obehnú spoločné fažisko za 20 dní. Kepler-64b je teda jednou z planét, obiehajúcich dvojhviezdy. Väčšia hvieza má 1,5 hmotnosti Slnka, druhá 0,4 hmotnosti Slnka. Neporovnávajme však sústavu dvojhviezdy Kepler-64 s dvojhviezdom Alfa Centauri. Exoplanéta v sústave najbližšej dvojhviezdy Alfa Centauri totiž neobieha obe hviezdy, ale iba zložku B.

Najväčšou zvláštnosťou sústavy Kepler-64 je však jej spolupôtnik: ďalšia dvojhviezda, ktorá sa pohybuje priestorom v závese za párom Kepler-64! Vo vzdialosti 1 000 AU, čo je 30-násobok vzdialosti Slnka/Neptún. Dynamika štvorhviezdejnej sústavy vyvolala diskusie nie len o vzniku tejto sústavy, ale aj o jej ďalšom vývoji.

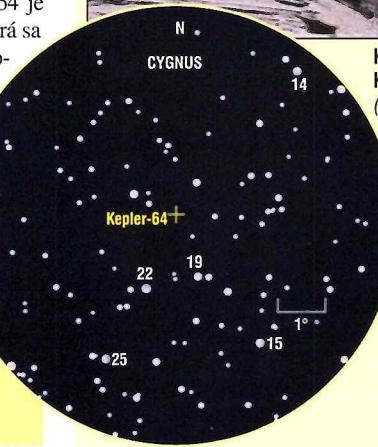
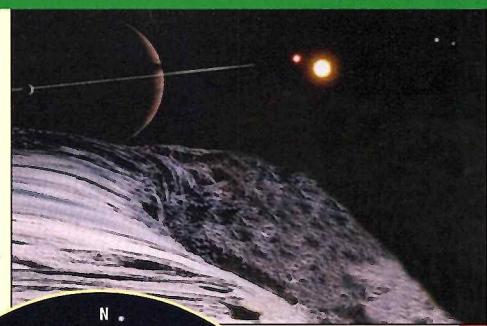
KEPLER-64b

Výnimočnosť: Exoplanéta s najväčším počtom hviezd v sústave

Hmotnosť: 169 M_Z

Polomer obežnej dráhy: 0,65 AU

Rok objavu: 2012



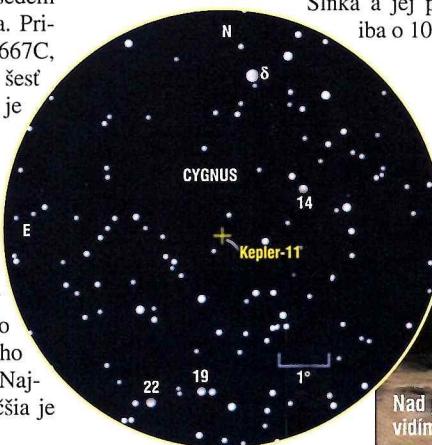
Kosáčik planéty Kepler 64b (celkom vľavo) krúži okolo materskej dvojhviezdy, ktorá je gravitačne previazaná z ďalšou dvojhviezdom (vpravo hore).

9 Sústava Kepler-11

Pokiaľ ide o počet exoplanét, Slnko má ešte vždy primát. Je však isté, že Zem a jej sedem súrodencov si tento primát dlho neudržia. Prinajmenej štyri ďalšie hviezdy – Gliese 667C, HD 10180, HD 40307 a Kepler-11 majú šesť overených planét, pričom objav ďalších je pravdepodobný.

Sústava hviezdy Kepler-11 zaujala astronómov svojou kompaktnou konfiguráciou. Vyzerá to tak, akoby sa príroda pokúsila umiestniť celú rodinu v jednej miestnosti. Všetkých šesť planét obieha materskú hviezdu vo vnútri obežnej dráhy Venuše. Päť vnútorných planét krúži okolo svojej hviezdy vo vnútri obežnej dráhy nášho Merkúra! Prítom nejde o malé planéty: Najmenšia má hmotnosť dvoch Zemí, najväčšia je hmotnejšia ako Neptún!

Vedcov udivilo, že hvieza, okolo ktorej táto čudesná rodina planét krúži, je takmer dvojnásobkom Slnka. Hvieza Kepler-11 má 95 % hmotnosti Slnka a jej polomer je iba o 10 % väčší.



SÚSTAVA HVIEZDY KEPLER-11

Výnimočnosť: Sústava so šiestimi overenými planétami

Hmotnosť planét: 1,9 až 25 M_Z

Polomery obežných dráh: 0,09 až 0,47 AU

Rok objavu: 2011

Nad pustým povrhom exoplanéty Kepler-11g (na spodku ilustrácie) vidíme materskú hviezdu a ďalších 5 planét, tvoriacich sústavu.

10 Sústava Gliese 667 C

Jedným z hlavných cieľov lovčov planét sú terestrické planéty, pohybujúce sa v zelenej zóne. Dlho trvalo, kým našli prvú. Hviezda Gliese 667 C má však hned tri planéty, ktoré krúžia okolo nej v zóne, kde sa voda na povrchu udrží v kvapalnom skupenstve. Sú to tri superZeme. Všetky sú hmotnejšie ako Zem, ale ani jedna nemá väčšiu hmotnosť ako Urán. Okrem týchto troch planét by sa v zelenej zóne už nijaká ďalšia planéta nezmestila.

V sústave Gliese 667 C sa pohybuje šesť, ba možno aj sedem planét. Materskou hviezdou je najmenšia zložka trojhviezdy, Gliese 667 C,

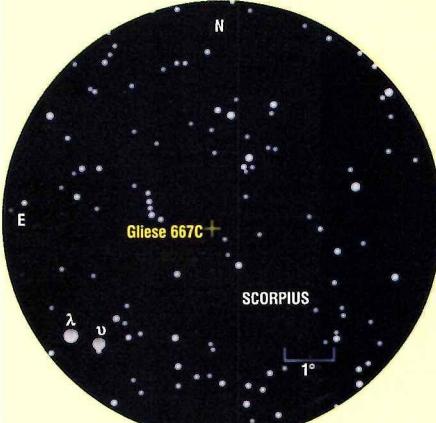
vzdialenosť 22 svetelných rokov od Zeme. Hviezda má sotva tretinu hmotnosti Slnka, teplota na jej povrhu dosahuje 2 600 °C. V takýchto podmienkach tri obývatelné planéty krúžia okolo nej vo vzdialostiach 0,13 až 0,21 AU. V našej sústave by krúžili okolo Slnka ešte pred Merkúrom.

Gliese 667 C je červený trpaslík. Fakt, že aj tieto hviezdy môžu mať veľa planét, dokonca v zelených zónach, podstatne zvyšuje odhad počtu obývatelných planét v Mliečnej ceste. Veď červení trpaslící tvoria až 70 % hviezdnej populácie v Galaxii.

Astronomy, október 2013-11-21



Červený trpaslík Gliese 667 C má 6 až 7 planét. Tri z nich krúžia okolo nej v zelenej zóne, kde sa voda udrží v kvapalnom skupenstve.



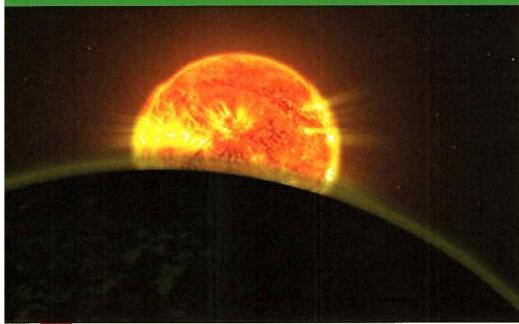
SÚSTAVA HVIEZDY GLIESE 667 C

Výnimočnosť: Tri planéty v zelenej zóne

Hmotnosť: 2,7 až 6,9 M_Z

Polomer obežnej dráhy: 0,05 až 0,55 AU

Rok objavu: 2009 až 2013



Voda v atmosférach piatich exoplanét

O prítomnosti vody na viacerých exoplanétach vieme už dávnejšie. Tím vedcov z NASA uverejnil prvý štúdiu, ktorá porovnáva profily a intenzity signálov, ktoré vodu na niektorých exoplanétach prezradili.

Päť planét – WASP-17b, HD209458b, WASP-12b, WASO-19b a XO-1b obiehajú okolo blízkych hviezd. Síla vodných signálov z týchto objektov sa mení. WASP-19b, planéta s veľkou napuchnutou atmosférou a HD209458b majú najsilnejšie signály. Signály z ostatných troch planét sa však tiež so signálnimi H_2O zhodujú.

Vedci sú si istí, že na všetkých piatich planétach je voda v ich atmosférach prítomná. Štúdia z NASA otvorila nové možnosti porovnávania množstva vody v súčasných atmosférach najrozličnejších typov exoplanét, či už horúcich, alebo chladných.

Štúdie sú súčasťou práce o atmosférach planét, ktorú vypracovali vedci z Maryland University. Vedci oboch tímov skúmali pomocou širokouhlnej kamery 3 na Hubblovom vesmírnom dalekohľade detaily absorpcie žiarenia atmosférami planét. Pozorovania sa robili na infračervených vlnových dĺžkach, kde sa signály vody, ak sú, naplňo prejavia. Vedci porovnali tvary a intenzity absorpčných profilov a zistili, že ide o vodu. Pozorovania potvrdili mimoľadnu účinnosť HST pri výskume exoplanét.

Detegovať atmosféru na exoplanétach je mimoľadne ľahké. Tímy vyvinuli novú techniku s oveľa dlhšími expozíciami, ktoré zvýšili citlivosť ich merania. Ukázalo sa, že signály boli oveľa slabšie, ako sa predpokladalo, najsúkôr preto, že v atmosférach týchto planét sú vrstvy prachu a sadži. Sadza dokáže znížiť intenzitu všetkých signálov z atmosfér, podobne ako hmota zahalujúca krajinu pred optikou fotografa. Tá istá vrstva sadze zároveň signály vody, ale aj iných dôležitých molekúl, významne pozmenuje.

V prípade všetkých piatich vodných planét ide o horúce jupitery, masívne planéty, ktoré krúžia okolo materských hviezd po veľmi blízkych obežných dráhach. Vedcov prekvapilo, že v ich atmosférach je leno sadza. Až ďalšie pozorovania ich pochybnosti rozptýlili. Tieto štúdie, spolu s inými pozorovaniami na HST, ukázali, že existuje prekva-pujúco veľa planetárnych systémov, ktoré sa prejavujú pritímnymi signálmi vody, príčom v niekoľkých prípadoch signály vody nezachytili. Je takmer isté, že vrstvy oblakov i vrstvy sadzí sú na horúcich jupiteroch obvyklé.

Širokouhlá kamera 3 na palube HST dokáže preniknúť do atmosfér exoplanét vzdialenosí aj niekoľko biliónov kilometrov. Merania sa robia vtedy, keď planéty prechádzajú pred materskou hviezdou. Plyny v atmosférach dokážu vedci odvodit po analýze údajov. Tá ukáže, ktoré vlnové dĺžky žiarenia hviezdy atmosféra prepúšta a ktoré absorbuje.

NASA a Maryland University Press Release

Škvrnité oblaky na exoplanéte

Západnú časť plynového obra Kepler-7b pokryvajú vysoké oblaky. Nad východnou časťou je úplne čisté nebo. Údaje z vesmírneho dalekohľadu Spitzer umožnili vytvoriť teplotné mapy viacerých planét. V prípade exoplanéty Kepler-7b získali vedci prvú snímku o štruktúrach oblakov na planéte s hmotnosťou $1,5J$.

Planétu pozorovali tri roky. Na snímkach s vysokým rozlíšením spoľahlivo rozlíšili oblaky.

Vesmírny dalekohľad Kepler objavil viac ako 150 exoplanét. Kepler-7b bola jednou z prvých. Optické dalekohľady objavili na exoplanéte jasné škvrny v západnej hemisfére. Nedokázali však určiť, či ide o oblaky, alebo „termický ostrov“. Záhadu vyriešil až vesmírny dalekohľad Spitzer.

Podobne ako Kepler, aj Spitzer dokáže počas prechodu exoplanéty pred materskou hviezdou získať údaje o jej atmosfére. Teplotu na povrchu planéty Kepler-7b odhadli na 960 až 1 000 °C. Na planétu, ktorá krúži okolo hviezdy iba vo

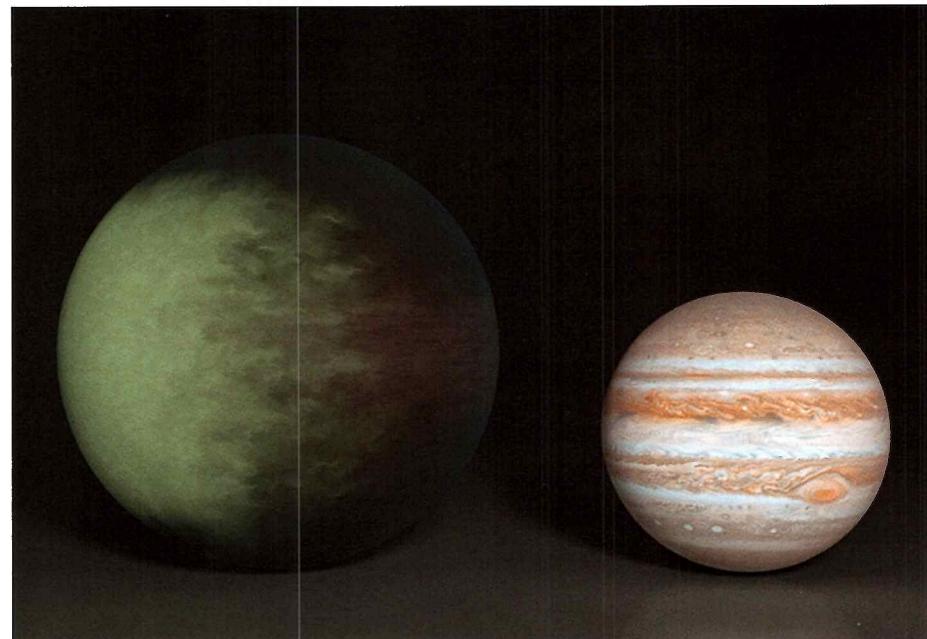
vzdialenosí 0,06 AU je to príliš nízka teplota. Zdroj generujúci takú nízku teplotu nemohol byť zdrojom žiarenia, ktoré prístroje Keplera detegovali. Vedci usúdili, že svetlo hviezdy odráža horná vrstva oblakov obrej planéty.

Kepler-7b však odráža oveľa viac svetla ako väčšina planetárnych obrov, z tých, ktoré určite majú atmosféru. Na rozdiel od búrlivej atmosféry Zeme oblaky na tejto exoplanéte sú takmer nehybú. Panuje tam pozoruhodne stabilná klíma. Objav je ďalším krokom k pozorovaniu atmosfér na planétach, ktoré majú podobné zloženie a veľkosť ako Zem.

Kepler a Spitzer umožnili vedomu študovať túto exoplanétu vzdialenosí bilióny kilometrov v širokom rozpätí vlnových dĺžok. Otvorili tak obdobie podrobnejšieho výskumu týchto telies.

Kepler objavoval exoplanéty zaznamenávaním zmien ich jasnosti počas pravidelných zákrytov. Kepler-7b vedomu hned zaujal. Exoplanéta vyzerala tak, akoby sa nachádzala v tube vody. Navyše, okolo svojej hviezdy obeheňa za menej ako päť dní.

Astronomical Journal Letters



Exoplanéta Kepler-7b (vľavo), s polomerom $1,5J$, je prvou exoplanétou, ktorej oblačnosť sa podarilo zmapovať. Snímku zostavili z údajov vesmírnych dalekohľadov Kepler a Spitzer.

Planéty, ktoré „hobľujú“ povrch hviezd

V jednej z prehliadok oblohy, zameranej na kandidátov na exoplanéty, objavili objekty, ktoré obehnú okolo materskej hviezdy za menej ako štyri hodiny. Ak by sa potvrdilo, že naozaj existujú, boli by to planéty s doteraz najkratšími, najtesnejšími obežnými dráhami. Planéty vyluvili z údajov, ktoré získal vesmírny dalekohľad Kepler.

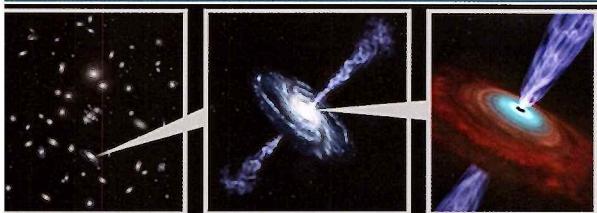
Väčšina horúcich jupiterov, ktoré obehnú materskú hviezdu za niekoľko dní, má nestabilné obežné dráhy. Nestability spôsobuje blízkosť hviezdy. V prípade menších,

terestrických planét môžu tieto poruchy priviesť planétu tak blízko k hviezde, že ich vlastná gravitácia neudrží pohromadé. Rozpadnú sa.

Tím Braina Jacksona z Carnegie Institution začal v údajoch z Keplera hľadať planéty (perodické zákryty hviezd) s veľmi krátkou periódou. Našli 6 objektov s periódami nižšími ako 12 hodín. Napriek tomu, že nejde o veľké planéty (s hmotnosťami niekoľkých násobkov Zeme), darí sa ich pozorovať aj pomocou veľkých pozemských dalekohľadov.

Tieto planéty, ktoré doslova holia materské hviezdy, budú vedomu študovať najmä pomocou nového vesmírneho dalekohľadu v rámci misie TESS.

Astrophysical Journal Letters



Galaxia s aktívnym jadrom (AGN). AGN je jasná, kompaktná oblasť v jadre galaxie, ktorej aktivitu generuje nabalovanie plynu na masívnu čiernu dieru. Výskum potvrdil, že hmotnosť masívnej čiernej dieru v centre galaxie súvisí s rozložením okolitých galaxií.

Čierne diery sa zväčšujú v galaktických mestách

V strede väčšiny galaxií hniezdia masívne čierne diery. Niektoré z nich vnímame ako aktívne jadrá galaxií (AGN), ktoré pôsobia na okolity plyn a generujú gigantické množstvá energie.

Ako tieto masívne čierne diery získali takú hmotnosť? Jednou z možností je, že nabalovanie hmoty umožňujú interakcie medzi galaxiami. Ak je táto teória správna, mal by byt priamu vzťah medzi vlastnosťami centrálnej čiernej diery a prostredím hostiteľskej galaxie. Podľa starších štúdií sa aktívne jadrá galaxií (AGN) vyskytujú najmä v prehustených oblastiach, v hustých kopáčach a superkopáčach galaxií. O vzťahu medzi hmotnosťou čiernej diery a prostredím aktívnych galaxií však vedci vela nevedia. Preto sa rozhodli preskúmať rozloženie normálnych galaxií okolo aktívnych galaxií.

Astronómovia preskúmali veľa čiernych dier pomocou „virtuálneho observatória“. Virtuálne observatórium (VO) je systém, ktorý umožňuje využívanie najrozličnejších databáz na internete. Astronomické centrum údajov vyuvinulo pre VO originálny portál. Tím zozbieral a vyhodnotil viac ako 10 000 AGN. Hmotnosti ich čiernych dier zmeral spektroskopicky už tím okolo SDSS. Údaje o počte galaxií zoskupených okolo aktívnych galaxií vybrali

z katalógov UKIDSS. Ukázalo sa, že ich je zhruba 70 000! Pomocou virtuálneho observatória vytípovali vedci údaje iba o tých galaxiách, ktoré môžu na tie aktívne pôsobiť. Navyše, nové metóda analýzy im umožnila určiť s doteraz nedosiagnutou presnosťou aj distribúciu hustoty galaxií.

Predpoklad sa potvrdil: najmasívnejšie čierne diery sa nachádzajú v galaktickom prostredí s vyššou hustotou, teda v galaktických mestách. Vzťah medzi masívnu čiernu dierou a prostredím hostiteľskej galaxie je prekvapujúci, pretože polomer superhustej oblasti galaxií je 100 miliónkrát väčší ako polomer masívnej čiernej diery.

V oblastiach s vysokou hustotou galaxií dochádza často k ich kolíziam. Nejedna zrážka sa končí gravitačným splynutím dvoch galaxií do jednej. Počas týchto procesov sa v nich mení dynamika plynu, pričom značná časť plynu sa presúva do ich centrálnych oblastí. Čierne diery plyn nabalia a preto rastú.

Ak majú obe kolidujúce galaxie čierne diery, stáva sa, že čierne diery splynú, a tak sa vytvorí jediná, podstatne väčšia čierna diera.

Nečakaným objavom bolo, keď tím zistil, že pri čiernych dierach s hmotnosťami 100 miliónov Slnk (a menej) nefunguje vzťah medzi ich hmotnosťou a rozloženie galaxií v okolí. To znamená, že proces zväčšovania čiernych dier s hmotnosťami nad a pod 100 miliónov hmotnosti Slnka je asi rozdielny.

Tento výskum potvrdil možnosť „virtuálneho observatória“, ktoré dokáže spracovať obrovské množstvo údajov v krátkom čase. Túto metódu možno použiť aj pri využívaní iných databáz. Napríklad snímok, ktoré exponovali širokouhlé kamery na dalekohľade Subaru. Formovanie menších, stelárnych čiernych dier je zatiaľ neznáme, alebo vedci nemajú k dispozícii dostatočné množstvo presných údajov.

National Astronomical Observatory of Japan



Ilustrácia znázorňuje aktívne jadro galaxie.

Všadeprítomné magnetické polia v hlbokom vesmíre

Šiničiro Ando a Alexander Kusenko, astrofyzici z Caltechu (Kalifornia), študovali snímky najsilnejších objektov vo vesmíre: supermasívnych čiernych dier, ktoré pri požieraní hviezdy emitujú žiarenie s vysokou energiou. V hlbokom (v starom, veľmi vzdialom) vesmíre objavili medzi galaxiami prastráre, primordiálne magnetické polia. Fyzici už oddávna špekulujú o tom, že existuje univerzálné magnetické pole, ktoré vplýva na hlboký priestor medzi galaxiami. Doteraz však takéto pole nikto ani nepozoroval, ani nezmeral. Vedci vytvorili spoločnú snímku 170 masívnych čiernych dier a zistili, že snímky nie sú také ostré, ako očakávali.

Vesmír vypĺňa mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia, pozostatku po big bangu i žiarenie emitované galaxiami (fotóny s vysokými energiami) zo vzdialenosťí zdrojov. Tieto fotóny interagujú s fotónmi pozadia a menia sa na páry elektrón/pozitron, ktoré sa opäť rozpadajú a vrátia do jednej zo skupín fotónov.

Takéto procesy sa na fotografiách prejavujú iba slabo, pretože aj malé magnetické pole dokáže fotóny vychýliť či rozptýliť, takže snímky (bez ohľadu na vlnovú dĺžku) vyzerajú rozmazené. Z takýchto rozmazených snímok vedci odvodili, že priemerné magnetické pole má silu jednej trilióntiny (10 pikotesla) magnetického pola Zeme. Univerzálné magnetické pole sa asi sformovalo v mladom vesmíre, krátko po big bangu, dávno pred tým, ako sa začali formovať prvé hviezdy a galaxie.

UCLA Press Release



Galaxia, do ktorej prúdi chladný, primordiálny plyn, pozostatok po big bangu. Obrázok vznikol ako produkt simulácie na superpočítači, počas ktorej skúsmali rozličné možnosti rozloženia plynu vo formujúcej sa, mladej galaxii.

v strede aktívnej galaxie. A náhodou sa takýto kvazar, spolu s prúdom chladného plynu v popredí, ocitli na rovnakom zornom lúči so Zemou. Iba preto mohli pozemské prístroje tento prúd zaznamenať.

Chladný plyn absorbuje žiarenie kvazaru na istých frekvenciach, ktoré sa prejavujú ako „absorpčné čiary“. Z tvaru týchto čiar dokážu astronómovia dešifrovať chemické zloženie, hustotu a teplotu plynu. Pomocou tejto techniky nemečki a austrálski vedci

získali najsilnejší dôkaz o existencii prúdov primordiálneho plynu ústiacich do galaxie. V tomto prípade do galaxie Q1442-MD50, ktorej svetlo k nám putovalo 11 miliárd rokov. Zdroj primordiálneho plynu je od tejto galaxie vzdialenosťí 190 000 svetelných rokov.

Zásadným prvkom tohto objavu je detekcia spektrálneho odtačku kozmického deuteria. Deuterium je stabilný izotop vodíka, ktorý má v jadre o jeden neutrón viac. Podľa kozmológov vodík, helíum a ich izotopy (napríklad deuterium) sa syntetizovali už v prvých minútach po big bangu. V čase, keď vesmír bol ešte taký horúci, že v ňom mohli prebiehať jadrové reakcie. Všetky ľahšie prvky, uhlík, dusík a kyslík, sa vytvorili oveľa neskôr v jadrových reaktoroch hviezd. Nakolko podmienky v jadraach hviezd by deuterium zničili, objav deuteria v primordiálnom plyne jednoznačne dokazuje, že ide tiež o pozostatok po big bangu.

Vedci predpokladajú, že prúdy chladného plynu boli v mladom vesmíre hojné. Kým sa ich prognóza naplní, musia objaviť aspoň 12 galaxií s kvazaram v pozadí. To by stačilo, aby došlo k zhode medzi porovnanými úkazmi a simuláciami v počítačoch. Vedci, ktorí študujú formovanie a vývoj galaxií, by chceli vedieť, kolko „surového plynu“ do galaxií z tkaniny kozmu prúdilo a ako dlho to trvalo.

Astronómovia sa teraz zamerajú najmä na galaxie s veľkým červeným posunom, teda na tie najvzdialenejšie a najrýchlejšie sa od nás vzdáľujúce. Tie potom opäť porovnajú so simuláciami na superpočítačoch.

Astrophysical Journal Letters

Palivom vzdialenej galaxie je primordiálny vodík

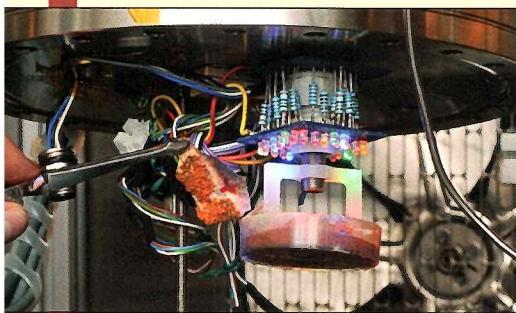
Prúdy chladného primordiálneho vodíka, pozostatku po big bangu, „vyžívajú“ vzdialenosť galaxie, v ktorej sa rodia hviezdy. Takéto prúdy plynu objasňujú podľa vedcov obdobie pred 10 miliardami rokov, keď v galaxiach prebiehala búrlivá hviezdotvorba. Podľa súčasnej teórie sa galaxie (i tá naša) formovali vďaka prísnemu pôvodnému vodíku z medzигalaktickej hmoty. Objav umožnil kozmickú náhodu: prúd plynu osvetľuje momentálne z pozadia jasné, vzdialený kvazar.

Pred 10 miliardami rokov, keď mal vesmír iba päťnu súčasného veku, nachádzali sa prvé protogalaxie v stave búrlivej aktivity. Formovalo sa v nich stokrát viac hviezd ako dnes. Nakolko sa hviezdy formujú z plynu, museli mať výdatný prísnus vhodnej suroviny z okolia. Podľa simulácií na superpočítačoch prúd chladného plynu do galaxie pozdĺž tenkých „chladných vláken“.

Overiť tieto simulácie nebolo jednoduché. Prúdy plynu na okrajoch galaxií sú riedke, takže emitujú iba nepatrné množstvo žiarenia. Vedcom pomohla náhoda: kvazary predstavujú krátku fázu v životnom cykle galaxií, ale keď sa naplno prejavia, stávajú sa najasnejšími objektmi vo vesmíre. Ich žiarenie generuje hmotu, ktorú nasáva supermasívna čierna diera

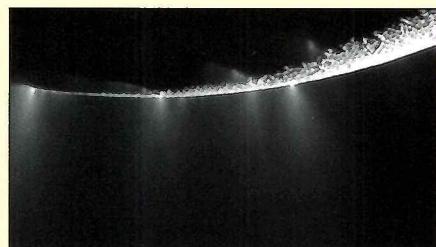
Mimozemský život na Zemi -

Existuje život inde vo vesmíre než na Zemi? Sme tu sami? To sú otázky, ktoré sa ľudstvo snaží zodpovedať už celé tisícročia. Ako však môžeme hľadať mimozemský život bez toho aby sme vedeli ako vyzerá a z čoho je stvorený? Najjednoduchšie je využiť postupnú elimináciu: najprv hľadať to, čo poznáme a až potom, ak by sa nič nenašlo, zamerať sa na úplne originálne a neznáme podoby života. Preto sa astrobiológovia, vedci študujúci a hľadajúci život vo vesmíre, zaujímajú o extrémofily – organizmy, ktoré žijú v extrémnych podmienkach na Zemi, podobným tým, ktoré možno žijú iných planetárnych telesách.



Miniatúrny prístroj na simulovanie marťanských podmienok v nemeckom centre pre letectvo a vesmír (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – DLR). Výskumnici v ňom dokázali napodobniť marťanskú atmosféru, tlak, cykly teploty i slnečné žiarenie. Napriek extrémnym podmienkam pre život prežili v ňom rôzne druhy mikróbov až 34 dní.

Foto: DLR



Kryosopky či chladné gejzíry, generované slapovými silami Saturna, chrlia do vesmíru vodu z oblastí okolo južného pólu mesiaca Enceladus.

Foto: NASA Jet Propulsion Laboratory



Ilustrácia miniponorky DADU (Deeper Access, Deeper Understanding), ktorú vyvinuli v rámci spolupráce medzi Jet Propulsion Laboratory (NASA) a univerzitou v Uppsale, Švédsko. Ponorka má rozmer výšky veľkej plechovky.

Foto: Jonas Jonsson / Ångström Space Technology Centre of Uppsala University

Život na Marse: nádej, ktorá silnie

Na prvý pohľad je Mars nehostinná planéta: teploty kolísia medzi -143°C v zime na póloch a 35°C v lete na rovníku; jej povrch je pokrytý oxidantmi, ktoré ničia organické látky. (Preto misie Viking na Marse v r. 1976 niči organické neobjavili). Planéta je vystavená silným prúdom žiarenia (lebo má riedku atmosféru). Väčšina vedcov sa vzdala nádeje, že by sa život v takých podmienkach mohol udržať, ale v Nemeckom centre pre letectvo a vesmír (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – DLR) sa nedali odraziť. Počas 34 dní vystavili výskumníci extrémofily simulovaným podmienkam na Marse, pričom využili informácie z marťanských NASA roverov Opportunity a Spirit. Šokovalo ich, keď lišajníky a rôzne baktérie dokázali v týchto podmienkach nielen prežiť, ale niektoré pokračovali s fotosyntézou. Je teda možné, že by sa podobný život mohol na marťanskom povrchu vyskytovať aj dnes. Možno sa budúcom misiám na Mars (prvé sondy ExoMars majú plánovaný odlet v roku 2016) podarí nájsť marťanský život aj vďaka poznatkom, ktoré vedci o týchto pozemských extrémofiloch nazbierali.

Skeptici sa nazdávajú, že ak život na Marse existuje, tak iba pod povrchom. Nakolko má Mars riedku atmosféru, na povrchu je veľmi nízky atmosférický tlak (podobný tomu vo vonkajších vrstvách zemskej atmosféry) a tekutá voda nie je stabilná. Údaje z rovera Curiosity, ktorý ešte vždy operuje na Marse, svedčia o tom, že v minulosti tiekla voda aj na Červenej planéte. A hydrogeologické dôkazy zo sondy Mars Global Surveyor naznačujú, že by voda mohla tieť pod povrchom aj dnes. Z týchto dôvodov sa astrobiológovia nazdávajú, že sa organizmy aj v dnešnej dobe skrývajú pod povrchom. Utiahli sa tam pred miliónmi rokov, aby sa ochránili pred zhoršujúcimi sa podmienkami na povrchu Marsu. Tito vedci študujú mikróby, ktoré sa nachádzajú až 2,8 kilometrov pod povrchom Zeme v zlatej bani Mponeng (Južná Afrika), aby mohli spoznať podobný život aj v útrobách Marsu.

Sľubný potenciál ľadových mimozemšťanov

Extrémofily, ktoré žijú v studených prostrediaciach (psychrophily), sú klúcom k hľadanju života na planétach a mesiacoch pokrytých ľadom. Jupiterov mesiac Európa je najvhodnejším kandidátom na mimozemský život v našej Slnečnej sústave. Nielen vedci, ale aj mnohí umelci, zameraní na sci-fi, zobrazili Európu ako nádejnú ríšu mimozemšťanov. Napríklad Kubrick v kultovom filme Vesmírna Odysea, podľa poviedok A. C. Clarka. Predpokladá sa totiž, že slapové sily vyvolané Jupiterom vytvorili na Európe až 170 kilometrov hlboký oceán, pokrytý hrubou (10 až 30 km) vrstvou ľadu. Vrstva ľadu je príliš hrubá, slnečné svetlo do oceánu neprenikne, takže fotosyntéza je vylúčená. Ľadová kôra chráni mimozemský život pred smrťiacou radiáciou Jupitera. Isté množstvo nabitých častíc by však mohlo preniknúť trhlinami v ľade do oceánu a za-

bezpečovať tak zdroj energie pre ekosystém. Niektorí vedci pripúšťajú, že by v oceáne mohlo byť dosť organických látok a kyslíka na údržbu až troch miliónov ton bytosť podobných rybám!

Takýto druh života poznáme z hlbok pozemských oceánov, kde sa mu darí aj v úplnej tme s limitovanými zdrojmi energie a odoláva silnému tlaku kilometrov vody. Najlepšie prostredia na Zemi na hľadanie analogického života sú najmä jazera pokryté kilometrami ľadu v Antarktíde: jazero Vostok pokrýva 4 km hrubá, jazero Ellsworth 3,4 km hrubá vrstva ľadu. V nich by život musel čeliť nielen spomínaným problémom života na dne oceánov, ale aj teplotám okolo nuly a úplnej izolácií od okolitého prostredia počas celých miliónov rokov. Ak by sa v týchto jazerech našiel život, tak by sme získali predstavu, aký by mohol byť život na mesiaci Európa: aké druhy živočíchov by tam mohli byť, ako by dokázali fungovať a prežiť v takých podmienkach. Zatiaľ sa vedcom z ani jedného jazera nepodarilo odobrať vzorku. Netreplivým astrobiológom sa však podarilo presadiť viaceru misií, ktoré by priamo mohli skúmať oceán na mesiaci Európa. Napríklad sonda Európskej vesmírnej agentúry (ESA) – JUICE (Jupiter Icy Moon Explorer), ktorú vypustia v roku 2022 a miniponorka DADU (Deeper Access, Deeper Understanding) z dielne NASA, ktorá ešte nemá plánovaný start.

Slapové sily generované Jupiterom vytvorili a udržujú na mesiaci Európe 170 kilometrov hlboký oceán, pokrytý 10 až 30 km hrubou vrstvou ľadu. Ľadová kôra by ochránila mimozemský život pred smrťiacim žiareniom Jupitera, ale časť nabitých častíc by mohla preniknúť trhlinami v ľade do oceánu, kde by stali zdrojom energie pre celý ekosystém.

Aj Saturn má mesiace, na ktorých by mohli žiť psychrophily: Enceladus a Titan. Podobne ako Európa, aj Enceladus má vďaka slapovým silám Saturna pod ľadovou kôrou tekutú vrstvu vody. Vyše 70 gejzírov chrlí z trhlin okolo južného pólu do okolia vody. Titan má zasa v atmosfére rôzne organické látky, napríklad metán, ktorý na Zemi produkujú najmä živočichy. Po prieskume Európy, ktorý má prioritu, poletia sondy aj na Titan.

Ríše z oblakov

Najmenej vhodnými ostrovmi potenciálneho mimozemského života sú „plynoví obri“. Napríklad Jupiter (zložený najmä z vodíka a helia), ale aj terestrická Venuša, „zlé dvojča Zeme“. Venuša má totiž podobné rozmery, hmotnosť a gravitáciu ako Zem. Na druhej strane priemerná teplota na Venuši je 462°C (dosť na roztavenie olova!), v porovnaní so 14°C na našej planéte, pričom atmosférický tlak je tu 92-krát väčší ako na Zemi. Oblaky na Venuši sú také kyslé, že sa v nich rozpustili aj sondy vyslané zo Zeme. Aj na Jupiteri sú atmosférický tlak, teplota a prúdy v atmosfére príliš silné na to, aby sa na planéte mohlo niečo podobné pozemskému životu udržať. Pravda, okrem oblakov v najvyšších vrstvach atmosféry

dľašší krok k iným planétam



Vzducholod' Cloud Lab Skyship 600, ktorá precestovala celú Ameriku vo výške 2,5 km nad Zemou. Vedci v rámci britsko-americkej expedície zbierali vzorky z oblakov, hľadajúc dosiaľ neznámy vzdušný ekosystém.

Foto: BBC Cloud Lab

„pekelných planét“. Tam sa možno vyskytujú podmienky, ktoré, pokiaľ ide o teplotu a tlak, najviac pripomínajú podmienky na Zemi. Na Venuši sa dokonca našlo aj malé množstvo vodnej par, kyslíka a chemické stopy zlúčenín, napríklad karbonyl sulfid (OCS), ktoré na Zemi normálne produkujú živočíchy. Vytvorenie OCS neorganickým spôsobom je také komplikované, že ho vedci považujú za jednoznačný indikátor biologickej aktivity. Na Venuši sa nachádzajú aj oxid siričitý (SO_2) a sírovodík (H_2S), látky, ktoré by sa nemali vyskytovať spolu, pretože by spolu reagovali. Ich spoločný výskyt naznačuje, že na Venuši musí existovať niečo, čo tieto látky priebežne produkuje.

S úmyslom lepšie spozať život v oblakoch planét našej Slnečnej sústavy začali vedci v poslednom desaťročí zbierať vzorky z atmosféry najrozličnejším spôsobom. Skupina z Aarhus University v Dánsku našla baktérie v krúpoch, ktoré dopadli na Zemou po obrovskej búrke. Tieto mikróby boli odolné voči silnému UV žiareniu, extrémnemu suchu i malej koncentrácií kyslíka. Ďalšia skupina bola ambicioznejšia. Na vzducholodi Cloud Lab Skyship 600, pohybujúcej sa vo výške 2,5 kilometra nad Zemou, skúmala atmosférické extrémofily. Súčasťou britsko-americkej expedície nad povrchom Severnej Ameriky bude aj skok padákom z výšky 7,5 kilometra, počas ktorého budú špeciálne prístroje zbierať vzorky mikróbov v rozličných výškach. Vedci chcú zistiť, či si extrémofily dokázali v atmosféri vytvoriť funkčný ekosystém, alebo či len vegetujú v tých ťažkých podmienkach, až kým ich vietor nezaťuká späť na Zem. Najviac rozruchu sa podarilo vytvolať výskumníkom z univerzít v Sheffielde a Buckinghamhe, ktorí našli kúsky mikróbov vo výške 27 kilometrov pomocou stratosférického balóna. V minulosti sa podobné organizmy v takej výške nenašli, takže vedci boli presvedčení, že mikróby, ktoré našli, sú mimozemšťania. Či je to tak, ukážu testy. Najmä analýzy izotopov, ktoré môžu pôvod baktérií určiť.

Astrobiológovia predpokladajú, že sa organizmy na iných telesách môžu skrývať pod povrchom. Preto študujú mikróby, ktoré sa nachádzajú až 2,8 kilometrov pod povrchom Zeme, napríklad v zlatej bani Mponeng (Južná Afrika), aby mohli spozať podobný život v útrobach Marsu.

Odolné mikróby

Vypustiť bunky do vesmíru sa považuje za úplné „obnaženie“: organizmy sú vystavené extrémom zimy, nefiltrovanému kozmickému a slnečnému žiareniu, vzduchoprázdnu a bezváhovému stavu. Teória panspermie („ďaleké roznesetie semien“), ktorá pochádza z piateho storočia pred našim letopočtom (rukopis Gréka Anaxagora), bola preto dlho zažívaná. Prívrženci tejto hypotezy veria, že vo vesmíre je plno organizmov, ktoré migrujú vesmírom z jedného obývateľného prostredia do druhého. Výsledky experimentov NASA (Long Duration Exposure Facility – Zariadenie na dlhodobé vystavenie sa vesmíru) a ESA (BIOPAN) však dokázali, že mikróby dokážu prežiť aj vo vesmírnych podmienkach. Niektoré organizmy, napríklad spóry *Bacillus subtilis*, boli schopné prežiť veľa rokov vo vesmíre, ale iba vtedy, keď sa uchránili pred UV žiareniom. Bud tak, že sa zapuzdrili pod viacerými vrstvami buniek, pričom tie vonkajšie žiarene zahubilo, alebo sa obalili vrstvami iných látok, napríklad glukózou. Ak boli vystavené žiareniu v jedinej, nechránenej vrstve, zahynuli behom niekoľkých minút.

Iné vesmírne ohrozenia by mohli mikróby prežiť iba v úkrytoch, hlboko pod povrchom asteroidu alebo komety. Vrstvy kameňa, ľadu či prachu by mohli ochrániť živočíchy pred silnejším kozmickým žiareniom a čiastočne aj pred chladom. Tieto telesá by boli zároveň aj zdrojom organických látok a minerálov ako potravy pre organizmy a poslúžili by im aj ako prírodná vesmírna loď. Preto meteorit ALH 84001 rozpútal v roku 1996 veľké diskusie medzi vedcami po celom svete. Našli v nom totiž stopy po potenciálnych marťanských baktériách. Tieto húsenice pripomínajúce organizmy sa však nepovažujú za dôkaz mimozemského života. Sú také malé, že život, taký ako ho poznáme, nemôže v takýchto schránkach fungovať.

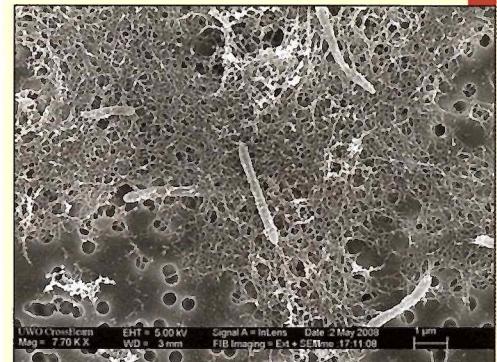
Práve v tom spočíva výhoda metódy eliminácie. Ak vtedy, keď astrobiológovia nenájdú mimozemský druh života podobný našim extrémofilom, budeme musieť triať do neznáma. Zatiaľ sme však neodhalili ani všetky limity života extrémofilov na našej planéte. Stále nás prekvapujú svojou odolnosťou a schopnosťou prežiť všetko, čomu musia čeliť. Ak je život taký flexibilný a tvorivý, čo sa týka spôsobov prežitia a prostredí v ktorých sa usadí, potom je nádej, že podobný život existuje aj inde vo vesmíre, pomerne veľká. Preto sa zvažuje aj využitie extrémofilov na kolonizáciu iných planét ako Marsu. Tam, kde by sa pomerne ľahko udomácnili. Napokon, poznatky o limitoch života sa dajú použiť aj pri štúdiu telies mimo našej Slnečnej sústavy. Ak dokážeme vymedziť planetárne podmienky, v ktorých organizmy dokážu prežiť, od ľadových mesiacov až po plynných gigantov, budeme môcť posúdiť aj to, či by mohli byť ďaleké exoplanéty, objavené napríklad ďalekohľadom Kepler, obývatelné.

Michaela Musilová



Pohľad na zariadenie veľké ako autobus, určené na dlhodobé vystavenie sa vesmíru (Long Duration Exposure Facility – LDEF), ktoré NASA spojazdnila v roku 1984. Vesmírny experiment trval 5,7 roka. Pomohol však objaviť a otestovať veľa pozemských extrémofilov, ktorí podmienky prežili.

Foto: NASA 1984



Desulfuridus audaxiator je baktéria, ktorú našli v hĺbke 2,8 km pod povrchom Zeme v zlatej bani Mponeng v Južnej Afrike. Vo väčšej hĺbke zatiaľ nijaký organizmus neobjavili. Navyše, baktéria obsahuje celý ekosystém celkom sama. V bani zatiaľ nijaké iné kolónie baktérií nenašli.

Foto: NASA Astrobiology Institute

Meteorit ALH 84001 rozpútal v roku 1996 veľké spory medzi vedcami po celom svete, lebo sa v ňom našli stopy po potenciálnych marťanských baktériach.

Mikróby pripomínajúce húsenice však vedci nepovažujú za dôkaz mimozemského života, lebo sú také malé, že v nich život (asi) nemôže fungovať.



Meteorit ALH 84001 na snímke elektrónového mikroskopu. Vidieť v ňom štruktúry, ktoré vyzerajú ako mikróby. Spory o tom, či by to mohli byť organizmy z Marsu prenesené na Zem meteoritom, dodnes trvajú.

Foto: NASA

Kolíska života bola na dne oceánov

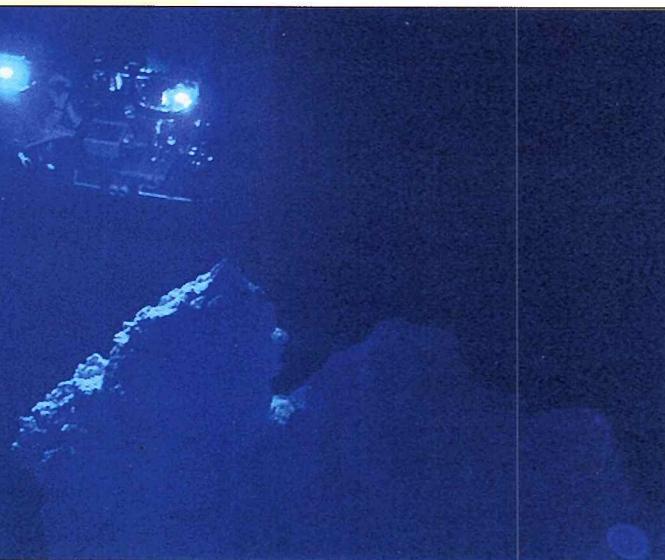
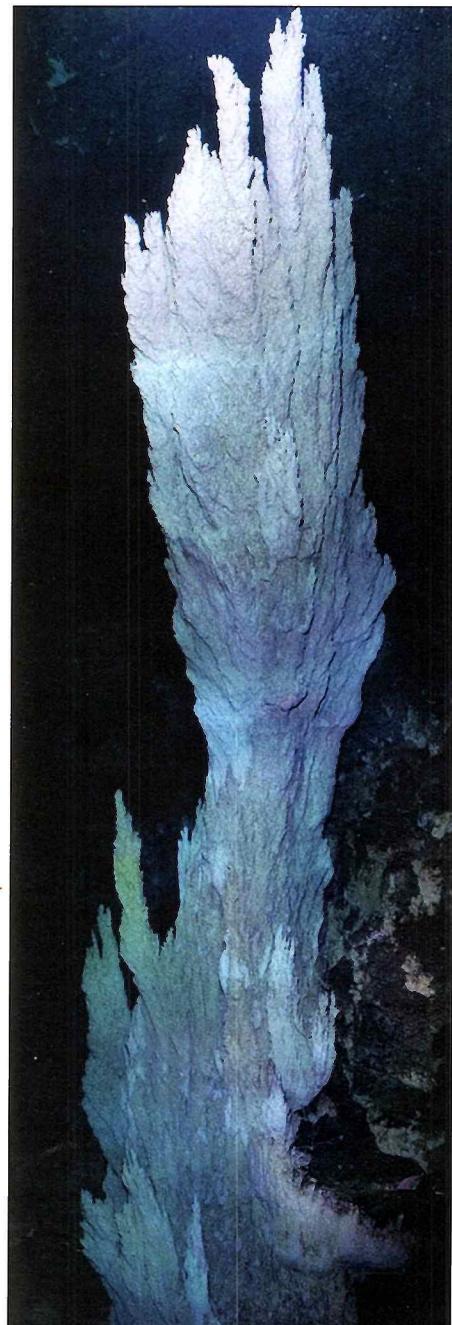
Stvoriteľ života pracoval podľa pomerne jednoduchého návodu: „Pomiešal vodu s kremičitanmi a tento koktail vložil do hydrotermálneho kolobehu.“ Mike Russell, geológ z NASA, je presvedčený, že život, ak sú splnené tieto podmienky, vzniká nevyhnutne a spontánne. O tom, kedy, kde a ako sa na Zemi ujal a udržal život, existuje množstvo hypotéz. Zdá sa však, že spomedzi všetkých iba Russell dokáže vysvetliť celý proces stvorenia: od zdroja energie pre prvé biosyntézu, cez procesy látkovej výmeny až po vlastnosti prvého spoločného predka všetkých organizmov. Russellovu hypotézu overovalo a potvrdilo toľko vedcov, že ju možno považovať za teóriu. Jednotlivé etapy vzniku života sa dajú experimentálne napodobniť.

V okamihu stvorenia, pred zhruba 4 miliardami rokov, bola Zem nehostinnou planétou. Pod smogom znečistenou atmosférou sa vlnil 10 kilometrov hluboký, globálny oceán. Nad hladinou oceánu sa vynímal iba niekoľko vulkanických ostrovov. Slapové sily Mesiaca, ktorý krúžil okolo Zeme po oveľa bližšej dráhe, generovali mohutné príbojové vlny. Povrch Zeme, na ktorý denne dopadali väčšie i menšie meteoryty, bol vystavený intenzívnomu ultrafialovému žiareniu.

Veže na dne oceánov

Kolíska života podľa Mike Russella a biológa Williama Martina z Düsseldorfskej univerzity bola na dne oceánov. Istú predstavu o tom, ako to mohlo vyzeráť, získali vedci okolo vrcholu podmorského pohoria Atlantis, na polceste medzi Severnou Afrikou a Floridou. Nad dnom oceánu sa týcia biele vápencové veže, pripomínajúce stalagmity v jaskyni. Z týchto veží prýšti horúca voda plná bubliniek.

Lost City (Stratené mesto). Tak pomenovali vedci tieto prameňe, keď ich v roku 2000 náhodou objavili. Po čase pochopili, že na rozdiel od známych „čiernych čmudičov“ nemá energia Lost City vulkanický pôvod. Generujú ju chemické reakcie na dne oceánu. Početnými trhlínami v masíve pohoria Atlantis preniká dovnútra morská voda, ktorá mení minerál olivín na zelenosedú horninu serpentinit (hadec). Počas týchto reakcií, ktoré pred 4 miliardami rokov boli oveľa rozšírenejšie, vzniká vysoko reaktívny chemický produkt, pripomínajúci tekutinu, ktorú nalievame do práčok. Je horúci, má 40 až 90 °C a je bohatý na vodík.

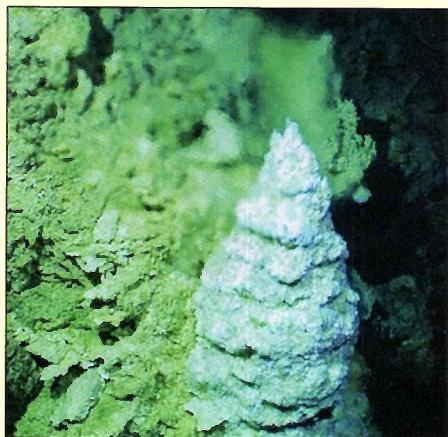


Reflektory podmorského robota Hercules osvetľujú ▲ v hĺbke 750 metrov Lost City, hydrotermálne pole na dne Atlantického oceánu.

Najvyššie komíny majú až 60 metrov. ▶

◀ Z komínov prýšti horúca, na minerály bohatá voda. Tak možno vyzerala dno praoceánu v čase, keď sa rodil život.

Táto mikrofosília, pripomínajúca cyanobaktérie, žila pred 2,5 miliardami rokov. ▼



Snad nejblíže roztržení je podle A. Müllera aj. hvězda **HD 135344B** (teplota 7 kK; $1,4 R_{\odot}$; $1,0 L_{\odot}$; vzdálenost 140 pc; hmotnost $10 M_{\odot}$), kterou studovali pomocí spektrografového *FEROS* u 2,2m teleskopu na *La Silla*. Z měření během intervalu 151 d totiž vyplynulo, že hvězda má rotační periodu jen 3,9 h, tj. obvodovou rychlosť rotace 430 km/s. Jde o tzv. *Herbigovu hvězdu*, která ještě nedospěla na hlavní posloupnost, protože je stará jen 9 mil. let. Proto je dosud obklopena akrečními disky ve vzdálenostech od 0,08 AU do 200 AU, přičemž mezi nimi zeje široká mezera o šířce až 45 AU. Z vnitřního disku hvězda stále přibírá akrecí další hmotu a tím se stále zvyšuje rychlosť její rotace. Autoři odhadli, že hvězda se odstředivou silou začne rozpadat při obvodové rychlosti asi 480 km/s.

Nový interferometr *PIONIER* uvedený v r. 2011 do chodu na hoře *Paranal* umožňuje spráhnout všechny čtyři 8m teleskopy *VLT ESO* na základně dlouhé 205 m. J. Le Bouquin aj. využili tohoto přístroje i s pomocnými čtyřmi teleskopy o průměru zrcadel 1,8 m k hledání průvodců u hvězd **Regula**, **τ Ceti** a **Fomalhauta** (α PsA) v minimální úhlové vzdálenosti $>0,005''$, ale ani v jednom případě žádného průvodce nenašli.

P. Kervella aj. zjistili pomocí aparatury *NACO VLT ESO*, že známý červený veleobr **Betelgeuze** (α Ori) o poloměru 4,5 AU je obklopen mlhovinou prachových zrnec s rozměry rádu $10 \mu\text{m}$, které silně svítí ve středním infračerveném pásmu spektra. Mlhovina sahá od vnitřního okraje ve vzdálenosti ≈ 15 AU velmi daleko a obsahuje zejména prvky O, Si a Al. I. Ramírez a C. Allende Prieto odvodili základní parametry nejjasnejší hvězdy severní oblohy **Arkturu** (α Boo; sp. K1 III), tj. teplotu 4,3 kK; poloměr $25 R_{\odot}$; hmotnost $1,1 M_{\odot}$, metalicitu ($Z = -0,5$) a stáří 7 mld. let. To znamená, že Arktur patří do místního tlustého disku naší *Galaxie*. Popřeli tak tvrzení J. Navarra aj. z r. 2004, že jde o přívandrovalce z jiné galaxie.

2.4. Těsné dvojhvězdy

P. Chadima aj. analyzovali světelnou křivku i optická spektra proslulé dvojhvězdy **ε Aur** v období let 1994-2010, tedy až do minima jasnosti během posledního zákrytu. Primární složka se projevila spektrem obálky v čáře H- α již 3 roky před prvním kontaktem tranzitu. Hmotnost primární složky sp. třídy F0 Ia činí $36 M_{\odot}$, zatímco hmotnost sekundáru o teplotě jen 1,3 kK dosahuje stále úctyhodných $24,5 M_{\odot}$. Obě hvězdy patří opravdu k obřím, neboť poloměr primární složky F dosahuje $190 R_{\odot}$ a sekundáru plných 2,7 tis. R_{\odot} . Složky jsou od sebe vzdáleny 35 AU. Jenže mnohé z těchto hodnot jsou stále velmi nejisté, protože se nedáří zpřesnit vzdálenost dvojhvězdy od nás; soudobé odhady se pohybují v rozmezí $0,36 - 4,17 \text{ kpc}(!)$.

Díky novým možnostem optické interferometrie na observatoři *ESO* na *Cerro Paranal* se podařilo N. Blindovi aj. podstatně zlepšit naše vědomosti o jasné (5 mag) symbiotické zákrytové dvojhvězdě **SS Lep** (=17 Lep; vzdálenost 280 pc) pomocí aparatur *AMBER* a *PIONIER* systému *VLT*, pracujících v infračervených pásmech H a K. Již z dřívější fotometrie a spektroskopie byly sice známy základní parametry soustavy, ale *nyní se ukázalo, že všechno je jinak*. Z předešlých dat vyplývalo, že jde o dvojhvězdu typu Algol, v níž vinou přenosu hmoty je méně hmotná hvězda pokročilejší ve svém vývoji, než hvězda hmotnější (známý *paradox Algola*). Horká složka měla být bílým trpaslíkem a její obří průvodce sp. třídy M měl vyplňovat svůj Rocheův lalok.

Přesná interferometrie však ukázala, že červená hvězda *M* nevyplňuje svůj Rocheův lalok a primární složka není bílý trpaslík, nýbrž teplá hvězda sp. třídy A. Hvězdy kolem sebe obíhají po kruhové dráze o poloměru 1,3 AU v periodě 260 d. Primární složka sp. třídy A1 V má hmotnost $2,7 M_{\odot}$; poloměr $18 R_{\odot}$ a efektivní teplotu 9,0 kK, kdežto sekundární složka sp. třídy M6 III jen $1,3 M_{\odot}$, ale zato poloměr $67 R_{\odot}$ a teplotu 3,5 kK. Horká složka soustavy je patrně obklopena akrečním diskem o poloměru $33 R_{\odot}$, což by mohl rozlišit obří interferometr *CHARA* na *Mt. Wilsonu*.

To by byl důkaz, že ačkoliv červený obr nevyplňuje svůj Rocheův lalok, přece jen patrně pomocí intenzivního hvězdného větru předává plyn do akrečního disku kolem primární složky. Autoři se proto domnívají, že primární složka bude postupně získávat další hmotu, což prodlouží oběžnou dobu soustavy až na ≈ 900 dnů. Hmotnost primáru nakonec vzroste na $3,3 M_{\odot}$, takže se vydá z hlavní posloupnosti rovněž do větve obrů. Sekundární složka dosáhne mezikruží na špičku asymptotické větve obrů, vytvoří patrně kolem sebe nesouměrnou planetární mlhovinu a po dalších 170 tis. letech se změní v bílého trpaslíka. Zdá se, že takový osud potká většinu tzv. symbiotických dvojhvězd a soustava *SS Lep* je prvním případem, na němž to lze s vysokou pravděpodobností dokázat.

Do výzkumu těsných dvojhvězd razantně zasáhla dnes již proslulá družice/sonda *Kepler*, jak ukázal **I. katalog zákrytových dvojhvězd** objevených družicí *Kepler*, který počátkem r. 2011 publikovali A. Prša aj. Jak známo, *Kepler* opakován sleduje jasnosti téměř 156 tis. hvězd v zorném poli o ploše 105 čtv. stupňů oblohy. Během pouhých 44 dnů družice odhalila téměř 1,9 tis. zákrytových dvojhvězd, což představuje 1,2 % sledovaných hvězd. Takovou výšku neměla dosud žádná přehlídka.

J. Carter aj. zjistili u hvězdy **KOI-126** (*KOI = Kepler Object of Interest*; vzdálenost 1 kpc), že nejde o exoplanetu, ale o tranzity dvojhvězdy se složkami o hmotnostech 0,24 a $0,21 M_{\odot}$ a poloměrech 0,25 a $0,23 R_{\odot}$ před primární složkou hierarchické soustavy o hmotnosti $1,3 M_{\odot}$ a poloměru $2,0 R_{\odot}$. Těsná dvojhvězda má oběžnou periodu 1,8 d a tato soustava obíhá kolem nejhmotnější hvězdy podivuhodné trojice v koplanárních drahách v periodě 34 d.

P. Mayer aj. využili nových spekter zákrytové dvojhvězdy **SZ Cam**, pořízených *Perkovým 2m* v *Ondřejově* k revizi základních parametrů dvojice hmotných žhavých hvězd sp. tříd O9.5 V a B0.5 V, které kolem sebe obíhají v periodě 2,7 d. Odvodili tak jejich hmotnosti 16,6 a $11,9 M_{\odot}$ i poloměry $9,4$ a $5,4 R_{\odot}$. Pro stáří složek však dostali rozdílné hodnoty 5,9 a 9,0 mil. roků, přičemž stáří mateřské hvězdokupy *NGC 1502* činí 5,8 mil. roků. Správnost parametrů soustavy totiž nepříznivě ovlivňuje příspěvek třetího tělesa ke světelné křivce, jenž dosahuje 29 %. Přesto však vychází vzdálenost *SZ Cam* od *Slunce* (890 pc) v dobré shodě s nezávislým určením vzdálenosti zmíněné hvězdokupy (880 pc).

P. Zasche a M. Wolf pokračovali v hledání zákrytových dvojhvězd s vysokou excentricitou dráhy a výrazným stáčením přímký apsid, protože u takových systémů se nejlépe projevu relativistická složka apsidálního pohybu. Podařilo se jim tak najít hned dvě soustavy s rekordně rychlým apsidálním pohybem: **V456 Oph** s periodou stáčení 23 roků a **V490 Cyg** s periodou jen 18,8 let. Soustava *V456 Oph* navíc vyniká mimořádně krátkou oběžnou dobou 1,02 d. M. Wolf aj. také nalezli opačný případ zákrytové dvojhvězdy **CG Aur**, která má velmi pomalý apsidální pohyb navzdory krátké periodě dráhy 1,8 d a vysoké excentricitě 0,12. Přičinou této anomálie je zřejmě výskyt třetího tělesa v soustavě, což se projevuje rychlými změnami zmíněné oběžné periody. Autoři však doložili, že třetinu pozorovaného apsidálního pohybu tvoří relativistická složka.

T. Pribulla aj. zkoumali nejjasnější zákrytovou dvojhvězdu δ Vel (2,0 mag), která patří též mezi nejbližší (24 pc). Přesná světelná křivka tak jasné dvojhvězdy se paradoxně získává obtížně, kvůli velké úhlové vzdálenosti srovnávacích hvězd podobné jasnosti, takže vlastně není divu, že tato oddělená zákrytová dvojhvězda s pouze parciálními zákryty byla objevena teprve v r. 2000! Ve skutečnosti jde o *hierarchickou trojhvězdu*, přičemž zákrytová dvojhvězda (A+B) je rovněž spektroskopickou dvojhvězdou se složkami sp. třídy A a s oběžnou dobou 45 d. Vzdálená třetí složka C o hmotnosti $1,5 M_{\odot}$ obíhá kolem těžiště dvojhvězdy v periodě 142 let. Autoři využili 1,5 m reflektoru na Cerro Armazones i 5,5letého archivu širokoúhlé kamery SMEI na družici Coriolis k sestrojení kvalitní světelné křivky a též spektrografovi FEROS na ESO La Silla k odvození základních parametrů soustavy, tj. hmotnosti primární (A) a sekundární (B) složky $2,5$ a $2,4 M_{\odot}$; poloměru $2,8$ a $2,4 R_{\odot}$; efektivních teplot $9,5$ a $9,4$ kK; svítivostí 56 a $47 L_{\odot}$ a výstřednosti dráhy $0,29$. Odtud vyplývá i stáří celé trojhvězdy 400 mil. let. Kupodivu systém nevykazuje v rámci přesnosti měření žádný apsidální pohyb.

Tutéž trojhvězdu pozorovali A. Mérand aj. pomocí korelátoru AMBER interferometru VLTI ESO, kteří dostali prakticky shodné parametry soustavy, což svědčí o tom, že přesnost jejich parametrů je známa s chybou $\pm 1\%$. Rozdíly jsou však v určení zářivých výkonů složek A a B, pro něž obdrželi soustavně vyšší hodnoty 67 a $51 L_{\odot}$. Autoři totiž ukázali, že obě složky poměrně rychle rotují s rovníkovými rotačními rychlostmi >144 km/s, resp. >150 km/s, takže jsou na svých pólech měřitelně zploštělé a tudíž asi o 500 K teplejší, než kolik dostali pro rovníková pásma obou složek. Pribulla aj. i Mérand aj. rovněž zjistili, že složka C má sp. třídu F7.5 V a obíhá kolem těžiště složek (A+B) po velmi protáhlé dráze s výstředností $0,5$. Obě složky (A+B) se vyznačují poměrně nízkou metalicitou, zhruba poloviční než Slunce.

Hierarchickou trojhvězdou je ovšem také prototyp zákrytových dvojhvězd **Algol** (β Per), jak potvrdili metodou rádiové interferometrie W. Peterson aj. Využili k tomu globálního interferometru VLBI (10 parabol s průměry 25 m a k tomu obíh radioteleskopy GBT a Effelsberg), jímž sledovali trojhvězdu v letech 1995 – 2008. Těsná dvojhvězda (klasický Algol) na kruhové dráze má oběžnou dobu $2,9$ d a úhlovou vzdálenost složek $0,0023''$ ($0,06$ AU; ≈ 9 mil. km). Sekundární složka B sp. třídy K1 IV o hmotnosti $0,8 M_{\odot}$ je rádiově hlučná, zatímco primář A o hmotnosti $3,7 M_{\odot}$ je tichý. Vnější složka C o hmotnosti $1,5 M_{\odot}$ obíhá kolem těžiště (A+B) po dráze s výstředností $0,16$ v periodě 680 d v úhlové vzdálenosti $0,095''$ ($2,7$ AU). Jistým překvapením je fakt, že *složky (A+B) obíhají kolem sebe vůči směru oběhu složky C retrográdně*. Celá trojhvězda je od nás vzdálena 29 pc.

Titíž autoři využili v letech 1983–2009 interferometru VLBI také ke sledování další algolidy **UX Ari**, jež je rovněž hierarchickou trojhvězdou. Těsná dvojhvězda (A+B) obíhá kolem společného těžiště rovněž po kruhové dráze v periodě $6,4$ d v úhlové vzdálenosti $0,0017''$ ($0,085$ AU; ≈ 13 mil. km). Sekundární složka B o hmotnosti $0,95 M_{\odot}$ má spektrální třídu K1 V, zatímco primář A jen o něco hmotnější ($1,1 M_{\odot}$). Vnější složka C o hmotnosti $0,75 M_{\odot}$ obíhá kolem společného těžiště (A+B) po velmi protáhlé dráze s výstředností $0,77$ v periodě 111 roků ve střední úhlové vzdálenosti $0,65''$ (≈ 33 AU).

S. Simón-Díaz aj. našli nepřímo třetí složky u složky A těsné dvojhvězdy **α Ori A-B** (3 mag; vzdálenost 385 pc). Po dobu 2,5 let porizovali totiž vysokodispersní spektra spektroskopické dvojhvězdy (Aa+Ab) pomocí ešeletu 2,5 m Nordického teleskopu (NOT) na ostrově La Palma a odtud zjistili, že obě složky (Aa+Ab; sp. O9.5 V + B0.5 V;) kolem sebe obíhají v periodě 143,5 d po dráze s velkou výstředností $0,78$. Složky Aa + Ab mají po řadě hmotnost 19 a $15 M_{\odot}$; třetí vzdálená ($0,3''$, čili ≈ 100 AU) složka B má pak hmotnost $9 M_{\odot}$, takže jde o velmi hmotnou hierarchickou trojhvězdu se souhrnnou hmotností $>40 M_{\odot}$. Složka B obíhá kolem těžiště soustavy (Aa+Ab) v periodě 157 let.

Hierarchické trojhvězdy se poslední dobou množí jako housky na krámu, jak o tom svědčí příběh dalšího objevu družice Kepler v podobě soustavy **KOI-928** (poloha 1859+4536; 15 mag). J. Steffen aj. totiž využili okolnosti, že světelná křivky páru málo hmotných hvězd, tvořících těsnou zákrytovou dvojhvězdu s oběžnou periodou 4,99 d a hloubkou primárního minima $0,06\%$, vykazuje téměř sinusoidální variace periody s amplitudou 2 h. Poměrně složitá analýza těchto variací přivedla nakonec autory k názoru, že je za ně odpovědná třetí relativně hmotná hvězda o hmotnosti $1,0 M_{\odot}$, poloměru $0,9 R_{\odot}$ a efektivní teplotě $5,5$ kK, kolem níž zmíněný těsný pár o identických hmotnostech $0,2 M_{\odot}$ a poloměrech $0,3 R_{\odot}$ obíhá po dráze s výstředností $0,26$ v periodě 116 d. Jde už o čtvrtou hierarchickou trojhvězdu objevenou metodou variací velmi přesných světelných křivek. Předešlé tři případy (Kepler-9 a -11; KOI-126) se sice týkají exoplanet, ale stejně jako nově zkoumaná hierarchická trojhvězda dovolují určit přesně hmotnosti hvězd ve spodní části funkce hmotnosti hvězd, což má přirozeně zásadní význam pro výzkum životního cyklu valné většiny hvězd.

R. Tylenda aj. využili okolnosti, že poloha podivuhodné proměnné hvězdy **V1309 Sco** spadá do jednoho z hvězdných polí průběžně opakován sledovaných v rámci projektu hledání gravitačních mikročoček OGLE od srpna 2001. Díky tomu bylo možné rekonstruovat její světelnou křivku v 1 300 okamžicích po dobu více než 6 let před výbuchem. Jak známo, hvězda se nápadně zjasnila počínaje březnem 2008, kdy byla dokonce klasifikována jako **Nova Scorpii 2008** s galaktickými souřadnicemi $l = 360^{\circ}$; $b = -3^{\circ}$. V maximu dosáhla v pásmu I 6,8 mag. Data z projektu OGLE ukázala, že před výbuchem šlo o kontaktní dvojhvězdu, jež během výbuchu splynula, neboť rozsáhlá plynná obálka kolem primární složky doslova zalila sekundární složku. Celková hmotnost soustavy činila $1,0$ – $3 M_{\odot}$ a poslední oběžná perioda před splynutím dosahovala 1,4 d, takže složky obíhaly po velmi těsné dráze o poloměru jen 5 mil. km. Spektrum ze září 2008 odpovídalo veleobru sp. třídy F, ale rychle přecházel do sp. třídy K a rané M. V současné době ho lze klasifikovat jako obra pozdní třídy M. Jak autoři uvádějí, tím se podařilo rázem vysvětlit podobné případy z dřívějška, tj. výbuchy proměnných hvězd M31 RV (1988), V4332 Sgr (1994), optické tranzenty 2006 v galaxii M85 a 2008 v galaxii NGC 300 a zejména slavný případ výbuchu proměnné hvězdy V838 Mon (2002), který byl velmi protáhlý a měl i daleko větší amplitudu, protože původní dvojhvězda měla souhrnnou hmotnost $8 M_{\odot}$. Tak se též ujal nový anglický název pro tyto zřejmě docela časté případy: „*mergerburst*“, česky přeložitelný jako „*fúzní exploze*“.

K. Stepień se zabýval podrobným modelováním celého úkazu, který započal celkem nevinně jako oddělená těsná dvojhvězda s počáteční hmotností $<2 M_{\odot}$ a oběžnou periodou $<3,1$ d. V této nejdelení životní fázi v trvání $2/3$ celkové životnosti soustavy ztrácely obě složky hmotu zmagnetizovanými hvězdnými větry. Pak se soustava proměnila v polodotykovou typu Algol, v níž původně primární složka vyplnila svůj Rocheův lalok a předávala tak rychle hmotu složce původně sekundární. Následkem toho i sekundární složka opustí hlavní posloupnost a začne směřovat k věti obrů, vyplní svůj Rocheův lalok, načež se soustava změní v kontaktní. V této fázi však setrvá jen velmi krátkou dobu, protože plynný obal primární složky přeteče přes svůj Rocheův lalok, zalije dvojhvězdu, což urychlí zkrajkování oběžné periody a nastoupí zmíněná fúzní exploze. Z autorova modelování vychází původní hmotnost primární složky $\approx 1,2 M_{\odot}$ a hmotnost sekundární složky $\approx 0,7 M_{\odot}$.

N. Smith a D. Frew kutili v archivech a našli nové a překvapivé údaje o tom, co se skutečně dělo s unikátní proměnnou dvojhvězdou $\eta\varphi$ Car, která patřila po značnou část XIX. stol. k nejjasnějším – avšak silně proměnným – hvězdám jižní oblohy. V největším jasu předčila hvězdu *Canopus* a téměř soupeřila s jasností *Síria*, jenž je od Slunce vzdálen jen 2,6 pc, kdežto η Car 2,3 kpc. Na rozdíl od nich však byla nápadně načervenalá. K prvním dvěma předzvěstem „*Velké erupce*“ došlo v letech 1838 a 1843. Tehdejší oběžná doba obou velmi hmotných složek kolem těžiště soustavy byla o 5 % kratší, než dnešních 5,54 let, protože následnými velkými erupcemi ztratila soustava značnou hmotu. To znamená, že obě zmíněná přibližně stodenní zjasnění se odehrála v době, kdy obě složky procházeły periastrom své dráhy. Naproti tomu hlavní zjasnění z prosince 1844 nastalo až 1,5 roku po průchodu periastrom! Velká erupce pak trvala celých 10 let a *průchody periastrom na ni neměly žádný vliv*. Poslední erupce z r. 1890 v periastru teprve začala a dosáhla maxima až po roce a zůstala na této úrovni celých 10 let, přičemž průchod periastrom v r. 1901 neměl na jasnost soustavy žádný vliv. Jednotlivé epizody zjasnění tedy zřejmě nemají žádnou jednoduchou příčinu související s geometrií oběžných drah obou složek s úhrnnou hmotností kolem $200 M_{\odot}$.

Nejnověji to potvrdili W. Bednarek a J. Pabich, kteří se věnovali rozboru *silného záření gama*, které odtud vychází. V pásmu energií fotonů >100 GeV jde proto o velmi proměnný zdroj, což souvisí s proměnným tempem ztráty plynu z obou složek dvojhvězdy. Roční ztráta plynu činí minimálně $2,5 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$, ale může chvílemi dosáhnout velikosti téměř až o řád vyšší. Autoři odhadli hmotnost primární složky dvojhvězdy na $120 M_{\odot}$; její poloměr v rozmezí $40 - 180 R_{\odot}$; efektivní teplotu 20 kK a svítivost $4,5 ML_{\odot}$. Hmotný sekundár obíhá po silně výstředné dráze ($e = 0,9$ (!)) s délkou hlavní poloosy 17 AU. Hvězdný vítr primární složky dosahuje průměrné rychlosti 700 km/s, takže autoři očekávají, že dvojhvězda by měla být i silným zdrojem energetických neutrín. C. Farnier aj. upozornili, že při srážkách hvězdných větrů obou složek dvojhvězdy dochází k *urychlování hadronů na vysoké energie rádu GeV*, jak zjistila družice *Fermi* pozorování energetického záření gama, takže soustava fakticky představuje velmi energetický urychlovač.

2.5. Proměnné hvězdy

2.5.1. Novy a kataklyzmické proměnné

A. Shafter aj. zveřejnili *statistiku objevů nov* v galaxii M31 v *Andromedě*. Celkem zde astronomové objevili 91 nov, které mají spektrální klasifikaci. Z toho 82 % patří k nejběžnějšímu typu Fe II a 18 % k typu He/N, což dává stejné poměry jako v naší Galaxii. Shoda také platí pro tempo vývoje světelné křivky novy po maximu – čím je nova svítivější, tím vyšší je rychlosť vývoje světelné křivky. Novy typu He/N jsou svítivější než novy typu FeII.

J. Casanova aj. ukázali, že při *výbuchu klasické novy* se do kosmického prostoru dostává plyn o hmotnosti $10^{-5} - 10^{-4} M_{\odot}$, kde kromě vodíku a hélia se vyskytují v nezanedbatelném množství i nuklidov ^{15}N , ^{17}O a ^{13}C , jež tak rozhodující měrou přispívají ke *zvýšení metalicity mezihvězdnej hmoty* v Galaxii. V budoucnosti tak poslouží jako stavební materiál při vzniku nových hvězd. G. Schwarz aj. zjistili, že ideální cestou, jak objevovat novy v naší Galaxii i ve *Velkém Magellanově mračnu* jsou přehlídky v pásmu supermekkkého rentgenového záření, jak prokazuje proslulá družice *Swift* pomocí svých dalekohledů *XRT* (pásмо 0,3 – 10 keV) a *UVOT* (pásmo 170 – 800 nm). Družice totiž objevila již 52 nov právě v tomto oboru elektromagnetického spektra.

J. Osborn aj. pozorovali v pásmu supermekkkého rentgenového záření také rekurentní novu RS Oph během jejího výbuchu v únoru r. 2006. (Šlo již o šestý pozorovaný výbuch této novy; předešlé exploze byly pozorovány v ročích 1898, 1933, 1945, 1958, 1967 a 1985.) Krátkovlnné záření v r. 2006 bylo viditelné až do 60 dnů po maximu, tj. po dobu, kdy ve vnější slupce bílého trpaslíka probíhalo a potom doznávalo jaderné hoření. Průměrná energie rentgenových fotonů během té doby stoupala z 65 eV až na 90 eV a celková rentgenová jasnost novy silně kolísala během prvních 26 d po začátku exploze. Hmotnost bílého trpaslíka je zřejmě blízko *Chandrasekharovy meze*, takže je silným kandidátem na výbuch supernovy v astronomicky blízké budoucnosti 100 tis. let.

Podle S. Adamakise aj. proběhl *nárušt jasnosti novy o 6 mag* během necelých 24 h, zatímco návrat na klidovou hodnotu trvá řadu týdnů. Několik set dnů před vlastním výbuchem se však nova krátce zjasnila, takže není úplně jasné, zda bílá trpaslíci opravdu dlouhodobě „tloustnou“ tím, že se při výbuchu neodhadí celá akreovaná slupka. Jedině v tom případě může totiž trpaslík dospět ke kritické *Chandrasekharové mezi* a vybuchnout pak jako supernova třídy Ia. T. Nelson aj. sledovali RS Oph v ultrafialovém a rentgenovém oboru 1,5 a 2,0 roků po explozi a odhadli tak *horní mez tempa přenosu hmoty* mezi složkami dvojhvězdy v klidové režimu na $1,2 \cdot 10^{-8} M_{\odot}/\text{rok}$. Podle N. Vayteta aj. sledovala výbuch novy také družice *Swift* dokonce i v oboru tvrdého rentgenového záření, takže teplota plynu během jaderného hoření dosahovala hodnot 10 – 100 MK, rychlosť rozpínání až 10 tis. km/s a hmotnost vyvrženého materiálu až $5 \cdot 10^{-7} M_{\odot}$. Obě složky dvojhvězdy obíhají kolem společného těžiště v periodě 1,25 roku.

S. Shore aj. se věnovali podivuhodnému výbuchu rekurentní novy V407 Cyg (vzdálenost 280 pc), který začal 10. 3. 2010, kdy se hvězda zjasnila z obvyklých 14 – 16 mag nad 7 mag. Jde totiž o symbiotickou dvojhvězdu, kde průvodcem bílého trpaslíka je červený obr – mirida sp. třídy M7 III s poloměrem $400 R_{\odot}$, pulsační periodou 745 d a oběžnou dobou obou složek 43 let. Podruhé v historii (poprvé se tak stalo v roce 1936) totiž tamější bílý trpaslík vybuchl jako regulérní nova, i když se výbuch v mnohem podobal světelné křivce rekurentní novy RS Oph. Od té doby jasnost soustavy kolísala mezi 12 a 14 mag. Podle U. Munariho aj. šlo o velmi rychlou novu typu He/N, která vybuchla zcela zalitá hustým větrem obří složky dvojhvězdy, což během půlroku po začátku výbuchu silně zbrzdilo rozpínající se obaly novy z původních 2,8 tis. km/s na pouhých 200 km/s. Do sledování úkazu se postupně zapojila řada optických i rádiových přístrojů severní polokoule včetně ondřejovského *Perkova 2m teleskopu*. G. Lü aj. odhadují, že četnost vzniku takových výbuchů v Galaxii se pohybuje v rozmezí 0,5 – 5 případů, takže *symbiotické novy jsou docela důležitým zdrojem galaktického energetického záření gama* s energiemi >100 MeV, protože v plynné obálce symbiotických nov se srážejí protony s energiemi v rozmezí 100 GeV – 1 PeV (!), čímž vznikají neutrální piony, které se dále mění na energetické paprsky gama, jak ostatně v tomto případě objevila družice *Fermi*.

S. Kafka a R. Williams pořizovali 6,5m Clayovým teleskopem na Las Campanas v Chile ešeletová spektra (pásmo 300 – 800 nm) rekurentní novy U Sco od prvního dne po jejím posledním vzplanutí v r. 2010. Jde o polodotykovou zákrytovou dvojhvězdu s velmi hmotným ($>1,2 M_{\odot}$) bílým trpaslíkem, jenž před počátkem výbuchu nabíral hmotu od svého průvodce tempem $10^{-7} M_{\odot}/\text{r}$. Takové

soustavy neobsahují volný plyn, takže podle vzhledu spektra je patrné, že téměř veškerý přenos hmoty probíhá přes Lagrangeův bod L₁. Oběžná doba složek dvojhvězdy kolem společného těžiště činí jen 1,2 d a spektrum průvodce (18 mag) se pohybuje od třídy F8 až po K2. Rekurence má však periodu proměnnou, minimálně necelých 8 let, ale obvykle něco přes 10 roků.

R. Martinová aj. zjišťovali, jak se mění oběžné periody v soustavách **rekurentních nov** během výbuchu následkem ztráty hmoty rozpínající se obálky bílého trpaslíka. Ztráta kolem $2 \cdot 10^{-6} M_{\odot}$ by totiž měla způsobit prodloužení oběžné doby dvojhvězdy, jenž do hry vstupuje *magnetické pole obří sekundární složky*, takže alespoň část vyvržené obálky se přizpůsobí oběhu této složky a korotuje s ní. Tím ovšem vyvržený materiál odnese část orbitálního momentu hybnosti a oběžná doba soustavy se může dokonce zkrátit. Díky relativně krátkým intervalům mezi výbuchy rekurentním nov 10 – 80 let je zřejmé, že *hmotnost příslušných bílých trpaslíků je jen nepatrne nižší než Chandrasekharova mez $1,4 M_{\odot}$* . Pak lze z Keplerova zákona snadno spočítat hmotnosti obřích sekundárních složek, jež jsou docela velké, téměř $1 M_{\odot}$. Protože magnetické pole obrů bývá poměrně silné ($>0,1$ T), dochází nakonec ke zkrácení oběžné periody dvojhvězdy po každém výbuchu rekurentní novy.

To lze nejlépe testovat na příkladu již zmíněné rekurentní novy *U Sco*. Bílý trpaslík má poloměr 0,003 R_{\odot} (2 100 km) a jeho obří průvodce $2,1 R_{\odot}$ a hmotnost $0,9 M_{\odot}$. R. Mason však tvrdí, že *U Sco nikdy nevybuchne jako supernova třídy Ia*, jak se dosud soudí, ale skončí jako neutronová hvězda a rádiový pulsar. Důvodem je okolnost, že bílý trpaslík patří k typu ONeMg, a nikoliv CO, což je nutná podmínka pro potenciální výbuch supernovy Ia. K témuž typu patří také bílý trpaslík v klasické nově **V1974 Cyg**. V současné době známe v Galaxii ovšem jen 10 rekurentních nov, i když jejich skutečný výskyt je zřejmě mnohem vyšší, ale na druhé straně nižší než začlenění nov klasických.

V polovině dubna 2011 vybuchla další rekurentní nova **T Pyx**, která má už za sebou výbuchy v letech 1890, 1902, 1920, 1944 a 1966. V klidu byla 15 mag a do poloviny května 2011 se poměrně zvolna stihla zjasnit na 6,6 mag. Její plynná obálka se rozvíjala rychlosť 1,8 tis. km/s a ve spektru byly podle S. Shora aj. pozorovatelné čáry H I, N II, Na I, Ca II a Fe II. Z intenzity interstelárních absorpcí vychází její vzdálenost $>3,5$ kpc. Autoři také odhadli hornímez hmotnosti vyvržené obálky $10^{-5} M_{\odot}$. O. Chesnau aj. využili ke sledování T Pyx optických interferometrů *VLTI ESO* a *CHARA* na *Mt. Wilsonu*. Tak se ukázalo, že výbuch se odehrával v podobě bipolárních výtrysků, z nichž jeden vidíme prakticky čelně. Z interferometrických měření také odvodili vzdálenost rekurentní novy 3,5 kpc.

2.5.2. Fyzické proměnné

L. Walkowicz aj. monitorovali světelné křivky **23 tisíc chladných hvězd hlavní posloupnosti** včetně 373 eruptivních trpaslíků ve vzdálenosti do 300 pc od *Slunce*. Zjistili tak, že trpaslíci třídy M vzplanou častěji, než trpaslíci třídy K, ale jejich erupce jsou kratší než erupce tříd K. Ze statistiky též vyplývá, že čím jsou hvězdy starší, tím se četnost prudkých zjasnění i jejich amplituda snižuje. K podobným výsledkům dospěla i řada jiných studií, což má *negativní dopad na pravděpodobnost obydlitelnosti exoplanet*, jež se případně nacházejí v ekosférách těchto velmi běžných a dlouhožijících hvězd. Na druhé straně je to dobrá zpráva pro pozemšťany, neboť *Slunce* je trpaslík žlutý a již dosti starý.

T. Kaminski aj. našli kompaktní molekulový oblak v blízkosti proměnné hvězdy **V838 Mon**, která vybuchla počátkem r. 2002 až do maxima svítivosti 1 mil. L_{\odot} . Tehdejší spektrum třídy F se během následujících let poklesu jasnosti výrazně změnilo až na M6 I. Hmotnost oblaku odhadli na $<150 M_{\odot}$. Z něho vznikla před 3 – 10 mil. let zmíněná proměnná i další hvězdy v jejím okolí. Podle R. Tyldeny aj. byla *V838 Mon* před svým výbuchem dvojhvězdou s primární složkou hlavní posloupnosti sp. třídy B3 a s průvodcem červeným veleobrem, jenž svým mohutným hvězdným větrem a prachem horkou složku zcela zahalil. Následkem toho do r. 2009 spektrum horké složky vymizelo a zůstalo jen spektrum chladné obří hvězdy.

A. Mayer aj. využili infračerveného *Herschelova kosmického teleskopu* k prozkoumání vlastností obloukové rázové vlny, kterou vytváří svým rychlým prostorovým pohybem 110 km/s proměnná **Mira omikron Cet**; vzdálenost 92 pc). Teleskop zobrazil obloouky „hlavy“ *Miry* v pásmech 70 a 160 μ m v úhlových vzdálenostech 6 – 85°, tj. v lineární projekci 550 – 8 000 AU od hvězdy, která pulsuje v periodě 331 d s amplitudou 8 mag a patří k asymptotické větvi obrů v diagramu *HR*. V skutečnosti však jde o dvojhvězdu s oběžnou dobou asi 500 let, jejíž sekundární složka je od *Miry* úhlově vzdálena 0,6°, tj. lineárně 55 AU. Jde buď o trpasličí hvězdu hlavní posloupnosti, anebo dokonce o bílého trpaslíka s teplotou >10 kK. *Mira* ročně ztrácí hmotu tempem $10^{-7} M_{\odot}$ a vleče za sebou plynný chvost dlouhý 2°, tj. asi 4 pc (!).

I. Soszyński aj. zpracovali obsáhlý pozorovací materiál o více než 19 tisících **dlouhoperiodických proměnných hvězdách** v zorném poli o ploše 14 čtv. stupňů v *Malém Magellanově mračnu* získaný během projektu hledání gravitačních mikroček *OGLE II a III* v letech 1997 – 2009. V souboru jsou nejpočetněji zastoupeni červení obři (16,8 tis.) a poloprávidelné proměnné hvězdy (2,2 tis.). Autoři tak objevili i *miridu s nejdelenší známou periodou 5,1 roku*. Titíž autoři podobně zpracovali také údaje o **cefeidách typu II** ve výduti naší *Galaxie*, získané během projektu *OGLE III*. Našli tak 335 cefeid, z nichž ale 6 patří do sféroidální trpasličí galaxie ve *Sirlesti*.

Dohledání proměnných se podle D. Bewsherové aj. okrajově zapojil i páru slunečních družic *STEREO A + B*, neboť jejich zorným polem prošlo již více než 890 tis. hvězd. Mezi nimi tak autoři našli 122 nových zákrytových dvojhvězd do 12 mag. Proslulá americká společnost pozorovatelů proměnných hvězd *AAVSO* oznamila, že její členové vykonali úhrnem již 20 milionů odhadů jasnosti proměnných hvězd, které jsou uloženy v archivu Společnosti a veřejně přístupné. Amatéři věnovali dobrovolně pozorování a zpracování dat asi 1,7 mil. hodin, což by při mzdě 16 dolarů/h představovalo částku 27,5 mil. dolarů.

2.6. Bílí trpaslíci

M. Kilic aj. získali spektrum bílého trpaslíka **SDSS J0106-1000** pomocí 6,5m teleskopu *MMT* na *Mt. Hopkinsu* v Arizoně v rámci hledání průvodců hvězd s extrémně nízkou hmotností kolem $0,2 M_{\odot}$. Objevili tak, že tento trpaslík o hmotnosti $0,17 M_{\odot}$ obíhá vysokou rychlosť 740 km/s kolem neviditelné druhé složky o hmotnosti $0,43 M_{\odot}$ v extrémně krátké periodě 39 min. To znamená, že obě složky se nacházejí těsně u sebe ve vzájemně vzdálenosti pouhých 220 tis. km! Kolísání jasnosti bílého trpaslíka objevené fotometrem na 2,1 m teleskopu *McDonaldovy observatoře* v Texasu svědčí o slapové deformaci jeho tvaru, což znamená, že i sekundární složka je

(slapově deformovaný) bílý trpaslík. Hvězdy se k sobě blíží po spirále a splynou za 37 mil. let. Budou tak zdrojem *postupně sílicích gravitačních vln*, které se při ultrapřesné znalosti oběžné doby patrně podaří objevit již příští generaci detektorů gravitačních vln.

Družice *Swift* pozorovala od 28. března 2011 sérii silných rentgenových vzplanutí v poloze **J1644+57**. Světelná křivka dosahovala maxima poměrně rychle během 100 s a pak pozvolna doznívá. Záblesky se opakovaly vždy po 13,9 h. J. Krolik aj. proto navrhli velmi přijatelné vysvětlení, že šlo o *pohlcování zbytků slapově roztrhaného bílého trpaslíka*, který obíhal kolem intermediální černé díry ve zmíněné periodě po velmi protáhlé eliptické dráze, takže akrece zbytků se odehrávala vždy v pericentru jeho dráhy. Černá díra se nalézá 150 pc od centra anonymní galaxie vzdálené od nás 1,0 Gpc. To znamená, že zářivý výkon v maximu záblesku dosahoval fantastické hodnoty 1.10^{39} W a během necelých 4 měsíců trvání úkazu se vyzářila energie 5.10^{37} J.

C. Melis aj. zjistili z dat družice *GALEX*, že objekt **J1931+0117** je bílý trpaslík, jehož atmosféra je znečištěna těžkými prvky. V jeho okolí se prostírá prachový disk, otácející se kolem trpaslíka. V atmosféře pozorovali už dříve čáry O, Ca, Fe, Mg, Si a nyní k tomu přibyly čáry Cr a Mn – dohromady představují více než 4 % hmotnosti příslušné atmosféry. Podle názoru autorů to svědčí o plynulém *pohlcování zbytků terestrické miniplanety rozmlácené v disku slapovými silami bílého trpaslíka*. Původní hmotnost miniplanety odhadli na 2.10^{20} kg a tempo akrece prachu na bílého trpaslíka na 4.10^6 kg/s. Odtud vyplývá životnost disku na 1,3 mil. roků. Podobnou hmotnost i složení má známá planetka Sluneční soustavy (4) *Vesta*.

A. Skemer a L. Close studovali pomocí 8m teleskopu *Gemini-S* nejbližšího známého bílého trpaslíka **Síria B** s cílem najít pomocí pozorování ve středním infračerveném pásmu kolem 10 μm zbytky planetárního disku, jak to bylo v poslední době pozorováno u několika jiných bílých trpaslíků. V tomto případě však žádné známky někdejší existence takového disku nenašli.

R. Ostensen aj. našli pomocí spekter z 4,2m teleskopu *WHT* nového bílého trpaslíka typu DB v zorném poli družice *Kepler*. Ukázali tak, že jeho hmotnost $0,6 M_{\odot}$ a teplota 25 kK ho řadí do pásmu **nestabilních bílých trpaslíků**. Díky přesné fotometrii z družice pak skutečně našli oscilace jasnosti, které tohoto trpaslíka řadí do skupiny oscilujících bílých trpaslíků typu *V777 Her*. Objev druhého oscilujícího trpaslíka, tentokrát pro změnu typu DA, v zorném poli *Keplera* ohlásili J. Hermes aj. v poloze **J1916+3938**. Má vysoké tříhové zrychlení na svém povrchu na úrovni 22 mil. G Země a efektivní teplotu povrchu 11 kK. Nachází se rovněž v pásmu instability a patří mezi proměnné hvězdy typu *ZZ Cet* s periodami oscilací v rozmezí 13 – 24 min. Konečně A. Mukadam aj. zjistili, že bílý trpaslík **SDSS J0746+4538**, u něhož byly v lednu r. 2006 objeveny *neradiální pulsace* se základními periodami 19,4 – 21,5 min, vybuchl jako *trpasličí nova* v říjnu téhož roku, kdy se zjasnil o 5 mag. O rok později určila ultrafialová pozorování z *HST*, že trpaslík má mezi všemi oscilujícími bílými trpaslíky nejvyšší efektivní teplotu 16,5 kK. Tři roky po výbuchu se však oscilace objevily se stejnou periodou jako před výbuchem. To je zřetelný důkaz toho, že zmíněný výbuch *nikak neovlivnil vnitřní stavbu bílého trpaslíka*.

D. Wassermann aj. studovali ultrafialové a optické spektrum hvězdy **KPD 0005+5106**, objevené v r. 1985 a klasifikované jako bílý trpaslík. Ultrafialová družice *FUSE* poskytla v r. 2007 údaje o vysoké efektivní teplotě hvězdy 200 kK, což je dodnes nejvyšší efektivní teplota pro bílého trpaslíka vůbec. Nová spektra pořízená *HST* a *Keckovým 10m teleskopem* obsahují čáry vysoce ionizovaných prvků Ne, Ca, Si, S a Fe, což potvrdilo vysokou efektivní teplotu hvězdy i nepatrné zastoupení vodíku v její atmosféře, které činí nanejvýš 3 % sluneční hodnoty. Trpaslík má hmotnost $0,6 M_{\odot}$ a tříhové zrychlení na povrchu o 2 řády vyšší než je tříhové zrychlení na *Slunci*. Není to však pravý bílý trpaslík, protože v jeho nitru dosud probíhá termonukleární reakce přeměny hélia na uhlík, což způsobuje její gigantický zářivý výkon $5 kL_{\odot}$, takže je dobře pozorovatelný navzdory své vzdálenosti 580 pc. V héliové atmosféře hvězdy nalezli autoři až čtyřnásobný přebytek kovů v porovnání se *Sluncem*. Proto soudí, že jde o vývojové stádiumproměnné hvězdy typu *R CrB*, která ovšem již opustila asymptotickou větev obrů. Deficit vodíku u této hvězdy lze nejlépe vysvětlit *splynutím dvou bílých trpaslíků* typu CO a He. Autoři též ukázali, že zastoupení těžších prvků u tohoto objektu vskutku velmi dobře odpovídá chemickému složení prototypu proměnných hvězd *R CrB*.

3. Supernovy, neutronové hvězdy a záblesky gama (GRB)

3.1. Supernovy

K. Krisciunas aj. uvedli, že **supernova 2001ay** třídy Ia ve spirální galaxii *IC 4423* (vzdálenost 130 Mpc) se stala nejpomaleji slaboucí supernovou tohoto typu. Náběh světelné křivky k maximu $-19,2$ absolutní hvězdné velikosti trval 18 d. Plynné slupky exploze se rozpínaly středním tempem 14 tis. km/s a supernova přitom vyplodila velké množství radioaktivního nuklidu ^{56}Ni o hmotnosti $0,6 M_{\odot}$. V rozpínajících se slupkách se zadržovalo záření gama; proto byl pokles jasnosti supernovy po maximu rekordně pomalý.

T. Yoshida a H. Umeda se věnovali otázce, jakým mechanismem vzplanula extrémně svítivá supernova třídy Ic **2007bi** v poloze **1319+0855** v anonymní podprůměrně svítivé trpasličí galaxii vzdálené od nás přibližně 500 Mpc. Při jejím výbuchu se rovněž uvolnilo mimořádně mnoho radioaktivního ^{56}Ni ($>6 M_{\odot}$!), jenž se s poločasem rozpadu 6 dnů mění na radioaktivní ^{56}Co s poločasem rozpadu 77 dnů. Extrémně vysoký zářivý výkon v maximu měl být důkazem, že předchůdkyně supernovy musela být *nadhvězda* s hmotností $300 - 500 M_{\odot}$. Astrofyzikové se proto domnívali, že jsme v tomto případě pozorovali výbuch, založený na *materializaci energetických fotonů záření gama na páry pozitron-elektron* v nitru nadhvězdy. Masový vznik takových páru silně sníží teplotní tlak v nitru nadhvězdy, jež se rychle zhroutí, což vede k sérii překotných termonukleárních reakcí v nitru nadhvězdy. Následná nestabilita se projeví obřím termonukleárním výbuchem a zničením hvězdy, resp. zhroucením hustého zbytku do černé díry. Autoři však srovnali tento scénář s méně exotickým klasickým hroucením hmotné hvězdy, v níž proběhly termonukleární reakce jen do úrovně vzniku kyslíku a jejíž hmotnost před výbuchem neprevyšila $40 M_{\odot}$. Z porovnání teoreticky propočítaných modelů s pozorováním jednoznačně vyšel jako vítěz *klasický model kolapsaru*, protože vysvětlení úkazu pomocí zmíněné párové nestability bylo ve zjevném rozporu s rozbozem vlastností světelné křivky.

V červnu 2009 vzplanula supernova v úhlové vzdálenosti pouhou 1" od centra kupy galaxií **A1689** (z = 0,187; vzdálenost 700 Mpc). R. Amannulah aj. však ukázali pomocí snímků a spekter, pořízených 8m teleskopem *VLT ESO*, že supernova se nachází v podstatně větší vzdálenosti 3,0 Gpc a její jasnost byla díky efektu gravitační mikročočky zvýšena 4,3krát (o $-1,6$ mag). Hmotnost kupy galaxií vychází na $100 TM_{\odot}$. Jde o vůbec nejvzdálenější supernovu zatím zaznamenanou. Kdysi by to znamenalo i nejvzdálenější objekt ve vesmíru, ale dnes se podstatně hlouběji do vesmíru ponoříme pozorováním zárodečných galaxií, kvasarů, kup galaxií a zdrojů GRB.

N. Smith aj. využili archivního snímku *HST* galaxie *UGC 2189A* (vzdálenost 50 Mpc), jenž byl pořízen 10 let před výbuchem supernovy **2010In** třídy IIn (listopad 2010). Na tomto snímku je vidět v poloze budoucí supernovy modrý objekt absolutní hvězdné velikosti -12 mag, což je podle názoru autorů důkazem, že hvězda, jež v maximu výbuchu dosáhla absolutní hvězdné velikosti -20 mag (tomu odpovídá hmotnost předchůdce $>30 M_{\odot}$), se skutečně rozpadla. Hvězda tedy nevytvořila černou díru, jak se čekalo. Svědčí to o vývojové souvislosti mezi supernovami IIn se svítivými modrými proměnnými (*LBV*), jejichž prototypem je již v našem přehledu uváděná dvojhvězda η *Carinae*.

Koncem května 2011 vybuchla supernova **2011dh** ve známé Vírové galaxii *M51* (= *NGC 5194; CVn*; vzdálenost 7,1 Mpc), jež dosáhla 19. června maxima 12 mag. I. Arcavi aj. zjistili, že předchůdkyní supernovy třídy II byla těsná dvojhvězda s kompaktním průvodcem. Jde již o třetí supernovu v této galaxii během posledních 17 let.

Koncem srpna 2011 vybuchla v poloze *1405+5416* supernova **2011fe** ve velké vzdálenosti 3,4 kpc od centra galaxie *M101* („*Větrník*“; *UMa*; vzdálenost 6,4 Mpc). Stalo se tak patrně jen několik hodin před prvním snímkem (17 mag) z *Oschinova teleskopu* (Schmidtovy komory o průměru 1,2 m na *Mt. Palomaru*), protože na snímku z předešlé noci týmž přístrojem nebylo vidět nic do 21 mag. Její spektrum ukázalo, že jde o supernovu třídy Ia, takže *tak blízkou supernovu tohoto typu astronomové neviděli během předešlých 40 let*. Není divu, že se na pozorování tohoto objektu soustředily četné pozemní i kosmické teleskopy. V maximu jasnosti 13. září (22 dnů po výbuchu) dosáhla 10 mag, takže byla viditelná v dobrých triedrech. P. Nugent aj. nedokázali rozšeřit otázku, čím byl předchůdce této supernovy, protože v úvahu připadají jak červený obr, tak hvězda hlavní posloupnosti, ale i druhý bílý trpaslík, vesměs předávající hmotu na bílého trpaslíka, jenž právě v srpnu 2011 dosáhl Chandrasekharovy meze. Vzápětí však W. Li aj. prokázali pomocí archivních snímků z *SST* i pozemních dalekohledů, že předchůdce určitě nebyl červeným obrem ani veleobrem; sekundární složka dvojhvězdy před výbuchem měla hmotnost $<3,5 M_{\odot}$.

3.2. Pozůstatky po supernovách (SNR)

J. Larsson aj. a A. Jerkstrand aj. zveřejnili údaje o sledování pozůstatku po proslulé supernově **1987A** ve *Velkém Magellanově mračnu*, které získaly rentgenové družice a *HST* od r. 1994 a později také zobrazovač *UVES VLT ESO*. Od okamžiku výbuchu po dobu 4 let dominovaly světelné křívce dozvuky prvotní exploze, v prvních 500 dnech též *radioaktivní rozpad nuklidu* ^{56}Ni o hmotnosti $0,07 M_{\odot}$ na ^{56}Co . Postupně však nabyl vrchu jako hlavní zdroj klesající jasnosti *SNR* rozpad radioaktivního nuklidu ^{44}Ti o celkové hmotnosti $0,000\,15 M_{\odot}$ s poločasem rozpadu 63 – 85 let na nuklid ^{44}Ca . Snímky prstenců kolem pozůstatku supernovy jsou vlastně projevem interakce rentgenového záření s plynem v prstencích, které jsou skloneny k zorném paprsku šikmo pod úhlem 45° . Průměr vnějšího prstence dosahuje 0,4 pc a pozůstatky exploze se vzdalují od zdroje výbuchu rychlosí <5 tis. km/s. Hmotnost předchůdce supernov pak vychází na $19 M_{\odot}$.

M. Lakicevic aj. sdělili, že pomocí aparatur *ATCA* v *Austrálii* a *APEX* v *Chile* detekovali *SNR 1987A* také v pásmech 3,2 mm a 0,87 mm s toky 11, resp. 21 mJy v letech 2005, resp. 2007. C. Ng aj. ohlásili první detekci *SNR 1987A* pomocí rádiové interferometrie *VLBI* v letech 2007 – 2008 na frekvencích 1,4 – 1,7 GHz (214 – 176 mm) s úhlovým rozlišením $0,1 - 0,7''$. V okolí *SNR* našli dva kompaktní shluky, ale žádné známky existence pulsaru nebo mlhoviny či větru pulsaru. Podle M. Matsuuraové aj. vyplynulo z pozorování *Hereschelova kosmického teleskopu* na vlnové délce 200 μm , že studený (17 – 23 K) prach vyvržený *supernovou 1987A* má vysokou úhrnnou svítivost $220 L_{\odot}$ (!) a tomu odpovídající úhrnnou hmotnost $0,4 - 0,7 M_{\odot}$, tj. o 4 řády (!) více, než se dosud myslelo. Právě *supernovy jsou v galaxiích hlavním zdrojem mezihvězdného prachu* s rozdíly zrníček od nanometru po mikrometry a patří prvkům C, Mg, Si a Fe.

M. Tavani aj. využili italské družice *AGILE* ke sledování vzplanutí **Krabí mlhoviny** v oboru záření gama (pásma 0,1 – 10 GeV) během září a října 2010. Tok záření gama stoupnul v té době až na trojnásobek klidové hodnoty a jeho zdroj se nacházel velmi blízko pulsaru **B0531+21**, jenž je *SNR* po výbuchu supernovy v r. 1054. Polohu zdroje se totiž podařilo zpřesnit díky souběžnému zvýšení rentgenového (družice *Chandra*) i optického záření (*HST*) zdroje. Příčinou zjasnění byly zřejmě rázové vlny a turbulence v mezihvězdném plazmatu v blízkosti *SNR*.

Podle A. Abda aj. zaznamenala toto zvýšení jasnosti *Krabí mlhoviny* také aparatura *LAT* na družici *Fermi*. Ta dokonce objevila podobné vzplanutí v pásmu extrémně energetického záření gama 100 MeV – 100 GeV již v únoru 2009; první epizoda trvala 16 d. Další zjasnění toku nastalo současně se zmíněným vzplanutím v pásmu gama družice *AGILE* v září 2010. V. Vittorini aj. uvedli, že vzplanutí probíhalo i v pásmu energií >50 MeV; dosáhlo sice až šestinásobku klidové hodnoty v pásmu *LAT*, ale trvalo jen 4 dny. Z měření vyplynulo, že zdroj vzplanutí má rozdíly menší než 1 miliparsek, a že energetické elektrony tam dosahují neuvěřitelně vysokých energií řádu PeV. Mocné erupce záření gama pozorovala družice *Fermi* také v polovině dubna 2011; pak však už aktivita zdroje vymizela.

E. Aliu aj. pozorovali **Krabí mlhovinu** v pásmu nejvyšších energií záření gama (>100 GeV) pomocí *Čerenkovova teleskopu VERITAS* (*Mt. Hopkins, Arizona*). Tak zjistili, že pulsar v mlhovině je zdrojem pulsního záření gama i v tomto pásmu, přičemž zdroj záření se nachází minimálně ve vzdálenosti 10 poloměrů neutronové hvězdy od jejího povrchu. Indukce magnetického pole neutronové hvězdy dosahuje na jejím povrchu hodnoty jen 380 T, takže zatím nemáme dobré vysvětlení, jak tyto extrémně energetické impulsy vznikají. Donedávna se totiž dařilo pulsar zaregistrovat jen na energetických fotonů <25 GeV. M. Bandstra aj. využili k pozorování *Krabí mlhoviny* zobrazovacího *Comptonova teleskopu NCT* na stratosférickém balónu, který startoval v květnu 2009 a po dobu 38 h se pohyboval ve výškách 35 – 40 km, aby nakonec bezpečně přistál v *Arizona*. Pozoroval přitom po dobu 9 h *Krabí mlhovinu* v pásmu měkkého a středního záření gama 0,2 – 200 MeV a zaznamenal její záření v celém tomto pásmu na úrovni 4σ nad pozadím. Jde o první identifikovaný zdroj v tomto spektrálním pásmu. Rentgenové a měkké záření gama *Krabí mlhoviny* kolísá během doby o celá procenta, ale jinak lze vypočítat, že v pásmu 12 – 500 keV tok záření sekulárně klesá průměrným tempem 7 %/rok.

D. Patnaude aj. ukázali na základě měření družice *Chandra* v letech 2000 a 2010, že v pásmu energií 4,2 – 6,0 keV klesá rentgenový tok **SNR Cas A** v průměru o 1,5 – 2 %/rok. Podle P. Shternina aj. je to důsledek chladnutí neutronové hvězdy v centru *SNR*, která je obklopena tenkou atmosférou uhlíku. Z fyzikálního hlediska se neutrony v kompaktní hvězdě vyskytují v tripletech, což jim propůjčuje *supratekutost* při extrémně vysoké teplotě 800 MK. Zmíněné chladnutí *SNR* nám tak poskytuje klíčově důležité informace o žávě supratekutosti neutronové kapaliny.

D. Patnaude aj. prohlédli archivní data o rentgenovém záření pozůstatku po supernově **1979C** třídy III, která tehdy vybuchla v galaxii **M100** (= **NGC 4321**; vzdálenost 15 Mpc). Rentgenová jasnost **SNR** zůstala neměnná v letech 1995 – 2007, z čehož autoři usoudili, že samotná supernova se rychle zhroutila na hvězdnou černou díru s hmotností $5 - 10 M_{\odot}$ a pozorované rentgenové záření pochází z akrece materiálu z disku kolem černé díry, popřípadě toto zboží dodává těsný průvodce supernovy.

W. Tian a D. Leahy se pokusili najít nějaký molekulový oblak v úhlové blízkosti k **SNR Tycho** a v rozsahu vzdáleností 2,5 – 3,0 kpc od nás, ale bezúspěšně. Podobně nulový výsledek obdrželi také při pátrání v rádiovém a rentgenovém pásmu. Všechno nasvědčuje tomu, že okolí tohoto **SNR** je naprostě pusté. Tím větším překvapením se stalo sdělení V. Acciariho aj. o objevu *zdroje energetického (1 TeV) záření gama* v poloze **SNR Tycho** (**0025+6410**) pomocí aparatury **VERITAS** na úbočí **Mt. Hopkinsu** v **Arizoně** na základě měření v letech 2008 – 2010. Podobně K. Eriksen aj. získali pomocí družice **Chandra** důkazy o tamějším urychlování částic kosmického záření na energie řádu 1 PeV.

A. Carlton aj. využili družice **Chandra** k měření změn rentgenového záření **SNR G1.9+0.3** (**Sgr**; poloha $1749 - 2710$; vzdálenost 8,5 kpc) mezi lety 2007 a 2009. Rentgenová obálka se rozpíná tempem $0,64 \%/\text{r}$ a rentgenový tok dosud roste tempem $1,7 \%/\text{r}$. Odtud lze určit horní mez stáří **SNR** na (156 ± 11) let a z toho vyplývá, že tato nejspíš *suverénně nejmladší supernova naší Galaxie* musela vybuchnout někdy na přelomu XIX. a XX. stol. Nebyla ovšem tehdy pozorována, protože její světlo neproniklo hustými mračny mezi hvězdné látky v centru **Galaxie**. Její plynné obaly se rozpínají rychlosťí 13 tis. km/s, ale rázová vlna se šíří anizotropně ještě vyšší rychlosťí až 16 tis. km/s.

R. Owen aj. zkoumali rozsáhlý zdroj **IKT 16** v *Malém Magellanově mračnu* (vzdálenost 60 kpc), jenž se nachází ve vzdálenosti 8 pc od centra galaxie, ale jehož poloměr dosahuje neuvěřitelných 37 pc. Z rentgenového záření odpovídající teplotě zdroje 10 MK (!) odvodili, že jde o pozůstatek po supernově, která vzplanula před bezmála 15 tis. lety přímo v centru galaxie. Uprostřed **SNR** se zřejmě ukrývá žhavá neutronová hvězda, která při výbuchu získala prostorovou rychlosť 500 km/s vůči těžišti, takže se už z centra galaxie vysunula. Celková energie uvolněná výbuchem supernovy dosáhla 10^{44} J. Autoři též uvedli, že dnes už známe 275 **SNR** v naší **Galaxii a v Malém Magellanově mračnu dalších 23**.

3.3. Obecně o supernovách

M. Zingal aj. využili hydrodynamického výpočetního programu **MAESTRO** k popisu **fyzikálních dějů uvnitř hvězdy** v posledních několika hodinách před výbuchem supernovy Ia. Ukázali, že konvektivní oblasti ve hvězdě se zachovávají až do okamžiku vypuknutí termonukleárního požáru v nitru hvězdy. Jelikož každá hvězda rotuje, tak i pomalá rotace předchůdce supernovy stačí na to, aby se porušila koherence zmíněných konvektivních oblastí, což se obvykle děje nesouměrně, takže *typicky se plamen překotně termonukleární reakce zažehne ve vzdálenosti asi 50 km od centra hvězd*. Jednotlivé plameny horkých skvrn se pak bleskurychle spojí a zdálky pozorujeme *gigantický výbuch supernovy Ia*.

R. Foley a D. Kasen studovali stále nevyřešenou otázkou, zda jsou všechny supernovy třídy Ia opravdu „**standardními svíčkami**“ a mají tudíž shodný zářivý výkon v maximu, což je pak kvalifikuje jako ideální indikátory kosmologických vzdáleností tam, kde jiné metody pro objekty s podstatně nižším zářivým výkonem (např. cefeedy) nelze použít. Z analýzy 121 vícebarevných světelných křivek a rychlosťí rozpínání obálek supernov třídy Ia zjistili, že při rychlostech expanse > 12 tis. km/s se to projeví na odchylné jasnosti supernov navzdory témuž zářivému výkonu, a to zmíněné supernovy *diskvalifikuje pro roli standardních svíček*.

J. Leaman aj. zkoumali zastoupení různých **tříd supernov** v homogenním vzorku více než 1 tis. supernov, které vzplanuly v téměř 15 tis. blízkých galaxiích mezi léty 1998 a 2008 a byly pozorovány 3m teleskopem *Lickovy observatoře* v *Kalifornii*. Světelné křivky pro více než 700 galaxií byly dostatečně kvalitní, takže v tomto souboru byly nejčetnější supernovy třídy II (45 %), dále Ia (38 %) a Ib (16 %). Týž soubor dat následně studovali W. Li aj. Pro 175 supernov se podařilo nezávisle určit vzdálenosti a odtud se ukázalo, že bohužel *zářivé výkony zvláště pro třídu Ia závisejí na morfologickém zařazení mateřské galaxie*, takže to je další faktor, snižující váhu této třídy supernov jako standardních svíček. *Četnost výbuchu supernov pro naši Galaxii vychází na 2,8 supernov za století*. Obecně platí že menší galaxie mají na jednotku hmotnosti nebo zářivého výkonu vyšší četnost než velké galaxie. D. Maoz aj. vybrali ze zmíněného souboru 82 supernov třídy Ia a 119 supernov třídy II a odtud zjistili, že spodní mez hmotnosti pro možnost, aby hvězda na sklonku svého vývoje skončila jako supernova, činí $8 M_{\odot}$. Většina ze zkoumaných supernov vybuchla nejpozději 2,4 mld. let po svém vzniku, ale jistá podskupina tohoto souboru to stihla již za 420 mil. let.

Podle N. Smitha aj. vybuchují mnohé hvězdy jako supernovy jedině v případě, že jsou členem **interagující dvojhvězdy**. Platí to například pro hmotné *Wolfovy-Rayetovy hvězdy*, z nichž pocházejí supernovy podtřídy Ibc, popř. IIb. Protože podvojnost předchůdců supernov se zjišťuje velmi obtížně, není vliv druhé složky na případný výbuch dostatečně prozkoumán, zejména pokud jde o vzájemnou vzdálenost mezi supernovou a jejím průvodcem, ale také pokud jde o rychlosť rotace budoucí supernovy. Zdá se, že *neexistuje žádná možnost přímého zhroucení hvězdy na černou díru*, aniž by tomu nepředcházel výbuch supernovy. V. Dwarkadas aj. poukázali na jasnou souvislost mezi svítivými modrými proměnnými hvězdami (*LBV*) a **supernovami třídy IIn** – jako příklad uvedli supernovu **2005gl**.

Báječné možnosti počítacové farmy **Zwicky** využili E. O'Connor a C. Ott k obsáhlým modelovým výpočtům, co se děje s hmotnými hvězdami na konci jejich termonukleárního vývoje. Zjistili tak, že **hvězdy s hmotnostmi 9 – 150 M_⊙** začnou pomocí vlastní gravitace katastroficky stlačovat elektronově degenerované železné jádro hvězdy na nukleární hustotu $2 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$. Stavová rovnice pro tento materiál ukazuje, že je dále nestlačitelný, takže hroucení skončí, když nestlačitelné jádro hvězdy o typickém poloměru 15 km dosáhne hmotnosti $0,6 M_{\odot}$. Tato zábrana vyvolá uvnitř hroucící se hvězdy hydrodynamickou rázovou vlnu, která se však cestou ven z hvězdy zastaví po pouhých 200 km. To, že hvězda nakonec přece jen vybuchne, způsobí masivní *nárůst počtu neutrín*, která jediná jsou schopna odnést v tu chvíli dostatečnou energii, aby hvězda mohla vybuchnout jako (optická) supernova, tj. aby rázová vlna dospěla až k povrchu hvězdy a rozmetala hvězdu s výjimkou jejího nestlačitelného jádra.

V závislosti na hmotnosti hvězdy těsně před katastrofickým zhroucením zůstane po supernově v 85 % případů *neutronová hvězda* a v 15 % případů pokročilé hroucení až na *hvězdnou černou díru*. Takto vzniklá **černá díra** má v průměru hmotnost 2,3 Mo a spin

0,6 – 0,9. Pokud jde o zábleskové zdroje záření gama (*GRB*), pozorujeme ovšem prodlevu mezi příchodem signálu *GRB* a následným výbuchem supernovy. *Dlouhá GRB* tak představují jakési signální světlíce, ohlašující následné zhroucení hvězdy do hvězdné černé díry. Právě tímto scénářem se zabývali Y. Sekiguchi a M. Shibata, když počítali, jak se chová dostatečně hmotná rotující hvězda v níž skončila *termonukleární reakce*. Jádro hvězdy se rozštěpí na akreční disk a vlastní černou díru, přičemž morfologie disku závisí na rychlosti rotace jádra hvězdy. Při pomalé rotaci je disk geometricky tenký, ale opticky tlustý, takže v něm vznikají četné rázové vlny. Při středně rychlé rotaci je disk stále tenký, ale kolem něj vznikne *tlustý anuloid* a při rychlé rotaci vzniká pouze tlustý anuloid.

Podobně D. Kasen aj. spočítali, že **nadhvězdy** s hmotnostmi $140 - 260 \text{ M}_\odot$ vybuchují na konci svého termonukleárního vývoje díky párové nestabilitě elektronů a pozitronů (viz odst. 3.1. tohoto přehledu), jež nakonec způsobí explozivní *termonukleární zapálení kyslíku*, což hvězdy rozbije. Přitom se rozmetá do prostoru rychlostmi $5 - 10 \text{ tis. km/s}$ až 40 M_\odot radioaktivního nuklidu ^{56}Ni . Takto se uvolní gigantická energie řádu 10^{46} J v průběhu jediného roku po výbuchu. Maximální zářivý výkon v tomto maximu dosahuje 10^{39} W – takové supernovy jsou svítivější než celá naše Galaxie! Autoři však v závěru práce pochybjí o tom, že některé pozorované supernovy, které by snad mohly zmíněný scénář potvrdit, jsme už pozorovali. Spíše se domnívají, že ve všech případech šlo o exploze hmotných ($\approx 40 \text{ M}_\odot$) hvězd s překotnou *TNR* kyslíku.

C. Joggerst a D. Whalen se zabývali otázkou, jak končí **vývoj nadhvězd populace III**, tj. I. generace hvězd v raném vesmíru, které obsahují pouze dva první prvky Mendělejeovy soustavy, tj. vodík a helium. Aby takové hvězdy vůbec mohly vzniknout, musely mít podstatně vyšší hmotnost ($>150 \text{ M}_\odot$) než hvězdy dalších generací „zašpiněné“ o kovy, které vznikají v nadhvězdách jako následek sérií termonukleárních reakcí v jejich nitru. Autoři odtud spočítali, že závěrečná exploze takových nadhvězd vzniká následkem párové nestability elektronů a pozitronů masově vznikajících při extrémně vysokých teplotách materializací paprsků extrémně energetických fotonů záření gama. Jako příklad takové exploze uvedli v témaž odstavci zmíněnou supernovu *2007bi*, ale jak patrně z citované práce Yoshidy a Umedy, alternativní vysvětlení, že šlo o výbuch hmotné ($<40 \text{ M}_\odot$) hvězdy další generace, která obsahovala astrofyzikální kovy, je mnohem pravděpodobnější.

Během roku se objivilo několik prací, které upozorňují na to, že některé supernovy nelze zařadit ani do jedné z klasických tříd, tj. I nebo II. Nejpodrobněji se tímto aspektem výzkumu zabývali C. Knigge aj., kteří ukázali že většina neutronových hvězd ve vesmíru vzniká právě výbuchy mateřských supernov. Liší se pouze tím, co tvořilo jádro předchůdce, tj. buď stlačené Fe, anebo prvky O-Ne-Mg. V prvním případě dojde k supernově díky párové nestabilitě, jakmile hmotnost železného jádra překročí *Chandrasekharovu mez*, ale ve druhém případě musí v jádře dojít k zachycení volných elektronů, což podnítí zhroucení jádra hvězdy. Tak také vznikají nejen rádiové, ale i rentgenové pulsary. **Rentgenové pulsary** mohou vznikat tehdy, když neutronová hvězda má za průvodce hmotnou hvězdu sp. třídy Be s hmotností $8 - 18 \text{ M}_\odot$, kolem níž neutronová hvězda obíhá v periodě $10 - 1000 \text{ d}$ po velmi výstředné dráze. Proto k přenosu hmoty na neutronovou hvězdu dochází pouze v okolí periastra. Neutronové hvězdy s původní periodou rotace $1 - 1000 \text{ s}$ se pak urychlují dopadem materiálu z akrečního disku. Pokud neutronová hvězda vznikla zachycením elektronů jádry Ne či Mg, nedosáhne hmotnosti poblíž *Chandrasekharovy meze*, ale nanejvýš $1,3 \text{ M}_\odot$. Takové neutronové hvězdy mají méně výstředné dráhy, kratší oběžné periody a rychlejší rotaci, protože akrece z disku probíhá po celé dráze.

3.2. Radiové a rentgenové pulsary

G. Pavlov aj. využili rentgenové družice *Chandra* k podrobnému prozkoumání známého pulsaru **B1259-63** (impulsní perioda $0,048 \text{ s}$; stáří 330 tis. let), jenž je členem dvojhvězdy s hvězdou sp. třídy Be (SS 2883). Obě složky dvojhvězdy kolem sebe obíhají v periodě $3,4 \text{ r}$ po výstředné dráze ($e = 0,85$) s délkou velké poloosy $7,2 \text{ AU}$, takže v periastru se výrazně ovlivňují. Autoři proto využili okolnosti, že v polovině května 2008 byl pulsar v apastru, kdy je případná interakce s hvězdou Be nejmenší. Autoři tak našli ve směru na jih až jihozápad od pulsaru poměrně jasný plošný rentgenový zdroj v prostoru, kde se střetává vítr pulsaru s větrem vysoko hmotné hvězdy. Zářivý výkon tohoto zdroje je úctyhodný ($1,3 \cdot 10^{26} \text{ W}$; tj. asi $1/3 \text{ L}_\odot$). Vzdálenost soustavy od nás je ovšem velmi nejistá v poměru 3:1, takže pro uvedené hodnoty autoři předpokládali, že činí 3 kpc .

J. Moldón aj. na základě pozorování australské antenní soustavy *LBA* na vlnové délce 130 mm (2,3 GHz) změřili indukci magnetického pole neutronové hvězdy 30 MT a objevili v době, kdy byla hvězda v apastru, proměnnou rádiovou mlhovinu a lineárním průměru 120 AU , jež zřejmě souvisí s výše zmíněným rentgenovým plošným zdrojem. Složku Be pozorovali I. Negueruela aj., kteří se domnívají, že patří do hvězdné asociace **Cen OB1** ve vzdálenosti $2,3 \text{ kpc}$. Vlivem rychlé rotace je zploštělá na pólech, takže její polární poloměr činí jen $8,1 \text{ R}_\odot$, zatímco rovníkový $9,7 \text{ R}_\odot$. Proto je na pólu teplejší (34 kK) než na rovníku (27,5 kK). Její zářivý výkon 60 kL_\odot odpovídá vysoké hmotnosti 30 M_\odot .

Výsledky multispektrálního výzkumu tohoto spektakulárního systému pak porovnali S. Kong aj. Ukázali, že rozhodující pro pochopení všech pozorování je *interakce mezi srážejícími se hvězdnými větry obou složek a magnetosférou neutronové hvězdy*. Z pozorování je zřejmé že v oblasti srážek jsou *elektrony urychlovány na relativistické rychlosti*, což je vzor chování, který se dobře hodí i pro vysvětlení vlastností dalších obdobných soustav v naší Galaxii. Rozborem multispektrálních pozorování dospěli D. Khangulyan aj. k závěru, že projevy srážky hvězdných větrů bude brzy možné pozorovat pozorovat i v pásmu záření gama.

A. Papitto aj. nalezli v kulové hvězdokupě *Terzan 5 binární rentgenový pulsar J1740-2446*, který má průvodce s hmotností $>0,4 \text{ M}_\odot$, takže obě tělesa obíhají kolem společného těžiště v periodě 21 h. Impulsní perioda pulsaru $0,09 \text{ s}$ se však podle měření z družice *RXTE* zkracuje relativním tempem řádu 10^{-12} , což je zřejmě způsoben jeho roztáčením následkem akrece plynu z průvodce.

J. Antoniadis aj. zjistili že **pulsar J1141-6545** (impulsní perioda $0,39 \text{ s}$) objevený r. 2000 má za průvodce bílého trpaslíka o hmotnosti $1,0 \text{ M}_\odot$ starého $1,4 \text{ Mr}$. Obě tělesa kolem sebe obíhají v periodě necelých 5 h po dráze s výstředností 0,17. Jde tedy o jednoho z dosud nejstarších funkčních pulsarů vůbec. Vzápětí C. Barsa aj. objevili průvodce **pulsaru J1740-3052** (objev r. 2001; impulsní perioda $0,57 \text{ s}$), jenž je však hmotnou hvězdou hlavní posloupnosti o hmotnosti $>11 \text{ M}_\odot$. Pulsar kolem ní obíhá v periodě 231 d po dráze s výstředností 0,6, což je důsledek výbuchu supernovy Ib před 350 tis. lety. Soustava leží v hlavní rovině Galaxie a promítá se do blízkosti jejího centra. Údajně by mohla skončit pohlcením pulsaru (neutronové hvězdy) červeným veleobrem jako objekt, jehož existenci předpověděli K. Thorne a A. Zytkowová již v r. 1977.

Štart umožnili protiklady

Táto mydlovitá tekutina sa v trhlinách masívov miešala s morskou vodou. Morská voda s vysokým podielom železa a oxidu uhličitého bola chladná a kyslá. Chemické a fyzikálne protiklady vytvorili podmienky na vznik života. Zásaditá tekutina sa miešala s kyselinou, teplá voda so studenou, vodík reagoval s CO₂. Búrlivé zlučovanie týchto substancií spustilo prvé biochemické reakcie. V prostredí bez kyslíka je uhľovodík metán (CH₄) energeticky výhodnejší ako vodík či uhlík. Reakcie by však nemohli prebiehať bez katalyzátora.

Na počiatku plnili túto úlohu zlúčeniny kovov, neskôr si život našiel rýchlejšie a efektívnejšie prostriedky. Živé bunky premieňajú CO₂ na uhľovodíky. Prvé bunky si osvojili reakcie, ktoré sa v horúcich žriedlach, riadené zákonmi fyziky a chémie, spúšťajú automaticky. Ide o jednoduchy, kauzálnu podmienený proces.

Obaja vedci sa sústredili najmä na energiu a termodynamiku, teda na pohon a rýchlosť istých chemických reakcií. Zistili, že za istých podmienok (také panovali v praoceáne okolo Lost City), sú biochemické kolobehy programované!

Steny komínov boli priam stvorené na to, aby akumulovali produkty reakcií. Tvoril ich labirynt malých, čiastočne prieplustných bubliniek. Presne takú štruktúru majú aj komíny v Lost City. Vzhľadom na odlišné zloženie praoceánu pokúsili sa vedci vodu typickú pre Lost City miešať s vodou tohto oceánu. Tak vznikli malé čierne komíny, plné pôrov a bubliniek, ktoré mali prieplustnú „kožu“ zo síranov železa.

Kamenné korene života

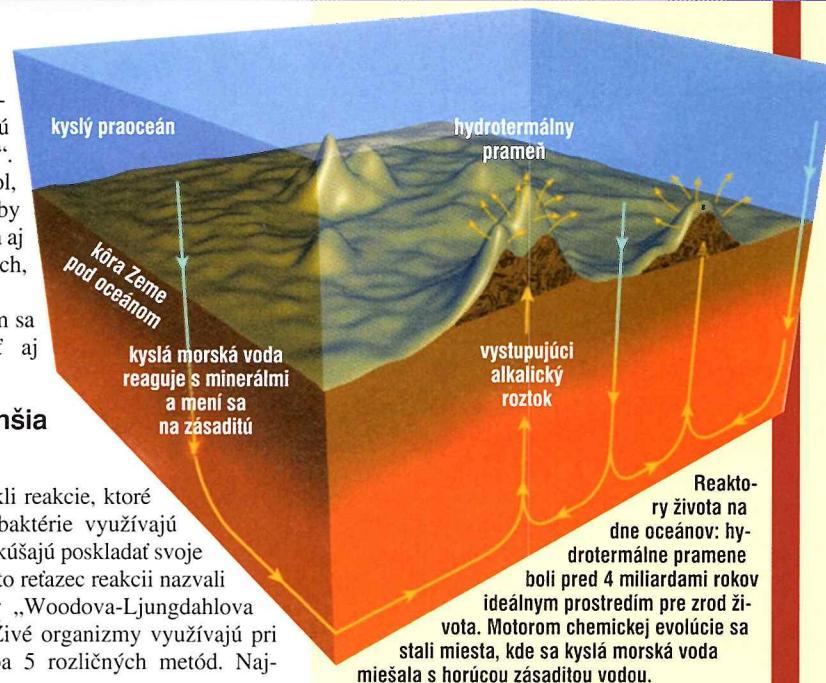
V takýchto prietokových reaktoroch prebiehali interakcie vody z praoceánu s vodou horúcich žriediel. V komôrkach sa z vody a oxidu uhličitého formovali najskôr jednoduché organické väzby ako metán a kyseliny octová a mravčia. Energia na tieto reakcie dodávali zlúčeniny železa, niklu a síry, prítomné v stenách komínov. Takýmto spôsobom sa vytvorili jednoduché organické látky až so štyrmi atómami uhlíka. Spontánne, bez prítomnosti živých organizmov. To dokázal tím z Washington University už v roku 2008. V zásaditom žriedle je vznik biochémie energeticky možný.

Vieme, že niektoré baktérie využívajú väzby železa a síry ako aktívne centrá enzymov, ktoré štiepia vodík. Pokus Američanov dokázal, že prvé jednoduché biochemické reakcie prebiehali rovako prirodzene ako prirodzené

geochemické procesy. Aj ony majú „kamenné korene“. Russell predvedol, že organické väzby sa tvorili dokonca aj v anorganických, bublinkových stenách. Práve tam sa mohli sformovať aj prvé enzymy.

Najjednoduchšia cesta

Ako prvé vznikli reakcie, ktoré najjednoduchšie baktérie využívajú dodnes, keď sa pokúšajú poskladať svoje biomolekuly. Tento reťazec reakcií nazvali podľa objaviteľov „Woodova-Ljungdahlova cesta“ (WLC). Živé organizmy využívajú pri viazaní uhlíka iba 5 rozličných metod. Naj-



Etapy chemickej evolúcie

Takto si vedci z tímu Mike Russella a Williama Martina predstavujú proces, ktorý prebiehal na mladej Zemi v rozmedzí 4 až 3,5 miliard rokov. Na jeho konci sa objavili živé bunky. Tento proces prebiehal v poréznych stenách komínov, vyrastajúcich nad horúcimi prameňmi na dne oceánu. Póry boli navzájom poprepájané a čiastočne prieplustné. Práve v nich sa miešala alkalická, teplá voda so slabo kyslou vodou morí.

1. Jednoduchá anorganická molekula, napríklad amoniak, vodík, oxid uhličitý reagujú s minerálmi v komôrkach/pôroch. Minerály slúžia ako katalyzátory.
2. Začínajú sa tvoriť prvé stavebné kamene života: cukor, aminokyseliny a nukleobázy.
3. Prvé kamene života sa zoskupujú do väčších molekulárnych jednotiek, reťazcov. Vznikajú nukleotidy a peptidy.
4. Nukleotidy sa spájajú do čoraz dlhších reťazcov kyseliny ribunukleovej (RNA). Z peptidov sa zlepajú veľké bielkoviny – proteíny. Tvoria sa komplexy, ktoré sa dokážu replikovať, rozmnnožovať.
5. Z RNA sa vytvára kyselina dezoxiribonukleová (DNA), ktorá ukladá informácie pre projekty proteínov a začína katalyzovať ich rozmnnožovanie.
6. Vznikajú tuky pripomínajúce lipidy. Vytvárajú sa guľaté membrány, v ktorých sa DNA a proteíny spájajú do rozmnnožovacích foriem. Na tomto stupni sa vývoj rozdeľuje do dvoch vetiev: baktérie (vľavo) a archeóny (vpravo).
7. Oba varianty vytvárajú bunečné steny.
8. Prvé prabunky sú na svete...
9. a najneskoršie pred 3,5 miliardami rokov opúšťajú svoje kolíske.



Geológ Mike Russell z Jet Propulsion Laboratory (NASA) pred zariadením na experimenty, kde sa mu podarilo napodobniť evolúciu života, ktorá začala pred 4 miliardami rokov.

jednoduchšou z nich je práve WLCH. Navyše, iba pri nej sa uvoľňuje energia. Syntéza komplexných organických molekúl spotrebúva množstvo energie. Pri Woodovej-Ljungdahlovej ceste je to naopak.

Získaná energia sa akumuluje vo forme chemických väzieb. Dnes je univerzálnym nosičom energie vo všetkých bunkách adenosintrifosfát (ATP). Odštiepením jediného iónu fosfátu rozhýbe ATP najrozličnejšie procesy v bunke: od biosyntézy až po pohyby svalov. V pôroch dávnych hydrotermálnych reaktorov vznikla z morskej vody podľa všetkého jednoduchšia verzia kyseliny octovej a fosfátu. Pomocou nej sa mohli vyuvinúť aj zložitejšie molekuly ako cukor, aminokyseliny, krátke reťazce bielkovín (peptidy) a stavebné kamene DNA.

Túto hypotézu vedci zatiaľ experimentálne nedokázali. Je im však jasné, že ich experiment musí byť rovnako sugestívny ako pokusy Oparina či Millera, ktorí uvarili „prapolievku“. Ich cieľom je dokázať, že prírodný, hydrotermálny reaktor dokáže produkovať peptidy, jednoduché reťazce aminokyselín, ktoré urýchľujú premeny oxidu uhličitého. Sú presvedčení, že sa im to podarí.

Dalším krokom bude vznik dĺhších reťazcov molekúl. Táto polymerizácia sa nedá ľahko vysvetliť. Vedci musia mať najskôr k dispozícii základné stavebné kamene s vysokou koncentráciou. Dieter Braun, biofyzik z Ludwig-Maximilians-Universitáta v Mnichove uskutočnil pokus, počas ktorého sa mu podarilo (pomocou rozdielov teploty v prostredí) koncentrovať v chladnejších miestach malých pôrov kúsky DNA. A tie útržky sa vzápäť pospájali a rozrástli na povrazce DNA. Tento proces pripomína reťazovú reakciu polymerázy, ktorá sa využíva v laboratóriach pri rozmnrození fragmentov DNA.

Reťazce DNA sa menia na enzymy

Nemeckí vedci nedávno vysvetlili, ako sa z náhodného zhluku reťazca aminokyselín môže usporiadať systém, ktorý sa sám replikuje. Sústredili sa najmä na RNA (chemicky príbuznú substanciu DNA), ktorá podľa väčšiny biológov slúžila ako zásobník informácií pre predchodecov prvých buniek. RNA nie je súčasťou stabilnej ako DNA, môže však slúžiť ako katalyzátor. Kým život dozrie do štátia, keď do stavebného plánu zahrnie aj bielkoviny a enzymy, prebehla fáza, počas ktorej bola RNA nielen projektom, ale aj nástrojom zlepšania látok. Tak vznikol svet RNA.

Majú čierne diery vlasy?

Čierne diery nie sú asi také jednoduché telesá ako donedávna teoretici predpokladali. Podľa najnovších výpočtov vedcov z International School for Advanced Studies (SISSA) v Terste a IST v Lisabone môžu mať tieto telesá „vlasy“.

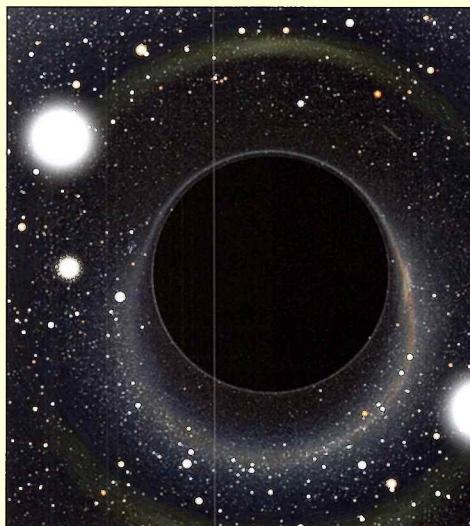
Už v roku 1963 zverejnili Roy Kerr hypótu, či presnejšie model „čistej“ čiernej diery, ktorý vydržal až do dnešných dní. Aj v tomto prípade sa však ukázalo, že skutočnosť sa od teórie môže odlišovať. Podľa talianskych fyzikov môžu byť čierne diery „špinavšie“ ako sa Kerr nazdával.

Podľa tradičného modelu definujú čierne diery dve kvantity: hmotnosť a moment hybnosti (rýchlosť rotácie čiernej diery). Keď masívna hviezda, progenitor čiernej diery skolabuje, jej „pamäť“ sa navždy stráti. A všetky čierne diery, bez ohľadu na ich hmotnosť či moment hybnosti, vyzerajú v podstate rovnako.

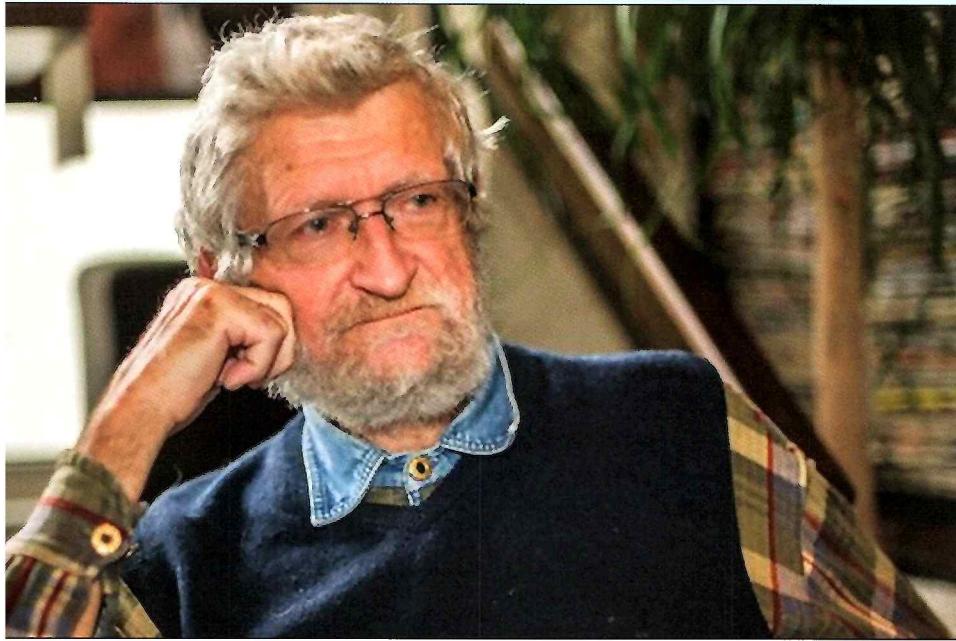
Podľa Thomasa Sotiria zo SISSA môžu mať čierne diery „vlasy“. (Opačný názor zverejnili svojho času známy fyzik John Wheeler.) Napriek tomu, že je Kerrov model konzistentný s všeobecnejšou teóriou relativity, nezhoduje sa s niektorými známymi rozšíreniami Einsteinovej teórie: s tenzorskálárovými teóriami. Sotiri: „Previedli sme sériu nových výpočtov, ktoré nám umožnili sústrediť sa na hmotu, ktorá normálne obaluje reálne čierne diery. Najnovšie pozorovania jej existenciu jednoznačne potvrdili. Táto hmota nútí čistú a jednoduchú čiernu dielu, takú ako opísal Kerr, vyuvinúť nový náboj (astrofyzici mu dali meno „vlas“), ktorý ju ukotvuje do okolitej hmoty a snáď i do celého vesmíru.“

Túto hypotézu overia pozorovatelia pomocou interferometrov, prístrojov, ktoré dokážu detegovať isté gravitačné vlny. Podľa talianskych vedcov vlasy z čiernej diery vyrastajú za sprievodu emisií istých gravitačných vln.

Physical Journal Letters



Vlasatá čierna diera.



Jubileum šéfredaktora Kozmosu **Eugena Gindla**

Kolegovia z astronomickej obce v Hurbanove ma požiadali, aby som za seba aj za nich napísal, že Eugen Gindl je od 2. februára 2014 sedemdesiatročný. Keďže som nikdy neprednášal prípitky ani iné kvetnaté slová chvály, nech by boli hocijako namieste, nebola to pre mňa ľahká úloha. Ono je to s jubileiami tak: je to pre mnohých (a pre Eugena iste) len dátum, keď sa pripomína to, čo bolo. Navyše, dátumu sa občas križujú s inými, neraz tiež okrúhlymi. Eugen zaručene patrí k ľudom, ktorí sa pozerajú dopredu a vidia to, čo ešte v živote chcú urobiť. Vek nehrá rolu. Ak by hral, bola by to veková diskriminácia.

Práve uplynulo 25 rokov (aha, výročie!), čo Eugen Gindl prevzal miesto po dovtedajšej dlhodobej šéfredaktorke Kozmosu Táni Fabini, ktorá v januári 1989 zahynula pri autonehode. Už predtým tu však pracoval ako redaktor, a to naslovovatý, so zmyslom pre tie najzapeklitejšie otázky týkajúce sa vzniku, vývoja a štruktúry vesmíru (a nielen vesmíru). A zároveň aj pre zvedavú dušu slovenského astronomickeho amatéra (a nielen jeho). Veď nie náhodou sa ešte v tom predšéfredaktorskom období rozhodol pre neplatenú dovolenkú, v rámci ktorej pochodił po svete. Čažko sa hľadajú miesta, kde ešte neboli. Rád spoznáva nové miesta a nových ľudí. A predovšetkým analyzuje zákonitosti spoločenského diania. Keďže ovláda viacero cudzích rečí, nikde na svete nemá rečové zábrany. Rád a často chodí krížom-krážom aj doma, na Slovensku. Všetci ho poznajú ako človeka, ktorý sa rád a rýchlo učí, má výnimočnú pamäť, skvele postrehuje skryté súvislosti, je nezvyčajne tolerantný a bez predsudkov. Vie nájsť spoločnú reč so všetkými skupinami ľudí. Azda niet témy, o ktorých by nedokázal hovoriť. Jeho koníčkom bola odvýdby najmä politológia. Časom pribudlo aj všeličo iné, z nášho pohľadu je dôležitá predovšetkým kozmológia, kozmonautika, astronómia... Stal sa nositeľom duše Kozmosu.

Keďže sa pri tejto príležitosti patrí aspoň čias-

točne vymenovať, čo doteraz urobil, prizval som si na pomoc priateľa Googla:

Publicista, scenárista, politológ a popularizátor modernej vedy Eugen Gindl sa narodil 2. februára 1944 v Bratislave. Po štúdiu na Katedre žurnalistiky Filozofickej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (ukončil ho v roku 1968) pokračoval v štúdiu publicistiky a politológie v Západnom Berlíne. Do roku 1983 pôsobil ako reportér týždenníka Život a v rokoch 1983 – 1989 bol publicistom a scenáristom v slobodnom povolaní. V roku 1986 bol jedným zo šiestich editorov a spoluautorom samizdatu *Bratislava nahlas*. Od roku 1989 je šéfredaktorom prírovodného časopisu Kozmos. V rokoch 1994 – 2000 bol šéfredaktorom slovenských Stredoeurópskych novín (príloha denníka SME). V jeseni 1989 bol členom prvého Koordináčného výboru VPN a v roku 1990 založil tlačovú platformu VPN, politický týždenník Verejnosc. Stal sa zároveň jeho prvým šéfredaktorom. V roku 1997 sa podieľal na založení mesačníka OS (Občianska spoločnosť) a bol jeho prvým redaktorom.

Vydał príručku *Indický klúč* (1977), knihu poézie *Piknik na lietajúcim koberci* (2005). Bol autorom textu knihy *Ladislav Bielik – august 2008* (výpravná kniha s fotografiemi známeho slovenského fotografa z dennej Smeňa). Napísal scenáre filmov *Celý svet nad hlavou* (1980), *Vynes na horu svoj hrob* (1980, spoločné dielo E. Gindl, O. Sliacký), *Chut' vody* (1982), *Hlbkový rekord* (1986), *Právo na minulosť* (1988), *Keď hviezdy boli červené* (1989), *Návrat bocianov* (2007).

Z rozhlasovej tvorby pán Google uvádzia *Vynes na horu svoj hrob* (1977), *Hlbkový rekord* (1978), *Šamajov memoriál* (1978, spoločné dielo E. Gindl, O. Sliacký), *Na koľajniciach* (1979), *S pravidelným odletom* (1979).

Z publicistických kníh je to *Unbekannte Slowakei* (1992), *Two up* (2006, 1. vydanie, spoločné dielo E. Gindl, F. Gál).

A teraz doplním: V Národnom divadle v Bratislave v nedele 17. novembra uviedli jeho hru *Karpatský triler* v režii Romana Poláka. Dokumentárna hra mala úspech. V ankete SME ju čitatelia vyhodnotili ako divadelnú udalosť roka.

M. L.

Zomrel **dr. Josip Kleczek**

5. 1. 2014 odišiel na svoju poslednú cestu vo veku nedožitých 91 rokov doc. RNDr. Josip Kleczek, DrSc. Azda niet astronóm (a nielen u nás), ktorý by toto meno nepoznal, ved' vychoval niekolko generácií astronómov. Štastní sú tí, ktorí ho mali možnosť spoznať osobne.

Zanechal po sebe úctyhodné dielo nielen v oblasti vedy či popularizácie. Tento mimoriadne skromný a charizmatický človek vedel obohatiť pri každom stretnutí. To naše, žiaľ, posledné, bolo koncom novembra 2013. Aj keď sme sa videli po mnohých rokoch, stále to bol ten pokojný hlas a usmievavé oči. Spominali sme aj s paní Helenou na spoločné stretnutia, či už v Ondrejove alebo u nás na Slovensku. Jožka, ako ho priatelia volali, bol stále aktívny, mal rozpisánú ďalšiu knihu...

Len tak žartom povedal, že „psát o Slunci, galaxiach či černých dírách to je snadné, to není ako psáť pro děti třeba o pejskovi a kočičce“. Naše ďalšie stretnutie na jar sa teda už neuskutoční, Jožka sa vybral na tú najdlhšiu cestu.

Doc. RNDr. Josip Kleczek, DrSc., sa narodil 22. 2. 1923 v Kráľovstve SHS (neskoršia Juhoslávia) a ešte ako chlapec sa prestúpil do Štěpánova nad Svratkou. Po absolvovaní gymnázia študoval matematiku, fyziku a astronómiu na UK v Prahe. Už od detských čias išiel za svojim cieľom, uchvátilo ho čaro vesmíru a osud spečatio pozorovanie prstencov Saturna s A. Mrkosom.

Od roku 1949 pracoval na Astronomickom ústavе AV ČR v Ondrejove, venoval sa predovšetkým slnečnej fyzike (protuberancie, erupcie) a vzťahom Slnko-Zem, publikoval desiatky pôvodných vedecích prác. Jeho záber bol však bol omnoho širší, je jedným z priekopníkov využitia slnečnej energie a mnohí iste spominajú na tradičné Bezecké helioenergetické semináre.

Prednášal nielen na svojej Alma mater, ale aj na univerzitách všetkých kontinentov. Zastával významné funkcie, no zostal vždy skromný. Bol prezidentom 46. konferencie IAU pre výčubu astronómie a od roku 1966 celých 20 rokov viedol Medzinárodnú školu pre mladých astronómov pri UNESCO, zameranú zvlášť na rozvojové krajinu. Je zakladajúcim (neskoršie čestným) členom redakčnej rady prestížneho časopisu Solar Physics, ktorý vychádza od roku 1967.

Ako autor odborných monografií, encyklopédii, slovníkov a populárno-vedeckých publikácií zúčastnil nielen svoje vedomosti, nevedené jazykové znalosti ale aj dar popularizovať a zaujať čitateľa. Medzi jeho medzinárodné najuznávanejšie diela patrí šesťjazyčný astronomický slovník ešte z roku 1961 (*Astronomical dictionary in six languages*) a neskôr (1990 – 1994) aj jeho rozšírená štvorzávková verzia *Space Sciences Dictionary*, ktorú spracoval spoločne s manželkou Helenou.

Z svoje literárne dielo získal (ako jediný laureát dvakrát) cenu *Littera astronomica* (2002, 2011) a *Nuslou cenu* (2003), ako najvyššie ocenenie ČAS, ktorej je čestným členom. Na jeho počesť bol pomenovaný asteroid (2781) Kleczek.

Širšia verejnosť ho však pozná z množstva prednášok či rozhlasových relácií, kde vždy vedel zaujať a na políčke astronómov iste nechýba *Veľká encyclopédie vesmíru* (2002) či najnovšia, aj multimediálna kniha *Toulky vesmírem* (2013).

Odišla osobnosť, jeden z našich najvýznamnejších astronómov, vynikajúci popularizátor, ktorý vedel mimoriadnym spôsobom sprostredkovať aj ľuďom tajomstvá vesmíru v tých najširších súvislostiach.

Viac informácií v článku na www.szaa.org.

Pavel Rapavý

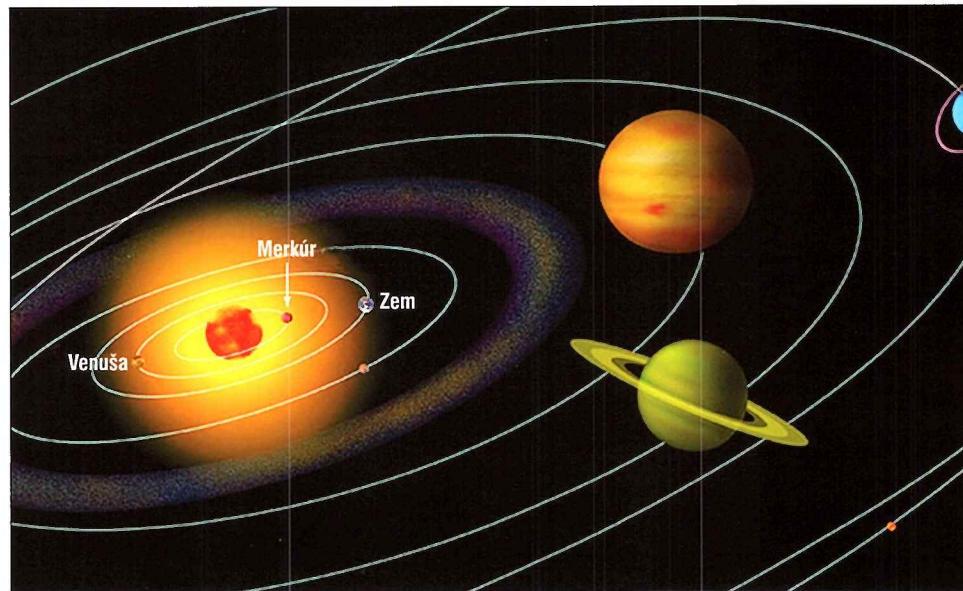


Titiusov-Bodeho zákon - príde vysvetlenie z exoplanét?

Vzdialenosť medzi Marsom a Jupiterom je taká veľká, že už Johannes Kepler predpokladal existenciu ďalšieho telesa v tejto oblasti. Tento názor sa značne rozšíril medzi astronomickou verejnosťou 18. storočia ako dôsledok objavu nemeckého astronóma Titiusa. Johann Daniel Titius žijúci vo Wittenbergu si všimol určité zákonitosti v rozložení vzdialenosťí planét od Slnka. Matematickú formuláciu urobil neskôr Johann Elert Bode v Berlíne, vzťah je dnes známy ako Titiusov-Bodeho zákon (tiež Titiusov-Bodeho rad resp. Titiusovo-Bodeho pravidlo). Ako to už v histórii býva, napriek tomu, že známi sú len tito dva, pravidlo má podstatne dlhšiu história.



Johann Daniel Titius a Johann Elert Bode.



Slnčná sústava.

Čo predchádzalo Titiusovmu-Bodeho zákonom?

Prvá zmienka o postupnosti pripomínajúcej Titiusov-Bodeho zákon (v ďalšom uvádzame ako T-B zákon) sa nachádza v knihe *Základy astronómie*, ktorú vydal v roku 1715 David Gregory. V knihe sa uvádzá: „Keď za jednotku zoberieme desatinu vzdialosti Zeme od Slnka,

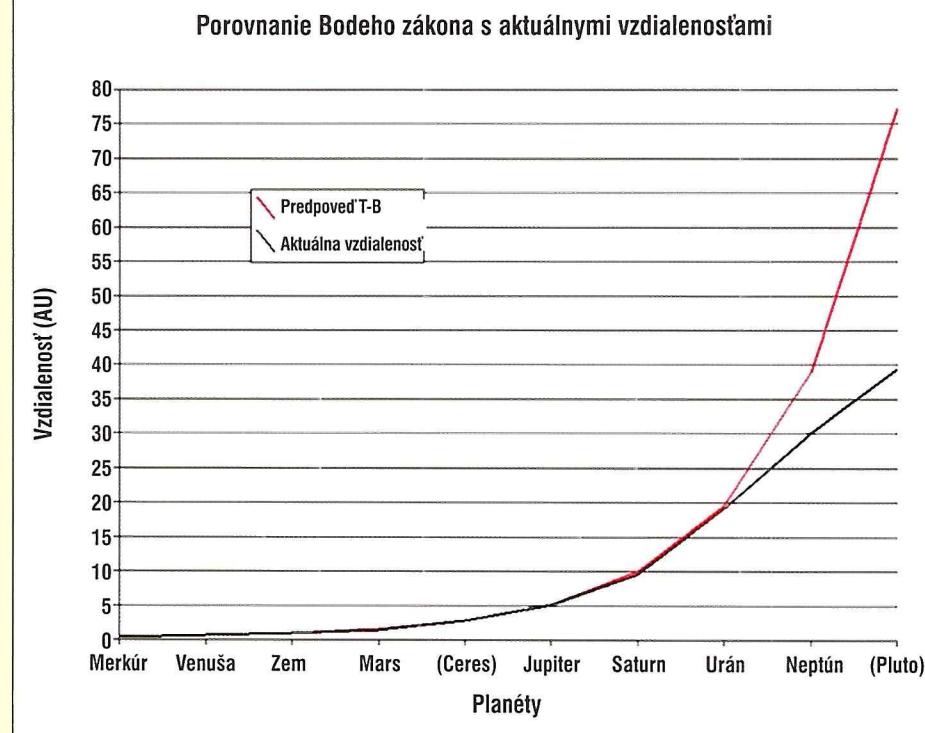
vzdialenosť Merkúru bude asi 4, Venuše 7, Marsu 15, Jupiteru 52 a Saturnu 96.“ V roku 1764 píše Charles Bonnet v knihe *Rozjímanie prírody*: „Poznáme sedemnásť planét, ktoré tvoria našu Slnčnú sústavu (t. j. veľké planéty a ich satelity), ale nie sme si istí, či ich nie je viac.“ Pri preklade Bonnetovej práce v roku 1766 pridal J. D. Titius k tejto vete nepodpísaný dodatok, ktorý bol v ďalších vydaniach presunutý do poznámok pod čiarou: „Rozdelte vzdialenosť od Slnka k Saturnu na 100 dielov, potom Merkúr je 4 diely od Slnka, Venuša 4+3 = 7 dielov, Zem 4+6 = 10 dielov, Mars 4+12 = 16 dielov. Tu však zistíte, že medzi Marsom a Jupiterom dochádza k odchýlke od tohto presného postupu. Nasleduje vzdialenosť 4+24 = 28 dielov, kde zatiaľ žiadna planéta nebola videná. Ako by sa však architekt Pán opustil to miesto prázdné? Vôbec nie. Domnievame sa teda, že tento priestor bezpochyby patrí doteraz neobjaveným (možno satelitom Marsu alebo Jupitera), ktoré neboli doteraz v zahliadnuté v žiadnom ďalekohľade. Za týmto nepreskúmaným priestorom sa nachádza Jupiter vo vzdialenosťi 4+48 = 52 dielov a Saturn 4+96 = 100 dielov.“ V roku 1772 J. E. Bode pri zostavovaní druhého vydania knihy *Návody na spoznávanie hviezdznej oblohy* pridal poznámku, v ktorej doslova citoval vyššie uvedený Titiusov dodatok. Poznámka nemala uvedeného autora, ale v ďalších vydaniach bola pripísaná Titiusovi.

T-B zákon hovorí, že rozloženie veľkých polosí planét vyhovuje vzťahu

$$a_n = 0,3 \times 2^n + 0,4$$

kde „n“ nadobúda hodnoty $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$.

Porovnanie hodnôt podľa T-B zákona a reálnych hodnôt pre telesá známe v čase formulácie T-B zákona:



Porovnanie predpovedaných hodnôt podľa T-B zákona a reálnych hodnôt velkých polosí.

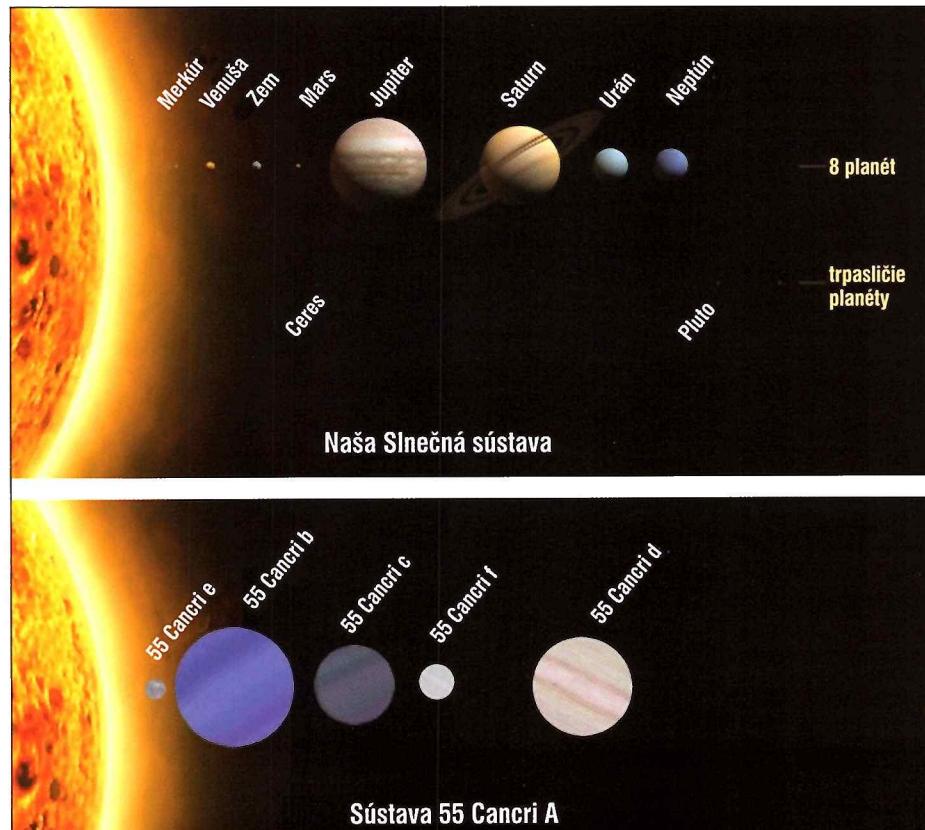


Vesmírny dalekohľad Kepler má významný podiel na objavoch exoplanét.

Planéta	velká polos	
	vypočítaná hodnota [AU]	skutočná hodnota [AU]
Merkúr	0,4	0,39
Venuša	0,7	0,72
Zem	1,0	1,00
Mars	1,6	1,52
?	2,8	—
Jupiter	5,2	5,20
Saturn	10,0	9,54

Z tabuľky vidíme na prvý pohľad ohromujúci súlad – odpovedajúce hodnoty sa líšia o menej ako 5 %. Odhalená postupnosť bola považovaná za zaujímavú bez toho, aby sa jej pripisoval väčší význam. Všetko sa zmenilo v roku 1781, keď bol objavený Urán, ktorý takmer presne doplnil postupnosť (reálna hodnota veľkej polosi je 19,19 AU).

Porovnanie Slnečnej sústavy a sústavy exoplanét pri hviezde 55 Cancri.



proto 19,6 AU podľa T-B zákona). Na základe tohto objavu Bode vyzýval na hľadanie chýbajúcej piatej planéty.

Viera v platnosť T-B zákona bola taká veľká (hoci pravidlo nemalo žiadne fyzikálne odôvodnenie), že v roku 1796 zorganizoval viedenský astronóm Franz Xaver von Zach medzinárodnú konferenciu, na ktorej si európske hvezdárne rozdelili oblohu v oblasti zvieratníkových súhviedzi s cieľom nájsť chýbajúcu planétu medzi Marsom a Jupiterom. Táto viera bola dostatočne veľká na to, aby sa uskutočnila prvá medzinárodná konferencia v dejinách astronómie, na ktorej bola vyhlásená prvá medzinárodná pozorovacia kampaň v dejinách astronómie. Ako sa zopakovalo v dejinách astronómie niekoľkokrát, pripravená akcia nebola úspešná, teleso však predsa bolo nájdené. Teleso pomenované Ceres (dve storočia najväčší známy asteroid, od kongresu IAU v Prahe v r. 2006 trpasličia planéta) bolo objavený Giuseppe Piazziom v Palerme v prvú noc 19. storočia 1. januára 1801 celkom náhodne pri pozorovaní hviezd pre nový hviezdný katalóg. Na základe novej metódy výpočtu dráh nebeských telies vynájdenej pre tento výpočet Gaussom, bola zistená dráha Cerera a samozrejme aj veľkosť veľkej polosi dráhy. Hodnota 2,77 AU bola v takej zhode s hodnotou 2,8 AU očakávanou z T-B zákona, že o jeho platnosti nebolo viac pochyb. Idylku narušilo až objavenie Neptúna v roku 1846, u ktorého sa hodnota veľkej polosi 30,06 AU líšila o takmer 30 % od predpovedanej hodnoty 38,8 AU podľa T-B zákona. T-B zákon bol potom dokonca filozofmi prírodných vied uvádzaný ako príklad mylného uvádzania. Objav Pluta v roku 1930 spochybnil platnosť T-B zákona ešte viac. Pluto mal veľkú polosu diametrálne odlišnú od predpovede, avšak veľmi blízko hodnoty predpovedanej pre Neptún. Objav telesa Eris v Edgeworthovom-Kuiperovom páse bol len klincom do rakvy vykladačov T-B zákona. UKazuje sa však, že nie klincom posledným.

Neexistuje žiadne dobré teoretické vysvetlenie T-B zákona, i keď sú pokusy vysvetliť to kombináciou rezonancii stredného pohybu a nedostatku stupňov volnosti. Podľa tohto by akýkoľvek stabilný planetárny systém mal vysokú pravdepodobnosť, že rozloženie väčších telies bude splňať nejaký vzťah typu T-B zákona. Je to spôsobené skutočnosťou, že rezonancie stredného pohybu od veľkých pohybujúcich sa telies vytvárajú oblasť okolo centrálnej hviezdy (Slnka), v ktorej sú z dlhodobého hľadiska nemožné stabilné dráhy. T-B postupnosť môže byť rovnako len náhoda, a preto niektorí astronómovia odporúčajú používať radšej pojmom T-B pravidlo, a nie T-B zákon (v anglictine uprednostňuj „rule“ pred „law“). Atmosféru ako vedec k verejnosti vníma takéto nepodložené zákony najlepšie dokresluje politika najprestížnejšieho časopisu z tejto oblasti amerického Icarusu, ktorý odmieta priať čo i len na recenzné pokračovanie rôzne vylepšené verzie T-B zákona.

Pomôžu nám s vysvetlením exoplanéty?

Existuje obmedzený počet sústav, v ktorých dnes môžeme testovať platnosť T-B zákona. Napr. štyri najväčšie mesiace Jupitera a najväčší vnútorný mesiac Amalthea sú rozložené pravidelne, ale nie v súlade s T-B zákonom. Rovnakou to je aj v prípade veľkých mesiacov Urána. Vhodným prípadom na testovanie sú extrasolárne sústavy s dostatočným počtom objavených planét. Napr. v sústave 55 Cancri (4 známe extrasolárne planéty) formulovali závislosť podobnú T-B zákonom a predpovedali dokonca vzdialenosť neobjavenej piatej planéty. V tomto prípade však došlo k prehodnoteniu obežnej doby najvnútornejšej planéty sústavy o faktor 4 a zrazu celá závislosť prestala existovať.

Pokusy nájsť podobné vzťahy pre 68 sústav extrasolárnych planét, ktoré urobili T. Bovaird a C. H. Lineweaver (výsledky publikovali v Monthly Notices of the Royal Astronomical Society koncom augusta 2013), však boli úspešné až v 96 % prípadov. Prípadný záver opierajúci sa o toto vysoké číslo má však dve úskalia. Jednak u malého počtu hodnôt (v každej sústave menej ako 8) počítac takmer vždy nájde z veľkého množstva skúšaných možností vyhovujúce riešenie. A nenulová šanca je, že by to našiel aj pre mnohodné zvolené súbory hodnôt. A po druhé, autori si výrazne pomohli tým, že v každej sústave predpokladali aj dosiaľ nezistené exoplanéty na miestach, kde žiadne teleso zatiaľ nebolo objavené, aj keď určite existuje aj možnosť, že v takejto polohе žiadne teleso ani reálne neexistuje a nájdená postupnosť je len fikcia.

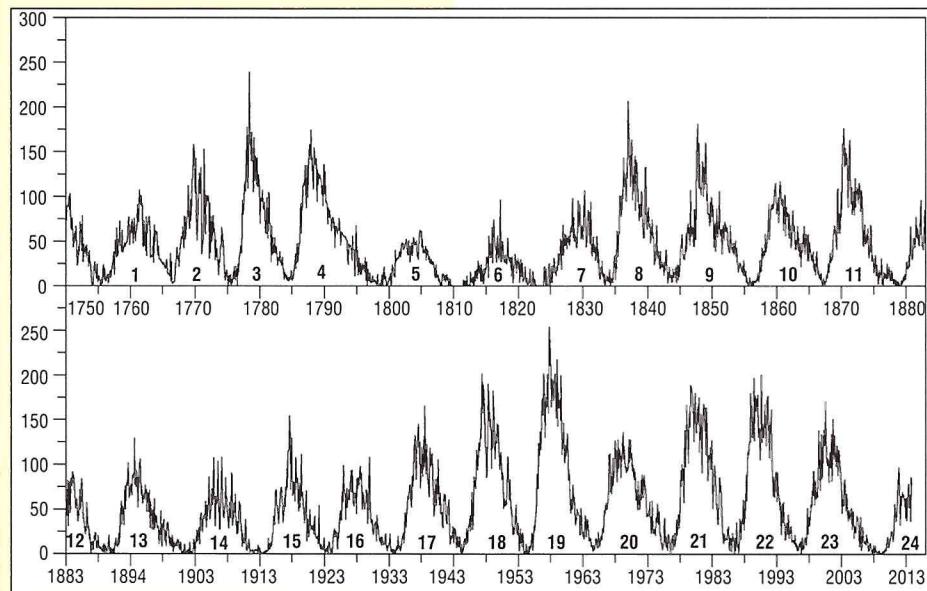
Takže záver sa nuka sám. Zatiaľ sa nepodarilo nájsť žiadne dobré teoretické vysvetlenie, prečo vzdialenosť väčších telies v Slnečnej sústave vyhovujú T-B zákonom (a podobne v extrasolárnych sústavách iným postupnostiam). Nemožno však vylúčiť, že určitá pravidelnosť v rozložení je dôsledkom procesov v pôvodnom prachoplynovom oblaku a/alebo aj neskoršieho pôsobenia rezonancii veľkých telies, ktoré sa v príslušnej planetárnej sústave sformovali ako prvé.

Doc. RNDr. JÁN SVOREŇ, DrSc.
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica

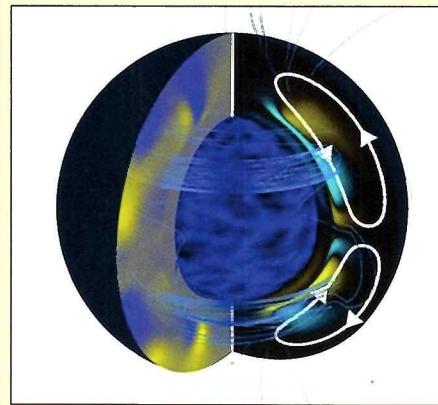
Pre Kozmos
piše RNDr. Milan
Rybanský, DrSc.

O cykle slnečnej

Najzaujímavejšie na slnečnej aktivite je, že podľa astrofyzikálnej teórie vývoja hviezd nemá právo na existenciu. Rotujúcu plazmu s hmotnosťou Slnka, ktorá podlieha gravitácii, pri určitých zjednodušeniacach môžeme súčasne opísat rovnicami, ale vôbec z nich nevyplýnie existencia škvŕn, protuberancií, erupcií, ďalekého ultrafialového žiarenia, a vlastne vôbec nič, čo definujeme ako slnečnú aktivitu. A pritom štúdium týchto procesov je hlavnou náplňou slnečnej fyziky.

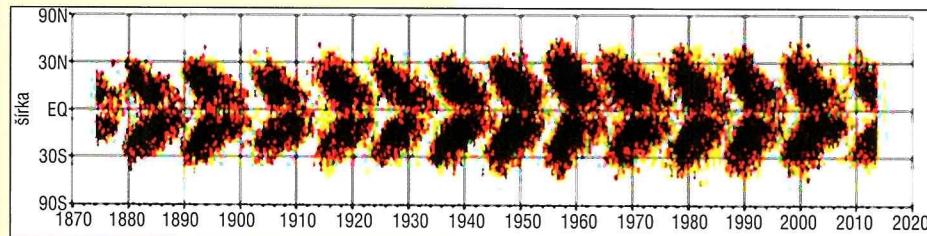


Obr. 1



Obr. 4

Obr. 2



30 * Kozmos 1/2014

Viac ako 200 rokov od Galileových čias predstavovali ním objavené slnečné škvŕny jediný prejav slnečnej aktivity. Spektrálne pozorovania v polovici 19. storočia pridali ku škvŕnám protuberanciam a od roku 1859 aj slnečné erupcie. Skutočnosť, že početnosť výskytu škvŕn kolísala približne v desaťročnom cykle, postrehol nemecký lekárnik Schwabe okolo roku 1830. Ďalej sa problém ujal švajčiarsky astronóm Wolf, ktorý zhromaždil staršie dátá o pozorovaníach škvŕn a navrhol mierku pre hodnotenie úrovne aktivity – známe *Wolfovo číslo* (*R*). Určuje sa z cel-

jeho priebehu veľmi dobre koreluje s celkovou plochou, ktorú zaberajú slnečné škvŕny – do určitej miery to vyjadruje celkové magnetické pole – ďalej s celkovým rádiovým tokom Slnka, meraného na frekvencii 2 800 MHz (merací rad existuje od roku 1947), s variáciami ďalekého ultrafialového žiarenia (medzi 1 a 100 nm, označované EUV) a vlastne s variáciami všetkých úkazov, ktoré charakterizujú slnečnú aktivitu.

Od roku 1908 sa na základe tzv. Zeemanovho javu merali magnetické polia škvŕn a zistilo sa, že vedúca škvŕna skupiny škvŕn má opačnú polaritu na severnej a južnej pologuli Slnka, pričom sa v susedných cykloch polarity striedali.

Ako v každej vednej oblasti, nasledovali pokusy o vysvetlenie. Už tieto úvodné pozorovania viedli k elektromagnetizmu. Medzitým sme získali obrovské množstvo dodatočných informácií. V priebehu dvadsiateho storočia sa napokialo obrovské množstvo pozemských a od jeho polovice aj kozmických pozorovaní Slnka v celom rozsahu elektromagnetickeho spektra. Boli skonštruované mnohé nové prístroje, a ako sa často hovorí – dejiny vedy sú dejinami nových prístrojov. Lyotov koronograf (1930) umožnil pozorovať niektoré javy v koróne aj mimo okamihov úplných zatmení, Babcockov magnetograf (od roku 1955) zase merať magnetické polia na porchu Slnka a fotometre pre ultrafialovú a röntgenovú oblasť (približne od r. 1960) umožnili merať úroveň žiarenií v týchto spektrálnych oblastiach, ktoré sú najlepším indikátorom variácií slnečnej aktivity.

Približne od roku 1955 sa začali na observatóriu Mount Wilson zhotovovať mapy tzv. pozadového magnetického pola Slnka. Ich analýza v mnohých prácach, ale najmä v prácach Howarda a Bumbu a s použitím Alfvénových a Cowlingových teoretických záverov, viedla k vytvoreniu hypotezy mechanizmu cyklu slnečnej aktivity.

Posledná verzia tejto hypotezy je opísaná v prácii D. Hathawaya z Marshallovo centra NASA v roku 2012 (Astrophys. J. **760**, 84). Podľa nej sa drobné (rádovo 1 000 km) zmagnetizované plazmové prvky presúvajú počas cyklu slnečnej aktivity na povrchu Slnka k pólom a pod povrchom (v hĺbke cca 50 000 km) opačným smerom, od pólov k rovníku. Väčšie plazmové útvary, ako sú supergranuly (rádovo 30 000 km) alebo slnečné škvŕny, sa presúvajú „proti prúdu“, k rovníku. Tak vzniká napr. „motýlikový diagram“ slnečných škvŕn.

Na obrázku 3 sú znázornené výsledky pozorovania magnetometra na Mount Wilson za obdobie 1986 – 2004 podľa práce R. K. Ulricha a J. E. Boydena (Astrophys. J. **620**, L123 (2005)).

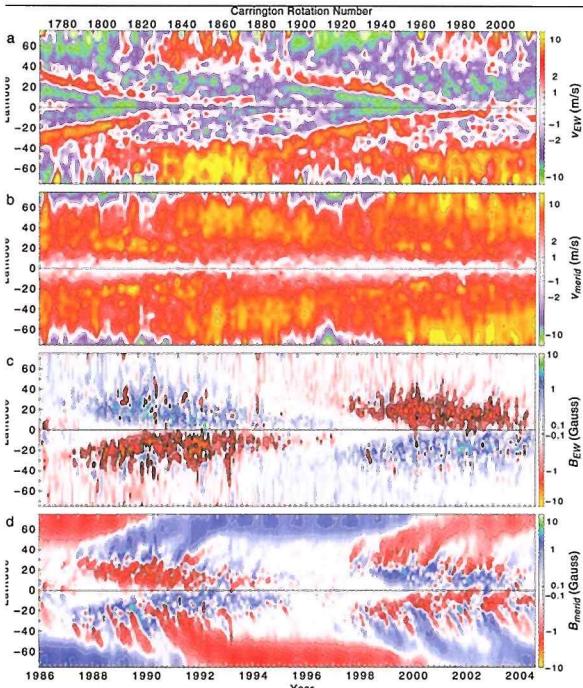
Na obr. 3 a, b, c, d sú znázornené rýchlosťi povrchových vrstiev azimutálne a meridionálne a zložky magnetickej indukcie pozadového magnetického pola.

Spomínaná hypoteza je výsledkom interpretácie takýchto pozorovaní. Z obrázkov b a d vidíme, že štruktúry na povrchu Slnka sa pohy-

aktivity

bujú prevažne k pólo. Intenzita meridionálneho prúdenia určuje veľkosť polárneho magnetického poľa Slnka aj intenzitu cyklu slnečnej aktivity (výšku cyklu podľa relatívneho čísla). Rýchlosť prúdenia je väčšia okolo minima cyklu.

Pretože nepozorujeme nahromadenie hmoty a poľa na póloch, usudzujeme, že okruh prúdenia je uzavretý pod povrchom. Priame pozorovanie podpovrchového prúdu sa (zatiaľ?) nedá uskutočniť.

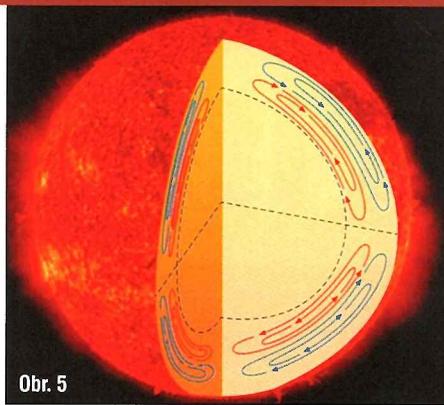


Obr. 3

Tu prišli na pomoc metódy helioseismológie, ktoré nepriamo umožňujú určiť vlastnosti podpovrchových vrstiev z korelovaných priebebov oscilácií na povrchu Slnka. Metódu opísali už v roku 1993 Duvall, Jefferies, Harvey a Pomeranz (Nature, 362, 430). Prvé výsledky získali využitím obrázkov MDI družice SOHO. Výsledkom bola vyššie spomínaná hypotéza, ktorú ilustruje obr. 4.

Lepšie rozlíšenie, a teda aj výsledky sa dosiahli s využitím prvých dvoch rokov pozorovaní družice SDO, ktorá je na obežnej dráhe od roku 2010.

Hlbšie preniknutie do vnútra Slnka podkopal výšie uvedený model, ktorý opisuje správanie našej hviezdy. Namesto pohybu v jedinom okruhu od rovnika k pólu a naspäť, plazma (a s ňou združené magnetické pole) prúdi najmenej cez dva okruhy (obr. 5). Junwei Zhao so spoluautormi (Stanford University) píše o tom v Astrophysical Journal Letters (10. septembra 2013). Povrchové vrstvy až do hĺbky $0,91 r_{\odot}$ sa presúvajú smerom k pólo rýchlosťou okolo 15 m/s. Pod touto hranicou až do $0,82 r_{\odot}$ má prú-



Obr. 5

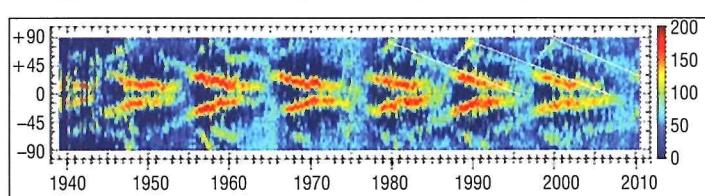
denie opačný smer, teda k rovníku a ešte hlbšie sa zase smer prúdenia mení na smer k pólu. Dolná hranica tohto okruhu je neistá.

Slnečný fyzik David Hathaway (NASA/Marshall Space Flight Center) vyhlásil, že údaje sú pre ním formulovanú hypotézu „katastrofické“: „Zistili sme, že naše modely dynamy musíme zásadne prepracovať.“

Myslím si, že pokiaľ ide o postup výskumu mechanizmu slnečnej aktivity, niet dôvod na znepokojenie. Výskum v mnohých kolektívach prebieha normálnou (teda systematickou) cestou. Výsledky sú však zatiaľ nepatrné, hoci sa získavajú pri nasadení obrovských prostriedkov. Dôkazom tohto tvrdenia môže byť aj „kvalita“ predpovedi priebehu cyklov, o ktorých sme viackrát písali. Aj v súčasnosti sme v rozpakoch. Ak by sa niekoľ opýtal: „bude aktivity stúpať, alebo klesať?“, tak nevieme odpovedať. Zdá sa, že maximum bolo koncom roku 2011, avšak odvtedy sice aktivity poklesla, ale nevýrazne, a pohybuje sa už dva roky na akejsi priemernej, skôr nižšej úrovni.

Je nutné poznamenať, že hypotézu mechanizmu cyklu treba ešte dať do súladu s tzv. *predĺženým cyklom slnečnej aktivity* (17 – 18 rokov), ktorý vyplýva zo spojenia pozorovaní škvŕn, protuberancí, koróny a magnetických polí, a spomínané hypotézy meridionálneho prúdenia tieto skutočnosti nezohľadňujú.

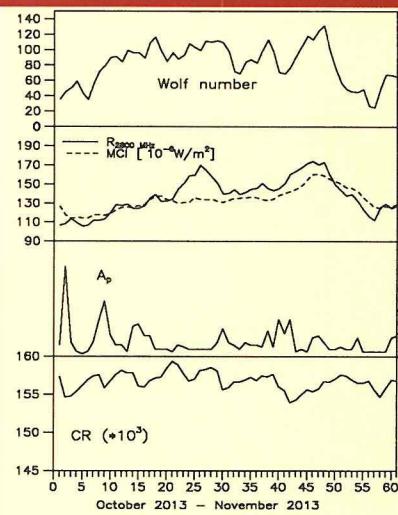
Na obrázku 6 je časový priebeh šírkového rozdelenia lokálnych maxímov intenzít koronálnej čiary 530,3 nm. Slabou bielou čiarou je znázornený schematický priebeh cyklu. Najsilnejšie in-



Obr. 6

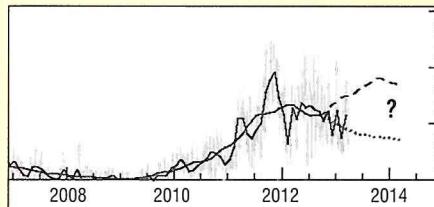
tensiity sú v okolí výskytu škvŕn, ktoré sa napr. v roku 1986 začínajú zjavovať v šírkach okolo 40° a potom sa presúvajú k rovníku. Avšak z týchto pozorovaní sa zdá, že z toho miesta sa začína ešte jedna vetva, ktorá smeruje k pólu. A zdá sa, že začiatok hlavnej vetvy pred rozvetvením sa nachádza 6 – 7 rokov predtým na póloch. Objasnenie príčiny takého priebehu sa musí objavíť v teórii mechanizmu cyklu.

MILAN RYBANSKÝ



Slnečná aktivita

Priebeh slnečnej aktivity podľa obrázku má stále charakter prechodného obdobia a zodpovedá fáze cyklu v období jeho poklesu. Ako však pišem v článku Astronomický sprievodca 19, nevieme určiť, či sme už po maxime slnečnej aktivity, alebo pred ním. Ak si spomenieme na obrázok z apríla 2013, bol tam na konci otázník, tak myslím, že ho tam zatiaľ ešte môžeme nechať.



Povieme si niečo o plánoch kozmického výskumu do budúcnosti. NASA aj ESA plánujú sondy, ktoré sa majú pozrieť na Slnko zblížša.

ESA plánuje vyslať sonda **Solar Orbiter** k Slnku v januári 2017. Má pozorovať Slnko 7 rokov z eliptickej dráhy, pričom sa k nemu bude približovať až na vzdialenosť 60 slnečných polomerov (0,284 AU).

Názov sondy NASA je **Solar Probe Plus** a má štartovať v roku 2018. Bude sa pohybovať po pretiahnutej eliptickej dráhe s dobu obehu 88 dní. Bude sa približovať k Slnku až na vzdialenosť 8,5 slnečných polomerov (0,034 AU, alebo $5.9 \cdot 10^6$ km). Na približenie využije gravitačné pôsobenie Venuše, v blízkosti ktorej dojde k zmene dráhy sondy. V periheliu bude intenzita



slnečného svetla 520-krát väčšia ako pri Zemi. Rýchlosť sondy v periheliu bude okolo 200 km/s, čo je najväčšia rýchlosť objektu, ktorý zhotovil človek.

- Výskumný program obidvoch sônd je veľmi podobný:
- zistiť tok energie, ktorá zohrieva korónu a urýchľuje slnečný vektor;
 - zistiť mechanizmus urýchľovania energetických častic;
 - preskúmať prachovú plazmu v blízkosti Slnka a jej vplyv na slnečný vektor.

Milan Rybanský

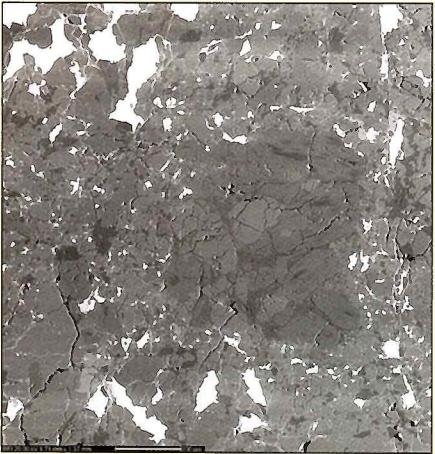
Meteorit Košice:



J. Tóth našiel prvý úlomok.



Jeden z väčších úlomkov v porovnaní s dvojeurovou mincou.



Meteorit Košice – chondra, zväčšenie 70×.

Od najväčšieho po najmenší.



14 (2010.02.28. 23:29:43.648)

Bolid Košice na videu z Maďarska.

- **Pred 4,7 miliardami rokmi** – v prachovoplynnom oblaku pri mladej hviezde, ktorú dnes nazívame Slnko, sa sformovali planetozimály, ktoré sa zakrátko pospájali do planét a asteroidov.
- **Pred približne 0,5 – 3 miliónmi rokmi** – po zrážke dvoch asteroidov sa malý úlomok s priemerom 1,25 metra (cca 3 500 kg) vydal z centrálnej (a~2,7 AU stabilne na 100 000 rokoch) časti pásmu asteroidov na samostatnú cestu Slniečnonu sústavou.
- **28. februára 2010 o 23:24:46 SEČ** – veľmi jasný meteor – bolid – osvetlil nočnú oblohu nad Strednou Európou. Napriek neskorej nočnej hodine množstvo ľudí v okruhu niekoľkých stoviek kilometrov hlásilo nezvyčajne jasný úkaz. Prebiehal práve finálový zápas olympijského turnaja v hokeji. Svetlo z bolidu preletajúceho atmosférou osvetlilo ulice a cez okná preniklo do bytov. Na niektorých miestach východného Slovenska a severného Maďarska bolo počut dunenie podobné hromu alebo výbuchu, čo na-
- značovalo uvoľnenie energie v podobe zvukových vĺn. Kvôli oblačnosti a daždovým prehánkam nepracovali v čase preleta bolidu opticke záznamové zariadenia Európskej bolidovej siete (riadenej P. Spurným z Astronomického ústavu AV ČR) v Čechách a na Slovensku (Modra, Lomnický štít) a ani Slovenskej video siete na pozorovanie meteorov (Univerzita Komenského v Bratislave). Na prvý pohľad sa zdalo, že nebudú dostupné žiadne vedecké dátá o prelete nezvyčajne jasného telesa medziplanetárnej hmoty. Napriek oblačnosti pracovali rádiometrické senzory na 7 automatických bolidových staniciach v ČR (6) a v Rakúsku (1). Vizuálne zaznamenal let bolidu pred vstupom do oblakov M. Bareš z Plzne vzdialenej 600 km.
- **1. marca 2010** – z Čiech a Rakúska boli na rannej oblohe odtofografované zvyšky po prelete bolidu atmosférou vo forme jemných prachových oblakov.
- **1. marca 2010** – vedúci Európskej bolidovej siete P. Spurný určil zo záznamov rádiometrov čas, trvanie a približnú jasnosť bolidu, ktorý bol viac ako 1 000× jasnejší ako Mesiak v splne.
- **1. marca 2010** – objavil sa prvý videozáZNAM pádu bolidu zo súkromnej bezpečnostnej kamery z Maďarska – z dedinky Őrkény (D. Fazzi a G. Vass) juhovýchodne od Budapešti.
- **2. marca 2010** – v obci Bretka (okres Rožňava) vznikol veľký poplach, keď nálezuchitví záujemci chceli začať prekopávať okraj lesa, kde mali meteority podľa oznamenia niektorých médií spadnúť. V najbližšom týždni sa objavilo množstvo hlásení o nálezoch meteoritov z oblasti juhu stredného a východného Slovenska (Rožňava, Slánske vrchy, Bukovec, atď.) – všetky boli falosné.

kronika úspešného hľadania meteoritu s rodokmeňom

- **3. marca 2010** – objavil sa druhý videozáznam pádu bolidu zo súkromnej bezpečnostnej kamery z Maďarska – z dedinky Telki (kontaktné osoby K. Szarneckzy a L. Kiss) západne od Budapešti. Obidve videá priamo zachytili prelet bolidu a dali sa použiť na výpočet jeho dráhy.
- **4. marca 2010** – prostredníctvom J. Tótha a amatérskeho spolupracovníka T. Csörgeia sa kalibráne údaje vykonané A. Igazom a spolupracovníkmi z Maďarskej astronomickej asociácie dostali k J. Borovičkovi z AsÚ AVČR, Ondrejov, ktorý je jedným z najlepších špecialistov vo svete na určenie dráhy bolidov z videozáznamov.
- **4. – 5. marca 2010** – množia sa svedectvá ľudí, ktorí pozorovali mimoriadne jasné úkaz cez oblaky z celého juhovýchodného Slovenska. Najvzdialenejšie svedectvá sú z Tatier (L. Scheirich a J. Kubovčík), najbližšie R. Grega z Opinnej a Ing. Kramarič zo Šace, ale aj z Vyšného a Nižného Klátova. Jav (jasné svetlo) pozorovali aj zo západného Slovenska, Maďarska, Poľska, zvukové efekty v okruhu približne 100 km, tlakové efekty (zmena tlaku v ušiach) v blízkom Jasove.
- **11. marca 2010** – na základe predbežnej analýzy údajov z Maďarska potvrdzuje J. Borovička predchádzajúce očakávania, že časť telesa prežila let atmosférou a dopadla na Zem vo forme meteoritov. Miesto dopadu spoločne s P. Spurným ešte stále spresňujú.
- **12. marca 2010** – J. Tóth a L. Kornoš z Katedry astronómie, fyziky Zeme a meteorológie FMFI UK v Bratislave konfrontovali svedectvá ľudí v okolí Košíc, ktorí videli alebo počuli prejavy bolidu, s predbežne vypočítanou spádovou oblasťou. Dôveryhodné pozorovanie bolo zo Šace (Ing. Kramarič).
- **16. marca 2010** – J. Borovička po detailnej analýze a výpočtoch určil trajektóriu letu. Teleso letelo nad Slovenskom zo západu na východ. Vo výške 35 km nad povrchem došlo k najväčšej explózii, pri ktorej sa veľká časť telesa rozpadla. Ale malá časť hmoty sa postupne brzdila a dopadla na zem vo forme meteoritov západne od Košíc. Všetky predchádzajúce médiálne zverejnené informácie o údajných meteoritoch (obec Bretka, Rožňava, nádrž Ružín, východne od Košíc) sa nezakladali na pravde alebo precíznych výpočtoch.
- **16. marca 2010** – seizmológ P. Kalenda z Ostravy na základe seizmických dát zo Slovenska, Maďarska a Poľska dostał zhodu s výsledkami z videí na 2 km a nezávisle potvrdil trajektóriu J. Borovičku.
- **20. marca 2010** – prvá spoločná expedícia na hľadanie meteoritov zorganizovaná J. Svoreňom (Astronomický ústav SAV – 9 ľudí) a J. Tóthom (FMFI UK – 4 ľudia). Priniesla definitívne potvrdenie výpočtov, keď najprv J. Tóth a potom D. Buzová našli severovýchodne od obce Vyšný Kláštor prvé 2 úlomky vzdialené vzájomne približne 100 metrov.
- **21. marca 2010** – expedícia Astronomického ústavu SAV pod vedením J. Svoreňa (8 ľudí) našla v hornej časti Čermelského údolia ďalších 11 úlomkov. V pomerne ľahkom a málo prehľadnom teréne bolo našou veľkou výhodou, že me-

teority spadli na konci zimy do čerstvo napadenutého snehu. Ten sa sice do nášho prvého hľadania roztopil, ale pribrzdil padajúce úlomky, takže mnohé sme našli na lístí, čo v inom ročnom období by nebolo možné.

- **23. – 25. marca 2010** – spoločná expedícia pod vedením J. Tótha a P. Spurného za účasti astronómov z Čiech a Maďarska. Zúčastnili sa aj pracovníci hvezdárni v Žiari nad Hronom, Banskej Bystrici, Žiline a Kysuckom Novom Meste. Počas tejto 3-dňovej expedície sa podarilo nájsť 47 meteoritov, medzi inými aj najväčší fragment. Najväčší s hmotnosťou 2,16 kg našla T. Krejčová, doktorandka Astronomického ústavu SAV, v rozbahnennom teréne na lúke využívanej na jazdenie koní.
- **28. marca 2010** – štvrtá expedícia organizovaná J. Svoreňom za účasti 7 hľadačov z Astronomického ústavu SAV. Spolu boli nájdené 3 úlomky, vrátane druhého najväčšieho úlomku zo všetkých častí meteoritu Košice. Úlomok s hmotnosťou 316 g našiel J. Koza v strmom svahu. Meteorit zjavne neležal na mieste svojho dopadu, ale po dopade sa kotúčil dole svahom, kde sa zakliesnil za kmeň spadnutého stromu.
- **29. marca 2010** – ukončená prvá analýza (J. Haloda z Českej geologickej služby).
- **30. marca 2010** – zistená prítomnosť kozmogénnych izotopov, ktoré jednoznačne potvrdili mimozemský pôvod (P. Povinec).
- **31. marca 2010** – tlačová konferencia Astronomického ústavu SAV a Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK. V Starnej Lesnej astronómovia ukázali prvých 60 úlomkov. Situácia vo verejnosti sa potom čiastočne upokojila, keďže média konštatovali, že astronómovia meteory už vyzbierali.

- **3. apríla 2010** – individuálne hľadanie Š. Gajdoša, ktorý našiel na turistickom chodníku (hrebeň medzi Alpínkou a V. Klátovom) 2 meteority; druhý mal 247 g.

- **6. – 8. apríla 2010** – Piata expedícia organizovaná J. Tóthom spolu s kolegami z FMFI UK a hvezdárň (S. Kaniansky) v počte 15 – 16 členov, zameraná na širšie mapovanie pádovej oblasti, zvlášt v najvzdialenejších severo-východných časťach nedaleko Kavečian. Našli sa 4 meteority, najvzdialenejší 5 km od prvého nálezu pri V. Klátovе.

- **8. apríla 2010** – hľadanie 2 pracovníkov Astronomického ústavu SAV sa zameralo na obývané a udržiavané plochy v rekreačnej oblasti okolo výletného strediska Alpínska. Boli nájdené 2 úlomky.

- **v máji – septembri 2010** – ukončené viaceré významné analýzy:

P. Povinec: detegovaných 8 kozmogénnych izotopov, stanovená hĺbka jednotlivých meteoritov v pôvodnom meteoroidnom telesu, odhadnutá veľkosť, ktorá je porovnateľná s odhadom J. Borovičku.

D. Ozdín: viaceré vzorky súhlasia s mineralogiou prvého meteoritu od J. Halodu, čiže je to obyčajný chondrit, málo zvetralý (prirodene – čerstvý pád), šoková metamorfóza 15 – 20 GPa – materiál prekonal viaceru kolíznych udalostí, zároveň vysoký stupeň tepelnej premeny ty-



Meteorit v lesnom lístí.



Nález na ľade.



Odlomený kúsok, nájdený na susednom liste.

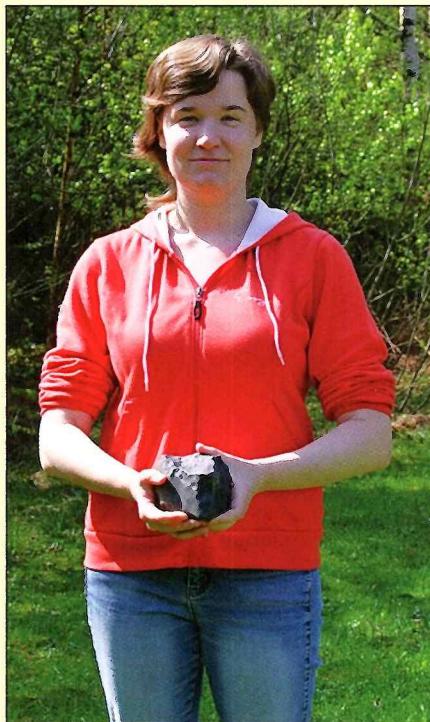
Meteorite "Košice"- the fall in Slovakia

J. Tóth, J. Svoreň, J. Bošeník, P. Spurný, A. Igaz, V. Páročka, P. Povinec, A. Kováč, L. Komňák, I. Hrubáč, Z. Králiková and P. Vorel

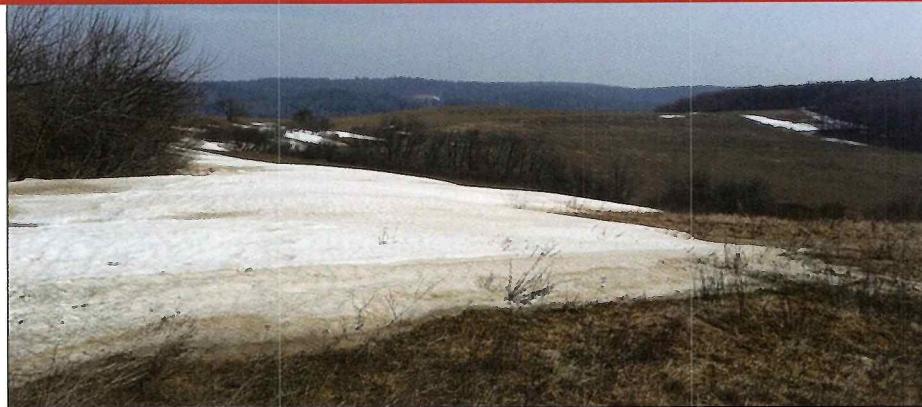
Abstract
On February 20th at 21:14 UTC a bright fireball registered the entry over the Czech Republic. Despite the one kilometer length of the path it was visible through the whole country. The fireball exploded about 10 km above the ground and the energy released was estimated to be equivalent to some dozens of kilotonnes of TNT. The fireball was tracked by several cameras and the path was calculated. The first meteorite was recovered on March 03rd in the morning. The meteorite was found in a forest near the village of Kameňany, Slovakia. It weighed 2.16 kg. The second meteorite was recovered on March 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 316 g. The third meteorite was recovered on March 23rd in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of Š. Gajdoš, Slovakia. It weighed 247 g. The fourth meteorite was recovered on April 03rd in the morning. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 214 g. The fifth meteorite was recovered on April 06th in the morning. The meteorite was found in a forest near the village of Š. Gajdoš, Slovakia. It weighed 150 g. The sixth meteorite was recovered on April 08th in the morning. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The tenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The eleventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twelfth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fourteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The seventeenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The eighteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The nineteenth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twentieth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-first meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-second meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-third meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-fourth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-fifth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-sixth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The twenty-ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirtieth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-first meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-second meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-third meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-fourth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-fifth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-sixth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The thirty-ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-first meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-second meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-third meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-fourth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-fifth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-sixth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The forty-ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-first meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-second meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-third meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-fourth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-fifth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-sixth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The fifty-ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-first meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-second meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-third meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-fourth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-fifth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-sixth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-seventh meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-eighth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The sixty-ninth meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-two-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-three-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-four-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十-five-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The七十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十八-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十九-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十-one-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十二-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十三-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十四-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十五-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十六-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in a forest near the village of V. Klátov, Slovakia. It weighed 150 g. The八十七-meteorite was recovered on April 08th in the afternoon. The meteorite was found in



Prvý a štvrtý panel náučného chodníka vo Vyšnom Klátuve.



T. Krejčová našla najväčší kus meteoritu.



Terén počas prvého dňa hľadania.

pický pre petrologický typ H5, prítomnosť rôznych typov chondrúl, Fe-Ni inkluzie, nájdené viaceré minerály typické pre chondrity, urobená celková chémia.

P. Weiss: podobné, porovnatelné výsledky ako D. Ondín, ale metódou laserovej plazmovej ablácie.

T. Kohout: magnetická susceptibilita, celková ($3,43 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a mineralogická ($3,79 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) hustota, poréznosť (4 – 16 % z objemu) – celkovo 67 fragmentov meraných, čo je najviac z pozorovaných pádov meteoritov. Všetky fragmenty sú konzistentné, čo naznačuje, že Košice sú homogénne, čo sa týka typov jednotlivých fragmentov, hoci pôvodné teleso mohla tvoriť monomiktná brekcia, ktorá sa rozpadala pri prelete atmosférou už pri nízkych dynamických tlakoch.

● **24. – 28. mája 2010** – na medzinárodnej konferencii Meteoroids 2010 konanej v Breckenridge, Colorado, USA, bola astronomická verejnosť prvý raz roznámená s úspešným príbehom meteoritu Košice v príspievku *Meteorite Košice – the fall in Slovakia*.

● **4. – 6. augusta 2010** – siesta expedícia organizovaná J. Tóthom spolu s kolegami z FMFI UK a hvezdárň (S. Kaniansky) v počte 14 – 16 členov, zameraná na širšie mapovanie pádovej oblasti, zvlášť v severo-západnej časti nedaleko Jahodnej. Našlo sa 5 meteoritov. Meteority neboli viac zvetrané ako na jar, stále vyzerali ako čerstvý pád.

● **5. – 7. októbra 2010** – bola organizovaná záverečná spoločná expedícia roka 2010 za účasti hľadačov z Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK, Astronomického ústavu SAV, Astronomického ústavu AV Českej republiky a pracovníkov hvezdárni zo Slovenska (Košice, Žiar nad Hronom, B. Bystrice, Kysucké Nové Mesto) v počte 19 členov. Prehľadávané svahy západne od Alpíny. Len jeden nález meteoritu Z. Krišandovou – doktorandkou AÚ SAV. Spolu sa našlo 79 meteoritov s celkovou hmotnosťou 4,33 kg v rozmedzí od 0,57 gramu po 2,16 kg. Celkovo hľadalo 34 osôb s priemerným počtom 2,6 nálezov na osobu od 0 do 9 úlomkov najúspešnejšieho nálezcu J. Kozu a približne 0,5 nálezu na osobu a deň (cca 10 hodín hľadania). Posledný úlomok bol nájdený v októbri 2011. Ďalšie nálezy sa objavili na internete vďaka nelegálnym zberačom meteoritov, najmä z Poľska. Priemerná hmotnosť úlomku vysla 57 g, medián hmotnosti 9,3 g, charakteristický rozmer $2,3 \times 1,8 \times 1,4 \text{ cm}$. Veľký rozdiel medzi priemerom mediánom v hmotnostiach svedčí o malom počte veľkých úlomkov a mimoriadne veľkom počte drobných kusov. Celkový počet nájdených meteoritov vrátane neoficiálnych je 218 ks, hmotnosť 11,3 kg.

● **27. júna 2011** – meteorit bol oficiálne zaregis-

trovaný Meteoritical Society. Nálezy úlomkov sa vyskytovali v katastrálnych územiac od Vyšného Klátova po Kavečany. Najväčší úlomok bol nájdený v katastri Košice, a preto aj návrh pre Meteoritical Society bol, aby meteorit dostal meno Košice, čo bolo akceptované.

- **7. – 12. augusta 2011** – prezentácia príspevku *Meteorite Košice – the Fall and Recovery in 2010* na 74 výročnej konferencii Meteoritical Society v Greenwichi, Veľká Británia.
- **25. – 28. októbra 2011** – posledná oficiálna expedícia z FMFI UK, 6 účastníkov a 4 detektory kovu. Nájdený jeden 6,5 g meteorit pod lístím, bez známok zvetrania po 1,5 roku od pádu.
- **16. – 20. mája 2012** – prezentácia príspevku *The Košice Meteorite – Recovery and Analyses* na konferencii Asteroids, Comets, Meteors 2012 v Niigata v Japonsku.
- **v roku 2012** – autori tohto článku pripravili text pre 8 tabúľ náučného chodníka, ktorý bude v blízkosti obce Vyšný Klátov informovať o páde meteoritu Košice a turistom vysvetliť aj mnohé súvisiace otázky z oblasti medziplanetárnej hmoty.
- **23. – 28. septembra 2012** – prezentácia príspevkov *Košice meteorite – overview of analyses* a *Košice meteorite – recovery and the strew field* na European Planetary Science Congress v Madride v Španielsku.
- **10. apríla 2013** – v časopise Meteoritics and Planetary Science vyšiel hlavný článok o meteorite Košice. V článku s názvom *The Košice meteorite fall: Atmospheric trajectory, fragmentation, and orbit* uvádzá J. Borovička so spoluautormi základné údaje o atmosférickej dráhe a fragmentácii meteoroidu v atmosfére. Bola tiež určená heliocentrická dráha pred vstupom do atmosféry Zeme a vzdialenosť afélia $4,5 \pm 0,5 \text{ AU}$, čo znamená najväčšiu vzdialenosť zo všetkých známych meteoritov s rodokmeňom. Na svete je nájdených okolo 40 000 meteoritov, ale z toho len 14 malo v čase nálezu meteoritu Košice doteraz určenú dráhu, takže vieme, z ktorej časti Slnenej sústavy k nám prišli. Meteorit Košice je 15. prípadom meteoritov s rodokmeňom, prvým na Slovensku. Od posledného pozorovaného pádu meteoritu na Slovensko, ktorého dráha sa vtedy nedala určiť, prešlo 115 rokov.
- **v roku 2014** – meteority budú uložené v múzeách v Bratislave, Prahe, Budapešti a Košiciach a v profesionálnych astronomických inštitúciách AsÚ SAV Tatranská Lomnica a Katedry astronómie, fyziky Zeme a meteorológie FMFI UK v Bratislave, kde bude prebiehať ich ďalší výskum.

Doc. RNDr. JÁN SVOREŇ, DrSc.,
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica
RNDr. JURAJ TÓTH, PhD.,
Univerzita Komenského, Bratislava



Účastníci prvej expedície s dvoma nálezmi.

KOLOS 2013

Kolonický seminár mal vlni (5. – 7. 12. 2013) už svoj 8. ročník. Vzhľadom na jeho zameranie by však asi bolo vhodnejšie pomenovať medzinárodná konferencia, ktorú organizuje Vihorlatská hvezdáreň v Humennom, tohto roku aj v spolupráci so SZA, SAS pri SAV, PF UPJŠ v Košiciach a NF Teleskop.

V prôlome konferencie na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle bol uvedený do pre-vádzky nový automatizovaný dalekohľad PF UPJŠ, pásku slávnostne prestrihol prodekan doc. Jaščur. Špičkový 20'' dalekohľad systému Dall-Kirkham na mohutnej paralaktickej montáži bude určený predovšetkým na fotometriu. Je príjemné sa na takýto prístroj pozrieť, dotknúť sa ho, no a samozrejme s ním pozorovať.

Tak ako ľudia, aj niektoré dalekohľady dostávajú svoje mená, a keď bolo oznámené, že tento bude mať meno Žiga, v planetáriu sa ozval spontánny potlesk. Žiga (dr. Žižňovský), ktorý nás nedávno opustil (Kozmos 4/2013), bol našim dobrým priateľom i kolegom.

Seminár KOLOS bol rozdelený do 4 tematických

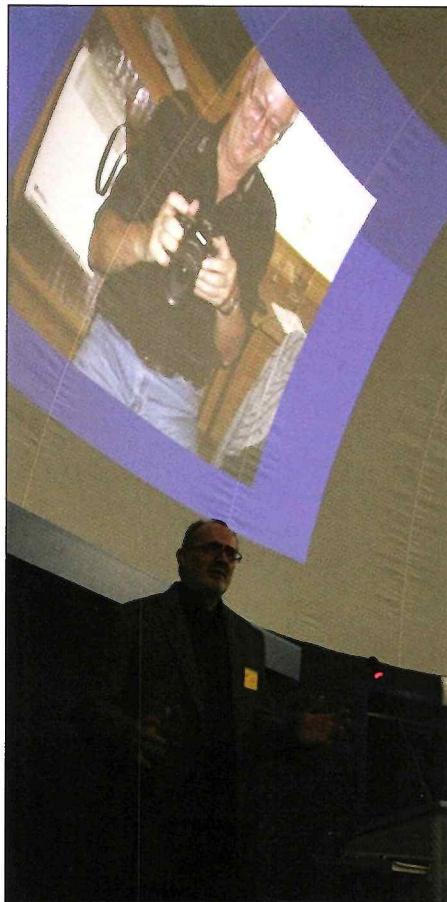


Doc. Š. Parimucha (muž v čiernom) s radosťou hovorí o ich 508 mm dalekohľade Dall-Kirkham.

22. celoštátny slnečný seminár

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove organizuje 22. celoštátny slnečný seminár s medzinárodnou účasťou, ktorý sa uskutoční v dňoch 26. – 30. mája 2014 v hoteli ARMAN v Nižnej nad Oravou.

Cieľom seminára je prezentovať nové výsledky slnečnej fyziky a z oblasti vztahov Slnko – Zem ako i poskytnúť prehľad o súčasnom stave vo vybraných oblastiach slnečnej fyziky a geofyziky. Samostatný priestor bude venovaný prezentácií prác študentov a doktorandov univerzitných a akademických pra-



Dr. I. Kudzej oznamuje, že nový dalekohľad sa bude volať „Žiga“.

blokov (výsledky z pozorovaní na Kolonickom sedle, výskum premenných hviezd, astrofyzika, astroturistika a vzdelenie), zúčastnilo sa na ňom 39 astronómov zo Slovenska, Poľska, Ukrajiny a Maďarska, odznelo 20 pôvodných príspevkov, prezentovaných bolo 8 posterov. Úroveň konferencie má stúpajúcu úroveň, je nielen platformou prezentácie nových výsledkov, ale aj možnosťou neformálnych rozhovorov a stretnutí.

Kedže Kolonické sedlo je v Parku tmavej oblohy Poloniny, už tradične sa hovorí aj o svetelnom znečistení v astroturistikte. U poľských susedov vznikol vlni Park Gwiazdnego Nieba „Bieszczady“, a u tých južných pripravujú ďalší (Illanc), ktorý bude v Maďarsku už tretím, navyše prijali zákon o „svetelnom znečistení“.

Podrobnejšie informácie sú v článku na stránke www.szaa.org/kolos-2013.html.

Pavol Rapavý

covisk a výsledkom odbornej a popularizačnej práce hvezdární SR a ČR.

Pozvané referáty, ústne prednesené príspevky i postery by sa mali týkať nasledovných oblastí: fyzikálne javy v slnečnej atmosfére, slnečná aktivita, úplné zatmenia Slnka, kozmické počasie a geoaktivita.

Z referátov prednesených na seminári plánuje SÚH vydať Zborník referátov v elektronickej forme na CD.

Ďalšie podrobnosti vrátane návratky a organizačných informácií nájdete na webovej stránke SÚH, <http://www.suh.sk>, v časti Podujatia. Organizačný výbor prijme predbežnú registráciu zaslanú ešte aj vo februári 2014. Tešíme sa na vašu účasť na seminári.

-id-

Polotieňové zatmenie Mesiaca 18. – 19. 10. 2013

Techniku som si doma v Palárikove pripravil 18. októbra už vo večerných hodinách a asi hodinu pozoroval a fotografoval Mesiac ešte pred zatmením, aby som potom snímku mohol použiť pre porovnanie. Vonku bolo príjemných 11 °C. Mesiac ožaroval celú dedinu tak silno, že som si ani nemusel svietiť, keď som niečo potreboval. Napríklad vymeniť okulár. Potom som si šiel ľahnúť a nastavil som si budík na jednu hodinu ráno, lebo mienil som fotiť zatmenie len v maximálnej fáze. Lenže som prespal budík a zobudil som sa tesne pred druhou hodinou ráno. Tak som rýchlo vstal a šiel pozorovať. Už prvý pohľad na Mesiac ma uchvátil tým, ako bol kotúčik v oblasti krátera Tycho stmažnutý. Pripomína mi to moje prvé pozorovanie polotieňového zatmenia Mesiaca z roku 2006, ktoré ale bolo výraznejšie, pretože sa kotúčik Mesiaca dostal do tesnej blízkosti tieňa Zeme.

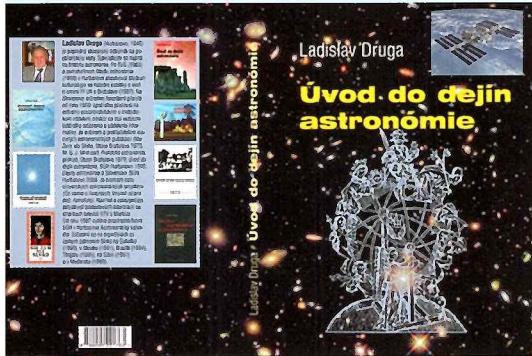


Mesiac pred a počas polotieňového zatmenia. Canon EOS 550D + Newton 76/300 + 25 mm.

Foto: Michal Lachký, Palárikovo

Naštartoval som fotoaparát a začal snímať. Chvíľu som mal problém zo zaostrením, ale napokon som to vyriešil a spravil som päť snímok. Fotil som afokálne (príložením objektív k okuláru dalekohľadu). Celkovo som pozoroval zatmenie tri štvrti hodinu. Jupiter v súhvezdí Blížencov bol ozdobou nočnej oblohy. Videl som aj jeho mesiaciky Io, Európu, Ganymedes a Callisto. Io a Európa sa v tesnej blízkosti nachádzali naľavo od Jupitera, napravo bol Ganymedes a Callisto. Bolo vidieť aj dva hlavné pásy mračien na disku planéty, ale to bolo asi tak všetko. Následne som sa ešte pozrel na najznámejší objekt zimnej oblohy, M 42 a M 43 – Veľkú hmlovinu v Orione.

Michal Lachký



Ladislav Druga

Úvod do dejín astronómie

Fortunae rota (koleso osudu), ISS a nekonečné hlbiny vesmíru

Astronómia, matka vied (a s ňou i astrofyzika a kozmológiu), prežívajú zlatý vek. Čoraz výkonnejšie prístroje, na Zemi i vo vesmíre, superpočítače, narastajúci počet kvalifikovaných vedcov spolupracujúcich v medzinárodných tímovach, vytvárajú základňu, ktorá produkuje hotovú lavinu neraz prevratných objavov. Nás pohľad na vesmír a naše miesto v ňom sa mení. Učebnice astronómie sa podchvíľou prepisujú.

Záujem verejnosti o astronómii vzrástol do takej miery, že sa správy o nových objavoch takmer denne objavujú aj v médiách. Novinári, ktorí tieto informácie spracúvajú, i ľudia ktorí ich konzumujú, však neraz vnímajú novinky z kozmu mimo kontextu. Historického i odborného. Astronómia je najstaršou a mimoriadne košatou vedeckou disciplínnou. Prvé zachované záznamy o astronomických pozorovaniach majú 5 000 rokov. Moderná astronómia má viac ako sedemdesiat špecializovaných odborov. Preto publikácia Ladislava Drugu *Úvod do dejín astronómie* (vydala Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, 2013), vychádza ako na objednávkú.

Čitateľ sa v premyslene komponovanej knihe zorientuje v dejinách astronómie. Dovzie sa o najdôležitejších objavoch modernej astronómie. Získa základné poznatky o histórii astronomického výskumu na území Slovenska. O súčasných astronomických pracoviskách, vedeckých a vzdelávacích, o sieti zariadení popularizujúcich astronómiu (hvezdárne, planetáriá, pozorovateľne) i o zväzoch, nadáciach a spoločnostiach obce astronómov amatérov, ktoré reflektovajú vzrastajúci záujem verejnosti.

Publikáciu vhodne dopĺňajú prehľady a registre. Úvod do dejín astronómie je nie len vhodnou pomôckou pre fanúšikov astronómie, ale aj pútavým čítaním pre tých, ktorí sa astronómiou iba oboznamujú. Zážitok z čítania umocňujú početné, v mnohých prípadoch po prvýkrát uverejnené ilustrácie a fotografie.

(EG)

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

(Cena – 10,- €)

Aká bola kométa ISON?

Do kométy ISON (C/2012 S1) boli vkladané nádeje na pozorovanie jasnej kométy aj zo severnej pologule. Už krátko po jej objave 21. 9. 2012 začala dostávať prívlasky od kométy desaťročia až po kométu tisícročia (Kozmos 1/2013). V čase objavu bola pomerne jasná – 18,8 mag – a keďže bola ešte za dráhou Jupitera vo vzdialosti 6,3 AU, predpokladalo sa, že ide o veľké alebo mimoriadne aktívne teleso. Predpovede jasnosti komét, ktoré sa dostávajú do vnútnej Slnčnej sústavy po prvý raz (dynamicky nové komety), sú však mimoriadne zložité. Najoptimistickejšie odhady hovorili dokonca aj o dobrej viditeľnosti na dennej oblohe.

Pomocou prístroja 30-cm dalekohľadu UVOT (Ultraviolet/Optical Telescope) na družici Swift bola v marci odhadnutá veľkosť jadra na asi 5 km, teda podstatne menej, aké boli pôvodné predpoklady. V septembri bol na základe pozorovania Hubbleho vesmírneho dalekohľadu priemer jadra upresnený ako nie väčší než 2 km. Ani to však ešte nemuselo znamenať, že jasnosť bude podprieserná, keďže pozorovania nasvedčovali, že rotačná os kométy smeruje k Slnku, je pozorovateľná a aktívna len jedna jej časť, čo sa po prechode perihéliom zmení. Z neskorších pozorovaní bola veľkosť jadra určená v intervale 0,5 – 1,5 km, a tá skutočná len niečo nad spodnou hranicou.

Od začiatku roka jej jasnosť takmer stagnovala (15 – 16 mag), od polovice júna bola nepozorovateľná, uholivo sa približovala k Slnku, s ktorým bola v konjunkcii 15. 7. a v dosahu prístrojov začala byť až v polovici augusta, s jasnosťou nižšou aj oproti upresnej predpovedi. Začalo sa teda uvažovať aj o pesimistickejšej predpovedi jej viditeľnosti po prechode perihéliom. 1. 10. preletela vo vzdialosti 11 miliónov kilometrov od Marsu, kde ju pozorovali marťanské rovery aj sondy. Najviac informácií, zvlášť o veľkosti jadra, sa očakávalo od výsledkov 50-cm dalekohľadu HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment) na palube Mars Reconnaissance Orbiter.

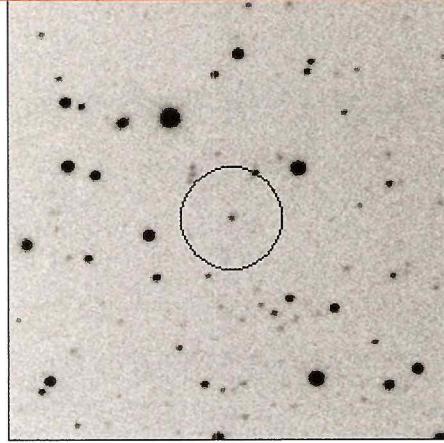
V októbri začala byť pozorovateľná aj binokulármu, od polovice novembra za dobrých pozorovacích podmienok aj bez dalekohľadu, no takýchto pozorovaní je len niekoľko. Vizuálne pozorovanie kométy na rannej oblohe v druhej polovici novembra však bolo rušené svitom Mesiaca, ktorý bol 17. 11. v splne.

13. 11. pozorovatelia zaznamenali jej náhle zjasnenie o 1 mag, kométa zdvojnásobila produkciu molekúl OH a zvýšila sa aj produkcia prachu. Produkciu vody z kométy monitoroval 60-cm belgický dalekohľad TRAPPIST (TRAnsiting Planets and PlaneteSimals Small Telescope) na La Silla v Čile.

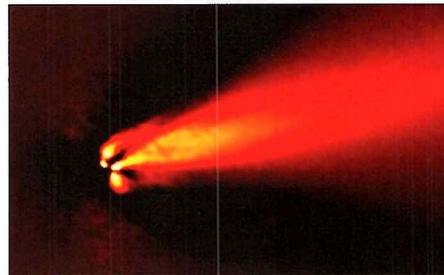
O deň neskôr už jasnosť kométy vzrástla o 2,5 mag a dosiahla takmer 5 mag. Analýza snímkov poukazovala na tri výtrysky z jadra, ktoré zásobujú komu a chvost materiáalom.

Na fotografiách začal byť, okrem prachového, pozorovateľný aj tvoriaci sa dlhý iónový chvost. Skokový náras jasnosti však mohol znamenať nie len prebudenie kometárnej aktivity, ale aj začiatok destrukcie jej jadra na 2 – 3 časti.

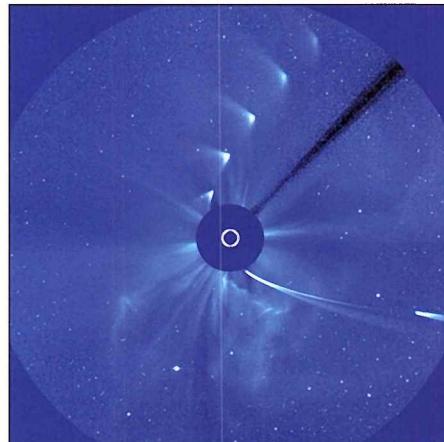
19. 11. preletela kométa vo vzdialosti 11 miliónov kilometrov od Merkúra, kde ju pozorovala son-



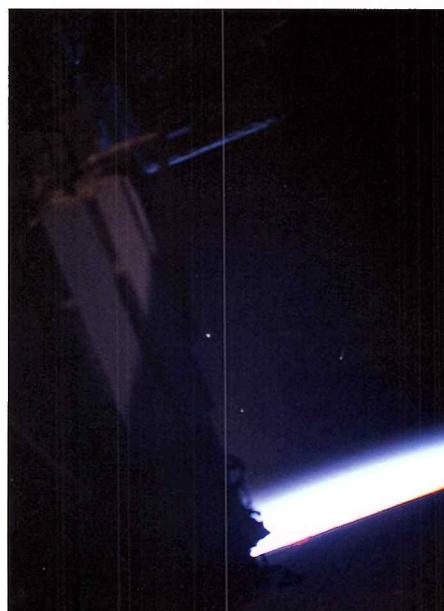
Objavová snímka kométy z 21. 9. 2012.



B. Gary spracoval snímky zo 14. 11., ktoré ukázali tri jasné výtrysky z jadra.



Kométa v blízkosti perihélia zo snímkov SOHO skvelo spracoval nás M. Gembec.



Kométa z orbitálnej stanice ISS 23. 11.



Krásne vyvinutý chvost (na snímke má $3,5^{\circ}$) naexponoval 16. 11. W. Skorupa.



Krúžkom je označené miesto, kde by mali byť aspoň zvyšky kométy... Snímka z 11. 12., limitná magnitúda 17,5, zorné pole $1,1 \times 1,4^{\circ}$ (foto: L. Comolli). Jasná hviezda hore je SAO 121392 (6 mag).



Tri snímky zanikajúcej kométy po perihéliu zo sond SOHO a STEREO.

da Messenger, a po 22. 11. skončili aj vhodné podmienky na jej pozorovanie zo Zeme a kométa sa netreplivo očakávala v zornom poli koronografu sondy SOHO.

23. 11. bolo sondou STEREO-A pozorované odtrhnutie plazmového chvosta kométy spôsobené slnečnou činnosťou, ďalší sa nevytváral, kométa mierne zoslala.

25. 11. tri dni pred prechodom periheliom rádioastronomické pozorovania naznačovali, že sa jadro rozpadá a jej aktívita klesá.

27. 11. po polnoci sa kométa objavuje v koronografe C3 (zorné pole asi 14°) a ešte v priebehu dňa zjasnie o 4 mag, zdá sa, že jadro sa rozpadlo, no nejaká jeho časť mohla prežiť. 28. 11. o 16. UT sa kométa stráca za clonou koronografa, jej dvojity chvost križuje takmer celé zorné pole. Pred 18. hod sa kométa stráca aj za clonou koronografa C2 (zorné pole asi 4°), jej jasnosť je už nižšia. Periheliom prechádza o 18:35 UT vo vzdialenosťi 1,2 milióna km, je vystavená teplote vyše 2500°C a silným slapovým silám. Po necelých dvoch hodinách sa už značne zoslabnutá kométa vynára spoza clony koronografa C2. Miesto, kde bola hlava kométy, je stále najjasnejšie, no jadro, ani jeho časť už však neexistuje, to zaniklo ešte pred priblížením k Slnku a deštrúovaný materiál sa v blízkosti Slnka silne odparoval. Ak by bola prelet prežila aspoň časť jadra s dostačou zásobou ľadu, mohli sme 1. 12. pred



Hubbleov vesmírny dalekohľad exponoval kométu 30. 4. 2013 (WFC3/UVIS, NASA/ESA)

východom Slnka vidieť aspoň chvost kométy... V koronografe SOHO však mala po periheliu kométa zaujímavý šípovitý tvar bez výraznej centrálnej kondenzácie. 29. 11. ešte zjasnela, čo bolo spôsobené menším odparovaním prachových častíc, no už o deň neskôr vo vzdialosti 5° od Slnka rýchlo zoslala a zorné pole koronografa opúšťala ako nenápadný difúzny oblak.

Hľadanie kométy po prechode periheliom na rannej oblohe nebolo úspešné ani pri kvalitných pozorovacích podmienkach. 18. 12. neuspel dokonca ani Hubblov vesmírny dalekohľad a o niekoľko dní neskôršie ani 300 m rádioteleskop v Arecibe. Z hľadiska astronómov však bola aj napriek tomu táto kométa mimoriadne dôležitá, získali sa dôležité údaje o stavbe a zložení jadra kométy, bola to prvá kométa objavená ešte ďaleko od Slnka, ktorá sa dostala do tesnej blízkosti Slnka. Ako prospešná sa ukázala aj spolupráca profesionálnych aj neprofesionálnych astronómov. NASA zorganizovala rozsiahlu pozorovaciu kampaň CIOC (Comet ISON Observing Campaign).

Takto sa teda skončil osud tejto značne medializovanej a očakávanej kométy.

PAVOL RAPAVÝ



Kométa so zložitou štruktúrou plazmového chvosta na fotografii D. Peacha z 15. 11.

2 % pre astronómiu

V náviale každodených povinností si to možno veľa ľudí neuvedomuje, ale aj my sme súčasťou vesmíru. Nepatríme sice medzi hŕstku šťastlivcov, ktorí videli jedinečnú krásu našej planéty z jej obežnej dráhy, máme však spoločne inú zaujímavú výhodu. Ak nám to počasie dovolí, mať kedykolvek a kdekolvek výhľad do okolitého vesmíru. A vôbec nie hocijaký. Kto zažil pohľad na svetlom neznečistenú krásu temnoty nočnej oblohy s Mliečnou cestou od obzoru po obzor, vie o čom hovorím. Aj tento výhľad však v dnešnej dobe nie je samozrejmý. Je potreba ho chrániť. Máme tak na dosah akúsi pridanú hodnotu, ktorú zároveň chránime, aby sme ju zachovali aj našim potomkom.

Možno ste zaregistrovali, že minulý rok prišiel na svojom Valnom zhromaždení Slovenský zväz astronómov o amatérov. Nie však o tých, ktorí milujú astronómiu, ale len o slovo v názve. Nič sa však nezmenilo na jeho prioritách. Jednou z hlavných je, že sa naši členovia prostredníctvom siedte miestnych organizácií po Slovensku, snažia poznávaním a praktickým pozorovaním priestoru okolo nás prinášať životom ľudí práve už zmienenú pridanú hodnotu.

Sú to z veľkej miery nadšenci, ktorí svojimi zväčša skromnými prostriedkami a často aj vlastnými, realizujú aktivity podporené aj vašimi financiami z príjmu 2 %. O tých konkrétnych v SZA sa dočítate na stránkach www.szaa.org, mnohé miestne organizácie majú aj stránky svoje. Keď sa do nich ponoriť, pochopíte, že to nie je len o nejakom vlastnom koničku. Odborné pozorovania, ale najmä aktivity pre verejnosť, boj so svetelným znečistením, popularizácia nielen astronómie, kozmonautiky, prírodných vied, ale i postavenia človeka vo vesmíre, je práve poslanie tejto neziskovej organizácie, ktoré si zaslúži podporu.

Prosíme, pomôžte mu, podperte ho. Aj vaše prostriedky sa tak stanú aspoň malým zdrojom astronomických aktivít. Akýmisi zábleskami pridanéj hodnoty života na našom Slovensku, kontrastujúcimi s dravým svetom konzumu a duchovného marazmu s ním spojeného. Darujte 2 % pre SZA. Ďakujeme.

TD+DR



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

Běžný rok na kosmické stanici

Letošek bude v programu pilotovaných letů rokem, který lze bez ironie nazvat „obyčejným“. K Mezinárodní kosmické stanici dorazí obvyklé penzum dopravních i zásobovacích lodí – žádná přitom nebude nová, stejně jako se stanice nerozšíří o jakýkoliv další modul. Navíc aktivní nebude ani Čína, která chystá také řízený zánik své první stanice Tiangong-1.



Přilet komerční kosmické lodi Dragon k ISS se stal už téměř rutinou: letos by měla na stanici zamířit čtyřikrát.



Nákladní loď Cygnus se blíží k ISS: tento pohled se má letos naskytнуть kosmonautům třikrát.



Všechny pilotované mise v letošním roce zajistí ruská loď Sojuz.



italská kosmonautka Samantha Cristoforettiová během přípravy na výstup do otevřeného prostoru.

Páteří dnešní pilotované kosmonautiky je **Mezinárodní kosmická stanice**. V uplynulém roce se k ní postupně vydaly čtyři pilotované lodě: **Sojuz TMA-08M** (28. března), **Sojuz TMA-09M** (28. května), **Sojuz TMA-10M** (25. září) a **Sojuz TMA-11M** (7. listopadu). Nový rok 2013 tak ve vesmíru přivítala šestice kosmonautů: Oleg Kotov (velitel stanice), Sergej Rjazanskij, Michail Tjurin (všichni Rusko), Richard Mastracchio, Michael Hopkins (oba USA) a Kojči Wakata (Japonsko).

Kromě toho byla ISS cílem čtyř ruských zásobovacích ruských bezpilotních družic: **Progress M-18M** (start 11. února), **Progress M-19M** (24. dubna), **Progress M-20M** (27. července) a **Progress M-21M** (25. listopadu). Evropská ESA na stanici posílá „kosmický nákladák“ **ATV-4 Albert Einstein** (5. června), Japonsko **HTV-4 Kounotori** (3. srpna). Kromě toho se ISS stává cílem dvou amerických komerčních lodí: operační **Dragon CRS2** (1. března) a premiérové demonstrační **Cygnus** (18. září).

Čínskou stanici **Tiangong-1** (Nebeský palác) navštívila loď **Shenzhou-10** (start 11. června).

K pilotované kosmonautice také bohužel patří i smutné zprávy: 21. srpna zemřel americký astronaut **Gordon Fullerton** (Columbia STS-3/1982 a Challenger STS-51F/1985), 10. října druhý Američan na oběžné dráze **Malcolm Scott Carpenter** (Mercury 7 Aurora/1962) a 12. listopadu ruský kosmonaut **Alexandr Serebrov** (Sojuz T-7/1982, Sojuz T-8/1983, Sojuz TM-8/1989 a Sojuz TM-17/1993).

Mimořádné události na ISS

Výše uvedený výčet provozu u ISS by se mohl na první pohled zdát jako rutinní, ale nebylo tomu tak. Stanici a její dopravní systémy postihlo hned několik mimořádných situací. První operační loď Dragon v březnu byla málem ztracena poté, co se ukázalo, že tři ze čtyř svažků orientačních a manévrovacích motorů nefungují. Vše nakonec dopadlo dobré: narychlo a nově napsaným počítacovým programem se podařilo uvolnit zakleslé ventily v přívodu okysličovadla k neposlušným svažkům.

V dubnu pak loď Progress M-19M potkal vážný problém, když se nevyklopila anténa setkávacího systému Kurs (později vyšetřování ukázalo, že se do ní během výrobního procesu dostalo lepidlo, které vyklopení zabránilo). Loď se nakonec podařilo k ISS připojit. Stejně jako Progress M-21M v listopadu, který testoval nový systém Kurs-NA: loď se bezradně zastavila třicet metrů od stanice, a tak ji velitel stanice Oleg Kotov s pomocí „dálkového ovládání“ bezpečně dopravil na stykovací uzel.

Největší drama se ale odehrálo v červenci, kdy se v příběž italského kosmonauta Lucy Parmitana začala během výstupu do otevřeného prostoru hromadit voda. Což je situace ohrožující život kosmonauta, a tak byla vycházka z bezpečnostních důvodů přerušena. Všechny skafandry na palubě stanice pak byly podrobeny dukladné prohlídce, která ukázala, že voda unikla nejspíše ze separátoru FPS. Skafandry byly na každý pád nově vybaveny dýchacími šnorchedly (umožňují kosmonautovi dýchat vzduch ze spodní části skafandru) pro případ, že by se v příběž opět začala hromadit voda.

V prosinci pak na ISS selhal jeden ze dvou chladicích okruhů „západního segmentu“. Takováto

závada patří do kategorie Big Fourteen (Velká čtrnáctka), což jsou poruchy vyžadující rychlé a neodkladné řešení. Jeden okruh totiž chlazení stanice neutahne, a tak je nutné část vybavení vypnout. A kdyby selhal i druhý, došlo by k vážnému poškození modulů stejně jako k nutnosti evakuace nejméně poloviny osádce komplexu. Závadu se podařilo odstranit během dvou výstupů Richarda Mastracchia a Michaela Hopkinse 21. a 24. prosince: třetí kosmická vycházka (nebyla už tak akutní, takže mohla počkat po svátcích) je každopádně čeká v průběhu ledna.

Nákladní trojice

Letošní provoz na kosmické stanici měl být zahájení trojicí startů bezpilotních zásobovacích lodí. Jako první měla přijít (po uzávěrce tohoto Kozmosu) na řadu americká loď **Cygnus Orb-1**, a to 7. ledna. Po loňské premiéře nosné rakety Antares (duben) a demonstrační lodi Cygnus (září) je toto první ze série osmi operačních zásobovacích letů k ISS, které si NASA u společnosti Orbital Sciences Corp. objednala za 1,9 mld. dolarů.

Dva dny po startu se má Cygnus s půldruhou tunou nákladu přiblížit ke stanici, kde ji posádka zachytí pomocí manipulátoru SSRMS a připojí na modul Harmony. Zde zůstane až do 30. ledna, na kdy se plánuje uvolnění lodi naložené odpadem a nepotřebným materiálem – a její následný řízený zánik v hustých vrstvách atmosféry.

Na třetího února je plánovaný odlet lodi Progress M-20M od modulu Pirs, aby uvolnil místo následující zásobovací družici **Progress M-21M**. Ta má odstartovat o dva dny později a ještě týž den se po „expresní trajektorii“ připojit k ISS. Zatímco dříve trval typický let lodí Progress nebo Sojuz na stanici dva dny, v srpnu 2012 byl poprvé odzkoušený právě expresní profil letu vyžadující jen šest hodin (čtyři oběty Země). Ten je mimořádně náročný na přesnost navedení plus na koordinaci aktivit, nicméně v loňském roce se stal pro ruské mise standardem.

A zásobovací loď do třetice: 22. února (a o dva dny později se s ISS spojí) má z mysu Canaveral vzlétnout třetí operační loď **Dragon SpX-3**. I ona bude zachycena – stejně jako lednový Cygnus – pomocí manipulátoru SSRMS a připojena k modulu Harmony. Kromě dalších zásob by měl Dragon nést také nový skafandr EMU (výrobní číslo 3003) pro americký segment stanice: naopak, na Zemi by se měl vracet (přistání je plánováno na 23. března) se skafandrem 3015, u něhož byly loni odhaleny problémy. Termín startu je závislý na tom, zdali se předcházející nosnou raketu Falcon 9 s telekomunikační družicí Thaicom-6 podaří vypustit v plánovaném termínu (3. ledna 2014).

Do Dumy nebo do vesmíru?

Dvanáctého března opustí stanici v lodi Sojuz TMA-10M trojice kosmonautů: Oleg Kotov, Sergej Rjazanskij a Michael Hopkins. Tím se jednak počet členů posádky dočasně sníží na tři osoby, ale především velení převeze japonský kosmonaut Kojči Wakata. Bude to poprvé v historii, co se velitelem ISS nebo kosmické mise obecně stane Japonec.

Na plný stav šesti kosmonautů se posádka stanice rozrosté 26. března, na kdy je plánovaný start lodi **Sojuz TMA-12M** z Bajkonuru. V ní budou ruští kosmonauti Alexandr Skvorcov (veterán z letu Sojuz TMA-18/2010) a Oleg Artěmjev (nováček) plus



Průzkumnou kosmickou lodí Orion letos čeká „křest vesmírem“.

Američan Steven Swanson (Atlantis STS-117/2007 a Discovery STS-119/2009).

V dubnu bude následovat odlet lodi Progress M-22M (7.) a start **Progressu M-23M** (9.). Na prvního května se plánuje startu druhé operační lodi **Cygnus Orb-2** (připojení k ISS o tři dny později) a odlet Sojuzu TMA-11M s trojicí Michail Tjurin, Richard Mastracchio a Kojči Wakata.

Dne 28. května se má do vesmíru vydat tříčlenná posádka v **Sojuzu TMA-13M**: Maxim Surajev (Rusko), Gregory Wiseman (USA) a Alexander Gerst (ESA/Německo). Zatímco Surajev kosmické ostruhy má (Sojuz TMA-16/2009), jeho kolegové jsou vesmírnými zelenáči.

Surajevův návrat do vesmíru přitom nebyl jednoduchý: po svém prvním letu prohlásil, že chce kandidovat do ruské Dumy, ale že kdyby nebyl zvolený, zůstane v oddíle kosmonautů. V té době už byl jmenovaný velitelem lodi Sojuz TMA-09M. Jenže toto „hraní na dvě strany“ se nelíbilo vedení Hvězdného městečka, které Surajeva vydalo z posádky s tím, že pokud se přípravě nechce věnovat naplně, má se pakovat. Surajev nakonec do Dumy zvolený nebyl, vedení Hvězdného jej vzalo na milost (i z důvodu nedostatku zkušených velitelů) a zařadilo jej právě do posádky Sojuz TMA-13M.

Pirs stále na místě

Po odletu lodi Cygnus na přelomu května a června se na modulu Harmony uvolní místo, které okamžitě zaplní čtvrtá operační lodi **Dragon SpX-4** (start 6. června, zakotvení u ISS 8. června). Podobně na místo uvolněné lodi Progress M-21M (13. června) na ruském modulu Zvezda zamíří evropský „kosmický nákladák“ **ATV-5**.

Georges Lemaître (17. června). Jde o pátý a zároveň poslední vyrobený ze série těchto rozměrných dopravních lodí, které pro projekt ISS připravila ESA. Technologie ATV přesto bude žít i dál: ESA se zavázala dodávat na ní založený servisní modul pro budoucí americkou průzkumnou pilotovanou lodí Orion. Tím jednak uhradí svůj podíl při využívání ISS a jednak by do budoucnosti Evropa mohla získat přístup k pilotovaným letům za hranice nízké oběžné dráhy.

ATV-5 nese název Georges Lemaître na počest belgického fyzika a katolického kněze (1894 – 1966), který kromě jiného vytvořil tzv. teorii Velkého třesku a který jako první přišel s (později potvrzenou) hypotézou, že se vesmír rozpíná.

Prvního července se má k ISS vydat japonská nákladní lodi **HTV-5 Kounotori**. Ke stanici dorazí (6. července) podobným způsobem jako Cygnus či Dragon: v desetimetrové vzdálenosti „zaparkuje“ a nechá se „ulovit“ s pomocí manipulátoru SSRMS, který ji přenese na vyhrazený stykovací uzel.

Ve dnech 22. a 23. července proběhne tradiční „střídání stráží“ lodí Progress: nejprve odletí M-23M a následně odstartuje plus dorazí **Progress M-24M**.

V průběhu léta jsou pak na stanici v plánu tři ruské kosmické vycházky: jedna koncem června, dvě v srpnu. Všechny se uskuteční z modulu Pirs, který měl být už loni řízen zlikvidován v hustých vrstvách atmosféry. To proto, aby uvolnil své místo a funkce předal novému ruskému laboratornímu modulu Nauka. Jeho start plánovaný na prosinec 2013 ale byl kvůli technickým potížím odložen až na druhou polovinu roku 2015, a tak Pirs zatím zůstává na svém místě.

Situace přitom není nepříjemná jen pro mnohé zahraniční partnery, kteří financují vynesení svých zařízení na modulu Nauka (a už roky čekají na výsledky, protože podle původních plánů měl vzlétout už v roce 2006!). Ale třeba i z hlediska nominaci posádky pro ISS: ředitel Hvězdného městečka a šestinásobný kosmonaut Sergej Krikaljov neustále odkládá tvrdě zkriticován s tím, že v době přiletu Nauky potřebuje mít na stanici co nejzkušenější posádku. Její příprava přitom trvá dva až tři roky. Vysloveně pak uvedl, že nevylučuje možnost provedení změn v některých posádkách krátce před startem právě proto, aby měl v době přiletu Nauky na ISS zkušený tým.

Protože ale modul uvidíme ve vesmíru (prínejlepším) koncem roku 2015, změny v posádkách v dohledné době evidentně nehrozí.

Podzimní provoz ISS

Jedenáctého září 2013 opustí ISS trojice Skvorcov-Artěmjev-Swanson. Hned na následující den se chystá start páté operační lodi **Dragon SpX-5** (celkem jich má NASA u společnosti SpaceX objednáno dvanáct za 1,6 mld. dolarů). O dva dny později má proběhnout její zachycení a připojení ke stanici.

A 25. září znova zaburácí motory na kosmodromu Bajkonur: to se v lodi **Sojuz TMA-14M** vydá do vesmíru nová tříčlenná směna. Velitelem bude Alexandr Samokutajev (Sojuz TMA-21/2011), palubními inženýry Jelena Serova (nováček, oba Rusko) a Barry Wilmore (Atlantis STS-129/2009). Jelena Serova se stane historicky teprve čtvrtou ruskou kosmonautkou: po Valentině Tereškovové, Svetlaně Savické a Jeleně Kondakovové.

Pak bude následovat na ISS víceméně rutinný provoz: koncem září odlet lodi Dragon, 3. října start třetí operační lodi **Cygnus Orb-3** a o tři dny později její přlet. Rusko zase 27. října odpojí Progress M-24M a o dva dny později vypustí **Progress M-25M**. V listopadu se postupně odpojí lodi Cygnus a desátého i Sojuz TMA-13M (Surajev, Wiseman, Gerst).

Čtvrtá pilotovaná výprava letošního roku bude zahájena 24. listopadu, přičemž do lodi **Sojuz TMA-15M** usednou Anton Škaplerov (Sojuz TMA-22/2011, Rusko), Samantha Cristoforettiová (nováček, ESA/Itálie) a Terry Virts (Endeavour STS-130/2010, USA). Bude to poprvé, co se na kosmické stanici potkají dvě ženy (Serova, Cristoforettiová) coby členové základní posádky.

Na prosinec se ještě plánuje start (5.) a přlet (7.) lodi **Dragon SpX-6** a odpojení plus řízený zánik „nákladáku“ **ATV-5**.

Georges Lemaître (15.). Zajímavé je, že na palubě odletající lodi bude záměrně založený požár. Záběry i jinak získaná data z jeho šíření pomohou lépe pochopit problematicu chování ohně ve stavu bezvíze na palubách kosmických lodí. Ohně vzplané krátce před vstupem do atmosféry, takže na bezpečnost či osud mise už nebude mít žádný vliv.

Velká premiéra pro Orion

Ač půjde o misi bezpilotní, bude mít pro pilotovanou kosmonautiku ohromný význam: na 18. září se chystá start rakety Delta IV Heavy s premiérovou lodí **Orion EFT-1** (Exploration Flight Test). Bude při něm plně funkční jen návratový modul, který je ovšem bez tak srdcem kosmické lodi. Servisní modul nahradí rozměrová a hmotnostní maketa, přičemž jeho funkce (změna rychlosti, stabilizace apod.) převeze druhý stupeň Deltu IV, s níž zůstane Orion po celou dobu pobytu na oběžné dráze spojený.

Mise má trvat jen dva oběty Země: proto se nepočítá ani se slunečními bateriemi, které jinak budou regulérní součástí misí. Nosná raketa umístí Orion na vysoko elliptickou dráhu s hodnotou apogea 6500 kilometrů. Ta umožní následný vstup do atmosféry rychlostí 36 tisíc kilometrů za hodinu. Pro srovnání: při návratu z nízké oběžné dráhy je to zhruba 27 tisíc km/h. Rychlosť vstupu Orionu do atmosféry bude odpovídat osmdesáti procentům rychlosti vstupu při návratu z lunární mise. Právě příprava na tyto výpravy bude klíčovým cílem letu: NASA předpokládá, že při něm prověří 11 ze 16 nejkritičtějších operací při cestě Orionu k Měsíci. Orion má přistát u pobřeží Kalifornie.

Jen pro úplnost dodáváme, že v letošním roce se NASA rozhodne, zdali pro další vývoj komerční pilotované lodi s předpokládaným termínenm prvního letu v roce 2017 podporí projekt Dragon Rider (společnost SpaceX), CST-100 (Boeing) nebo Dream Chaser (Sierra Nevada Corp.).

Výhled do roku 2015

Jak již bylo uvedeno na počátku textu, nejdřívejší země světa má dnes ve vesmíru stanici Tiangong-1. K ní postupně dorazila bezpilotní lod Shenzhou-8 a dvě pilotované Shenzhou-9 a -10: s dalším startem se už nepočítá a de facto se jen očekává, kdy bude let stanice ukončený řízeným zánikem v hustých vrstvách atmosféry.

Už v roce příští ale má vyslat do vesmíru pomocné nové rakety CZ-7 (premiéru by si měla odbyt letos) stanici Tiangong-2 a k ní logistickou zásobovací lod. Stanici pak mají během následujících let navštívit tři pilotované výpravy, přičemž jejich délka pobytu má postupně narůstat.

Program Mezinárodní kosmické stanice pak bude v roce 2015 podobný tomu letošnímu: kvarteto pilotovaných lodí Sojuz a nákladních Progress, k tomu tři lodě Dragon a dvě Cygnus. A při troše štěstí i tak dlouho odkládaný a slibovaný ruský laboratorní modul Nauka.

TOMÁŠ PŘIBYL

Foto NASA, ESA, JAXA, SpaceX a Orbital Sciences

Fotografická súťaž o svetelnom znečistení

3. ročník medzinárodnej fotografickej súťaže „Svieťme si na cestu...nie na hviezdy“, ktorú vyhlásila Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove a Česká astronomická spoločnosť v spolupráci s ďalšími organizáciami, je za nami.

Do súťaže bolo zaslaných 163 fotografií od 39 autorov. Všetkým ďakujeme, že svojou hrivnou prispeli k propagácii správneho osvetľovania, aj keď často je to ako boj Cervantesova Dona Quijota s veterálnymi mlynmi.

Ako sme očakávali, najviac fotografií bolo v kategórii Ako rozhodne nesvetiť a tie oku najľubivejšie vo Variáciách, kde sa mohla naplno uplatniť invenčia fotografov.

Sklamánim, aj keď očakávaným, boli snímky dokumentujúce správne osvetľovanie, tých bolo tohto roku skutočne ako šafranu. Nuž je to, žial, tak. To správne osvetlenie u nás ešte stále akosi absentuje, aj keď miestami sa „svetlé“ výnimky nájdú. Ako správne svietiť je jedným z cieľov aj tejto fotosúťaže a zainteresovaní veria, že v ďalších ročníkoch to už autori a v tomto smere budú mať ľahšie.

Prvé tri miesta v každej kategórii boli ocenené finančnými cenami (100, 60 a 30 €) a verejnosť mala možnosť hlasovať (uzávierka je až koncom januára, po uzávierke časopisu) aj v kategórii Cena divákov, kde víťazi získajú ceny od sponzorov súťaže (Tromf Banská Bystrica a Supra Praha) a výzrebovaní hlasujúcimi predplatné časopisu Kozmos a Astropis.

Organizátori veria, že ďalší ročník tejto fotosúťaže (uzávierka 31. októbra 2014) bude ešte úspešnejší. Dobré svetlo!

Pavol Rapavý

Výsledky fotosúťaže

1. kategória

Ako rozhodne nesvetiť

1. miesto – Lubomír Sklenár: Osvícená
2. miesto – Barbora Staffová: Písecká vež a parkány
3. miesto – Václav Sidorjak: Město Manětín
3. miesto – Jan Pavelka: Pod petřínskou rozhľadnou

2. kategória

Správne svetlo

1. miesto – Michal Bareš: Václavské námestí
2. miesto – neudelené
3. miesto – Viktória Paluchová: Na cestách

3. kategória

Variácie na tému svetlo a tma

1. miesto – Petr Horálek: Zamlžený Veľký vŕaz
2. miesto – Tomáš Náther: Nočný Horehron II.
3. miesto – Matej Kováč: Hviezdná Bratislava z UFA



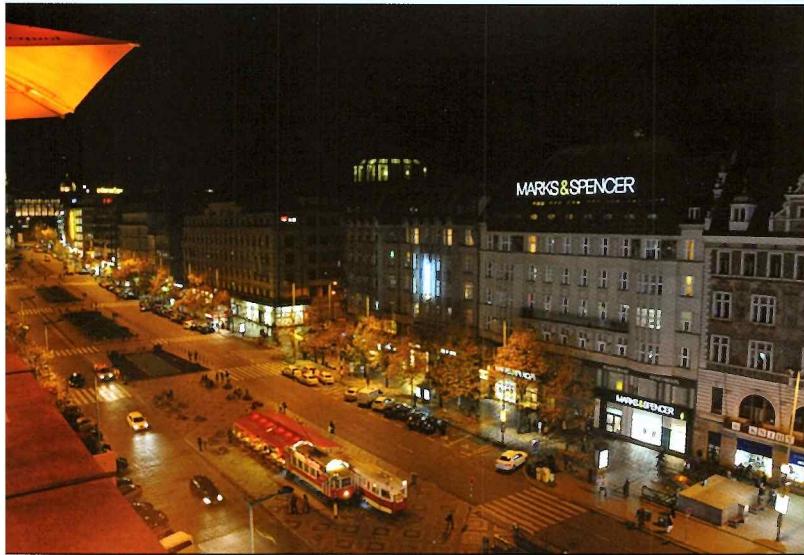
Barbora Staffová (Písek): Písecká vež a parkány. Krásne, farebné, očarujúce. Má nás však takého ozdobné svietenie, nielen pri zvláštnych príležitostiach, teší? Na tomto krásnom historickom mieste pod reflektormi gotického kostola Panny Marie však vela nočných živočíchov nebude. Fotografia ocenená 2. miestom v kategórii Ako rozhodne nesvetiť'.



Václav Sidorjak (Manětín): Město Manětín (seriál). Hmla dokonale odhalila, ako sa tu vlastne svieti. Zle, odstrašujúco, nevhodná reklama tohto malebného historického mestečka. Od februára, keď autor fotografoval, sa však mnoho zmenilo. Najhoršie svetidlá boli odstránené, v rekonštrukcii sa ďalej úspešne pokračuje, rozum zvíťazil. V zachovanej okolitej prírode možno vznikne aj Manětínská oblasť tmavej oblohy. Seriál ocenený 3. miestom v kategórii Ako rozhodne nesvetiť.

Jan Pavelka (Ledeč nad Sázavou): Pod petřínskou rozhľadnou. Ukážka toho asi najhoršieho svietenia. Papršleky reflektorov križujú oblohu nad Prahou, do ovzdušia pridávame nadmieru svetla, ktoré nepotrebujeme. „Odmenou“ sú pre nás vyhodené peniaze a obloha bez hviezd. Fotografia bola ocenená 3. miestom v kategórii Ako rozhodne nesvetiť.





Michal Bareš (Plzeň): Václavské náměstí. Priamo v centre Prahy, tohto inak značne presvetleného veľkomesta, sa cítiťe príjemne. Václavské námestie je osvetlené plne clonenými svietidlami a mohlo by byť príkladom, že aj takto sa to dá. Fotografia ocenéná 1. miestom v kategórii Správne svetlo.



Viktória Paluchová (Košice): Na cestách. Moderné svietidlá v Štokholme – Benátkach severu s plochými difúzormi vodičov v noci neoslnjujú, cesty sú tu bezpečnejšie. 3. miesto v kategórii Správne svetlo.



Petr Horálek (Úpice): Zamilžený Velký vúz. Hviezdná obloha nad hvezdárňou v Úpici sa zakrátka zahália do hmly, ktorá tak odhaluje nadbytok rozptýleného svetla v verejného osvetlenia. Veľký voz už zakrátko uviazne v oranžovej presile svetla... Fotografia bola ocenéná 1. miestom v kategórii Variácie na tému svetlo a tma.



Matej Kováč (Bratislava): Hviezdná Bratislava z UFA. Bratislava z Mosta SNP. Je to však tá správna krásas hlavného mesta, tejto „krásavice na Dunaji“? Svetelné kuželev nevhodne nasvetieného hradu križujú oblohu, presila svetla je veľká. Ľudia tu krásu hviezdej oblohy nepoznajú, aj pri jasnej oblohe uvidia len zopár hviezd. Fotografia ocenéná 3. miestom v kategórii Variácie na tému svetlo a tma.



Tomáš Náther (Valaská): Nočný Horehron II. Panoráma Horehronia so skvostami zimnej oblohy v kontraste s presvetlenými Železiarňami v Podbrezovej. Ak by sme svietili správne, obloha aj tam dole v údoli by nám ukázala svoje krásy, o ktorých ani netušíme, že sú nad nošimi hlavami. Fotografia bola ocenéná 2. miestom v kategórii Variácie na tému svetlo a tma.

Február – marec 2014

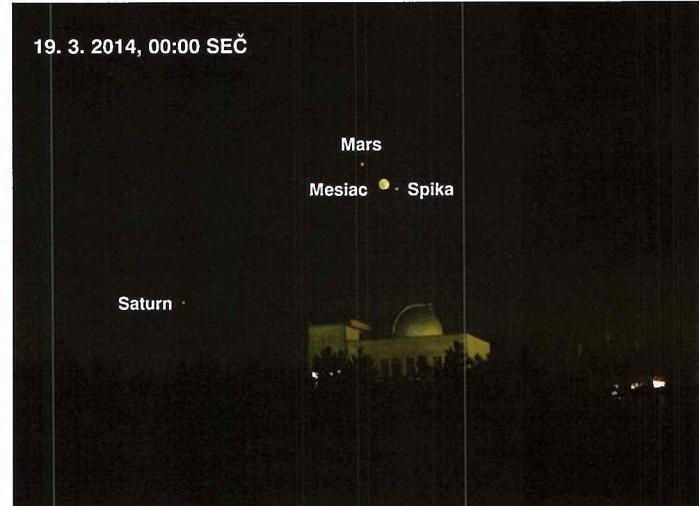
Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v kalendári

26. 2. 2014, 5:45 SEČ



19. 3. 2014, 00:00 SEČ



Zima je na ústupe, noci teplotami už o niečo príjemnejšie. Dĺžka noci sa skracuje a už dokonca pári dní pred rovnodenosťou bude rovnaká ako deň.

Z planét sa večer potešíme Merkúrom, ktorý má výborné podmienky viditeľnosti, ráno to bude neprehliadnutelná Venuša. Červenkastý Mars zjasňuje a spolu s Jupiterom bude nad obzorom takmer celú noc, zlepšuje sa aj viditeľnosť Saturna. Ceres s Vestou urobia nad Marsom elegantné slučky a pohodlne nájdeme aj jasnú Pallas. Toľko komét ako v predošlých mesiacoch si neužijeme, no dve budú v dosahu binokulárov, čo tiež nie je na zahodenie. Skrátka však prídu len meteorári, ktorí budú mať svoju každoročnú „uhorkovú sezónu“.

Prechody Veľkej červenej škvŕny centrálnym poludníkom Jupitera (Jupiterov systém II)

1. 2., 19:51	13. 2., 19:46	27. 2., 1:29	14. 3., 18:48
3. 2., 1:38	15. 2., 1:33	27. 2., 21:20	16. 3., 0:35
3. 2., 21:29	15. 2., 21:24	1. 3., 3:7	16. 3., 2:14
4. 2., 17:21	16. 2., 17:16	1. 3., 22:59	18. 3., 2:14
5. 2., 3:16	17. 2., 3:11	2. 3., 18:50	18. 3., 22:6
5. 2., 23:8	17. 2., 23:3	4. 3., 0:38	19. 3., 17:57
6. 2., 18:59	18. 2., 18:54	4. 3., 20:29	20. 3., 23:44
7. 2., 4:55	20. 2., 0:41	6. 3., 2:16	21. 3., 19:36
8. 2., 0:46	20. 2., 20:33	6. 3., 22:8	23. 3., 1:23
8. 2., 20:37	22. 2., 2:20	7. 3., 17:60	23. 3., 21:15
10. 2., 2:24	22. 2., 22:11	8. 3., 23:47	25. 3., 22:54
10. 2., 22:16	23. 2., 18:3	9. 3., 19:38	26. 3., 18:46
11. 2., 18:7	24. 2., 3:59	11. 3., 1:26	28. 3., 0:33
12. 2., 4:3	24. 2., 23:50	11. 3., 21:17	28. 3., 20:25
12. 2., 23:54	25. 2., 19:42	13. 3., 22:56	30. 3., 23:4

Planéty

Merkúr má začiatkom februára výborné večerné podmienky viditeľnosti, vedľa 31. 1. bol v najväčšej východnej elongácii. Lepšie podmienky večer budú až v druhej polovici mája. Nájdeme ho vo večernom súmraku ako objekt -0,5 mag nad juhozápadným obzorom, zapadne takmer 2 hodiny po Slnku. Merkúr sa však uholivo približuje k Slnku a rýchlo slabne. 10. 2. má už len 2,4 mag a strávi sa vo večernom súmraku, nakoľko 15. 2. je v dolnej konjunkcii. Po nej sa presunie na rannú oblohu a 14. 3. je už v najväčšej západnej elongácii (27,6°). Sklon ekliptiky k obzoru je však malý, a tak podmienky sú podpiemerné. Na prelome mesiacov vychádza začiatkom nautického súmraku (0,8 mag), neskôr miernie zjasňuje, uholivo je od Slnka takmer v konštantnej vzdialnosti. Geometrické podmienky sú však nevhodné, a tak jeho viditeľnosť sa zhoršuje, koncom marca sa dostáva nad obzor až počas občianskeho súmraku.

Z konjunkcií zaujme len tá v prvý februárový deň, keď nad pekne sfarbeným večerným obzorom večer sa potešíme Merkúrom aj kosáčikom Mesiaca o 6° vyššie.

Venuša (-4,8 až -4,4 mag) na rannej oblohe bude výrazným neprehliadnutelným objektom. Vychádza už počas astronomickej noci, jej viditeľnosť sa miernie skráti aj napriek tomu, že 22. 3. bude v najväčšej západnej elongácii (46,6°). Príčinou je zmenšujúci sa uhol medzi ekliptikou a obzorom. Koncom marca však vychádza ešte stále o 1,5 hodiny skôr ako Slnko.

Ak ju budeme sledovať dalekohľadom, všimnime si zmenu jej fázy, od kosáčika až do poslednej štvrtie. Uholový rozmer sa však zmenší z 51 na 22''.

Konjunkcia s Mesiacom 26. 2. bude skvelá. Venuša bude ráno len 18° nad rohom Mesiaca a mimo nášho územia nastane aj zákryt. Nízko nad obzorom bude ešte Merkúr, no ten jasnosťou nevyniká a bude zanikať v rannom svitaní. Ďalšia konjunkcia, nižšie nad obzorom, nastane 27. 3., vzdialenosť bude väčšia, no vzhľadom na jasnosť oboch telies určite zaujme a poteší.

Mars (0,2 až -1,3 mag) je v Panne, len kúsok severne od modrobielej Spiky. Jeho viditeľnosť sa zlepšuje, začiatkom februára vychádza hodinu pred polnocou, no koncom marca je už nad obzorom takmer celú noc, nakoľko 8. 4. bude v opozícii.

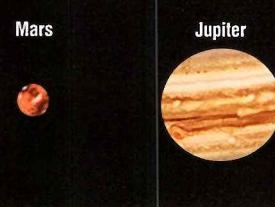
Jeho vzdialenosť od nás sa zmenší z 1,06 na 0,64 AU a podstatne vzrástie aj jasnosť. Mars teda koncom tohto obdobia bude výrazným červenkastým objektom nočnej obľohy. Jeho vlastný pohyb si môžeme všimnúť porovnaním so Spikou. 1. 3. bude stacionárny a začne sa na oblohe pohybovať späťne. Vytvorí teda úzku slučku, ktorú možno nejaký vytrvalý fotograf zaznamená.

Kedže sa k nám Mars blíži, vzrástie aj jeho uholový rozmer z 8,8 na 14,7'', a tak sa budú konečne dať pozorovať aj nejaké jeho albedové útvary a nevýrazná severná polárná čiapočka. 15. 2. je na Marse letný slnovrat. 19. 2. a 19. 3. nastanú jeho konjunkcie s Mesiacom a blízka Spika dvojicu ozvláštňa. Chybíckou krásy však bude veľká fáza Mesiaca.

Jupiter (-2,6 až -2,2 mag) v strednej časti Blíženecov bude skutočnou ozdobou nočnej obľohy, zapadne až nadránom. Do konca marca sa jeho viditeľnosť skráti a bude zapadať dve hodiny po polnoci. Kedže je 6. 3. v zastávke, medzi hviezdami opíše elegantnú krivku. Na hviezdnom pozadi je dostatok hviezd, podľa ktorých si dobre všimneme jeho vlastný pohyb. Aj v malom dalekohľade uvidíme jeho štyri najväčšie mesiace a vo výkonnejsom prístroji nás upúta jeho miernie sploštený disk s tmavými oblačnými pásmi a vo vhodnom čase aj Veľká červená škvŕna, tento gigantický vír jeho atmosféry.

Konjunkcie s Mesiacom nastanú 11. 2. a 10. 3., no obe približenia nastávajú počas dňa a vzdialenosť je takmer 6°. Obe telesá sú však natoliko jasné, že aj tak na nočnej obľobe zaujmú.

Saturn (0,5 – 0,3 mag) je v nevýraznom súhviedzi Váh. 3. 3. je v zastávke, a tak aj on opíše medzi hviezdami symetrickú krivku. Nad obzor sa dostane polodruha hodiny po polnoci, koncom marca však už po



Zákryty hviezd Mesiacom (február – marec 2014)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
7. 2.	19 0 44	D	5054	6,0	+88S	79	96	-23
9. 2.	16 54 23	D	7074	4,2	+17S	157	153	-300
9. 2.	17 22 54	R	7074	4,2	-23S	197	49	425
11. 2.	20 50 23	D	10846	3,6	+3S	177	13	-489
11. 2.	21 15 44	R	10846	3,6	-31S	211	210	378
7. 3.	17 40 20	D	5714	4,3	+85S	86	96	-37
7. 3.	18 59 43	R	5714	4,3	-82N	269	70	-73
9. 3.	21 47 54	D	8622	5,7	+14S	166	-31	-289
13. 3.	0 54 0	D	13342	5,7	+45N	54	53	-36
13. 3.	21 26 0	D	14350	5,5	+27S	162	44	-183

Predpovede sú pre polohu $\lambda_0 = 20^\circ\text{E}$ a $\phi_0 = 48.5^\circ\text{N}$ s nadmorskou výškou 0 m. Pre konkrétnu polohu 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.

pol desiatej. Jeho viditeľnosť sa zlepšuje, pretože sa blíži do svojej májovej opozície. Jasnosť mierne rastie, nakolko sa k nám priblíži z 10,02 na 9,14 AU. Prstence, ktoré pozorujeme z ich severnej strany, sa mierne roztvoria, v dalekohľade budú majestátne, poteší tmavé Cassiniho delenie. Bez problémov uvidíme aj jeho najväčší mesiac Titan a do 11 mag budú ešte Dione, Thetys, Rhea a Janus.

Konjunkcia s Mesiacom 21. 2. bude celkom vhodná napriek tomu, že najtesnejšie priblženie nastáva ešte pod obzorom. Aj po východe však bude Saturn len 2° vpravo od Mesiača. Ďalšie priblženie 21. 3. už nastane v noci nad obzorom.

Urán (5,9 mag) v Rybách sa pohybuje západne, možnosti jeho pozorovania na večernej oblohe sa skracujú. Začiatkom februára zapadá 2,5 hodiny po Slnku, no v druhej polovici marca sa už začne strácať v súmraku. Na prelome posledných dekád sa schová pod obzor ešte pred koncom nautického súmraku, začiatkom apríla je v konjunkcii so Slnkom.

15. 2. bude len 10' severne od červenej hviezdy SAO 109315 (6,4 mag), a tak si môžeme nielen všimnúť jeho denný pohyb, ale zaujmeme aj rozdielny farebný nádych.

Konjunkcia s Mesiacom nastane 4. 2. až po ich západe, a tá koncom marca je už v tesnej blízkosti Slnka.

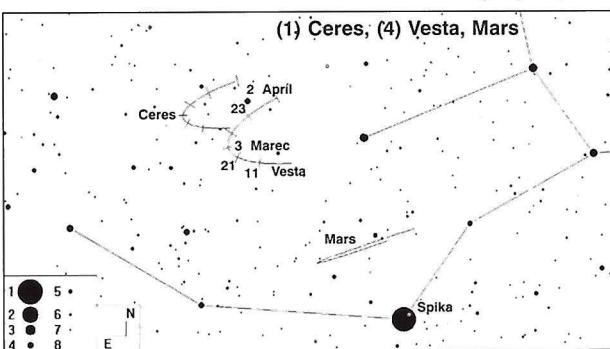
Neptún (8,0 mag) je vo Vodnárovi a v strede tohto obdobia pozorovateľný nebude, pretože 24. 2. je v konjunkcii so Slnkom.

Zapadne začiatkom astronomického súmraku, no jeho viditeľnosť sa rýchlo skracuje. V polovici februára zapadá na konci súmraku občianskeho a na rannej oblohe ho nájdeme až pred koncom marca. Uhlovu sa od Slnka rýchlo vzdaluje, no geometrické podmienky sú nevhodné, a tak je na konci nautického súmraku vo výške len 4'.

Marcová konjunkcia Merkúra s Neptúnom bude nepolapiteľná na svetlej oblohe. 1. 2. sa k tejto dvojici pridruží aj kosáčik Mesiača a 4. 2. uvidíme obe planéty triédrom po západe Slnka vo vzdialenosťi 2,5°.

Mesiac po nove ako rekord lovít už nik nebude, no pohľad na tenulinky kosáčik Mesiača je úchvatný. V tomto období je večer sklon ekliptiky k obzoru strmý, a tak sú aj vhodné podmienky na tieto pozorovania. 1. 2. je z tohto hľadiska dátum priam ideálny. Čoskoro po západe Slnka bude Mesiac vo výške 12° a len 43 hodín po nove. Podobná situácia sa zopakuje 2. 3., Mesiac bude po nove len 33,5 hodiny a ďalšia až 1. 4.

Trpasličie planéty



(1) Ceres (8,2 – 7,1 mag) v Panne je na tom veľmi dobre, podmienky sa zlepšujú podobne ako pri Marse, nakolko je asi 10° severne. 1. 3. je v zastávke a začne sa pohybovať medzi hviezdamí západným smerom a tak medzi hviezdamí urobí oblúčik.

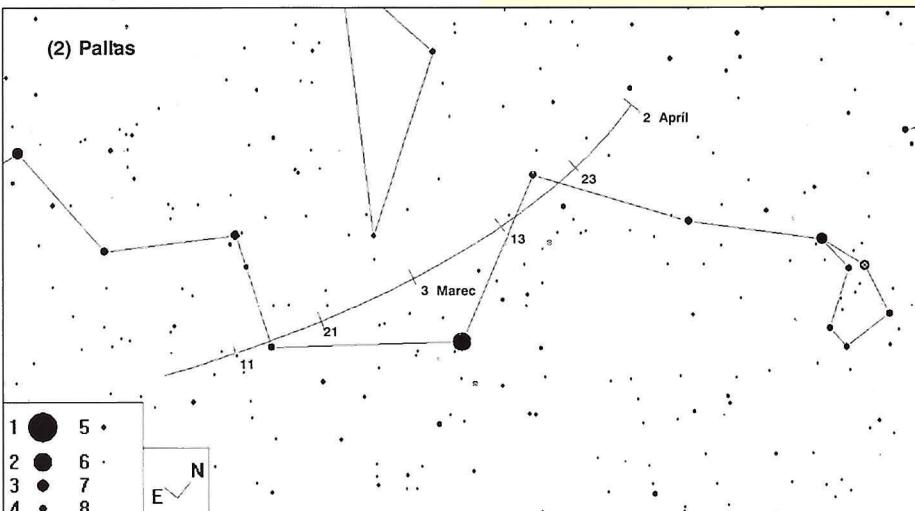
Priblíži sa k nám z 2,19 na 1,67 AU, príjemne zjasňuje, nájdeme ju už aj triédrom a v zornom poli si pozrime aj Vestu.

Efemerida (1) Ceres

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	14 ^h 06,0 ^m	-00°00,2'	8,2	102,2
11. 2.	14 ^h 12,0 ^m	+00°02,5'	8,1	110,7
21. 2.	14 ^h 15,6 ^m	+00°17,8'	7,9	119,7
3. 3.	14 ^h 16,6 ^m	+00°44,5'	7,7	129,1
13. 3.	14 ^h 14,9 ^m	+01°20,3'	7,5	139,0
23. 3.	14 ^h 10,6 ^m	+02°01,4'	7,3	149,1
2. 4.	14 ^h 04,0 ^m	+02°42,6'	7,1	158,7

(134340) Pluto (14,4 – 14,3 mag) v Strelcovi sa od Slnka uhlovu vzdaluje, podmienky pozorovateľnosti na rannej oblohe sa zlepšujú. V strede tohto obdobia sa bude pohybovať 0,25° pod riedkou otvorenou hviezdokopu NGC 6716 (7,5 mag).

Asteroidy

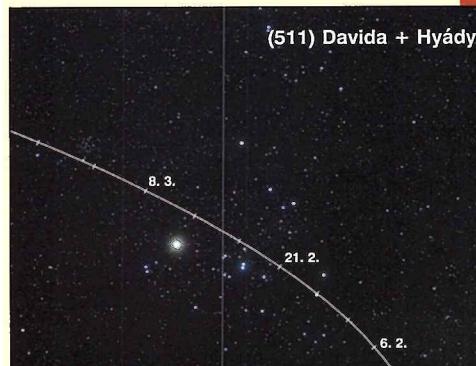
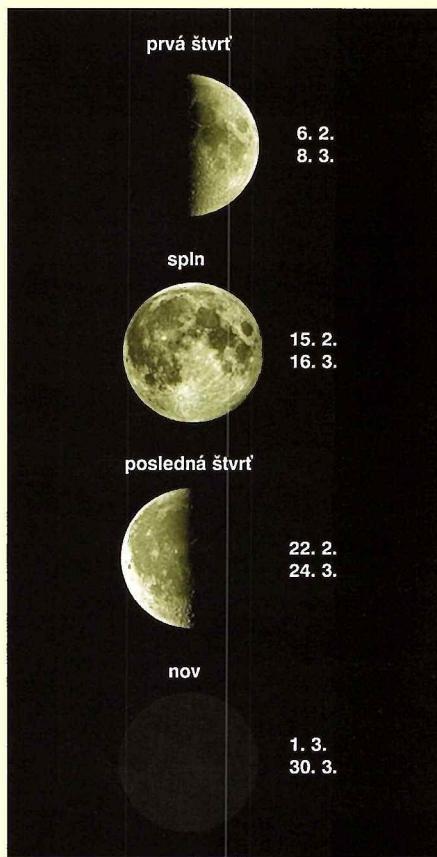


V opozícii do 11 mag budú: (129) Antigone (6,2.; 10,9 mag), (704) Interamnia (7,2.; 10,8 mag), (287) Nephthys (9,2.; 11,0 mag), (2) Pallas (20,2.; 7,0 mag), (114) Kassandra (20,2.; 10,8 mag), (385) Ilmatar (21,2.; 10,6 mag), (349) Dembowska (26,2.; 10,3 mag), (313) Chaldaea (13,3.; 10,6 mag), (21) Lutetia (21,3.; 11,0 mag), (24) Themis (16,3.; 10,6 mag).

Najjasnejším asteroidom je (4) Vesta, ktorá koncom marca bude mať dokonca 6 mag a v triédri nájdeme aj (2) Pallas, ktorá v okolí opozície dosiahne 7 mag. Vestu sa

Fázky Mesiača

prvá štvrt	6. 2.	20:22	8. 3..	14:27
spln	15. 2.	0:53	16. 3..	18:08
posledná štvrt	22. 2.	18:15	24. 3..	2:46
nov	1. 3..	9:00	30. 3..	19:45

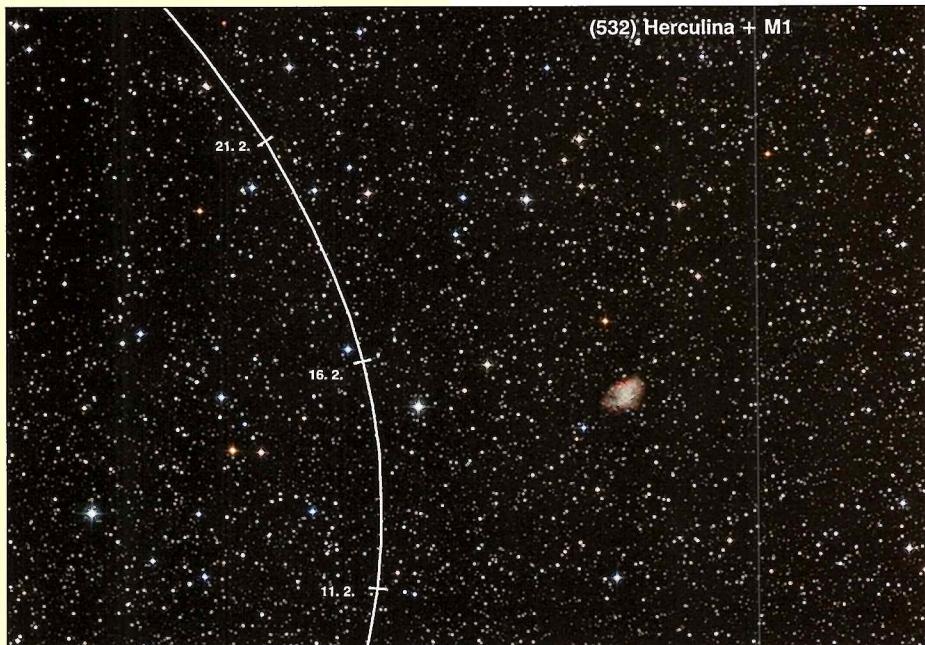
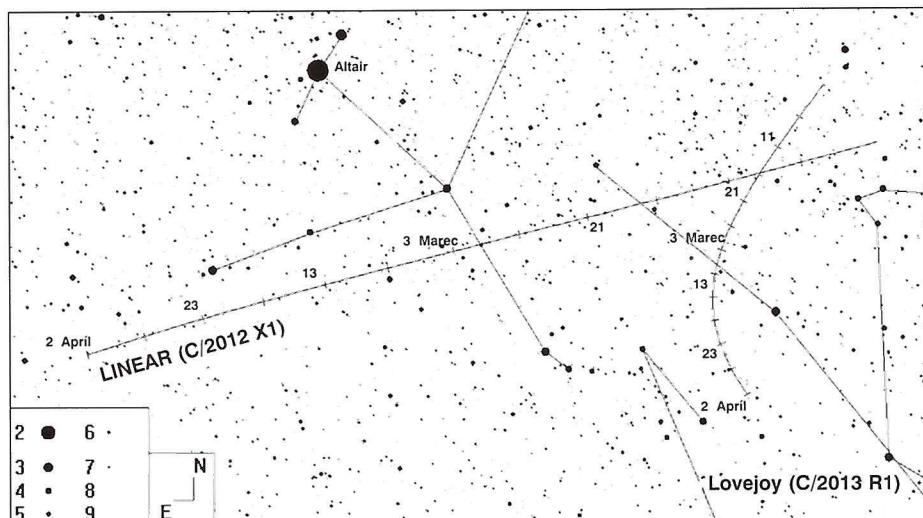


Efemerida asteroidu (4) Vesta

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	13 ^h 51,5 ^m	-02°04,7'	7,2	105,0
11. 2.	13 ^h 58,9 ^m	-02°01,9'	7,0	113,3
21. 2.	14 ^h 03,9 ^m	-01°43,0'	6,8	122,0
3. 3.	14 ^h 06,2 ^m	-01°08,1'	6,6	131,4
13. 3.	14 ^h 05,4 ^m	-00°19,0'	6,4	141,3
23. 3.	14 ^h 01,5 ^m	+00°40,3'	6,1	151,5
2. 4.	13 ^h 54,9 ^m	+01°43,6'	5,9	161,2

Efemerida asteroidu (2) Pallas

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	10 ^h 02,1 ^m	-19°02,1'	7,3	140,4
11. 2.	09 ^h 55,5 ^m	-16°09,4'	7,1	149,3
21. 2.	09 ^h 48,3 ^m	-12°27,7'	7,0	155,8
3. 3.	09 ^h 41,9 ^m	-08°12,8'	7,0	156,4
13. 3.	09 ^h 37,3 ^m	-03°47,4'	7,2	150,7
23. 3.	09 ^h 35,3 ^m	+00°25,9'	7,4	141,9
2. 4.	09 ^h 36,2 ^m	+04°11,1'	7,7	132,2

**Efemerida kométy LINEAR (C/2012 X1)**

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	18 ^h 01,8 ^m	+05°08,3'	8,4	48,8
6. 2.	18 ^h 16,2 ^m	+04°14,8'	8,3	49,1
11. 2.	18 ^h 30,3 ^m	+03°22,5'	8,3	49,6
16. 2.	18 ^h 44,3 ^m	+02°31,3'	8,2	50,1
21. 2.	18 ^h 57,9 ^m	+01°41,2'	8,2	50,9
26. 2.	19 ^h 11,3 ^m	+00°52,0'	8,2	51,7
3. 3.	19 ^h 24,3 ^m	+00°03,5'	8,2	52,8
8. 3.	19 ^h 37,0 ^m	-00°44,6'	8,2	54,0
13. 3.	19 ^h 49,4 ^m	-01°32,5'	8,2	55,4
18. 3.	20 ^h 01,5 ^m	-02°20,6'	8,3	57,0
23. 3.	20 ^h 13,3 ^m	-03°09,3'	8,3	58,7
28. 3.	20 ^h 24,6 ^m	-03°58,8'	8,3	60,6
2. 4.	20 ^h 35,7 ^m	-04°49,7'	8,4	62,8

Efemerida kométy Lovejoy (C/2013 R1)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	18 ^h 11,6 ^m	+07°55,7'	8,2	48,0
6. 2.	18 ^h 16,4 ^m	+06°25,6'	8,6	50,0
11. 2.	18 ^h 20,6 ^m	+05°01,2'	9,0	52,4
16. 2.	18 ^h 24,3 ^m	+03°41,7'	9,3	55,2
21. 2.	18 ^h 27,4 ^m	+02°26,2'	9,7	58,4
26. 2.	18 ^h 30,0 ^m	+01°13,8'	10,0	61,9
3. 3.	18 ^h 31,9 ^m	+00°03,7'	10,3	65,8
8. 3.	18 ^h 33,1 ^m	-01°05,1'	10,6	69,9
13. 3.	18 ^h 33,5 ^m	-02°13,3'	10,9	74,3
18. 3.	18 ^h 33,2 ^m	-03°21,7'	11,3	79,0
23. 3.	18 ^h 31,9 ^m	-04°31,1'	11,6	84,0
28. 3.	18 ^h 29,8 ^m	-05°42,1'	11,8	89,3
2. 4.	18 ^h 26,7 ^m	-06°55,2'	12,0	94,9

Efemerida kométy PANSTARRS (C/20112 K1)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 2.	16 ^h 34,2 ^m	+13°47,5'	11,6	71,9
6. 2.	16 ^h 35,6 ^m	+14°38,9'	11,4	76,0
11. 2.	16 ^h 36,5 ^m	+15°37,5'	11,2	80,1
16. 2.	16 ^h 37,0 ^m	+16°44,2'	11,0	84,3
21. 2.	16 ^h 36,9 ^m	+17°59,6'	10,9	88,5
26. 2.	16 ^h 36,2 ^m	+19°24,8'	10,7	92,7
3. 3.	16 ^h 34,6 ^m	+21°00,5'	10,5	97,0
8. 3.	16 ^h 32,1 ^m	+22°47,7'	10,3	101,3
13. 3.	16 ^h 28,5 ^m	+24°7,1'	10,0	105,5
18. 3.	16 ^h 23,4 ^m	+26°59,3'	9,8	109,6
23. 3.	16 ^h 16,6 ^m	+29°24,5'	9,6	113,5
28. 3.	16 ^h 07,8 ^m	+32°02,2'	9,4	117,0
2. 4.	15 ^h 56,4 ^m	+34°50,6'	9,2	119,9

moriaidine bohatý, a aj keď koncom roka ISON sklamala, celkom slušnou náhradou bola jasná Lovejoy, ktorej sa zdaleka nedostalo toľko mediálnej pozornosti ako by si bola zaslúžila. Ak sú však na oblohe kométy jasnejšie ako 9 mag, je to celkom slušné.

C/2012 X1 (LINEAR) prejde perihéliom 21. 2. a je jasnejšia, ako sa pôvodne predpokladalo. Ak si doterajšiu aktivitu udrží, bude v dosah binokulárov a len niečo pod 8 mag, možno v okolí perihelia aj jasnejšia. Jej obežná doba je 1 909 rokov a v periheliu je od Slnka vo vzdialosti 1,6 AU. Aj keď sa po periheliu od Slnka pomaly vzdaluje, k Zemi sa približuje (až do 27. 6.), a teda jej jasnosť je takmer konštantná. 25. 2. prejde tesne pod malou guľovou hviezdkopou NGC 6760 (9,0 mag).

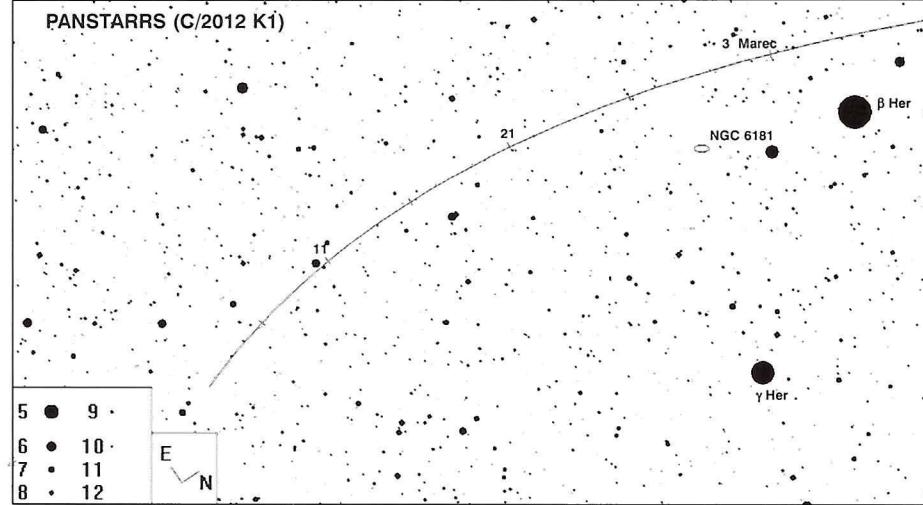
C/2013 R1 (Lovejoy), ktorá prešla perihéliom 22. 12., bola vlastne skvelým objektom nočnej oblohy a po sklamaní z kométy ISON celkom slušnou „náplasťou“, nakonko odhady jej jasnosti dosahovali

dokonca môžeme potešiť pri pozorovaní triédrom aj spolu s Cererou, napoko sú na oblohe uhlivo blízko.

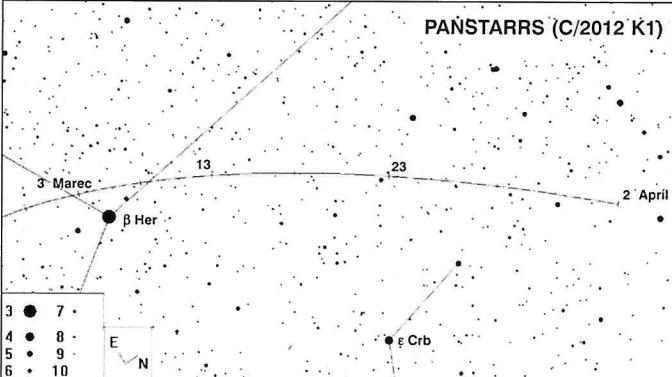
(511) Davida sa bude presúvať na zaujímavom pozadí Hyád a (532) Herculina v polovici februára sa priblíži ku Krabej hmlovine len na 0,5°.

Kométy

Jasnejšie kométy budú na oblohe absentovať, to najlepšie je už za nami. Rok 2013 bol na jasné kométy mi-



PAŃSTARRS (C/2012 K1)



4,5 mag a na tmavej oblohe bola viditeľná aj bez dalekohľadu. Je to kométa dlhoperiodická, s obežnou dobou takmer 10 000 rokov, po prechode perihéliom je však jej vzdialenosť od Zeme takmer konštantná a slabne relatívne pomaly. Vo februári bude v dosahu binokulárov, pod 12 mag klesne až koncom marca.

7. 2. budú C/2012 X1 (LINEAR) a C/2013 R1 (Lovejoy) od seba v Hadonosovi deliť len 2°.

PANSTARRS (C/2012 K1), ktorá bola objavená 12. 5. 2012, prejde perihéliom 27. 8. 2014 a bude asi najlepšie pozorovateľnou kométou v tomto roku, ak nás, samozrejme, niektorá ďalšia neprekvapí. V ma-

Meteory

Február a marec je k pozorovateľom meteorov mačošský, v činnosti nie je žiadny aktívnejší hlavný meteorický roj. Pred koncom februára sú nevýrazné δ Leonidy, no ich prepočítaná frekvencia je len 2. Na vyššiu rojovú aktivitu si teda budeme musieť počkať až do polovice apríla, keď budú v činnosti Lyridy.

PAVOL RAPAVÝ

Kalendár úkazov a výročí (február – marec 2014)

dátum	SEČ
1. 2.	5,8 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 3,1° južne)
1. 2.	15,0 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 4,5° južne)
2. 2.	70. výročie (1944) narodenia E. Gindla
4. 2.	12,5 konjunkcia Merkúra s Neptúnom (Merkúr 2,5° severne)
4. 2.	0,3 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 2,0° južne)
4. 2.	0,5 Merkúr v prísluši (0,3075 AU)
6. 2.	20,4 Mesiac v prvej štvrti
6. 2.	8,4 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať späťne
6. 2.	asteroid (129) Antigone v opozícii (10,9 mag)
6. 2.	85. výročie (1929) narodenia L. Košíňara
7. 2.	asteroid (704) Interarmia v opozícii (10,8 mag)
7. 2.	110. výročie (1904) narodenia B. Novákovej-Bednárovej
7. 2.	190. výročie (1824) narodenia W. Hugginsa
9. 2.	asteroid (287) Nephthys v opozícii (11,0 mag)
9. 2.	15. výročie (1999) štartu sondy Stardust
10. 2.	40. výročie (1974) štartu sondy Mars 4
11. 2.	6,4 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5,8° severne)
12. 2.	6,1 Mesiac v odzemí (406 235 km)
14. 2.	60. výročie (1954) narodenia M. Sobotku
14. 2.	110. výročie (1904) narodenia B. A. Voroncová-Veljáminova
15. 2.	0,9 Mesiac v splne
15. 2.	21,3 Merkúr v dolnej konjunkcii
15. 2.	60. výročie (1954) narodenia P. Zimníkova
15. 2.	letný slnovrat na Marse
15. 2.	450. výročie (1564) narodenia G. Galilejho
15. 2.	500. výročie (1514) narodenia G. J. Rheticusa
18. 2.	4,8 Merkúr najbližšie k Zemi (0,64012 AU)
19. 2.	21,4 konjunkcia Marsu s Mesiacom (Mars 3,5° severne)
19. 2.	100. výročie (1914) narodenia E. E. Adderleya
20. 2.	asteroid (2) Pallas v opozícii (7,0 mag)
20. 2.	asteroid (114) Cassandra v opozícii (10,8 mag)
21. 2.	21,6 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 0,8° severne)
21. 2.	asteroid (385) Ilmatar v opozícii (10,6 mag)
22. 2.	18,3 Mesiac v poslednej štvrti
22. 2.	190. výročie (1824) narodenia P. Janssena
23. 2.	100. výročie (1914) narodenia G. M. Volkoffa
23. 2.	130. výročie (1884) narodenia A. Duchóňa
24. 2.	1,9 Neptún v konjunkcii so Slňkom
24. 2.	16,5 Neptún najdalej od Zeme (30,96693 AU)
26. 2.	5,6 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 0,6° severne)
26. 2.	asteroid (349) Dembowska v opozícii (10,3 mag)
27. 2.	20,8 Mesiac v prizemí (360 439 km)
27. 2.	21,6 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 2,2° južne)
27. 2.	23,5 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo

xime jasnosti začiatkom októbra bude mať asi 6 mag, no to už bude len nízko nad obzorom.

Vo februári zjasnie pod 12 mag a koncom marca by mala mať takmer 9 mag, a teda aj v dosahu silnejších binokulárov.

15P/Brewington v novembri a decembri atakovala 10 mag, no vo februári už klesne pod 12 mag. Koncom marca prejde južným okrajom hmloviny California v Perzeovi, no to už bude mať 13 mag.

Tabuľky východov a západov (február – marec 2014)

Slnko

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

Mesiac

Východ	Západ	Jupiter			
		Východ		Západ	
1. 2.	7:35	19:07			
6. 2.	10:08				
11. 2.	13:53	4:25			
16. 2.	18:55	6:57			
21. 2.		9:17			
26. 2.	4:10	14:01			
3. 3.	7:03	20:26			
8. 3.	10:05	0:45			
13. 3.	14:41	4:07			
18. 3.	20:00	6:18			
23. 3.	0:19	9:37			
28. 3.	3:58	15:30			

Merkúr

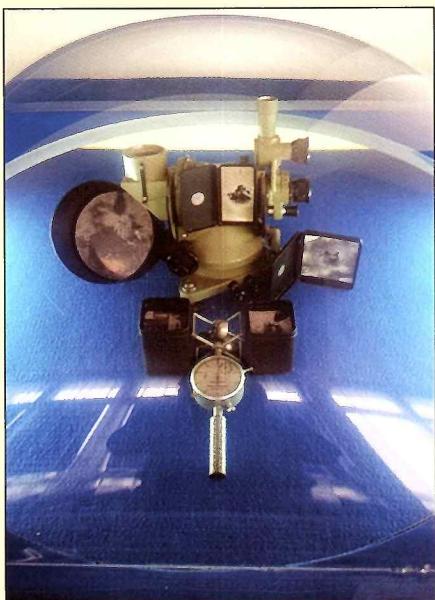
Východ	Západ	Saturn			
		Východ		Západ	
1. 2.	7:51	18:19			
6. 2.	7:29	18:16			
11. 2.	6:58	17:49			
16. 2.	6:24	17:03			
21. 2.	5:54	16:15			
26. 2.	5:33	15:38			
3. 3.	5:20	15:16			
8. 3.	5:13	15:07			
13. 3.	5:08	15:07			
18. 3.	5:04	15:15			
23. 3.	5:00	15:29			
28. 3.	4:56	15:47			

Venuše

Východ	Západ	Urán			
		Východ		Západ	
1. 2.	5:02	14:38			
6. 2.	4:45	14:20			
11. 2.	4:33	14:06			
16. 2.	4:23	13:55			
21. 2.	4:16	13:47			
26. 2.	4:11	13:41			
3. 3.	4:07	13:38			
8. 3.	4:03	13:38			
13. 3.	4:00	13:39			
18. 3.	3:56	13:42			
23. 3.	3:52	13:47			
28. 3.	3:48	13:52			

Mars

Východ	Západ	Neptún			
		Východ		Západ	
1. 2.	22:49	9:57			
6. 2.	22:36	9:41			
11. 2.	22:22	9:24			
16. 2.	22:07	9:06			
21. 2.	21:51	8:48			
26. 2.	21:33	8:29			
3. 3.	21:13	8:09			
8. 3.	20:51	7:50			
13. 3.	20:28	7:29			
18. 3.	20:04	7:07			
23. 3.	19:38	6:45			
28. 3.	19:10	6:21			



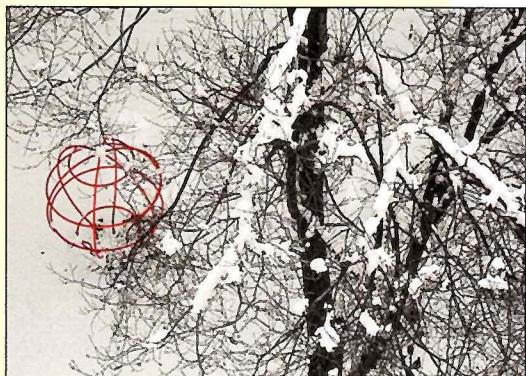
Eva Tkáčiková: Chris Hadfield's Space Oddity; objekt, 2013.

Foto: Patrik Vaňo



Katarína Hudačinová: Z cyklu CAMERA NATURA; camera obscura 2013.

Vlado Eliáš: Planéta.



Čas, svetlo a priestor

Len ďaleko by sme našli v dejinách presný moment, keď sa od seba začali diametrálne vzdialovať veda a umenie. Až postmoderna opäť pripustila uvažovanie o možnosti mnohých pravd. Už vieme, že dnešná pravda sa zajtra môže ukázať ako omyl. Dnes opäť chápeme, že kreativita, tvorivosť a fantázia sú neoddeliteľnou súčasťou poznania a veda nie je jediným platným výkladom života.

Stretávame sa v priestoroch Hvezdárne a planetária v Prešove. V historických záznamoch mesta existuje doklad o mestskej hvezdárni v Prešove už z roku 1661. Dnešná budova Hvezdárne a planetária je z roku 1984. Vo svojej dobe patrila k najmodernejšie zariadeným vedeckým inštitúciám tohto druhu na Slovensku. Previazanost technickej vybavenosti v súlade s pozoruhodným doplnením priestorov grafikami od významného slovenského autora akad. maliara Rudolfa Sikoru (1946) tvoria dokonalú harmóniu. Teritórium tejto inštitúcie sa stáva akýmsi informačným kanálom, ktorý podnecuje synergiu vedy a umenia.

Sedem ročníkov umeleckých konfrontácií predstavuje proces postupných hľadaní prelínania vedeckých informácií a paralelných pohľadov na problematiku. Akcia sa uskutočňuje každoročne v rovnakom čase v nadväznosti na Svetový kozmický týždeň. Kurátorka výstavy systematicky oslovouje autorov, ktorí programovo pracujú s vesmírnou problematikou. Počas doterajších výstav sa na samostatných či kolektívnych prezentáciach predstavili jedenásti autori zo Slovenska a zo zahraničia. Okrem klasických prejavov (malba, kresba, grafika) boli zastúpené aj fotografie, objekty, video-art, texty či koncepty. Podujatie sa postupne mení na tradíciu s históriaou a stretáva sa s rastúcim záujmom najmä u mladého publiku.

Čas, svetlo a priestor – budeme narábať s týmito termínnimi, ktoré patria do oblasti vedy, rovnako ako do oblasti umenia. Pretože uhly poznania sú rôzne.

Čas ako kategória veľmi orientačná a relatívna – 24 hodín, 12 mesiacov, ...nekonečno. Z okna svojho bytu pozoruje Vlado Eliáš metaforu Zeme. Časozberným spôsobom nás na svojich citlivých statických záberoch presvedča o tom, že „sa predsa točí“. Nehybná konštrukcia jeho najdenej malej planéty vstupuje do pohybu akoby opačne. Čas sa točí okolo nej – miňajú sa ročné obdobia, svetlo a tma, sneží a kvitne, ukryva sa v listoch. Každý kúsok jeho fotografia chápeme ako reálnu prítomnosť, ale aj ako posolstvo o neznámej planéte, ktoré k nám letí z hĺbky času.

Fotografia je priamý dotyk svetla, ktorý je dôkazom fyzickej existencie. Roland Barthes v teórii

O dotyku svetla hovorí, že „... z reálneho tela, ktoré tam bolo, vytryskli lúče, ktoré sa dotkli mňa... Fotografia sa ma dotkne rovnako ako oneskorený líč nejakej hviezdy. Snímok, hoci vyblednutý, sa pre mňa stáva pokladom líčov, ktoré oného dňa vytryskli ... z vlasov, z kože, šiat, z pohľadu.“

Katarína Hudačinová zachytáva čas pomocou svetla na renesančnom princípe camery obscury. Fascinuje ju jej jednoduchý princíp a nepredvídaná povaha. Vlastnoručne zhotovené filigránske prístroje rôznych veľkostí a tvarov (ako z camera raritatis) je otvárajú priestor na skúmanie a experimentovanie. Zaručujej jej „váčšiu slobodu a menšiu závislosť na fotoaparate“. Neadchýna ju krásny záber, ale proces jeho vzniku – ako skrotiť fyzikálne zákony, aby svetlo vstupovalo na negatív cez prekážky. Prepája reálne prostredie do nevšedných spojitosť tak, aby spolu v jednom celku kooperovala realita, spomienky aj stopy náhodne nájdenej minulosti. Evokuje v nás pocity hľadania a objavovania v neznámych priestoroch.

Sama autorka hovorí: „...mojím zámerom je vynechávať technické výmožnosti, aby som sa stala v čo najväčšej miere zodpovednou za výslednú fotografiu a mala možnosť zasahovať a korigovať ju až do konečnej podoby. Digitálna fotografia nemá pre mňa hodnotu originálu, kedže je schopná sa v nekonečnom množstve reprodukovať“. Neuspokojuje ju ani vizuálna dokonalosť fotografie, ale najmä hľadanie nových možností a technológií na neprebadaných materiáloch a povrchoch. Je zvedavá. Jej tvorba sa podobá cestám do neznáma a vedeckým objavom.

Eva Tkáčiková nachádza svoj vesmírny priestor v laboratóriu kuchyne, kde tvorí dizajn nielen KOZMICKÝ, ale aj KOZM(ET)ICKÝ a KO(Z)MICKÝ. S nadšením varí v kuchynskom mikropriestore makroprocesy vzniku planét, spája hmoty, delí ich. Svoj mikropriestor premieta na kupolu planetária a dáva mu novú šancu makropremeny – poriadok na chaos – božské tvorenie, či radosť z tvorby? Do priestoru svojho súkromia vpúšta Transformerov – štipka sci-fi z rodinného albumu. So zariadením sledovala pobyt astronauta Chrisa Hadfielda na palube medzinárodnej vesmírnej stanice, odkiaľ čerpala podnete pre svoju (neo)dadiacké objekty vesmírnych modulov. Sú tvorené „in situ“, s cieľom umiestniť ich do kontextu s reálnymi historickými modelmi. Inšpiráciou sú jej aj doposiaľ málo známe makromolekulové potraviny, ktoré majú podobu pestrofarebných gélov. Tvoria akési kulinárske mimikry s nepredvídateľnou chuťou, farbou a vzhľadom. Umenie na zjedenie.

Tohtoročný KOZMICKÝ DIZAJN priniesol zmenu v inštalácii. Vďaka ústredovosti vedenia Hvezdárne a planetária umenie v expozícii splyva s vedeckými exponátm. Tvoria ucelenú jednotu.

PhDr. Edita Vološčuková, PhD.
kurátorka výstavy

Kurátorka výstavy PhDr. Edita Vološčuková, PhD. (uprostred) s návštěvníkmi vernisáže výstavy Kozmický dizajn 2013.
Foto: Renáta Kolivošková





Kométa C/2013 R1 Lovejoy, Plevník 28. 11. 2013 od 04:30 SEČ, Canon 350 D modif., Newton 150/750, 3×120 sek, ISO 1600.

Kométa C/2013 R1 Lovejoy

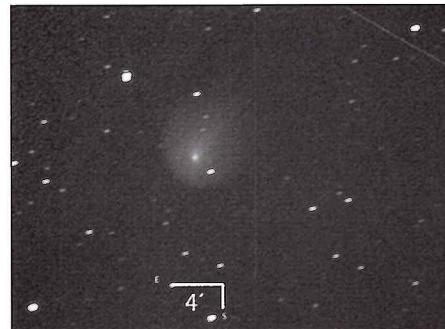
V čase keď vznikla táto fotografia (ráno 28. 11. 2013) ešte žila aká-taká nádej, že kométa ISON svoj tesný prelet okolo Slnka prežije. Napriek tomu som si nenechal ujst krásnu kométu Lovejoy, o ktorej som vedel, že oproti pôvodnej predpovedi výrazne zjasnela. Počasie ale stále odsúvalo moju snahu, až nakoniec som sa rozhodol „zaútočiť“ na ňu ráno 28. 11. 2013. Predpoveď počasia bola neistá, ale nejaká šanca tam bola. Kedže poloha komety bola vzhľadom na severovýchodný obzor mojej pozorovateľne nevýhodná, narýchlo som si pod okno spálne nachystal HEQ 5 Pro s menšími dalekohľadmi. Mobil zazvonil o 03:00 SEČ. Pohľad na oblohu neveští nič dobré – hmla! Nechýbalo veľa a bol by

som skončil nazad v posteli (teplota vonku klesla na -9°C). Nakoniec sa hmla ako-tak rozostúpila a začal som fotiť, s vedomím, že výsledok bude biedny. Samozrejme, že trocha „prisvieťoval“ aj Mesiac a prilieval olej do ohňa. Ale to nebolo všetko. Pouličné osvetlenie, ktoré sa bežne rozsvietuje o 05:00 sa rozsvietilo o hodinu skôr! Neskôr som sa dozvedel, že ho nejaký príliš horlivý „aktivista“ prestavil na skoršiu hodinu. Narychlom som zohnal veľký kartón a celú hodinu stál pred dalekohľadom, aby som ho aspoň trocha ochránil pred týmto „blahodarným“ osvetlením. Takže zhrniem podmienky: hmla, Mesiac, neónky – to je kombinácia! Myslím si, že týmto podmienkam zodpovedá aj výsledok. Ale nakoniec som predsa len urobil dobre, lebo vieme, ako kométa ISON dopadla... Odmenou mi bol meteor (alebo družica?), ktorý preletel zorným polom objektívu. Aspoň čosi pozitívne.

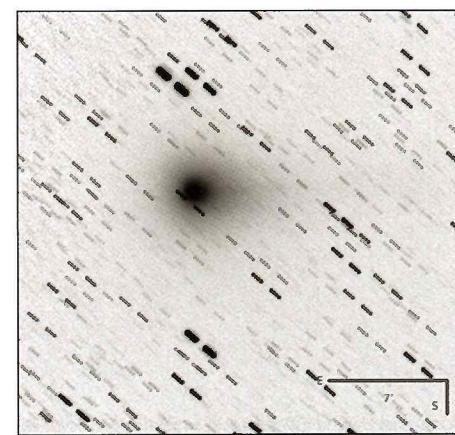
Marián Mičúch

Kométy z 1. novembra 2013

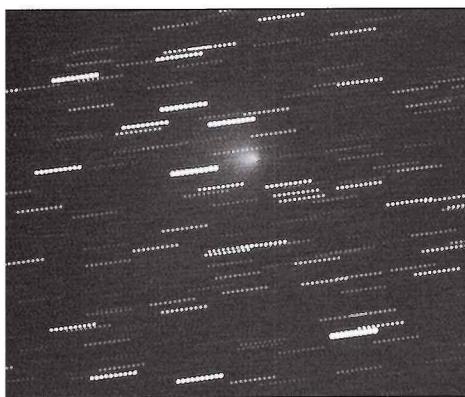
Marián Urbaník 1. novembra fotografoval kométy, ktoré sa koncom roka bohatu „urodili“.



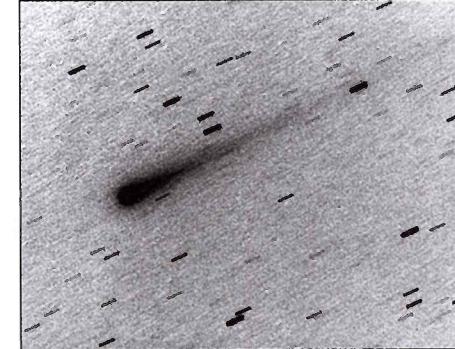
C/2012 X1 (LINEAR). 1. 11. 2013, 4×180 s, ED 80/600 red 0,5.



C/2013 R1 (Lovejoy). 1. 11. 2013, 10×180 s, ED 80/600 red 0,5.



Kométa Encke. 1. 11. 2013 10×180 s, ED 80/600 red 0,5.



Kométa ISON. 1. 11. 2013, 7×180 s, ED 80/600 red 0,5.

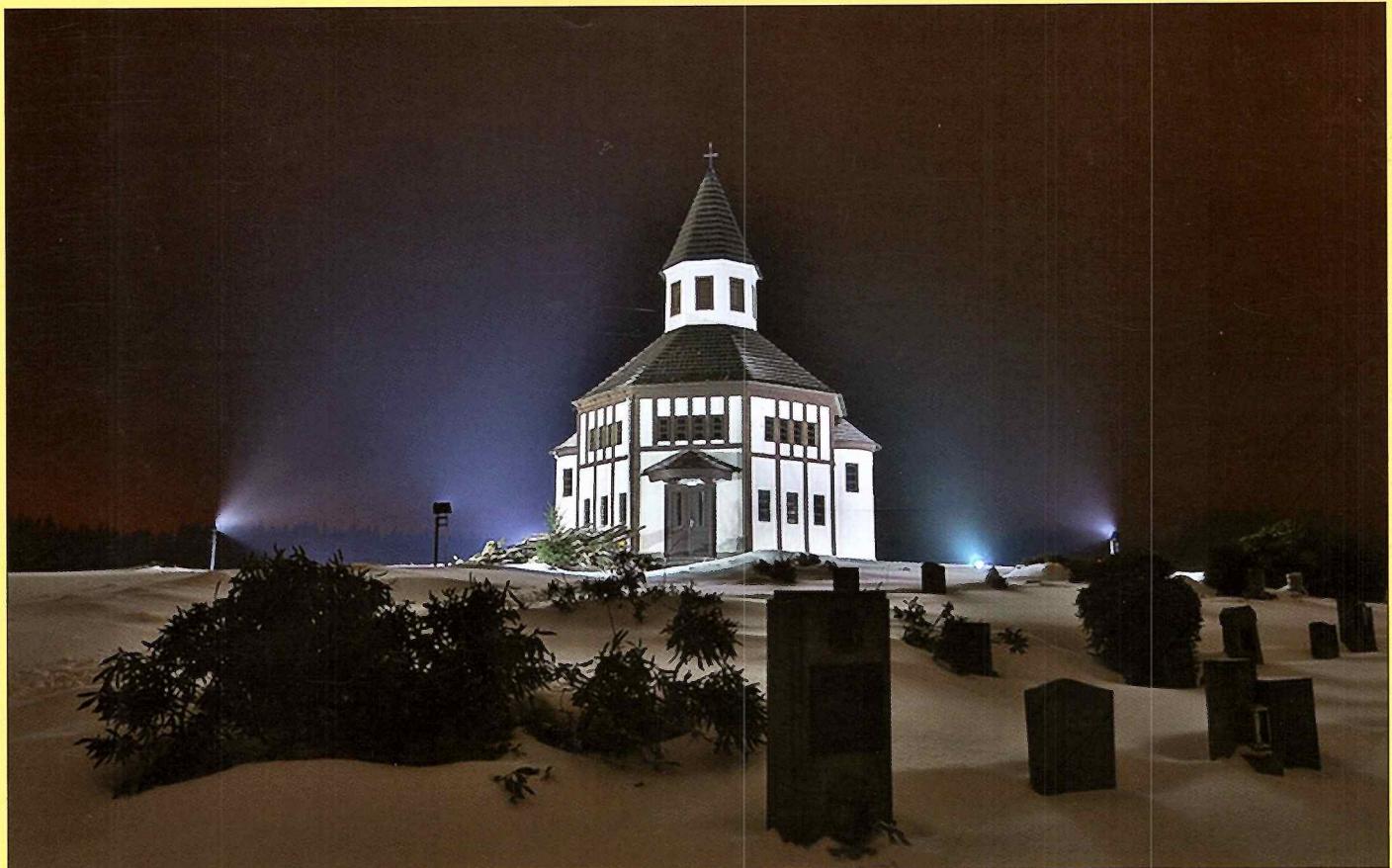
Kométa C/2013 R1 Lovejoy v decembri



Záber komety C/2013 R1 (Lovejoy) zhotovený 6. decembra v čase 17:30 – 18:00 CET v Hurbanove. Meade ETX70, Canon EOS-350D, ISO1600. Kompozitný záber: 11×30 s. Foto: Dušan Lorenc



Kométa C/2013 R1 (Lovejoy), Plevník 10. 12. 2013, Canon 350D modif., Newton 150/750, 9×120 s, ISO 1600, riedka oblačnosť. Foto: Marián Mičúch



Lubomír Sklenár (Vrchlabí): Osvícená. Tesařovská kaplnka v Kořenově, pri ktorej si snáď poviete „No to je ale nádhera“... Zamyslime sa však nad tým, že viac ako polovica svetla svieti tam, kde to nie je potrebné a príroda sa nám nepodakuje. Fotografia ocenená 1. miestom v kategórii Ako rozhodne nesvietiť.



Michal a Lenka Figurová (Prešov): Bardejovská. Pekná, avšak neocenená fotografia v kategórii Správne svetlo. Porota sa tu zhodnúť akosi nevedela, je to predsa len súťaž o tom, ako svietiť správne. Nerovnomernosť osvetlenia je snáď ešte prijateľhá, no to modré svetlo veru k nočnému životnému prostrediu šetrné nie je...