



Číslo 3

* jún - júl 2015 *

Ročník 46 *

Cena 1,80 €

KO//MOS

Astrofoto 2014



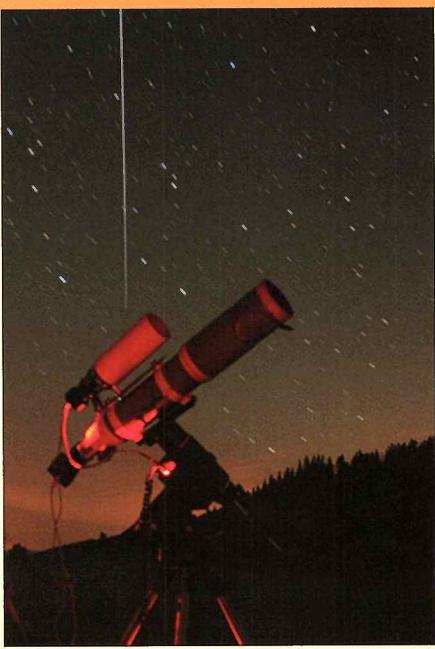
Prázdne priestory:
klúč k pochopeniu
záhad vesmíru

Rezonancia

Čo je za Kuiperovým pásom?

Pluto v dohláde sondy New Horizons

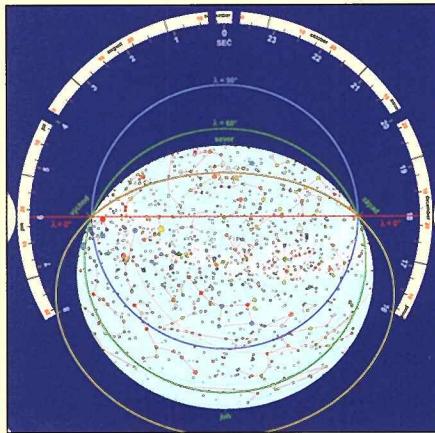
Budeme rehabilitovať Pluto?



Marian Urbaník: ISS. Fotografované 3. 8. 2014 o 03:07m, 1x156 s. Canon 400D, Canon 3.5 – 4.5/18–50 mm. Súťažná práca z Astrofota 2014 (kategória Variácie na tému obloha). Viac na stranach 22 – 24.

Servis Kozmosu

- Slniečná aktivita
(február – marec 2015) Ivan Dorotovič s. 19
Základné astronomické pomôcky Peter Zimníkova s. 32 – 34



- POZORUJTE S NAMI!
Obloha v kalendári
(jún – júl 2015)
Pripravil Pavol Rapavý s. 42 – 45
Kalendár úkazov a výročí
Pavol Rapavý s. 45
Tabuľky východov a západov
(jún – júl 2015)
Pavol Rapavý s. 45

KOZMOS

populárno-vedecký astronomický časopis

Odborní posudzovatelia tohto čísla: RNDr. Drahomír Chochol, DrSc. a RNDr. Milan Rybanský, DrSc.

Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 035/760 24 84, fax 035/760 24 87. IČO vydavateľa: 00 164 852. Za vydavateľa zodpovedný: generálny riaditeľ SUH v Hurbanove Mgr. Marián Vidovenec. * **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – redaktor, Daniel Tóth – redaktor, Lýdia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefánková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 02/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk. * **Redakčná rada:** RNDr. Ivan Dorotovič, CSc., doc. RNDr. Rudolf Gális, Ph.D., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, DrSc., doc. RNDr. Leonard Kornoš, PhD., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Mgr. Anna Pribulová, Ph.D., RNDr. Pavol Rapavý, doc. RNDr. Ján Svoreň, DrSc. Predseda redakčného kruhu: RNDr. Milan Rybanský, DrSc. * **Tlač:** Tlačiareň KASICO, a. s., Beckovská 38, 823 61 Bratislava. * **Vychádzka:** 6 × do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. * **Cena jedného čísla** 1,80 € (45,00 CZK). Pre abonentov ročne 9,60 € (250 CZK) vrátane poštovného. * **Objednávky na predplatné** prijíma každá pošta. Objednávky do zahraničia vybavuje Slovenská pošta, a. s., Stredisko predplatného tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, e-mail: zahranicna.tlac@slposta.sk. * **Predplatiteľia:** V Českej republike A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L.K. Permanent s.r.o., PP 4, 834 14 Bratislava 34, tel. 00421-02 49 111 204. Podávanie novinových zásielok povolené Riadielstvom poštovej prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Českej republike rozšíruje 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 CR bolo povolené Českou poštu, s.p. OZSeC Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. * EV 3166/09 * Zadané do tlače 18. 5. 2015 * ISSN 0323 – 049X

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

Stelárna astronómia...

- Obrovská čierna diera v malej galaxii s. 6
Tmavá hmota riadi rast supermasívnych čiernych dier s. 6
Vzplanutie žiarenia gama, GRB 130925A s. 7
Ultrarýchle vetry z čiernej diery s. 7

Prázdne priestory: klúč k pochopeniu záhad vesmíru

Sky&Telescope s. 25 – 28



Extrasolárne sústavy

- Kepler-444: päť terestrických exoplanét... s. 10
Superjupiter v štvorhviezde s. 10
KIC 1255b: rozpadajúca sa exoplanéta... s. 10

Fyzika

Rezonancia (1)

Ladislav Hric s. 29 – 31

Podujatia a Album pozorovateľa

Astrofoto 2014

Podmienky súťaže Astrofoto 2015
Drahoslava Výbochová s. 1, 24, 37, 38, 39, 48

Marec v Hurbanove (otvorenie planetária a čiastočné zatmenie Slnka)

Drahoslava Výbochová, Ivan Dorotovič s. 35

ČIASTOČNÉ ZATMENIE SLNKA

V. Lackovičová, A. Kučera; J. Tóth; J. Pastierovičová; F. Erben; Astrofoto.sk Team (I. Majchrčík, T. Maruška, M. Grňa), Dana Rapavá, Pavol Rapavý. s. 36 – 37

Dotkli sa Slnka a Mesiaca

Július Koza s. 36

Celoslovenské finále astronomickej olympiády (AO) 2015

Ladislav Hric s. 41

Cena Jindřicha Zemana za astrofotografiu roku 2014

Marcel Bělík s. 46

Slovo zakladatele

České astrofotografie měsíce

Zdeněk Bardón s. 47

Workshop o kozmickom počasí v Japonsku

Ivan Dorotovič s. 47

Slniečná sústava

Ceres – sopky alebo kometárna aktivita?

Ján Svoreň s. 3 – 5

New Horizons – začiatok výskumu Pluta z bezprostrednej blízkosti

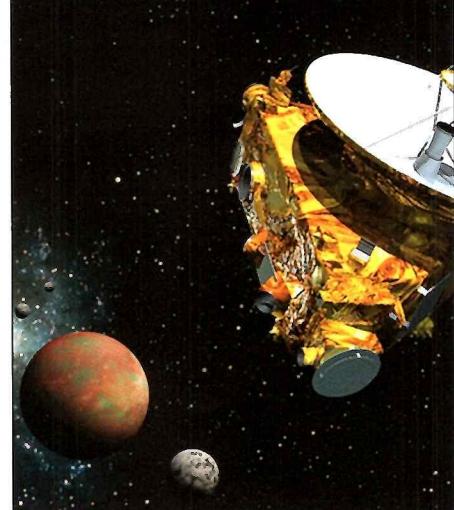
Ján Svoreň s. 5

Spôsobila tmavá hmota masové vyhnutia živých organizmov?

s. 9

Čo je za Kuiperovým pásom?

Sky&Telescope s. 11 – 13



Pluto v dohľade sondy

New Horizons

Astronomy s. 14 – 17

Vybrali ďalšie objekty pre sondu

New Horizons s. 17

Budeme rehabilitovať Pluto?

ASTRONOMICKÝ SPRIEVODCA 27

Milan Rybanský s. 18 – 19

Kozmológia

Multiverzum: ríša neznámych vesmírov (dokončenie)

Bild der Wissenschaft

s. 8 – 9

Kozmonautika

ISS se dočká prestavby

Tomáš Přibyl s. 20 – 23

Sci-fi poviedka

O súťaži

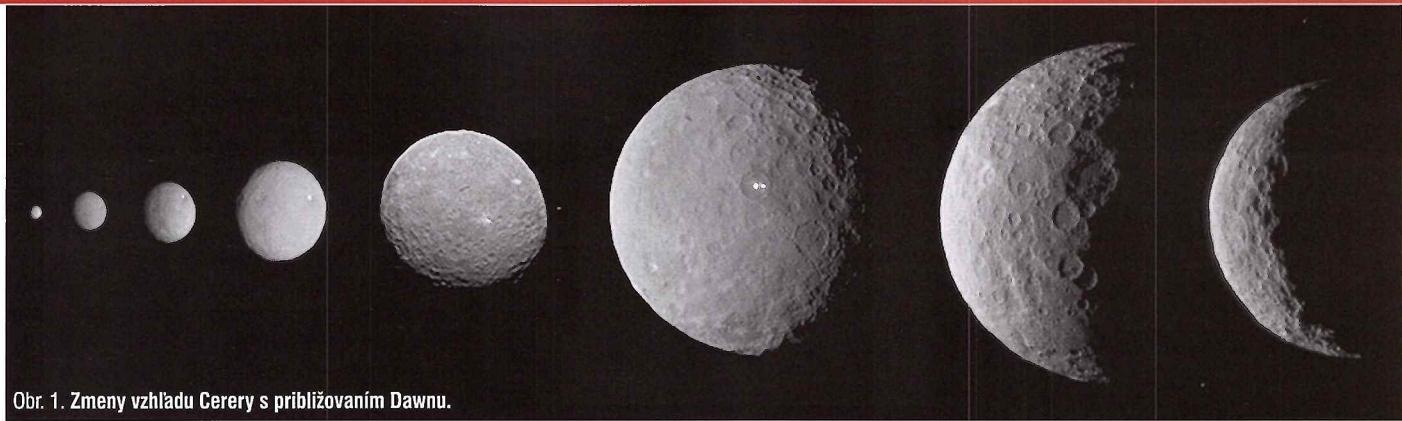
Lucia Lackovičová

s. 40

Iba uhlík

Richard Brenkuš

s. 40 – 41



Obr. 1. Zmeny vzhľadu Cerery s približovaním Dawnu.

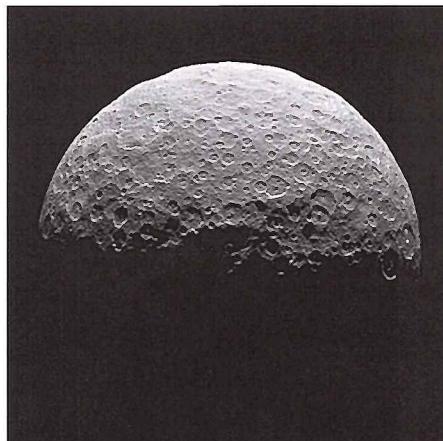
CERES - sopky alebo kometárna aktivita?

Vesmírna sonda Dawn dorazila 6. marca na svoje nové trvalé bydlisko – dráhu okolo trpasličej planéty Ceres. Z gravitačného objatia Cerery sa Dawn už nikdy neuvolní, postupne bude stále bližšie k povrchu svojho vesmírneho spoločníka. Zachytenie sa udialo na nočnej strane Cerery a sonda sa pohybovala nad jej nočnou stranou od 2. marca až do 9. apríla. Po ambicioznej a náročnej ceste umožnili iónové motory takmer chirurgicky presné navedenie na kruhovú dráhu vo vzdialosti 13 500 km od povrchu Cerery. Hlavná časť výskumu Cerery sa uskutoční zo sústavy kruhových, takmer polárných, dráh. Postupne bude výška klesať až na konečných 700 km nad povrhom. Projekt, ktorý sa nazýva aj *Cestou k začiatkom Slnčnej sústavy* bude trvať od prvého zachytenia minimálne 5 mesiacov, počas ktorých bude Dawn letieť s Cererou a zbierať pozorovacie údaje z rozličných výšok nad povrhom.

14. a 15 apríla sa uskutočnila posledná korekcia dráhy Dawnu pred ukončením manévrovania. Už teraz sa tešíme na množstvo nových detailov, ktoré sa dozvieme o Cerere. Treba však pravdivo povedať, že takmer všetko, čo sa dozvieme, bude nové. Veď na najlepších záberoch, ktoré sme mali k dispozícii pred začiatkom tohto projektu, bola Ceres len hmlistou škvornou umožňujúcou smelé interpretácie „napozorovaného“. O tom, aké veľké boli naše nevedomosti svedčí aj to, že až vo februári tohto roka sme boli schopní určiť polohu rotačných pôlov trpasličej planéty. Rotačná doba bola súčasne upresnená na 9,074 hodiny.

Povrch – morfológia a topografia

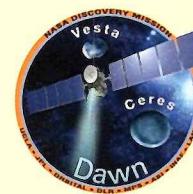
Výška prvého mapovania bola zvolená tak, aby v zábere kamier bol celý disk trpasličej planéty. Po klesnutí nižšie to, samozrejme, nebude platíť, budeme vidieť menšiu plochu, avšak vo väčších detailoch. Po ukončení činnosti iónových motorov bude poloha sondy monitorovaná pomocou rádiových signálov. Presná



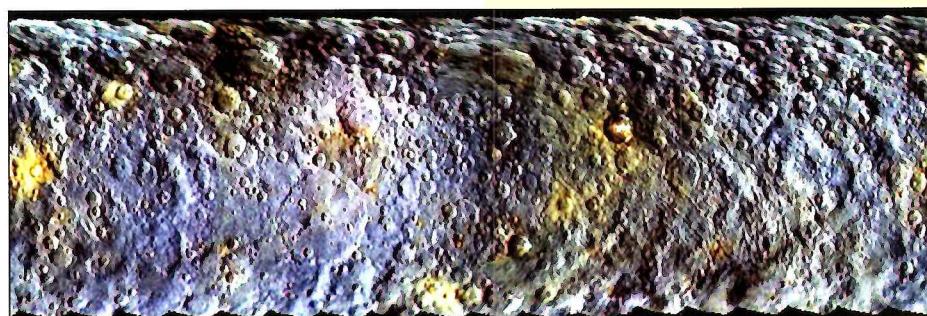
Obr. 2. Severná časť Cerery osvetlená Slnkom na snímke Dawnu zo 14. apríla 2015.

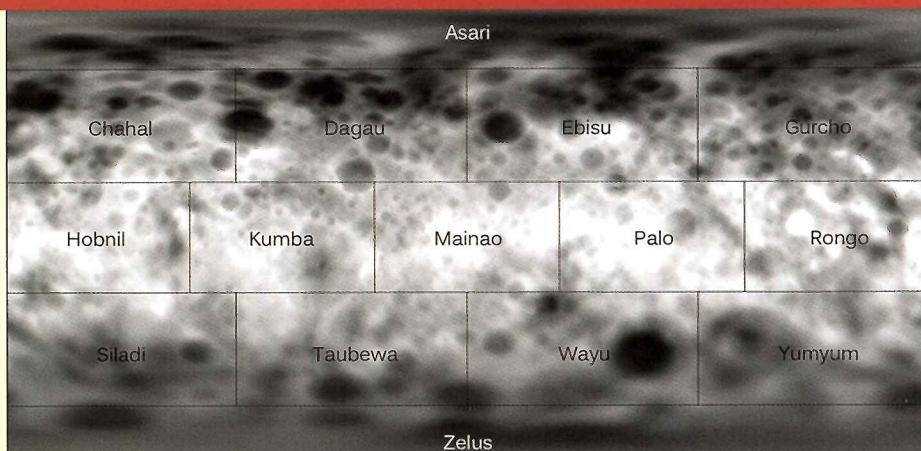
Prehľad podmienok doterajšieho snímkovania Cerery (do 14. 4.) a plán do konca projektu (posledné 4 riadky)

Začiatok aktivity	Vzdialosť Ceres – Dawn v km	Rozlišenie v km na pixel	Rozlišenie v porovnaní s Hubblocom
1. 12. 2014	740 000	112	0,25
13. 1. 2015	383 000	36	0,83
25. 1. 2015	237 000	22	1,3
3. 2. 2015	146 000	14	2,2
12. 2. 2015	83 000	7,8	3,8
19. 2. 2015	46 000	4,3	7,0
25. 2. 2015	40 000	3,7	8,0
10. 4. 2015	33 000	3,1	9,6
14. 4. 2015	22 000	2,1	14
23. 4. 2015 – 9. 5. 2015	13 500	1,3	24
6. 6. 2015 – 30. 6. 2015	4 400	0,45	72
4. 8. 2015 – 15. 10. 2015	1 450	0,14	215
8. 12. 2015 – záver	375	0,035	850

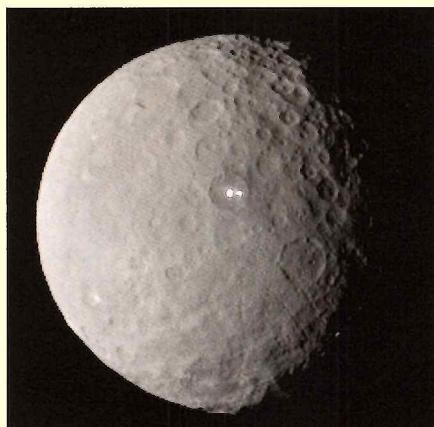


Obr. 3. Ceres – farebná mapa vytvorená Dawnom odhaluje rozmanitosť povrchu.

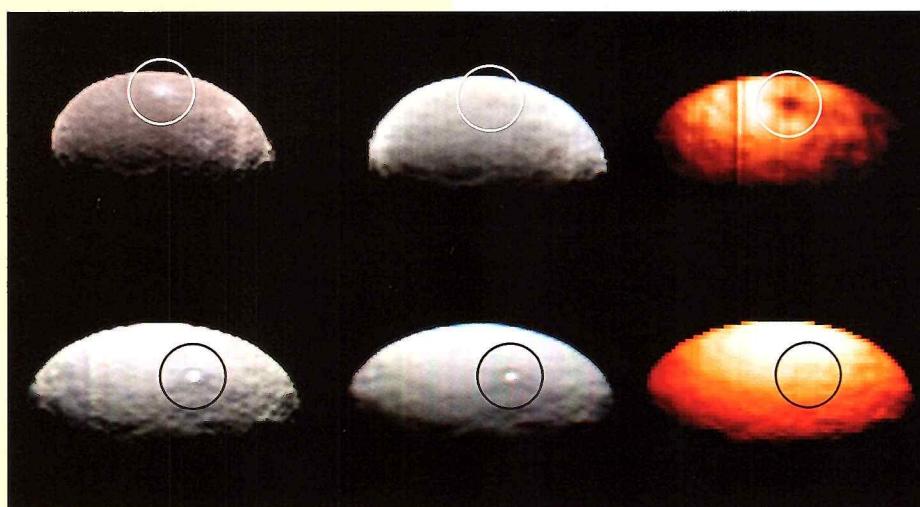




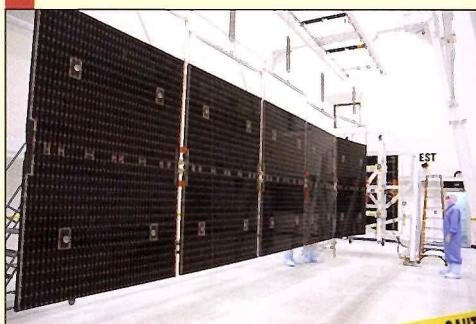
Obr. 4. Topografická mapa Cerery s menami oblastí.



Obr. 5. Ceres 19. 2. 2015 s dvojicou jasných škvŕn.



Obr. 6. Snímky jasných oblastí na povrchu z viditeľného a infračerveného spektrometra.



Obr. 7. Dawn – Veľký požadovaný príkon a nízka úroveň slnečného žiarenia vo vzdialosti 2,8 astronomických jednotiek viedli ku konštrukcii obrovských slnečných panelov.

Dvojica jasných škvŕn

V prvej fáze pri lete nad nočnou stranou Dawn, samozrejme, nezískaval žiadne obrázky. Vznikol teda priestor na analýzu záberov získaných počas približovania. Veľkú diskusiu vyskoloval obrázok získaný Dawnom 19. februára 2015 zo vzdialenosťi 46 000 km. Ukázalo sa, že najjasnejšie miesto na Cerere má slabšieho sprievodcu. Povaha dvoch jasnych škvŕn objavených pred de-saturočím Hubbleovým vesmírnym ďalekohľadom a teraz nasnímaných ostrejšie (*na obr. 5 v strede*) zatiaľ nie je známa. A tak predovšetkým na sociálnych sietiach, ktoré sú vždy spoľahlivým zdrojom rozsiahlych spekulácií, sa objavili úvahy, či Dawn náhodou nenaftol svetlú z cudzieho mesta. Je zrejmé, že na takýto nápad treba veľkú dávku nevedomosti, horšie však je, že triezvych hlasov v následnej diskusii bolo poskromne. Je zrejmé, že je len otázkou času, kedy vedci zistia o čo ide, cudzie mestá to však určite nebudú. Počas snímkovania v apríli oblasť škvŕn nebola osvetlená, je však naplánovaná s lepším osvetlením na májový „fototermin“.

Kedže okolo tohto problému sa vyvinula značná histéria, Dawn začal oblasť skúmať aj mimo pôvodných plánov. Na *obr. 6* sú snímky z viditeľného a infračerveného spektrometra. Zvýraznené sú dve oblasti obsahujúce svetlé škvŕny. Horné obrázky ukazujú oblasť označenú ako „1“ a spodné obrázky ukazujú oblasť označenú „5“. Región 5 obsahuje problematické najjasnejšie škvŕny na Cerere. Podľa predbežných meraní teploty je oblasť 1 chladnejšia ako zvyšok povrchu, oblasť 5 má podobnú teplotu ako jej okolie. Celkovo bolo na povrchu Cerery lokalizovaných 10 jasnych oblastí. Vyššie študované jasné škvŕny v oblasti 5 sú však daleko najnápadnejšie. Tento jasny páár svetlých škvŕn je umiestnený spoločne v kráteri širokom 92 km.

Existencia obidvoch škvŕn v jednom kráteri by mohla napovedať, že ide o sopku. Skôr však, ako bude formulovaná takáto geologická hypotéza, treba počkať na snímky s lepším rozlíšením. Treba však jasne povedať, že vulkanickú činnosť na Cerere neočakávame z dvoch dôvodov. Po prvej, Ceres samotný nie je podľa existujúcich teórií dostatočne veľký, aby si zachoval horúce jadro až do dnešných dní. A po druhé, Ceres nie je ani pod pôsobením slapových sôl nejakého blízkeho veľkého telesa, ktoré sú zdrojom vulkanickej aktivity napr. na mesiaci Io v sústave Jupitera.

Pri skúmaní týchto škvŕn sa však podaril mimoriadne zaujímavý objav. Hoci škvŕny ležia na dne krátera, ukázalo sa, že sú viditeľné hned, ako sa kráter vďaka rotácii objaví na obzore. Pri-



Obr. 8. Sonda Dawn pred vložením do startovej kapsuly, vpravo poskladané slnečné panely.

tom škvry by mali byť pod úrovňou kráterového valu, teda neviditeľné. Je zrejmé, že v skutočnosti musia byť vertikálne nad okrajom krátera – ako vysvetlenie sa ponúka nejaký plyn alebo para. Počas dňa s nahrievaním sa škvry zjasňujú, počas súmraku hasnú a neskôr úplne zmiznú. Hoci nemožno urobiť definitívne závery, veľmi to pripomína kometárnu aktivitu, ktorá tiež prebieha len na dennej, Slnkom osvetlenej, strane kometárneho jadra. Podľa analógie, jasné škvry by teda mohli byť plynné prúdy sublimujúcich ľadov, či už vodného alebo i prchavejších látok.

Čo nám Dawn prinesie ďalej?

Na základe pozorovania Herschelovým vesmírnym ďalekohľadom v decembri 2014 bol oznamený mimoriadne prekvapivý objav extrémne difúznych oblakov vodnej parí okolo Cerery. Spôsob, akým voda uniká z trpasličej planéty do priestoru, nie je známy. Treba však mať na pamäti, že množstvo vodnej parí je veľmi malé. Pre porovnanie – množstvo vodnej parí unikajúce zo Zeme je vo výškach letov obývaných kozmických staníc (cca 300 km na povrchom Zeme) väčšie, ako množstvo vody namerané pri Cerere. A už vôbec to nemôžeme porovnať s množstvom vody uvoľňovaným kométa mi. Kedže Ceres je teraz ďalej od Slnka ako pri decembrovom pozorovaní, v prípade, že iniciátorom vodnej parí je slnečné žiarenie, vodnú paru nemusí Dawn vôbec zachytiť. S narastajúcou heliocentrickej vzdialenosťou Cerery môže množstvo unikajúcej vodnej parí dramaticky klesnúť, alebo sa proces môže celkom zastaviť. Nie je pritom vôbec jasné, či toto pozorovanie je v nejakej súvislosti s vyššie spomínanými svetlými škvunami.

Dawn nesleduje Ceres spojite. V období, keď sa trpasličia planéta dostáva z pohľadu Dawnu uhlovo príliš blízko k Slnku, z dôvodu ochrany citlivých prístrojov prestáva merat, anténa sa natáča smerom k Zemi a prenáša získané údaje. Snímkovanie povrchu je veľmi náročné, lebo priemerné Bondovo albedo povrchu je len 9 %. Pre porovnanie, Mesiac odráža 12 %, Mars 17 % a asteroid Vesta až 42 %. Povrch nie je rovnorodý, hodnota albeda 9 % je priemerná hodnota, vyskytujú sa svetlejšie aj tmavšie oblasti. S narastajúcim zväčšením a fotením väčších detailov môže byť vplyv nízkej odrazivosti kritický. Bude potrebné voliť premenlivú dĺžku expozícií a potom zložito nadávovať získané údaje na jednotnú škálu.

Dawn aktivoval svoj gama spektrometer a neutrónový spektrometer už 12. marca. V tejto vzdialnosti nešlo o detekciu žiarenia z Cerery. Merané bolo kozmické žiarenie, ktoré bude využité pre kalibráciu neskorších meraní trpasličej planéty. Základná činnosť spektrometrov, zameraná na určenie zloženia povrchových materiálov s rozlíšením približne 1 meter, sa bude realizovať v najmenšej výške nad povrhom počas záverečnej fázy LAMO (low altitude mapping orbit) v závere roka 2015.

Aktívny únik plynov na Cerere by bol objavom roka. Naštastie, ešte budeme mať k dispozícii oveľa lepšie snímky, aby sme mohli korektnie rozhodnúť. A vy s Kozmosom budete, samozrejme, pri tom.

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

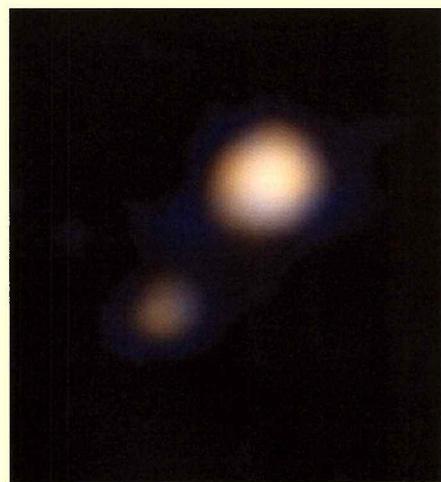
New Horizons – začiatok výskumu Pluta z bezprostrednej blízkosti

Úrodný rok, čo sa týka výskumu Slnečnej sústavy, pokračuje.

Ešte sme poriadne nestrávili množstvo poznatkov, ktoré o štruktúre a vývoji kometárneho jadra priniesla (a stále prináša) sonda Rosetta, nové poznatky o asteroidálnych telesách začína chrliať DAWN a v júli už prebehne aj vrcholná fáza výskumu ľadovej trpasličej planéty Pluta a jeho mesiacov sondou New Horizons.

Sonda New Horizons má v logu podtitul „vrhnutie svetla na hranicné svety“. Ako máme tejto skratke rozumieť? Nuž, napriek tomu, že o Plute už všeličo vieme na základe pozemských pozorovaní, pri pozorovaní sondou z bezprostrednej blízkosti možno očakávať neočakávané. Jednou z najväčších výziev, ktorá stojí pred sondou, je osvetlenie záhadu vzniku Chárona pomocou uznávaného zrážkového scenára a následné zotrvanie sústavy Pluto-Cháron v rezonancii stredného pohybu s Neptúnom 2:3. Rozriešenie tejto otázky, alebo aspoň vybudovanie dôveryhodnej hypotezy, nám prepradí veľa aj o ďalších „hraničných svetoch“ – ľadových objektoch Edgeworthovho-Kuiperovho pásu.

Sondu New Horizons vypustila NASA 19. januára 2006 z Mysu Canaveral s cieľom študovať ľadovú trpasličiu planétu Pluto, jej mesiace a 2 ďalšie objekty Edgeworthovho-Kuiperovho pásu podľa dodatočného výberu. Prvý rekord zaznamenala sonda už pri štarte, keď získala rýchlosť voči Zemi 16,26 km za sekundu, čo je najvyššia rýchlosť aká kedy bola v gravitačnom poli Zeme dosiahnutá. Na svojej ceste do vzdialenejších oblastí Slnečnej sústavy preleteala sonda vo vzdialenosťi 102 tisíc km okolo asteroídu 2002 JF56 a 28. februára 2007 minula Jupiter vo vzdialenosťi 2,3 milióna kilometrov. Prelet popri Jupiteri zvýšil rýchlosť sondy o ďalších 3,9 km/s a bol využity na otestovanie



Pluto a Cháron na prvej farebnej snímke získanej sondou New Horizons 9. apríla 2015.



New Horizons s raketou Atlas 5 na štartovacej rampe v januári 2006.

väčšiny vedeckých prístrojov a prenosových kanálov. Po tejto skúške bola sonda uvedená do stavu hibernácie s cieľom šetriť vsetky systémy na výskum Pluto. Počas ďalšej cesty boli vykonávané len kratučké budenia a kontroly zhruba raz za rok, posledná kontrola sa uskutočnila 6. decembra 2014. 15. januára 2015 sa začala približovacia fáza k Plutu, ktorej výsledkom bude tesný prelet okolo Pluto 14. júla 2015. K Pluto by sa mala sonda priblížiť na vzdialenosť 10 000 km, k Charónu na 27 000 km rýchlosťou približne 14 km/s. Počas najväčšieho priblíženia je naplánované snímkanie s maximálnym rozlíšením až 25 metrov na pixel. Výskum Pluto začal 6 mesiacov pred najväčším priblížením a bude pokračovať do jesene.

Sonda má rozmerы (vrátane vysunutých časti) $2,7 \times 2,2 \times 1,8$ metrov. Vo vzdialosti Pluto sa sonda už nemôže spoliehať na energiu slnečných batérií. Slnko sa z povrchu Pluto sice javí až 450-krát jasnejšie ako Mesiac v úplnku (3-násobný rozdiel je spôsobený mimoriadnou excentricitou dráhy trpasličej planéty), na dobíjanie baterií to však zdaleka nestačí. New Horizons je preto vybavená rádioizotopovým termoelektrickým generátorom RTG (Radioisotope Thermoelectric Generator), s príkonom na začiatku letu 240 W (počas letu okolo Pluto minimálne 200 W), kde zdrojom je 11 kg oxidu plutoničitého $^{238}\text{PuO}_2$.

Sonda je vybavená vedeckými prístrojmi s celkovou hmotnosťou 30 kg. Povrch bude mapovať 7 CCD kamier vo vizuálnej oblasti – 3 panchromatické a 4 s farebnými filtromi. Má tiež dva spektrometre pre ultrafialovú a infračervenú oblasť spektra a detektor kozmických prachových častic. Interakcie planéty so slnečným vetrom budú skúmané pomocou analyzátoru plazmy, elektrostatického analyzátoru nabitých častic a analyzátoru energetickej častic. Údaje získané počas celého preleta budú prenášané na Zem až 9 mesiacov, lebo prenosová rýchlosť od Pluto je extrémne pomalá – len 800 bitov za sekundu.

V máji začne sonda prenášať k Zemi údaje o atmosfére Pluto, v júni by mala získať údaje o zložení a charaktere látok na povrchu tejto trpasličej planéty, v júli očakávame najkvalitnejšie sériu snímok detailov povrchu.

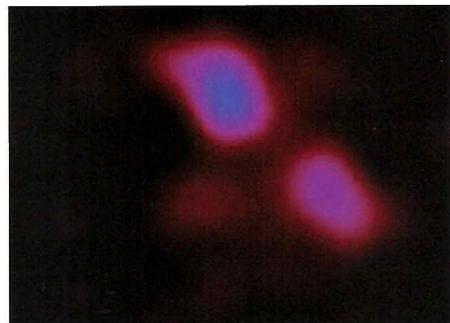
V najbližších číslach Kozmosu vás budeme, samozrejme, informovať o najzaujímavejších získaných výsledkoch.

**Doc. RNDr. JÁN SVOREŇ, DrSc.,
Astronomický ústav SAV**

Obrovská čierna diera v malej galaxii

Galaxia J1329+3234 je jedna z najmenších galaxií o ktorých vieme, že v nich hniezdi masívna čierna diera. Tento galaktický trpaslík, vzdialenosť 200 miliónov svetelných rokov, pripomína čo do veľkosti Malý Magellanov oblak. Aj MMO je nepravidelná trpasličia galaxia, v ktorej je iba niekoľko stoviek miliónov hviezd.

Pred dvomi rokmi objavil medzinárodný tím v J1329+3234 infračervené signály, príznačné pre čiernu dieru nabalujúcu hmotu z okolia. Akrečný disk objavil vesmírny dalekohľad WISE



Snímka zviditeľňuje röntgenové emisie z trpasličej galaxie J1329+3234 (v strede snímky) i z aktívneho jadra galaxie v pozadí (dole vpravo), tak ako ich detegoval dalekohľad XMM Newton. Farby prezrádzajú intenzitu emisií: modrá je silnejšia, červená slabšia. Biela čiara znázorňuje šíru 10 obliukových sekúnd, čo je v danej vzdialnosti asi 3,3 kiloparseku.

(Wide-Field Infrared Survey Explorer). O niečo neskôr skúmali galaxiu aj dalekohľadom XMM Newton a zistili, že röntgenové emisie z tohto objektu sú 100-krát silnejšie, ako sa očakávalo. To bol dôkaz, že v malej galaxii hniezdi masívna čierna diera.

Vedci predpokladajú, že táto čierna diera má 150 000-krát väčšiu hmotnosť ako Slnko. Čiernu dieru v jadre galaxie, ktorá nabaľuje hmotu z okolia, nazývame aktívnym jadrom galaxie (AGN). AGN sú typické pre veľké galaxie. V menších galaxiách, ktoré nemajú centrálnu výduť, sú oveľa zriedkavejšie. AGN v malej galaxii je bizarnou výnimkou.

Astronómov objav zaskočil i potešíl. Položili si otázku, ako sa v takej malej galaxii mohla veľká čierna diera sformovať.



Ilustrácia znázorňuje čiernu dieru, ktorá nabaluje (akreje) hmotu v jadre malej galaxie.

Tmavá hmota riadi rast supermasívnych čiernych dier

Každá masívna galaxia má v jadre čiernu dieru. Čím väčšia galaxia, tým väčšia čierna diera. Čierna diera je však miliónkrát menšia a „lahšia“ ako materská galaxia.

Štúdiom eliptických galaxií získali vedci nový pochled na vzťah čiernych dier a ich galaxií.

Zistili, že rast čiernych dier akýmsi spôsobom ovplyvňuje tmavú hmota. Tím z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) objavil záhadnú súvislosť medzi množstvom tmavej hmoty v galaxii a veľkosťou centrálnej čiernej diery!

Dávnejšie pozorovania objavili vzťah medzi hmotnosťou centrálnej čiernej diery a celkovou hmotnosťou hviezd v eliptických galaxiach. Podľa ostatných štúdií však na veľkosť čiernych dier vplýva aj halo tmavej hmoty v galaxii. Vedci si neboli nácastom, ktorý vzťah dominuje.

Vo vesmíre je zhruba šesťkrát viac tmavej hmoty ako normálnej, baryonickej. Tmavá hmota sa prejavuje iba gravitáciou a drží pohromadne hviezdomokopy i galaxie. Každú veľkú galaxiu obklopuje halo tmavej hmoty s hmotnosťou až bilión Slnk. Halá tmavej hmoty majú priemer tisícov svetelných rokov.

Vedci z CfA kvôli vyjasneniu vzťahu medzi halami tmavej hmoty a čiernymi dierami preskú-

Podľa teórie sa zárodky čiernych dier formovali v mladom vesmíre v rovnakom čase ako prvé generácie hviezd. Tieto zárodky gravitačne splývali, až kým sa nepremenili na čierne diery. V mladom vesmíre však gravitačne splývali aj galaxie, v ktorých už hniezdili čierne diery. Počas zrážok a splývania galaxií väčšinou splynuli aj ich centrálne čierné diery. Tak sa sformovali najväčšie galaxie s centrálnou výduťou. Tolko teória.

Vedci však nevedia, aké parametre pôvodné čierne diery mali, o ich zárodokoch ani nehovoria. Preto skúmajú menšie, trpasličie galaxie bez výdute. Také ako J14329+3234.

Objav masívnej čiernej diery v malej galaxii dokazuje, že čierne diery sa môžu rýchle zväčšovať aj v plynových halách formujúcich sa galaxií, kde je dostatok kolabujúcich oblakov plynu.

Po objave J1329+3234 objavili vedci (pomocou WISE) niekoľko stoviek galaxií bez centrálnej výdute s podobnými infračervenými vlastnosťami. Vo viditeľnom svetle však ani v jednej aktívne jadro galaxie (AGN) nerozlišili. To bol dôkaz, že so súčasnými prístrojmi je možné objaviti akrecujúcu čiernu dieru aj bez optických dalekohľadov; a že čiernych dier a AGN je oveľa viac, ako sme sa nazdávali, pretože sa hojne vyskytujú aj v malých galaxiach bez výdutí.

V najbližších rokoch budú podobné objekty hľadať a skúmať kombinovaním pozorovaní vo viditeľnej, infračervenej a röntgenovej oblasti spektra.

George Mason University Press Release

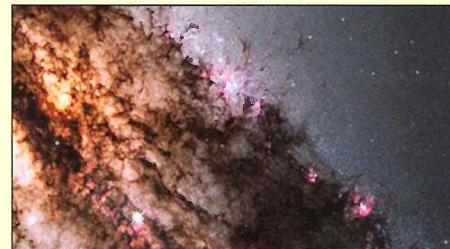
<http://sci.esa.int/xmm-newton/55114-xmm-newton-spots-monster-black-hole-hidden-in-tiny-galaxy/>



Gravitačný kanibalizmus (merging) dvoch trpasličích galaxií.

mali viac ako 3000 eliptických galaxií. Hmotnosť centrálnej čiernej diery vypočítali z rýchlosťi pohybu okolitých hviezd. Merania v röntgenovej oblasti im umožnili odhadnúť hmotnosť hál tmavej hmoty.

Velká eliptická galaxia NGC 5128, vzdialenosť 11 miliónov svetelných rokov. Chaotické štruktúry prachu a plynu v jej disku svedčia o tom, že v minulosti gravitačne splynula s inou galaxiou. V jadre NGC 5128 hniezdi supermasívna čierna diera. Je to najbližšie aktívne jadro galaxie (AGN).



(Čím má galaxia viac tmavej hmoty, tým viac má aj horúceho plynu, ktorý žiarí v röntgenovej oblasti.)

Vysvetlo, že vzťah medzi hmotnosťou tmavej hmoty v hale a hmotnosťou čiernej diery je výrazne silnejší ako vzťah medzi čierhou dierou a hviezdami v galaxii!

Tento vzťah vyplýva z procesu zväčšovania eliptických galaxií. Eliptické galaxie sa formujú gravitačným „zliepaním“ malých galaxií, ktorých tmavá hmota sa počas kolízii premiešava. Nakolko má tmavá hmota väčšiu hmotnosť, tvári sa novou a formujúcou eliptickú galaxiu a riadi aj rast jej centrálnej čiernej diery.

Proces gravitačného splývania (kanibalizmu) vytvára gravitačný program, podľa ktorého sa galaxia, hviezdy a čierna diera vyvíjajú.

Astrophysical Journal

<https://www.cfa.harvard.edu/news/2015-07>
<http://www.sci-news.com/astronomy/science-dark-matter-galaxies-central-supermassive-black-holes-02519.html>

Vzplanutie žiarenia gama, GRB 130925A

zaskočilo aj najskúsenejších veteránov tejto disciplíny astronómie. Zdrojom vzplanutia, ako vyplynulo z údajov vesmírnych i pozemských dalekohľadov, bola hviezda vo vzdialenej galaxii. Nie hocijaká: masívny, modrý superobor. V dnešnom vesmíre sú takéto hviezdy mimořiadne zriedkavé. V mladom vesmíre však dominovali, hoci, vzhľadom na svoju hmotnosť, mali pomerne krátke životy.

Progenitorom GRB 130925A bola hviezda, ktorá na rozdiel od známych modrých superobrov, (ktorých pozorujeme), obsahovala iba malé množstvo prvkov tažších ako vodík a hélium. Práve takéto by mali byť podľa astrofyzikov hviezdy, ktoré sa formovali a zanikali už niekoľko stoviek miliónov rokov po big bangu. Teoretici takéto objekty predpovedali. Teraz takúto hviezdu vedci z Istituto Astrofisica e Planetologia Spaziali v Ríme objavili.

Astronómovia vedia, že primordiálne hviezdy boli veľmi veľké. Mali niekoľko stonásobne väčšiu hmotnosť ako Slnko. Keď zanikali, počas explózie sa z nich uvoľnilo obrovské množstvo žiarenia gama. Vzplanutie trvalo niekoľko tisíc sekúnd, teda stokrát viac ako vzplanutie normálneho žiarenia gama.

Vzplanutie zdroja GRB 130925A trvalo 20 000 sekúnd! Zároveň sa však prejavilo aj úkazmi, o ktorých vedci pri takýchto udalostiach nechyrovali: kuklou plynu, ktorá emituje röntgenové žiarenie, a slabými vetrami.

Vedci po analýze všetkých údajov potvrdili, že progenitorom bol naozaj modrý superobor. Hviezda chudobná na kovy s krátkou životnosťou, v ktorej sa však formovali prvky tažšie ako vodík a hélium. Vďaka takýmto hviezdam, ktorých bolo v mladom vesmíre oveľa viac ako dnes, bola každá ďalšia generácia hviezd na kovy bohatšia.

Taliani vedci sa nazdávajú, že progenitor GRB 130025A sa sformoval v oblaku primordiálneho plynu, ktorý z nejakých dôvodov pretrval miliardy rokov!

Výskum GRB 130025A otvára vedcom možnosť preskúmať vývoj stelárnych objektov, ktoré sa súčasnými ani budúcimi prístrojmi nebudú dať priamo skúmať, pretože sú príliš vzdialené. Relatívna blízkosť GRB 130925A, (nech je už jeho pôvod akýkoľvek), umožňuje študovať takýto objekt priamo. Najmä pomocou röntgenového vesmírneho dalekohľadu Newton XXM, ktorý v tejto oblasti bude zaznamenávať dosvit výbuchu

celé mesiace. Do výskumu sa však zapojili aj desiatky ďalších prístrojov v röntgenovej (sonda Swift) i rádiovej oblasti (Austrálsky rádioteleskop CSIRO).

„Tak, alebo onak,“ vyhlásil Norbert Schartel, jeden z tímu, operujúceho pri XMM Newton. „Dnes vieme, ako tie dávne, primordiálne výbuchy mohli vyzerat.“ V roku 2018 sa do štúdia primordiálnych objektov a dávnych procesov zapojí aj vesmírny dalekohľad James Webb (NASA/ESA/CSA a v roku 2028 aj Athena (ESA), röntgenový vesmírny dalekohľad, ktorý nahradí XMM Newton.

Astrophysical Journal Letters

<http://sci.esa.int/xmm-newton/54324-bizarre-nearby-blast-mimics-universes-most-ancient-stars/>



Ilustrácia znázorňuje oblasť, kde vybuchol modrý superobor. V dnešnom vesmíre sú tieto hviezdy mimořiadne zriedkavé. V mladom vesmíre ich však bolo veľa.



Ilustrácia znázorňuje vzplanutie žiarenia gama.



Supermasívne čierne diery v jadrach galaxií generujú žiarenie a ultrarýchle vetry, ktoré vplývajú na formovanie hviezd v hostitelskej galaxii.

Ultrarýchle vetry z čiernej diery

Röntgenové dalekohľady NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) a XMM-Newton objavili, že zo supermasívnych čiernych dier v jadrach galaxií sa šíria mimoriadne rýchle vetry, a to rovnomerne do všetkých smerov! Objav využil možnosť, že sa vetry sústredia (tak ako sa donedávna predpokladalo) v úzkych lúčoch/kúzloch.

V každej veľkej galaxii hniezdi čierna diera s hmotnosťou niekoľko miliárd Slniek. Niektoré z týchto čiernych dier sú aktívne. Silné gravitačné polia týchto objektov strhávajú okolitú hmotu (plyn, prach, rozpadnuté hviezdy a planéty) po spirále do čiernej diery. Časť hmoty však silné vetry rozptylujú do okolitého priestoru.

Vedci už dávno vedia, že nabáľovanie hmoty čiernymi dierami produkuje vetry. Tieto dva procesy ovplyvňujú rast galaxií. A z rýchlosťi, tvaru a veľkosti vetrov dokážu vedci vypočítať aj ich silu.

Samotné čierne diery, napriek gigantickej gravitácii, majú vplyv iba na najvnútorniešiu oblasť hostitelských galaxií. Ak vplývajú aj na formovanie hviezd vo vzdialenejších oblastiach, potom musí existovať mechanizmus, ktorý ich s ním spája.

Anglicki vedci z Keele University zistili, že PDS 456, extrémne jasná čierna diera (kvazar), vzdialenosť 2 miliardy svetelných rokov, generuje neobyčajne silné vetry. Odhadli, že za každú sekundu vyprodukujú vetry emisiu s energiami prevyšujúcimi miliardu Slniek! Táto energia, šíriaca sa rovnomerne všetkými smermi, významne vplýva aj na hviezdotvorbu nielen uprostred galaxií, ale aj na ich na periferiách.

Dalekohľady NuSTAR a XMM-Newton pozorovali PDS 456 paralelne v rokoch 2013 a 2014. Výhodou spolupráce dvoch röntgenových dalekohľadov je, že každý pozoruje na odlišných vlnových dĺžkach. Newton deteguje toku s nízkou, NuSTAR s vysokou energiou. Hlavným cieľom ich spolupráce je detegovanie železa, ktoré uniká z PDS 456 spolu s ostatnou, vetrami vyháňanou hmotou.

Vedci sa nazdávajú, že supermasívne čierne diery a ich materské galaxie sa využívajú spoločne, pričom sa navzájom ovplyvňujú. Dôkaz poskytli údaje z pozorovania centrálnych výdutí galaxií: čím masívnejšia je centrálna výduta, tým väčšia je aj supermasívna čierna diera v nej. Analýza týchto údajov odhalila, ako supermasívne čierne diery a ultrarýchle vetry ovplyvňujú vývoj hostitelskej galaxie.

Ked čierna diera nabáli väčšie množstvo hmoty, vygeneruje silné vetry, ktoré rozptýlia do celej galaxie také množstvo hmoty, že spomalí alebo celkom zastaví formovanie nových hviezd.

PDS 456 je unikátna čierna diera, pretože umožňuje vedcom študovať, ako sa využíval vesmír pred 10 miliardami rokov, keď bolo viac supermasívnych čiernych dier i ich ultrarýchlych vetrov ako dnes. Daniel Stern z NASA pripravil objav PDS 456 k situácií, kedy by paleontológovia objavili živého dinosaury.

NASA Press Release

<http://www.sci-news.com/astronomy/science-nustar-xmm-newton-ultra-fast-black-hole-winds-02525.html>

Multiverzum: ríša neznámych vesmírov

(Dokončenie článku z minulého čísla Kozmosu)

Ktoré problémy fyziky rieši multiverzum?

Predpoklad existencie iných vesmírov vyplýva z kozmologických teórií. Zároveň však prispieva aj k pochopeniu niektorých vlastností vesmíru, v ktorom žijeme. Nobelista Frank Wilczek je presvedčený: „Existuje celý rad aspektov vesmíru, ktoré možno vysvetliť iba multiverzalitou.“ Jednou je interpretácia mnohých svetov v rámci kvantovej mechaniky. Aj hodnoty istých prírodných konštant najlepšie porozumenie vtedy, keď je vesmír iba jedným z mnohých vesmírov. K týmto konštantám patrí aj nízka, ale kladná hodnota hustoty energie vakuu v kozme.

Fyzici, medzi nimi aj Einstein, sa dlho nazdávali, že táto hodnota musí byť nulová. Ak by to tak nebolo, potom by v rámci teórií kvantovej gravitácie musela mať hodnotu, ktorá by bola 10^{60} až 10^{120} vyššia, ako vedci spopahliivo namerali. Laureát Nobelovej ceny Steven Weinberg označuje takúto hypotézu za „najväčší omyl teoretickej fyziky“. Pri takej gigantickej hustote energie by sme si nemohli siahnuť ani prstom na nos: priestor medzi rukou a tvárou by exponenciálne expandoval. V skutočnosti sa rozpríname priestoru zrýchľuje oveľa pomalšie, čo dokazuje množstvo nezávislých meraní, uskutočnených po roku 1998. Tento objav bol v roku 2011 ocenený Nobelovou cenou za fyziku, lebo najlepšie vysvetluje hodnotu kozmologickej konštanty.

Potvrdená predpoved'

Steven Weinberg a Alexander Vilenkin predpovedali existenciu multiverza už v 80. a 90. rokoch minulého storočia. Teda ešte predtým, ako sa toto zrýchľujúce rozpínanie vesmíru



Neprestajné delenie: podľa interpretácie multiverza v rámci kvantovej fyziky sa vesmír pri každej alternatíve delí a uskutočňuje všetky možnosti.

exakte zmeralo. Ich zdôvodnenie: vesmíry s nízkou hodnotou kozmologickej konštanty môžu vytvoriť viac galaxií ako vesmíry s vyššími alebo negatívnymi hodnotami tejto konštanty. Bez galaxií by sa nezrodil ani život, ani astronómovia, ktorí vesmír skúmajú. Hodnota konštanty je teda „selekčný efekt pozorovateľa“, ktorý by v multiverze nemal nikoho udivovať. Rovnako ako fakt, že žijeme na planéte, kde sú príaznivé podmienky pre vznik a rozvoj života. Aj preto, že na príliš horúcej Venuše či na veľmi chladnom Plute takéto podmienky nie sú.

Antropický princíp

Takýto výklad sa nazýva antropickým princípom. Toto vysvetlenie umožňuje pochopiť,

že isté prírodné konštanty nemusíme chápať ani ako „presne vyladené“ na vznik života, ani ako nevysvetliteľnú náhodu. Je ovša pravdepodobnejšie, že môže existovať bezpočet vesmírov s celkom odlišnými hodnotami fyzikálnych parametrov: kozmologickej konštanty, hustoty hmoty či infláciou vytvorených hustotných fluktuácií. Napriek tomu sa nemusíme pýtať, prečo sa nám tieto hodnoty zdajú byť „ušití na našu mieru“. Nie sú, v iných kozmických podmienkach by to nefungovalo.

A naopak, mali by existovať aj prírodné konštanty, ktoré nemusia životu ako ho poznáme vyslovovať, pretože neovplyvňujú pravdepodobnosť vzniku života a inteligencie. A práve tento fakt považuje Wilczek za ďalšiu indíciu, že multi-

Je toto ešte veda?

Hoci sa iné vesmíry nedajú priamo pozorovať, nemôžeme hypotézy a teórie okolo nich a o nich považovať za nevedecké. Logici však za vedecké považujú iba také teórie, ktoré sa dajú experimentálne, opakovane a nezávisle potvrdiť s rovnakým výsledkom. Teórie okolo multiverza sú podľa toho vedecké hypotézy dovtedy, kym sa ich nepodarí vedecky overiť. V rámci vedecky uznanej teórie, zvlášť ak ich táto teória už predpovedala.

Napriek tomu, bolo by chybou si myslieť, že multiverzum je teóriou, ktorú si zúfalí fyzici vymysleli, keď ich predstavivosť zlyhala. Existenciu multiverza predpovedá dnes viaceré teórii. Otázka teda nestojí tak, či iné vesmíry dokážeme niekedy pozorovať, ale tak, či dokážeme overiť teórie, ktoré naznačujú, že existujú.

Kritika teórie multiverz neobstojí ani pred požiadavkami pozitivizmu. Podľa pozitivistov neexistuje nič, čo sa nedá pozorovať, teda je zbytočné o tom diskutovať. Veda však pozná tisíce prípadov, ked sa tvrdenia, ktoré sa považovali za spekuláciu ukázali byť vedecky podloženou teóriou. Napríklad August Comte, krstný otec pozitivizmu, vo svojom slávnom, šestzväzkovom diele „Kurz pozitívnej filozofie“ tvrdí, že zloženie hviezd nikdy nerozlúštilme. Ale už dva roky po jeho smrti v roku 1859, položili v Heidelbergu Robert Bunsen a Gustav Kirchhof základy spektrálnej analýzy. Prostriedku, ktorý z charakteristických spektrálnych čiar každého prvku dokáže s vysokou presnosťou určiť zloženie Slnka a najvzdialenejších hviezd. Napríklad hélium objavili skôr na Slnku ako na Zemi.

Dalej, laureát Nobelovej ceny za fyziku lord Kelvin koncom 19. storočia tvrdil, že nič, čo je ľahšie ako vzduch, nemôže lieťať. O niekoľko rokov vzlietlo v USA lietadlo bratov Wrightovcov. Albert Einstein bol dlho presvedčený, že vesmír je statický systém, až kým Hubble objav červeného



To, že existujú hviezdy a planéty, môže vysvetliť iba hypotéza multiverza. Na snímke vidíme hmlovinu 30 Doradus vo Velkom Magellanovom oblaku, vzdialenosť 160 000 svetelných rokov.

Množstvo kvantových svetov

Vlnová funkcia v Schrödingerovej rovnici je jednou z najzvláštejších súčasťí modernej fyziky. Táto základná rovnica vedecky bri- liantne potvrdenej kvantovej fyziky sa vyvíja prísnie deterministicky: hodnoty, ktoré používa, sú jednoznačne stanovené predchádzajúcimi podmienkami. Napriek tomu sa zdajú byť kvantové efekty celkom náhodné a ne-predvídateľné. Okolo tohto protirečenia sa vedci sporia už od 20. rokov minulého sto-ročia.

Prvý návrh riešenia sa objavil v práci amerického fyzika Huga Everetta III už v roku 1957. V Everettovej interpretácii kvantovej fyziky na rozdiel od iných výkladov nestojí vlnová funkcia na meraniach, na interakciach s okolím. Kvantová náhoda by sa v takom prípade stala ilúziou. Podľa Everetta sa vesmír delí, nie však priestorovo, ale vo forme ľahko predstaviteľných stavov, ktoré by sa tak, ako pri niektorých experimentoch (napríklad pri interferenčných vzorcoch) dali merať. Schrödingerova bájna mačka by bola v takom prípade vždy zároveň živá i mŕtva.

Tieto prízračné superpozície sa odohrávajú vždy v rovnakom priestore, ale nedajú sa v rámci jednotlivých klasických vetiev vlnovej funkcie (a teda ani pozorovateľmi) zaznamenať. Každá kvantová kópia je zajatcom vlastného príbehu, vlastného sveta. Táto dobro-družná predstava má v sebe niečo znepokojujúce a zároveň aj alarmujúce.

verzum existuje: „Niektoré parametre štandardného modelu elementárnych častic, napríklad neutrín, nie sú antropicky selektované.“ Takže všade tam, kde súhra náhod nepôsobí opačne, sa život a inteligencia vo vesmíre, príaznivo vyladenom pre život, môže vyvíjať.

BdW

posunu (a tým aj dôkazu, že väčšina ob-jektov sa od nás vzdialuje), nedokázala opak. Rovnako ešte začiatkom 20. sto-ročia boli astronómovia presvedčení, že Mliečna cesta je jedinou galaxiou vo ves-míre. Dnes vieme, že vo vesmíre je bilión galaxií.

Možno sa budú kozmológovia o desať, sto či tisíc rokov čudovať, ako si počínaла veda začiatkom tretieho tisícročia. Možno si položia otázku, ako sme mohli byť takí slepi, že sme indície naznačujúce existenciu iných vesmírov nevideli jasnejšie. Ne-možno však vylúčiť ani to, že sa budú ču-dovať, prečo sme boli takí strelení, že sme zabrdli do riše fantázie. Tak, alebo onak, väčšina kozmológov a fyzikov je presvedčená, že je rozumné a dôležité al-ternatívy multiverza nadálej so všetkou vážnosťou skúmať. Pravda, zohľadňujúc varovanie Stevena Weinberga z roku 1977: „Nie je našou chybou, že berieme naše teórie príliš vážne, ale to, že ich neberieme príliš vážne.“

Bild der Wissenschaft

Spôsobila tmavá hmota masové vyhynutia živých organizmov?

Michael Rampino z New York University vypočítal, že na geologické a biologické procesy na našej planéte môže vplývať obežná dráha našej Slniečnej sústavy okolo jadra Mliečnej cesty v galaktickom disku. Podľa profesora biológie prechádza naša Slniečná sústava aj cez hniezda tmavej hmoty. Interakcie s tmavou hmotou môžu pozmeňovať nielen dráhy komét v Oortovom oblaku, ale aj významne zvyšovať teplotu jadra Zeme. Oba tieto úkazy spájajú podaktori vedci so známymi udalosťami masového vyhynutia rast-linných a živočíšnych druhov na našej planéte. (Zatiaľ sme zaznamenali najmenej päť takýchto udalostí.)

Galaktický disk je oblasť Mliečnej cesty, kde krúži aj naša Slniečná sústava. Disk je plný hviezd, oblakov prachu a plynu, ale aj hniedz tmavej hmoty, ktorú tvoria subatomové časticie. Pritomnosť tmavej hmoty dokážeme zistíť iba zaznamenávaním efektov, ktoré vyvoláva ich gra-vitácia na viditeľnej, baryonickej hmote.

Z doterajších štúdií vyplývalo, že Slniečná sústava obehne okolo jadra Galaxie za 250 milio-nov rokov. Dnes vieme, že táto dráha je zvlnená, sínusoidálna. Vlnovka obežnej dráhy v disku tvorí takmer pravidelný ornament. Naša Slniečná sústava križuje jednotlivé hniezda tmavej hmoty každých 30 miliónov rokov.

Rampino zistil, že sa interakcie s tmavou hmotou zhodujú s obdobiami, keď Zem bombardovali kométy a dochádzalo k masovému vyhynutiu života. Jednou z týchto udalostí bol impakt kométy v Mexickom zálive, ktorý pred 66 miliónmi rokov spôsobil zánik dinosaurov.

Okrem toho počas každej interakcie sa isté množstvo tmavej hmoty môže akumulovať v jadre Zeme. Ak počet častíc tmavej hmoty v jadre dosiahne kritickú hodnotu, môžu navzájom anihilovať, čo môže vygenerovať značne vysokú teplotu. Teplota, ktorá vzniká anihiláciou tmavej hmoty v jadre Zeme, môže vyvolávať vulkanické erupcie, horotvorné a tektonické procesy, pre-



Spôsobila tmavá hmota masové vyhynutia živých organizmov, také ako pred 66 miliónmi rok, po ktorom vyhynuli dinosaury?

pôlovanie magnetického poľa Zeme, zmeny hla-diny oceánov a morí. Všetky tieto procesy a úkazy sa po každých 30 miliónoch rokov prejavujú mimoriadne aktívne.

Rampinov model interakcií tmavej hmoty so Zemou počas jej púte okolo jadra Galaxie má dalekosiahle dôsledky pre pochopenie geolo-gických a biologických procesov nielen na Zemi či dalších planétach našej sústavy, ale na ostatných planétach v Mliečnej ceste.

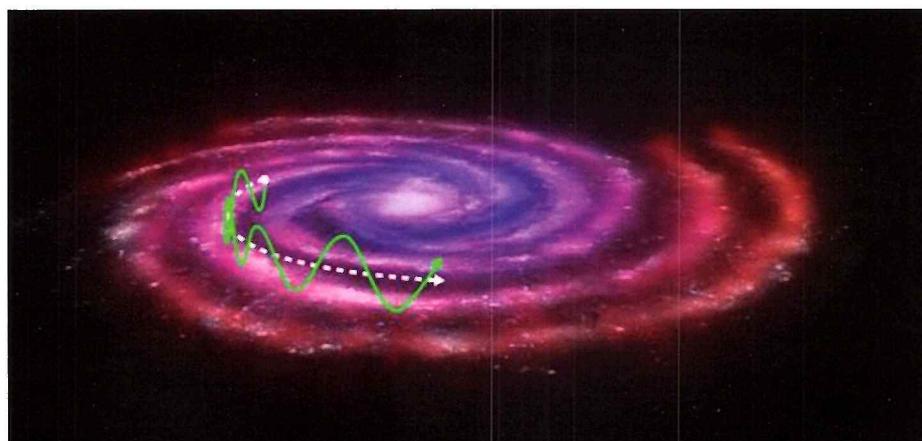
Zjedeme na planéte, ktorá má ideálne vyladené parametre na vznik a dlhodobý vývoj života. Vieme však, že tento vývoj bol pravidelne pre-rušovaný udalosťami, ktoré spôsobili raz na súši, inokedy najmä v oceánoch, ale aj v oboch pro-strediaach masovú smrť živých organizmov.

Niekolko geologických tímov sa už pokúša za-pracovať Rampinovu teóriu do doterajších mode-lov geologickejho vývoja Zeme.

Medzičasom Matthew Reece a Lisa Randall z Harvard University vylúčili hniezda tmavej hmoty ako možný zdroj periodických porúch, spôsobujúcich presmerovanie komét z Oortovho oblaku do vnútra Slniečnej sústavy. Vypočítali však, že tento efekt by každých 35 miliónov rokov mohol vyvolávať tenký disk tmavej hmoty v rovine galaxie.

New York University Press Release;
Physical Review Letters, Nature

<http://earthsky.org/space/does-dark-matter-cause-mass-extinctions>



Sínusoida znázorňuje zvlnenie dráhu Slniečnej sústavy, krúžiacej okolo jadra Galaxie. Táto dráha pravidelne pretína tenký disk tmavej hmoty v rovine Mliečnej cesty. Interakcie s tmavou hmotou mohli v minulosti uvoľňovať kométy z Oortovho oblaku a nasmerovať ich do vnútra Slniečnej sústavy.

Kepler-444: päť terestrických exoplanét...

...krúži okolo starej hviezdy. Kepler-444, vzdialená 116,2 svetelných rokov, je Slnku podobná, ale oveľa staršia hviezda: má 11 miliárd rokov. Má žltoranžovú farbu, je veľmi jasná, možno ju pozorovať aj triédrom. (Nájdeme ju v súhvezdí Lýra.) Je o 25% menšia a podstatne chladnejšia ako Slnko. Keď sa hvieza Kepler-444 sfornovala, vesmír mal iba päťinu dnešného veku.

Okolo hviezy Kepler-444 obieha päť exoplanét s hmotnosťami Merkúru až Venuše. Ide o najstaršiu z doteraz objavených planetárnych sústav s terestrickými planétami v Mliečnej ceste. Planéty sú 2,5-krát staršie ako Zem.

Každá z piatich exoplanét (Kepler-444 b, c, d, e, f) obejhne okolo materskej hviezdy za menej ako 10 dní. Vo vzdialostiach menších ako jedna desatina vzdialosti Zem/Slnko (150 miliónov kilometrov). Všetky planéty objavili pomocou „zákrutovej metódy“, keď sa jasnosť hviezd počas prechodu planéty/planét nepatrne zniží. Zaznamenať takéto poklesy jasnosti je možné iba vtedy, keď objekt pozorujeme dlho a neprerušene. Vesmírny ďalekohľad Kepler je pre takúto polovačku na exoplanéty priam stvorený.

Objav piatich terestrických exoplanét dokazuje, že sa planéty podobné Zemi formovali počas väčšiny existencie vesmíru. To znamená, že aj prvé organizmy sa mohli vyvinúť oveľa skôr, ako sme ešte donedávna predpokladali.

V čase, keď sa Zem formovala, všetky planéty v sústave Kepler-444 boli staršie ako naša Zem dnes. Zdá sa, že ide o jednu z najstarších planetárnych sústav v Mliečnej ceste. Vďaka objavu vieme, že planéty sa okolo hviezd formovali 7 miliárd rokov pred vznikom našej Slnčnej sústavy.

Iowa State University

<http://www.sci-news.com/astronomy/science-kepler-444-five-exoplanets-11-billion-year-old-star-02437.html>



Exoplanéta 30 Ari Bb obejhne okolo primárnej (žltej) hviezb za rok. Táto hvieza, 30 Ari B, má spoluúčinku červeného trpaslíka (vľavo hore). Tento pári hviezd (dvojhviezda) je gravitačne zviazaný s ďalším párom hviezd (vpravo hore), ktoré tvoria dvojhviezdu Ari A.

Superjupiter v štvorhviezde

Vedci z NASA zverejnili objav planetárneho obra 30 Arietis Bb (30 Ari Bb), ktorý je druhou objavenou exoplanétou v sústave štyroch hviezd. Planéta bola objavená už dávnejšie, ale objavitelia vtedy ešte nevedeli, že sústava má aj štvrtú hviezu.

Sústava 30 Ari je vzdialená 136 svetelných rokov.

Astronómovia sa dlho nazdávali, že väčšina hviezd sú osamelé telesá. Názor, že väčšina hviezd je súčasťou dvojhviezd, sa presadil iba pred dvadsiatimi rokmi. Dnes vieme, že existujú aj troj-, štvor-, ba aj päťhviezdy!

Exoplanéta 30 Ari Bb je obrovská: má 9,99 MJ. Okolo primárnej hviezy sústavy 30 Ari B obejhne za 335 dní. Hvieza 30 Ari B je gravitačne zviazaná s inou hviezdou, s ktorou

tvoria pomerne tesnú dvojhviezdu. Exojupiter však obieha iba okolo primárnej zložky.

Dvojhviezda s exojupitierom je gravitačne zviazaná s ďalšou dvojhviezdom.

Prvou exoplanétou, ktorú objavili v sústave štvorhviezdy, bola Ph1b (Kepler-64). Detegoval ju vesmírny ďalekohľad Kepler. Jej objav sa počíval za senzáciu. Medzičasom boli zverejnené štúdie, z ktorých vyplýva, že štvorhviezdy nie sú až také vzácné, ako sa ešte nedávno predpokladalo. Štvorhviezdy Kepler-64 a 30 Ari sú nápadne podobné: obe sústavy tvoria dve relatívne tesné dvojhviezdy, pričom oba páry sú od seba značne vzdialé (1600 AU). Vedci sa nazdávajú, že zhruba 4 % Slnku podobných hviezd sú zložkami štvorhviezd.

Horúceho Jupitera objavili nedávno aj v sústave trojhviezdy HD 2638. Obria planéta obejhne okolo hviezd za 3 dni.

NASA Press Release

<http://www.sci-news.com/astronomy/science-30-ari-bb-super-jupiter-exoplanet-quadruple-star-system-02565.html>

KIC 1255b: rozpadajúca sa exoplanéta...

...s dlhým chvostom obejhne okolo hviezy vzdialenej 1 500 svetelných rokov za 16 hodín. Povrch planéty na takej blízkej obežnej dráhe doslova vrie: v teplote 1 800 °C sa vyparujú aj skaly. Žiarenie hviezy povrch planéty neprestajne očesáva. Uvoľnená hmota sa tiahne za planétou ako dlhý prachový chvost, pripomínajúci kométi.

Exoplanéta je menšia ako Merkúr, takže je priamo nepozorovateľná. Jej chvost však počas každého obehu hviezu prekryje a zníži jej jasnosť o 1 %. Nakolko hmota v chvoste by mala mať rovnaké zloženie ako povrch rozpadajúcej kométi.

sa exoplanéty KIC 1255b, vedci získajú aj údaje o zložení jej povrchu. Prvé exogeologické meraenia urobia v lete.

Open University Press Release

<http://phys.org/news/2015-02-disintegrating-rocky-exoplanet-secrets-solar.html>



Ilustrácia znázorňuje päť exoplanét v sústave hviezy Kepler-444.

Čo je za

Kuiperovým pásom?

V roku 1781 objavil William Herschel Urán, prvú planétu, ktorú volným okom ľahko nerozlíšite. Astronómovia neskôr zistili, že obežná dráha Uránu je premenlivá, z čoho usúdili, že ju ovplyvňuje gravitácia inej, vzdialenejšej planéty. Túto planétu, Neptún, objavili v roku 1846. Aj dráha Neptúna bola premenlivá, čo viedlo k objavu Pluta v roku 1930.

Medzičasom astronómovia vypočítali, že Pluto s priemerom 2322 kilometrov, teda menšie teleso ako Mesiac, nemá hmotnosť, ktorá by mohla ovplyvniť dráhu Neptúna.

Prieskum vonkajšej Slnečnej sústavy však pokračuje. Za Plutom krúži okolo Slnka bezpočet telies Kuiperovho pásu, niektoré s parametrami Pluta. Zatiaľ sme objavili iba zlomok ich celkového počtu, hoci väčšina týchto telies (zatiaľ hovoríme iba o tých najväčších) poskytla vede veľa cenných informácií o mladej Slnečnej sústave, ale zároveň otvorila rovnaký počet záhad, ktoré čakajú na rozriešenie.

Kuiper a Oort

V Kuiperovom páse sme zatiaľ objavili zhruba 2 000 telies. Vonkajší okraj tohto pásu je vo vzdialosti 48 AU. (48-násobok vzdialenosťi Zem – Slnko.) Za týmto rozhraním je počet telies rádovo nižší. Telesá v Kuiperovom páse sú zvyškami po pôvodnej slnečnej hmlovine, v ktorej sa sformovala naša Slnečná sústava. Sú to však telesá, ktoré sa (vzhľadom na nízkú hustotu hmoty vo vonkajších oblastiach protoplanetárneho disku) nedokázali sformovať na planéty. Napokon, ani Urán a Neptún by sa tam, kde krúžia okolo Slnka dnes, nedokázali sformovať na obrie planéty. Na súčasné obežné dráhy ich vypudili interakcie so Saturnom a Jupiterom.

Z Kuiperovho pásu preniká do vnútra Slnečnej sústavy iba niekolko desiatok komét so stredne dlhými obežnými dráhami.

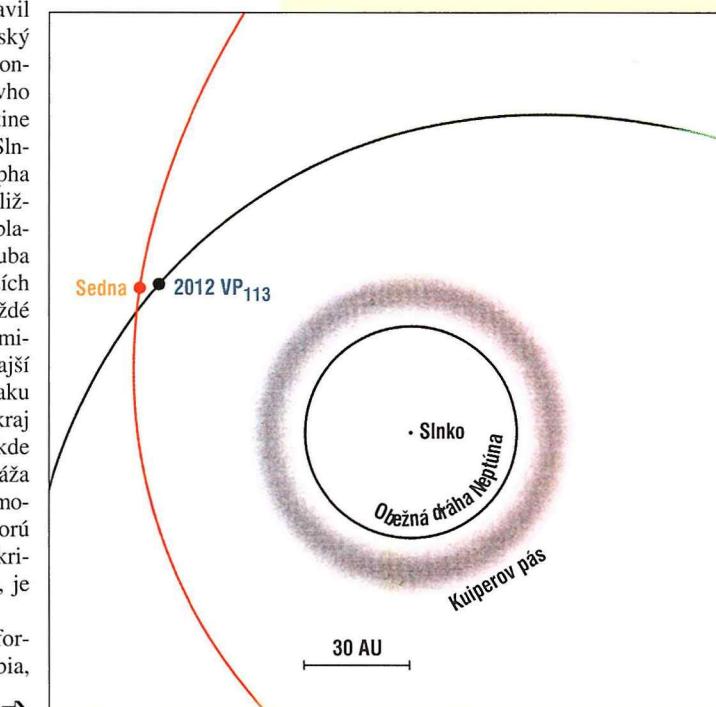
Okrem Kuiperovho pásu patrí do Slnečnej sústavy aj ďalší rezervoár komét s dlhými periódami: Oortov oblak. Ide o telesá, ktorých afélia

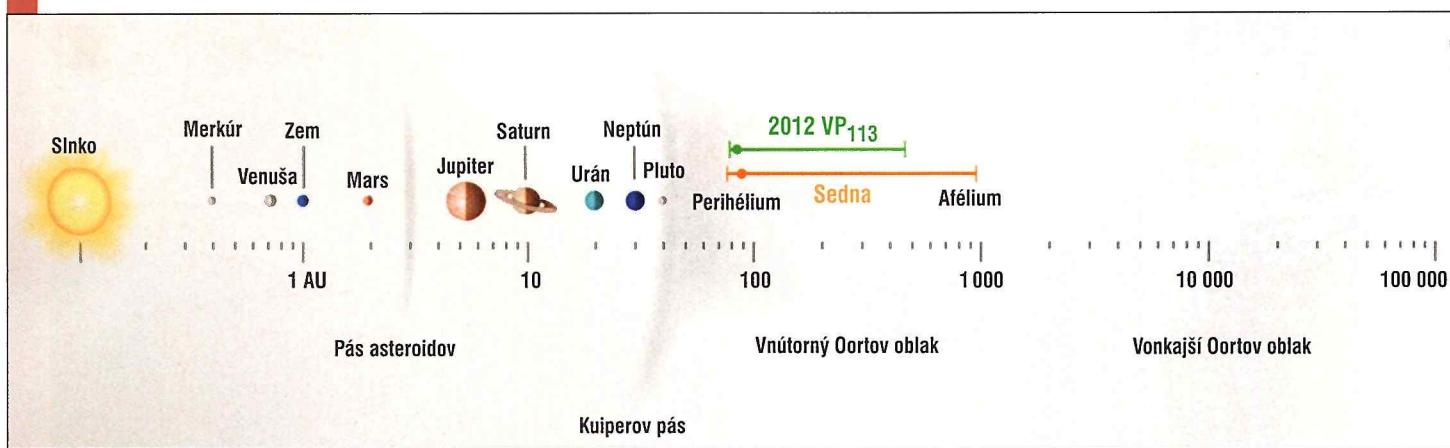
ležia vo vzdialosti desiatok tisícov astronomických jednotiek a pohybujú sa po dráhach s vysokým sklonom. (Väčšina planét krúži okolo Slnka po dráhach, ktoré majú vzhľadom k rovine ekliptiky prakticky zanedbateľný sklon.)

Oortov oblak objavil v roku 1950 holandský astronóm Jan Oort. Vonkajší okraj Oortovho oblaku končí v tretine vzdialenosťi deliacej Slnko od sústavy Alpha Centauri. (To je približne 100 000 AU.) V oblaku sa pohybuje zhruba bilión objektov väčších ako 1 kilometer. Každé s periódom niekolko miliónov rokov. Vonkajší okraj Oortovho oblaku siaha daleko za okraj heliosféry, oblasti, kde sa slnečný vietor zráža s medziplanetárnou hmotou. Táto oblasť, ktorú v ostatných rokoch križujú sondy Voyager, je vzdialenosť 120 AU.

Oortov oblak sa formoval počas obdobia,

obežné dráhy Sedny a objektu 2012 VP₁₁₃ sa nachádzajú daleko za obežnou dráhou Neptúna. Ich mimoriadne predĺžené, elliptické obežné dráhy však naznačujú, že kedysi dávno interagovali s nejakým veľkým telesom.





Obežné dráhy Sedny a Objektu 2012 VP₁₁₃ prebiehajú v takej odľahlej oblasti Slnčnej sústavy, že niektorí astronómovia ich označujú za objekty vnútorného Oortovho oblaku (IOC). Je pravdepodobné, že populácia týchto objektov je oveľa početnejšia ako populácia v Kuiperovom pásme.

Keď sa formovala Slnčná sústava. V tom čase sa väčšina väčších telies podieľala na formovaní obrív planét. Niektoré z týchto telies však gravitačné interakcie vyhliadli mimo Slnčnej sústavy, ale 1 až 10 % týchto „vyhnancov“ nemalo dostatočnú únikovú rýchlosť, takže zakotvili na jej periférii.

Tieto objekty sa pohybujú okolo Slnka po predĺžených eliptických dráhach. Po prekonaní perihélia sa však vracajú tam, kde sa kedy sformovali. To znamená, že aj tieto telesá vnikajú pravidelne do vnútra Slnčnej sústavy a môžu zavieť kolidovať s obrími planétami. Počas blízkych interakcií budú zaniknú (dopadnú na planétu), alebo ich gravitačné sily definitívne vyhostia zo Slnčnej sústavy.

Na telesá v Oortovom oblaku pôsobí gravitácia Slnka iba nepatrne. Pohybujú sa v oblasti, kde gravitácia najbližších hviezd, jadra Galaxie a disku Mliečnej cesty, pôsobí silnejšie. Tieto interakcie môžu posunúť dráhu týchto telies aj za obežnú dráhu Jupitera. V takom prípade sa menia sklony ich dráh, takže niektoré z nich sa stravia v medzihviezdnom priestore. Iné však prenikajú hlbie medzi planéty, kde ich pozorujeme ako komety s dlhou periódou.

Komety, ktoré do vnútra Slnčnej sústavy vyslala gravitácia blízkej hviezdy, sú zriedkavé. Stáva sa tak vtedy, keď sa nejaká hvieza krúžia okolo jadra Mliečnej cesty priblíží k Slnku na vzdialenosť zhruba 100 000 AU. Takéto udalosti sa odohrajú raz za niekoľko desiatok miliónov rokov. Po každom takomto priblížení sa zvýší počet komét o niekoľko desiatok percent. K takému stretnutiu dôjde o 1,5 miliónov rokov, keď sa hvieza Gliese 710 priblíží k Slnku na 70 000 AU. Vedci vypočítali, že po takomto pri-

bližení môžu Zem a ostatné planéty zasiahnuť celé letky komét a spôsobiť masové vymieranie druhov tak ako neraz v minulosti.

Vnútorný Oortov oblak

Medzi Kuiperovym pásmom a Oortovým oblakom sa rozprestiera priestor, o ktorom skoro nič nevieme. Vedci sa donedávna nazdávali, že je to prázdna oblasť, pretože gravitácia našej Galaxie nedokáže vzdialosť perihélium nijakého objektu za hranicu planetárnej sústavy.

V roku 2003 však bola objavená Sedna. Našli ju v prehľadke oblohy, ktorú urobili pomocou 1,2-metrového dalekohľadu na observatóriu Mount Palomar. Sedna sa stala prvým telesom, o ktorom vieme, že sa pohybuje v tomto „prázdom“ priestore s perihéliom 76 AU a s poloosou 532 AU. Objav nabúral platné teórie o formovaní Slnčnej sústavy.

O desať rokov neskôr Chad Trujillo a Scott Shepard objavili objekt 2012 VP₁₁₃ s ešte vzdialenejším perihéliom (80 AU), ale prekvapujúco s oveľa kratšou poloosou (265 AU). Pritom sa obe telesá pohybujú po veľmi stabilných obežných dráhach a v súčasnosti neinteragujú s nijakým telesom v Slnčnej sústave, ani s Neptúnom. Napriek tomu ich výrazné eliptické obežné dráhy svedčia o tom, že kedy sformovali.

Podaktori astronómovia nazvali tieto telesá vnútornými objektmi Oortovho oblaku (IOC). Gravitácia našej Galaxie na ne, na rozdiel od oveľa vzdialenejších telies vonkajšieho Oortovho oblaku, nepôsobí. Celé miliardy rokov sa pohybujú po stabilných obežných dráhach, takže planetológovia ich považujú za dôležité „svedecké“ objekty, ktoré prezrádzajú me-

chanizmus formovania mladej planetárnej sústavy.

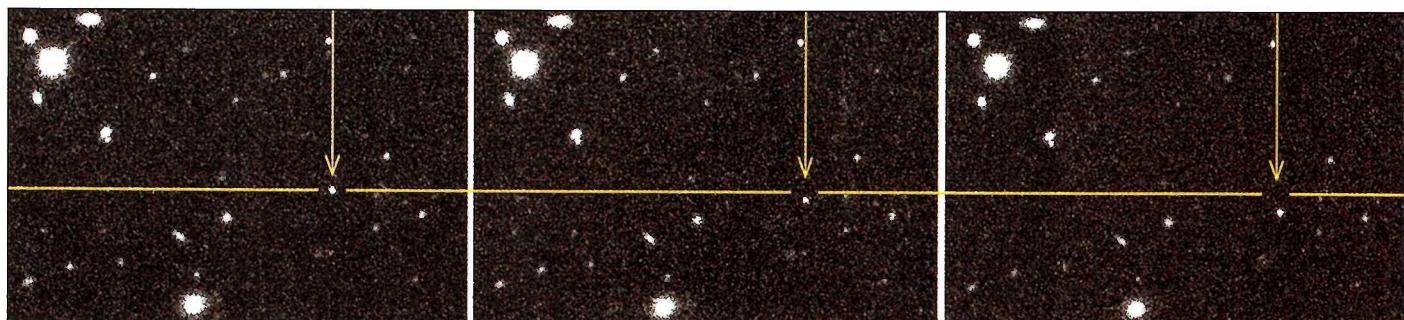
Vedci navrhli niekoľko scenárov formovania IOC objektov v čase, keď bola mladá Slnčná sústava celkom iná ako dnes.

Podľa jednej teórie to bola malá terestrická planéta, vyhostená obrími planétami v vnútorej sústavy. Táto mohla „uniesť“ aj niekoľko menších telies z vnútra sústavy na jej perifériu. Alebo: po svojom vyhodení križovala Kuiperov pás, narušila obežné dráhy niekoľkých telies tak, že aj tie unikli do priestoru medzi Kuiperovým pásmom a Oortovym oblakom. Planéta, ktorá toto spôsobila, asi nadobro unikla z rodiny Slnka, alebo blúdi kdesi v odľahlých končinách Slnčnej sústavy.

Podľa inej teórie sú IOC objekty telesami z iných planetárnych sústav. Do našej Slnčnej sústavy sa dostali krátko po sformovaní ich materskej sústavy v čase, keď v rovnakom prachoplynovom oblaku vzniklo Slnko i niekoľko jeho súrodencov. (V minulom roku objavili prvého súrodencu Slnka, hviezdu, ktorá určite vznikla v rovnakom oblaku. Súrodencov Slnka si netreba myliť s dvojnásobkami Slnka, hviezdami, ktoré majú podobné fyzikálne parametre, ale zrodili sa v inej kolíske hviezd.)

Podľa tretej teórie došlo k tejto migrácii počas blízkeho priblíženia inej hviezdy s planetárnym systémom k našej sústave. Počas takého stretnutia mohla „výmena telies“ (hovorí sa o stovkách) prebiehať obojsmerne. Túto teóriu považujú vedci za nepravdepodobnú, pretože takáto výmena by narušila Oortov oblak, čo sa nepozoruje.

Väčšina vedcov sa však prikláňa k názoru, podľa ktorého IOC objekty sa sformovali v našej



V novembri 2012 objavili Chad Trujillo a Scott Shepard objekt vnútorného Oortovho oblaku – 2012 VP₁₁₃. Tri snímky exponovala Dark Energy Camera na observatóriu Cerro Tololo v Čile. (Medzi prvou a druhou i druhou a tretou expozíciou uplynuli dve hodiny.)

sústave. Na svoje terajšie dráhy sa dostali v čase, keď vonkajšie gravitačné vplyvy boli oveľa silnejšie ako dnes.

Ide v podstate o variant druhej teórie. Slnko, spolu s niekoľkými ďalšími hviezdami, sa sformovalo v rovnakom oblaku. Vzápäť sa okolo týchto hviezd začali formovať planetárne sústavy. Vzhľadom na to, že v tom čase neboli sústavy od seba príliš vzdialené, gravitačne navzájom interagovali.

Theoretici takúto situáciu nasimulovali na počítačoch. Zo simulácií vyplynulo, že Slnko sa zrodilo v hustom oblaku s hmotnosťou $300\odot$, ktorý mal priemer iba 1 svetelný rok! Gravitačné interakcie našej sústavy s inými hviezdami mohli vytvoriť IOC objekty typu Sedna a 2012 VP₁₁₃. Súrodenci Slnka, aj so svojimi planétami, sa medzičasom rozptýlili v Mliečnej ceste.

Všetky spomenuté teórie sa dajú otestovať. Každá však predpovedá pre objekty IOC odlišnú distribúciu obežných dráh. Napríklad objekt 2012 VP₁₁₃ je tesnejšie zviazaný so Slnkom ako Sedna. To znamená, že na posun perihélia by potreboval silnejší impulz. Ak sú IOC objekty „zajatí“ extrasolárnymi objektmi, ich dráhy by mali mať vzhľadom k ekliptike rozličné sklony, hoci gravitačné zajatie nezávisí od smeru, z ktorého telesá prišli.

Objekty rozptýlené vo vnútornnej Slnčnej sústave by mali mať menej výrazné sklony, čo dokazuje ich zrod nedaleko roviny planét.

Aké telesá tam ešte objavíme?

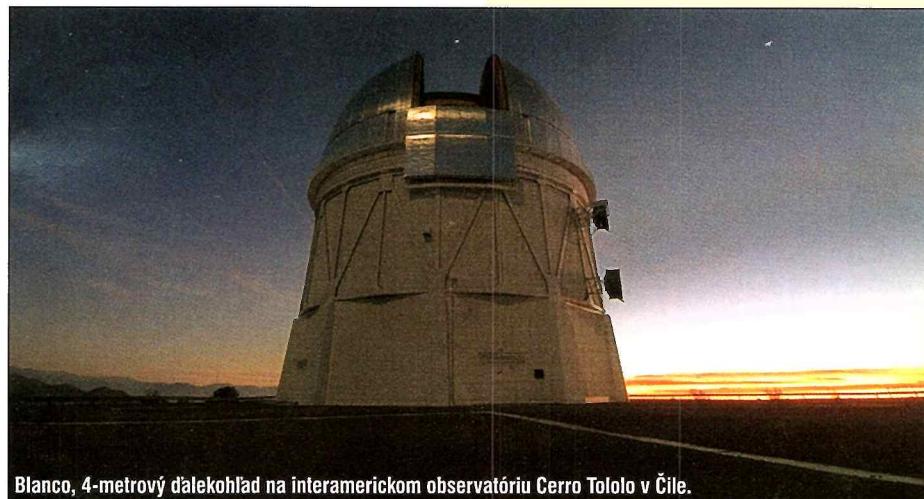
Sednu objavila v tom čase najväčšia digitálna kamera počas prehliadky oblohy. 2012 VP₁₁₃ objavili tak, že veľké digitálne kamery spojili s veľkými ďalekohľadmi. Dark Energy Camera na ďalekohľade Blanco (4 m) na americkom observatóriu Cerro Tololo v Čile dokáže každou snímkou pokryť 2,7 štvorcového stupňa oblohy. To je štyrikrát väčšie poličko oblohy, ako sa na porovnatelnom ďalekohľade kedy dosiahlo. (Plocha jedenástich Mesiacov v splne na jednej fotografií!) Vedci dúfajú, že pomocou tohto prístroja objavia v nasledujúcich rokoch ďalšie IOC objekty.

Američania stavajú v Čile 8,4 m Large Synoptic Survey Telescope, ktorý pokryje celú oblohu a dokáže rozlíšiť telesá s magnitúdami, ktoré majú objekty IOC. Pracovať však začne až o desať rokov.

Po objavení Sedny a 2012 VP₁₁₃ (v relatívne malom výseku oblohy) sa vedci nazdávajú, že medzi Kuiperovym pásmom a Oortovym oblakom existuje najmenej 1000 telies s väčším priemerom ako 1000 kilometrov a okrem toho bezpočet menších objektov. Podľa všetkého je populácia IOC oveľa početnejšia ako populácia v hlavnom páse asteroidov a v Kuiperovom páse. Niektoré z nich sú možno väčšie ako Pluto, Mars a Zem.

Objavovať ich nie je ľahké: objekt v dvojnásobne väčšej vzdialosti má 16-krát slabšiu jasnosť. Sednu a 2012 VP₁₁₃ môžeme pozorovať iba preto, že sa blížia k perihéliu. Na odľahlejších etapách obežnej dráhy by sme zatiaľ nedokázali rozlíšiť ani teleso s parametrami Marsu.

Obrie planéty sa za Kuiperovym pásmom ne nachádzajú. Sonda WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) by ich už detegovala. Obrie planéty odrážajú viac svetla v infračervenej



Blanco, 4-metrový ďalekohľad na interamerickom observatóriu Cerro Tololo v Čile.

oblasti ako prijímajú zo Slnka, pretože ich atmosféry si časť tepla uchovali ešte z obdobia formovania. Menšie telesá sú oveľa chladnejšie, takže ani dokonalejšie sondy ich nedokážu detegovať.

Vylúčiť existenciu obrič planét vo vonkajšej Slnčnej sústave však nemožno. Vedci porovnali obežnú dráhu Sedny, 2012 VP₁₁₃ a ďalších extrémnych objektov Kuiperovho pásu. Zistili, že sa podobajú. Podobné sú ich „argumenty perihélia“. (Argument perihélia je uhlos medzi výstupným uzlom a polohou perihélia v rovine dráhy.)

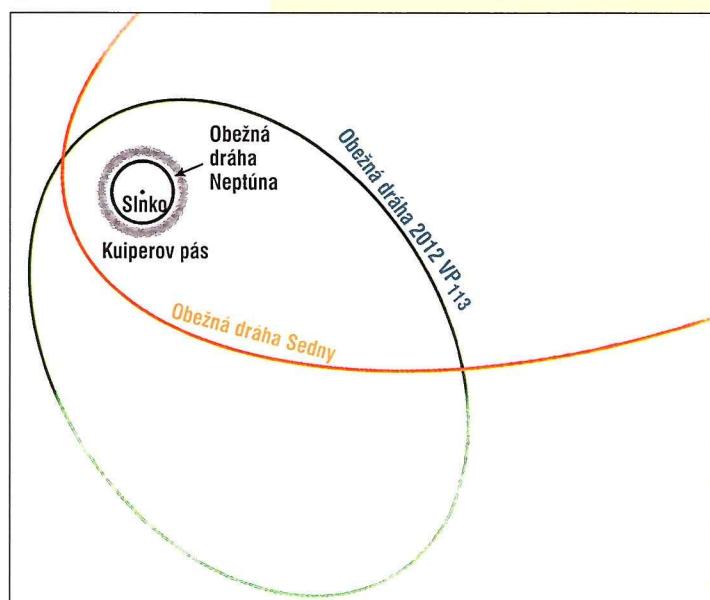
Všetkých 12 objektov má hodnoty „argumentu perihélia“ v rozpätí niekoľkých desaťin stupňa nad nulou. To je nečakaný poznatok, lebo sa predpokladalo, že každý objekt má inú hodnotu argumentu perihélia. Možným vysvetlením je, že masívny, neznámy objekt „pasie“ tieto telesá tak, že ich udržuje na dráhach s podobným sklonom.

Je možné, že týchto dvanásť telies sa sformovalo rovnako.

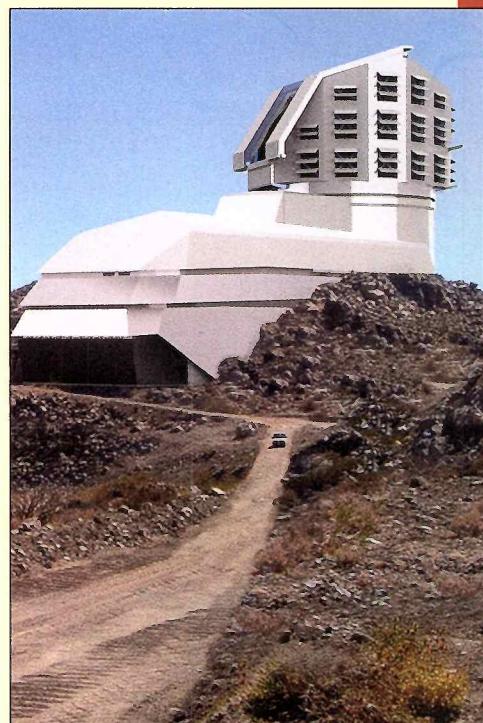
Chemické zloženie objektov IOC je neznáme, hoci Sedna má podľa všetkého metánový povrch. Napospol ide o ľadové gule, ktoré môžu byť zvyškami telies, z ktorých sa formovala Slnčná sústava. Možno obsahujú aj organické látky. Ak sa nám zloženie podarí určiť, ak sa dozvieme, ako sa ocitli na súčasných obežných dráhach, potom sa dozvieme podrobnosti o tom, v akom prostredí sa Slnko a jeho planéty sformovali. Na to však budeme musieť objaviť a preskúmať oveľa viac objektov IOC. Poloha na ne je v plnom prúde.

Sky & Telescope

Large Synoptic Survey Telescope na vizualizácii dokáže rozlíšiť a nasnímať aj objekty, pohybujúce sa vo vnútornej časti Oortovho oblaku. Pracovať začne o desať rokov.



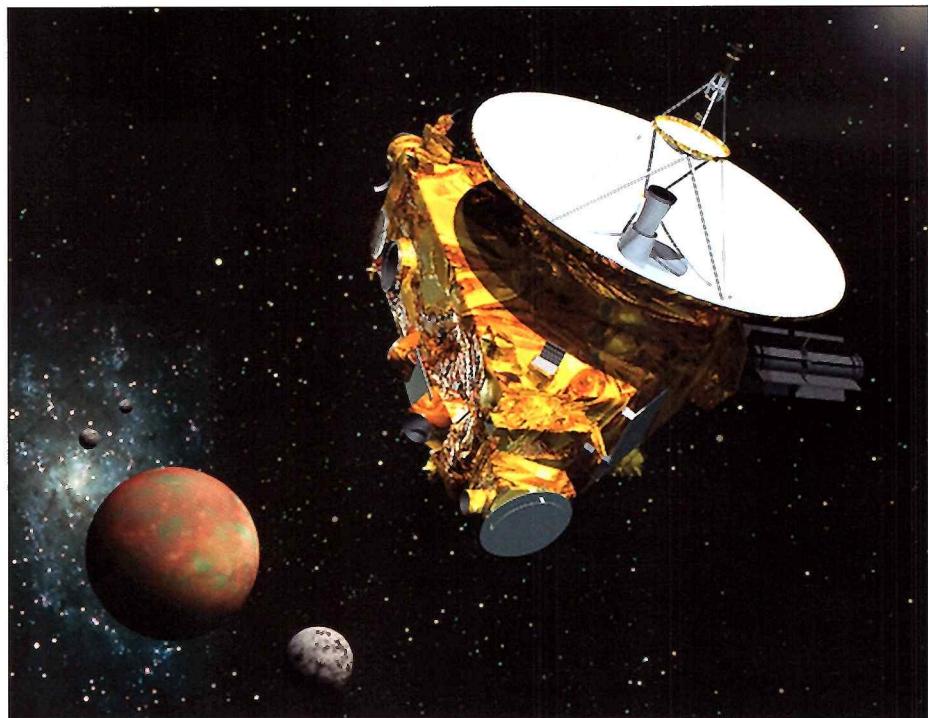
Ak by bol Oortov oblak na tomto obrázku, bol by od Slnka vzdialenosť 14 metrov.



PLUTO

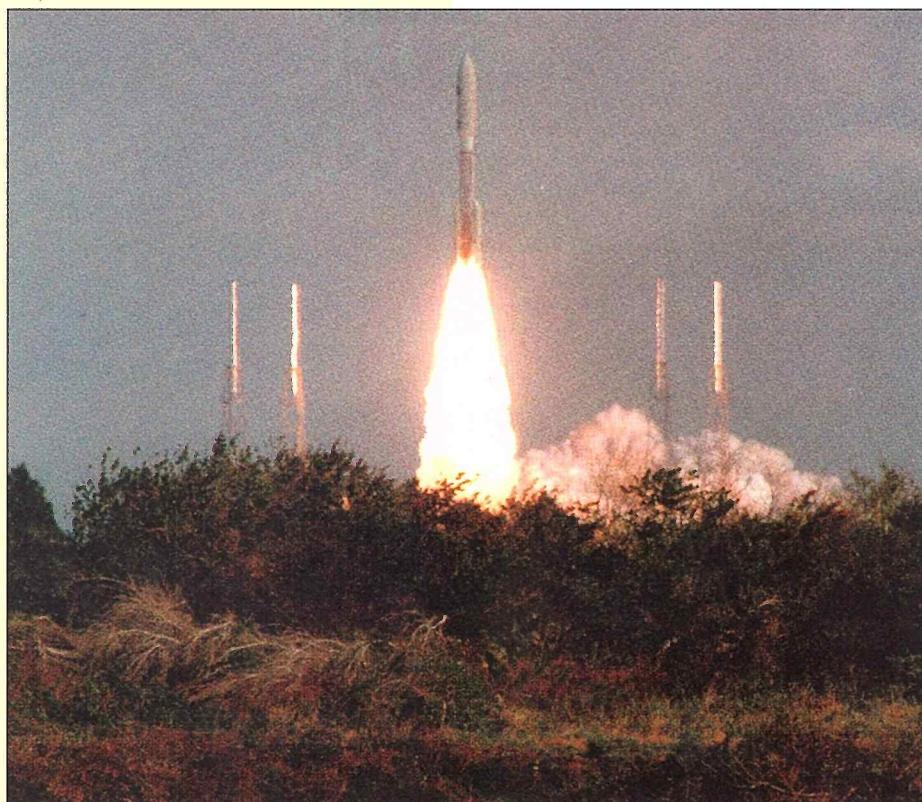
v dohľade sondy New Horizons

Dvadsaťšesť rokov uplynulo odvtedy, ako sonda Voyager 2 oblietala a zblízka preskúmala Neptún a jeho najväčší mesiac Tritón. Onedlho budeme opäť prežívať mesiace, týždne a dni, počas ktorých bude NASA postupne zverejňovať fotografie, na ktorých sa nepatrné telesá (Pluto a jeho mesiace) budú postupne zväčšovať, až kým ich neuvidíme celkom zblízka. Sonda New Horizons preletí v lete tohto roku okolo telesa, ktoré sme pred 25 rokmi, keď bola táto misia schválená, považovali ešte za deviatu planétu Slniečnej sústavy.



Ilustrácia sondy New Horizons, ktorá obletí Pluto 14. júla tohto roku vo vzdialosti 12 500 kilometrov. Väčšie teleso vľavo je Pluto, pod ním najväčší mesiac Cháron.

→
↓ Štart sondy New Horizons 19. januára 2006 raketou Atlas V.



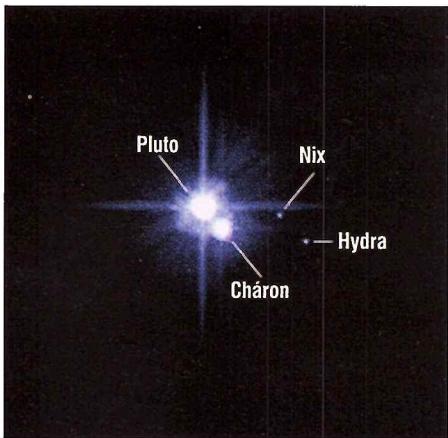
V roku 1990 začal tím vedcov a konštruktérov preverovať niekoľko koncepcíí misie na Pluto. Pod rozličnými názvami: Pluto Fast Flyby, Pluto Express, Pluto Kuiper Express. Zo súfáže vyšla víťazne misia New Horizons. Vítazný tím navrhol využiť priaznivú konšteláciu Jupitera počas prvej dekády 21. storočia, ktorého gravitácia by usmernila sondu k Plutu. Cesta, križom cez Slniečnú sústavu, mala trvať deväť a pol roka.

Raketa Atlas V posilnená raketovým motorom Boeing STAR 48B vyniesla sondu 19. januára 2006 na vypočítanú trajektóriu. Vďaka silným motorom sa relatívne ľahká sonda stala najrýchlejším umelým telesom v dejinách kozmonautiky. Rýchlosťou 57 000 kilometrov za hodinu prekrižovala obežnú dráhu Mesiaca o deväť hodín. Lode Apollo na prekonanie rovnakej vzdialenosť potrebovali 90 hodín.

K Jupiteru doletela sonda New Horizons za 13 mesiacov. Pätkrát rýchlejšie ako sonda Galileo a trikrát rýchlejšie ako sonda Cassini, letiaca k Saturnu. Gravitácia Jupitera urýchliла sondu natoliko, že k vzdialému Platu doletí o niekoľko rokov skôr, ako sonda Voyager doletela k Neptúnu.

Ciele misie

Misia New Horizons má okrem Pluta a jeho mesiacov preskúmať aj jedno, prípadne ďalšie



Pluto a jeho tri najväčšie mesiačiky. Ďalšie dva, Kerberos a Styx, nedokáže rozlísiť ani HST.

telesá v Kuiperovom páse. Po prvý raz tak získame podrobnejšie údaje o ľadových trpasličkoch, telesách, ktoré dominujú v Slnčnej sústave.

Misia má tri hlavné ciele: zmapovať povrch Pluto i jeho najväčšieho mesiaca Chárona; zmapovať zloženie povrchu týchto objektov; získať údaje o zložení, tlaku, teplote atmosféry Pluto. Ďalšími cieľmi misie je vyhotovenie teplotných a topografických map Pluto i Chárona, skúmanie atmosféry Chárona; prieskum menších mesiačikov, krúžiacich okolo Pluto; objavovanie ďalších mesiačikov a prípadne i prstencov; meranie ionosféry Pluto; a v neposlednom rade i odhad, koľko z pulzujúcej atmosféry Pluto sa nenávratne stráca v priestore.

Prístroje na sonde

Sonda New Horizons váži (vrátane paliva) 428 kilogramov. Vyvinuli a postavili ju v Laboratóriach aplikovanej fyziky pri Univerzite Johna Hopkina v Marylande. Tam sídlí aj riadiace stredisko. Na tomto pracovisku vyvinuli aj sondu NEAR, ktorá obletela a pristála na asteroide Eros a sondu MESSENGER, ktorá krúži okolo Merkúra. Manažment misie, vývoj prístrojov, vedecký program, ako aj spracovanie a analýzu údajov riadi Southwest Research Institute v San Antoniu, Texas.

Sonda má na palube zdroj energie, pohon, navigačný systém, najrozličnejšie prístroje na získavanie údajov i zariadenie na kontrolu teploty. Zdrojom energie je rádioizotopický termoelektrický generátor (podobný ako na Cassini), ktorý bude počas obletu zohrievať vnútro sonda na prevádzkovú teplotu.

Sondu vyvinuli tak, aby počas relatívne krátkeho obletu získala maximum údajov. Niektoré prístroje budú pracovať simultánne. Pamäť počítača má kapacitu, schopnú uchovať oveľa viac údajov ako predchádzajúce sondy a zariadenie, umožňujúce najrýchlejšiu možnosť komunikáciu s centrom, najmä kvôli presmerovaniu jej trajektórie k ďalšiemu, zatiaľ ešte neurčenému telesu.

Na palube sondy sú farebné i čiernobiele kamery, dva spektrometre, operujúce na IR i UV vlnových dĺžkach, dva rádiové prístroje, určené na skúmanie atmosféry a teploty povrchu Pluto, dva plazmové spektrometre, ktoré budú merať nabité častice kvôli určovaniu hustoty a zloženia hmoty, unikajúcej z atmosféry Pluto, prístroj na meranie počtu častic prachu, dopadajúcich na sondu (cieľ: zistiť hustotu týchto častic vo vonkajšej Slnčnej sústave).

Technologický pokrok môžeme posúdiť porovnaním sondy New Horizons s legendárной sondou Voyager. Na sonda New Horizons pracuje spektrometer s oveľa väčším počtom pixelov ako spektrometer na Voyageri a prístroj na meranie plazmy SWAP na sonda New Horizons je schopný detegovať 1000-krát viac nabitych častíc ako prístroje na Voyageri.

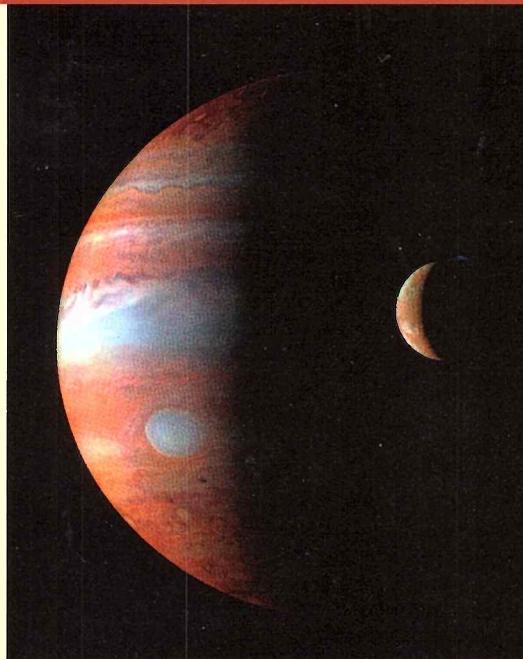
Napriek tomu, že New Horizons je oveľa menší ako Voyager, je oveľa výkonnejší, pričom celkové náklady sú päťkrát nižšie. Rovnako počítače, tablety na New Horizons sú oveľa menšie, výkonnejšie a lacnejšie ako počítače na Voyageri.

Príprava na Pluto

Sonda začne skúmať Pluto celé mesiace pred obletom a rovnako dlho po oblete Pluto. To umožní vedcom zaznamenávať zmeny, analyzovať údaje dlho pred najväčším priblížením, študovať variabilitu prachu a nabitych častíc v prostredí, kde sa Pluto pohybuje.

Najviac pozornosti venovali vedci tomu, kde a kedy dôjde k najväčšiemu priblíženiu. Zohľadňovali množstvo faktorov: optimálnu vzdialenosť na získanie údajov pre hlavné mapy, najvhodnejšiu vzdialenosť pre štúdium jednotlivých mesiacov, optimálnu vzdialenosť obletu kvôli získaniu dát o množstve atmosféry unikajúcej z telesa.

Dôležité bolo i rozhodnutie, ktoré hemisféry Pluto a Chárona sa zdajú byť najslubnejšie pre získanie údajov počas obletu. Obe telesá majú



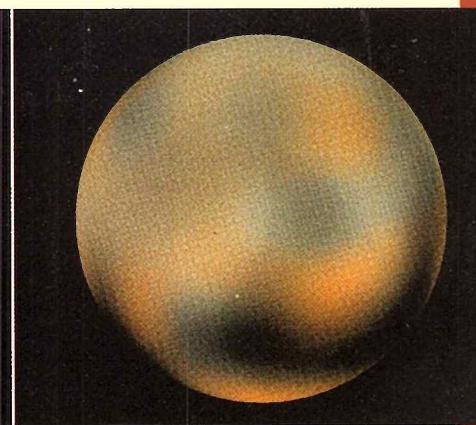
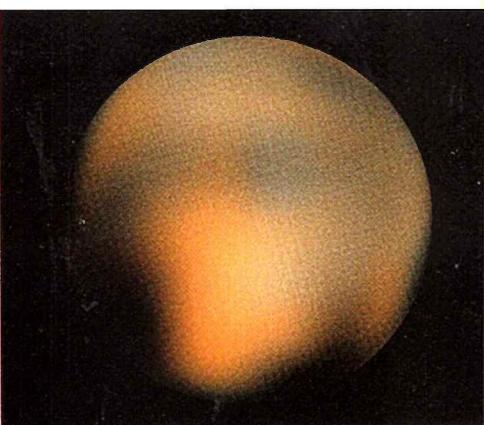
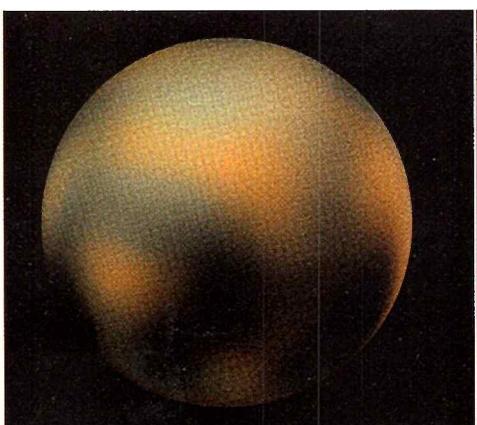
Sonda New Horizons preletela sústémom Jupitera v roku 2007. Na tejto kombinovanej snímke vidíme vo viditeľnom svetle mesiac Io, v infračervenom svetle povrch oblačnosti na Jupiteri.

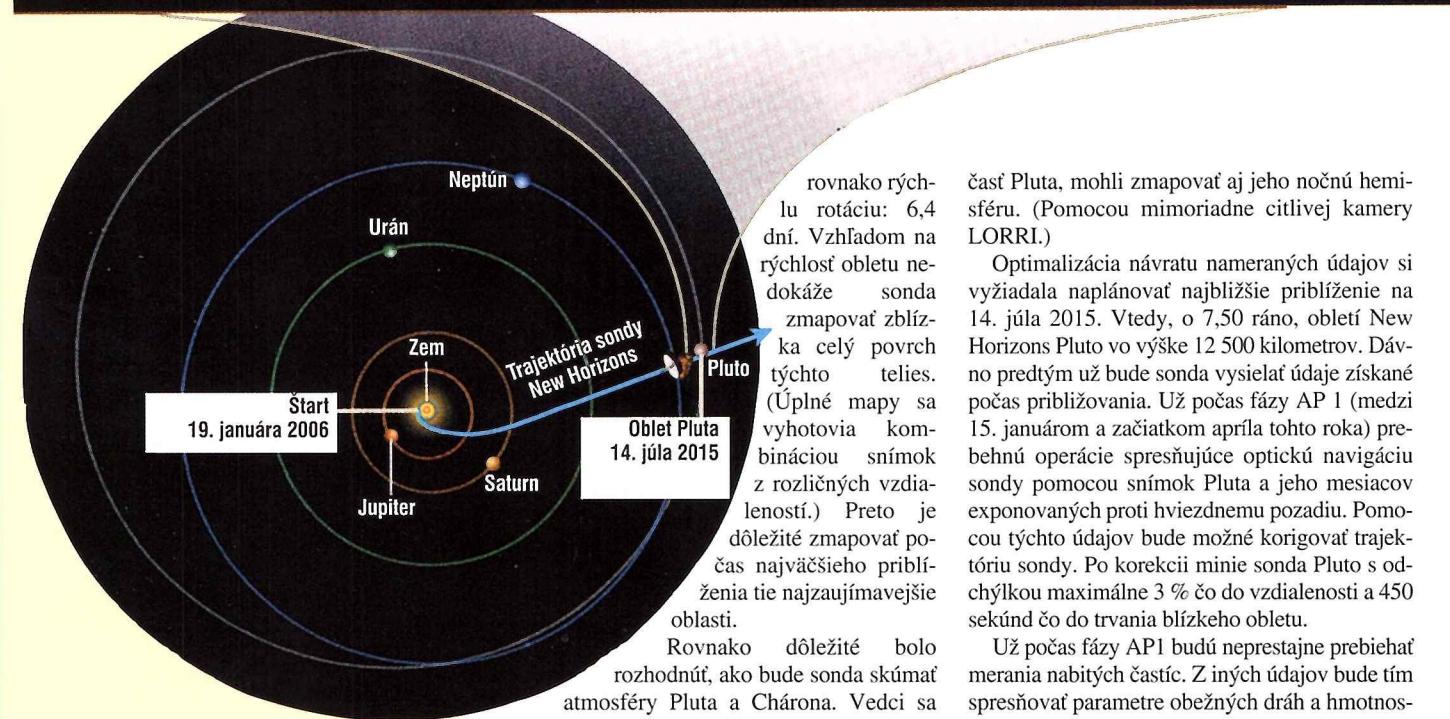
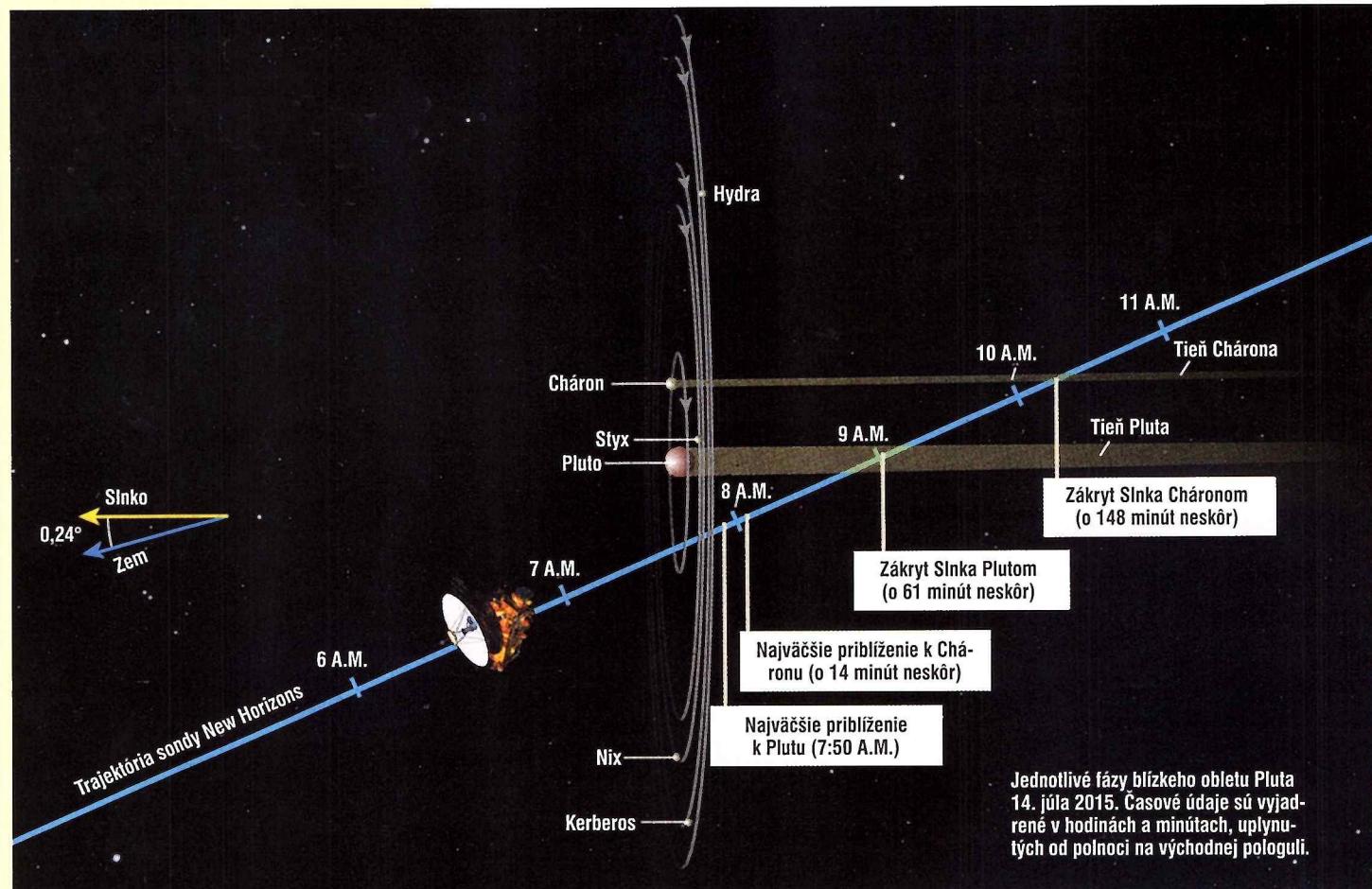
Do veľkého neznáma

Úlohou sondy New Horizons, okrem výskumu Pluto a jeho satelitov, by mal byť aj oblet najmenej jedného objektu v Kuiperovom páse. S parametrami, aké ma napríklad asteroid Eros, patriaci do skupiny NEAR (k Zemi sa pravidelne približujúce objekty). Potenciálne telesá vyhľadávajú vedci pomocou HST tak, aby sonda na ceste k nim spotrebovala čo najmenej paliva. Zatiaľ objavili dva takéto objekty: prvý by sonda mohla obletieť v decembri 2018, druhý v marci, alebo apríli 2019. Ďalšie ciele sa hľadajú.

Sonda dokáže udržiavať spojenie so Zemou až po vonkajší okraj Kuiperovho pásu. Presnejšie, po hranicu dvojnásobnej vzdialenosť Zem/Pluto. Ak sa oblety vdaria, sonda získá údaje na vyhotovenie mapy povrchu a mapy zloženia povrchu. O rozšírení misie sa rozhodne až po vyhodnotení blízkeho obletu s prihlásením na funkčnosť sondy.

Snímky Pluta s najväčším rozlišením získal Hubblov vesmírny dalekohľad. Portréty troch hemisfér Pluto vznikli tak, že 20 počítačov, operujúcich neprestajne celé štyri roky, spracovávalo priebežne získané údaje. Na povrchu Pluto rozlišujeme biele, oranžové a čierne oblasti.





Sonda New Horizons letela k Pluto 9,5 roka. Ilustrácia znázorňuje polohy planét uprostred júla, keď sonda obletí Pluto.

Rovnako rýchlosť obletu nedokáže sonda zmapovať zblízka celý povrch týchto telies. (Úplné mapy sa vyhotovia kombináciou snímok z rozličných vzdialenosť.) Preto je dôležité zmapovať počas najväčšieho priblíženia tie najzaujímaviejsie oblasti.

Rovnako dôležité bolo rozhodnúť, ako bude sonda skúmať atmosféru Pluta a Chárona. Vedci sa nakoniec rozhodli pre trajektóriu, na ktorej sa Pluto a Cháron ocitnú počas skúmania atmosféry medzi Slnkom a sondou. Tak bude možné zaznamenávať efekty vyvolávané prenikaním slnečného žiarenia cez ich atmosféru a zároveň využiť optimálne nasmerovanie rádiového spojenia so Zemou.

Dráha sondy bude vedená tak, aby počas blízkeho obletu bol Cháron nad nočnou pologuľou Pluta, takže prístroje, pomocou svetla odrazeného od zimného póla Chárona na nočnú

časť Pluta, mohli zmapovať aj jeho nočnú hemisféru. (Pomocou mimoriadne citlivej kamery LORRI.)

Optimalizácia návratu nameraných údajov si vyžiadala naplánovať najbližšie priblíženie na 14. júla 2015. Vtedy, o 7,50 ráno, obletí New Horizons Pluto vo výške 12 500 kilometrov. Dávno predtým už bude sonda vysielať údaje získané počas priblížovania. Už počas fázy AP 1 (medzi 15. januárom a začiatkom apríla tohto roka) prebehnú operácie spresňujúce optickú navigáciu sondy pomocou snímok Pluta a jeho mesiacov exponovaných proti hviezdному pozadiu. Pomocou týchto údajov bude možné korigovať trajektóriu sondy. Po korekcii minie sonda Pluto s odchýlkou maximálne 3 % čo do vzdialosti a 450 sekúnd čo do trvania blízkeho obletu.

Už počas fázy AP1 budú neprestajne prebiehať merania nabitých častic. Z iných údajov bude tím spresňovať parametre obežných dráh a hmotnosť mesiacov Pluta, snímať systém pod rozličnými uhlami slnečného žiarenia a hľadať príznaky variabilitu v atmosférach i na povrchoch skúmaných objektov. Posledné zo spomínaných údajov bude však sonda získať až po fáze AP 1, lebo dovtedy rozlišenie nebude vyššie, ako umožňuje Hubblov vesmírny dalekohľad. Na rozdiel od HST však snímanie bude oveľa častejšie, takže sonda môže zaznamenať variabilitu, ktoré prístroje na HST zaznamenať nedokážu.

Medzi začiatkom apríla a tretím týždňom júna

ocitne sa sonda vo fáze AP 2. Bude pokračovať vo všetkých vyššie spomenutých meraniach. Pribudne skúmanie farieb Pluta a Chárona a začne hľadanie neznámych mesiačikov a prípadných prstencov. Na konci fázy AP 2 vyšle sonda na Zem snímky s 10-krát vyšším rozlíšením, ako majú snímky z HST.

Posledné tri týždne pred blízkym obletom

Fáza AP 3 sa začne 21 dní pred a ukončí sa 2 dni pred tesným obletom. Všetky predchádzajúce merania budú pokračovať. Doplnia ich pozorovania oblačnosti a znečistenia v atmosfére Pluta, meranie ionizovaných atómov a molekúl unikajúcich z objektu a prípadne aj pozorovania vzdialeneho „nárazového oblúka“, oblasti, kde sa nabité častice slnečného vetra zrážajú s unikajúcou atmosférou Pluta. Zároveň bude prebiehať detekcia UV emisií dusíka, kyslíka, vodíka a ďalších prvkov v atmosfére Pluta; mapovanie ich povrchov; podrobnejšie mapovanie oboch telies v celom rozpäti viditeľných vlnových dĺžok.

Počas fáz AP 2 a AP 3 bude kamera LORRI pátrať po telesách, ktoré by mohli ohroziť sondu. Na Zem vyšle vyše 1000 snímok. Hoci pravdepodobnosť kolízie sondy počas blízkeho obletu Pluta odhadujú vedci na menej ako 1 %, treba s ňou rátať. V prípade ohrozenia by riadiace stredisko dokázalo dráhu sondy zmeniť alebo vystrieť pred ňou ochranný dáždnik najväčšej rádiointerferencie!

Posledné dva dni pred blízkym obletom (Near Encounter Phase) bude pozemské stredisko v neustálom strehu: počas tejto fázy naplánovali stovky zosúladených pozorovaní. Výsledkom by mali byť mapy hemisféry Pluta viditeľnej počas najväčšieho priblíženia s rozlíšením 650 až 70 metrov na pixel. Kvôli názornosti, na snímkach s takým rozlíšením by sme rozlíšili jazerá Draždiak a Kuchajda na periférii Bratislav, prístav na Dunaji i tvary najvyšších budov. Prístroje detegujúce zloženie povrchu získajú infračervené spektrá zo 60 000 lokalít na Plute a 21 000 lokalít na Chárone.

Navyše, vedci budú analyzovať zloženie atmosféry Pluta v rôznych výškach nad povrhom, merat zmeny teploty a tlaku s vertikálnym rozlíšením niekoľkých kilometrov, vyhotovovať teplotné mapy Pluta a Chárona s rozlíšením 10 kilometrov, spresňovať hmotnosti oboch telies s 10-krát vyššou presnosťou ako kedykoľvek predtým, a s rovnako vysokým rozlíšením monitorovať aj výskyt znečistenia atmosféry, polárnej žiary, neznámych mesiačikov, prípadne prstencov.

Po blízkom oblete, počas vzdáľovania, budú prístroje zaznamenávať zákryty hviezd atmosférou Pluta i počet nabitých častic vo chvoste jeho magnetosféry.

Spojenie so Zemou

Väčšinu údajov, ktoré získa sonda počas týchto fáz, vyšle na Zem do desiatich dní pred najväčším priblížením. Množstvo dát, získaných

v klúčovej fáze obleta, však presahuje možnosti prístrojov prenášať ich na Zem kontinuálne. Navyše, počas blízkeho obletu sa sonda zameria najmä na zbieranie údajov, nie na ich prenos. Napriek tomu sa budú najdôležitejšie údaje prenášať aj priebežne, ale väčšinu z nich uchová počítač na palube. Na Zem ich sonda bude vysielať až po blízkom oblete.

Pluto je od Zeme vzdialenosť 5 miliárd kilometrov. Vysielač na palube sondy dokáže za sekundu vyslať iba 2000 bitov informácií. To znamená, že údaje z blízkeho obletu Pluta budú prúdiť na Zem až do januára 2016.

Je pravdepodobné, že veľa senzačných informácií sa dozvieme až mesiace po blízkom oblete. Spracovanie údajov a ich analýza môžu trvať roky.

Očakávané objavy

Na prvých snímkach Marsu sme rozlíšili iba krátery a hlboké údolia. Prvé údaje z blízkeho prieskumu Merkúra vedcov prekvapili: najmä neobyčajne malá, riedka atmosféra a existencia globálneho magnetického pola. V systéme Jupitera objavila sonda Galileo prstence, vulkanizmus na mesiaci Io a mladý, ľadový, recyklujúci sa povrch mesiaca Európy. Vo svete Neptúna zaujali vedcov gejzíry na mesiaci Tritón a veľká škvra v atmosfére obrej planéty, pripomínajúcu Červenú škvru na Jupiteri. Lekcia z týchto misií je jednoznačná: očakávajme nečakané.

Astronomy, február 2015-02-19

Vybrali ďalšie objekty pre sondu New Horizons

Tím riadiaci sondu New Horizons, ktorá v júli obletí okolo Pluta, už tri roky hľadá vhodné objekty v Kuiperovom páse – ďalšie potenciálne ciele misie. Na hľadaní sa podieľa niekoľko pozemských i vesmírnych ďaleko-hľadov. Tím spracoval celú lavičku údajov. Po ich redukcii a analýze oznamil Alan Stern (South-west Research Institute) parametre troch vtipovaných objektov.

Prvý (potenciálny cieľ 1 – PT 1) má priemer 35 až 45 kilometrov. Sonda by k nemu mohla doletieť v januári 2019. Na korekciu dráhy k tomuto telesu by spotrebovala iba tretinu paliva.

Ďalšie objekty (PT 2 a PT 3) sú výrazne ďalejšie, a teda aj väčšie ako PT 1. Väčšie povrhy týchto telies sú výhodné, lebo umožňujú spočítať impaktné krátery na ich povrchu a odhadnúť, ako často k zrážkam v jednotlivých fázach vývoja vonkajšej Slnčnej sústavy dochádzalo.

Riadiaci tím prebudil sondu 6. decembra 2014 „zo spánku“, ktorý trval 1873 dní (dve tretiny trvania letu k Plutu). „Spánok“ bol 18-krát nakrátko prerušený, pričom jednotlivé „zdriemnutia“ trvali 36 až 202 dní.

V máji exponuje sonda prvé snímky, ktoré, rozlíšením už prekonajú kvalitu fotografií z Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu.

NASA Press Release

Fotografiu Pluta a jeho mesiaca Chárona zhotovila sonda New Horizons 9. apríla 2015 zo vzdialenosť 115 miliónov kilometrov.

NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/
Southwest Research Institute

Budem reabilitovať Pluto?

V Slnečnej sústave je podľa súčasnej dohody osem planét a niekdajšia planéta Pluto bola reklassifikovaná ako trpasličia. Pre mnohých astronómov a planétológov je štatút Pluto stále problematický. Redefinícia „čo je planéta“ vracia Pluto do diskusie a aj otvára dvere pre množstvo iných, podobných otázok. Otázka je dnes aktuálna hlavne pre očakávanie výsledkov sondy New Horizons, ktorá je na „ceste“ už od januára 2006 a má 14. júla tohto roku preletieť 13 700 km od povrchu Pluta.

V roku 2014 bola na Harvarde usporiadaná diskusia na tému **Je Pluto planéta?** Výsledkom bolo konštatovanie, že otázka definície planét má veľký dosah – obrazne – až po hranice vesmíru (ak nejaké sú). Berú sa tým do úvahy bilióny planét v Galaxii, ktorých zaradenie je otázne. Otázkou je v podstate klasifikácia nestelárnych objektov. Čo je planéta, asteroid, kométa, planetoid, alebo trpasličia planéta? (V texte občas berú za synonymá názvy „malá“ a „trpasličia“ – píšem v sade trpasličia). Má Slnečná sústava 8 planét, alebo nejaký iný počet?

Po objave v roku 1930 sme 76 rokov mali 9 planét až do roku 2006, keď Medzinárodná astronomická únia (IAU) po „demokratickom procese“ predefinovala Pluto na trpasličiu planétu (novozavedený pojem). Zdá sa, že podobné debaty ako tá, ktorá sa uskutočnila na Harvarde, povedú k tomu, že budeme mať znova 9 planét, zatiaľ čo v predchádzajúcich ôsmich rokoch mala Slnečná sústava iba 8 planét. Od roku 1807

bližne guľového tvaru po dosiahnutí hydrostatickej rovnováhy a (c) nedokáže vyprázdiť priestor okolo svojej dráhy od menších telies.

(3) Všetky ostatné objekty, okrem satelitov, ktoré obiehajú okolo Slnka, zaradujeme hromadne pod pojmom **malé telesá Slnečnej sústavy**.

Takto máme určenú štartovaciu čiaru pre našu debatu – planéty, trpasličie planéty a všetko ostatné. Uvažujme o „všetkom ostatnom“. Táto široká kategória zahŕňa meteoroidy, asteroidy, komety a planetezimály. Možno sa objavia ešte iné typy, keď prenikneme hlbšie do vesmíru. Otázka, ktorá je dnes na programe: čo je asteroid a čo kométa? Rozdiel medzi meteoroidom a asteroidom je definovaný veľkosťou 1 meter. Planetezimály sú malé telesá – zárodky planét, avšak fažko ich môžeme odlísiť od ostatných malých telies.

Zaoberajme sa však pojmi „planéta“ a „trpasličia planéta“. Ich nová definícia podmienila vylúčenie Pluto z rodiny planét a povýšenie asteroidu Ceres na trpasličiu planétu. Konkrétnie je to časť (2c) rezolúcie IAU, ktorá zaradila Pluto medzi trpasličie planéty – nedokáže vyprázdiť priestor okolo svojej dráhy od menších telies.

Horeuvedené definície sú určené výlučne pre telesá Slnečnej sústavy, rezolúcia 5A IAU ich nerozšírila na novooobjavované exoplanéty, ktorých počet veľmi rýchlo rastie. V súčasnosti ich poznáme okolo 2000.

Tento rok je rokom trpasličích planét ako uvádzajú Planetárna sekcia americkej astronomickej spoločnosti, Universetoday a iné združenia. Čo nám prinesie výskum objektov Ceres, Pluto a Cháron, ktorý práve prebieha pod patronátom NASA? Hám pomôže spresniť definíciu planéty, lebo diskutujúci si nedokážu predstaviť, že by sa súčasná definícia udržala dlhšiu dobu. Všetci, od profesorov a študentov univerzít po členovov astronomických spoločností, pochybujú o jej správnosti.

Aby stimulovali konštruktívnu debatu na túto tému, uvádzajú súčasné názory, ktoré môžu viesť k priateľnej odpovedi na otázku **čo je a čo nie je planéta**.

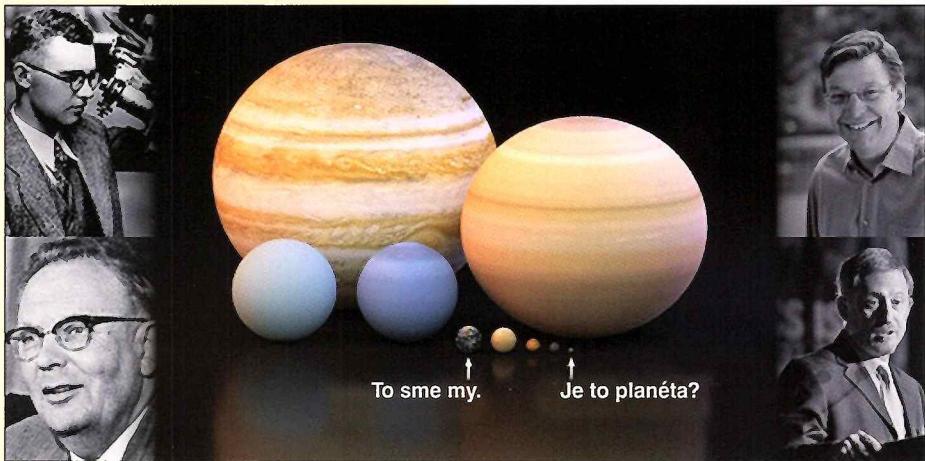
Planéta: je nebeské teleso, ktoré (a) má dostatočnú hmotnosť na to aby sa pod vplyvom vlastnej gravitácie dosiahla v nej hydrostatická rovnováha a teleso nadobudlo približne guľový tvar, (b) má diferencované vnútro ako výsledok jeho formovania, (c) má dostatok hmoty na zlúčovanie (udržanie) vodíka v jeho jadre a (d) nie je mesiacom.

Trpasličia planéta: je planéta s hmotnosťou menšou ako Pluto a podľa definície nepatrí medzi mesiace. (V originále je písané: malá planéta.)

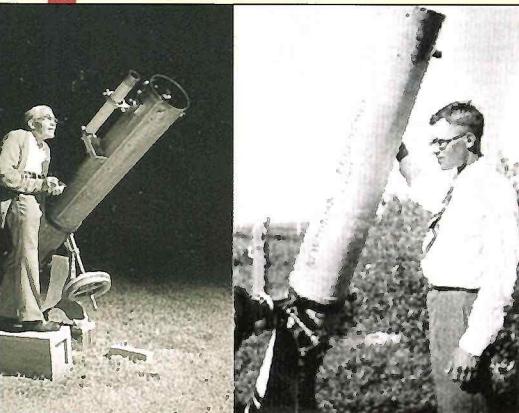
Medzihviezdna trpasličia planéta: je malá planéta, ktorá nie je viazaná na žiadnu hviezdu.

Binárna (trpasličia) planéta: rotuje spolu s inou (malou) planétou okolo spoločného fažiska, pričom fažisko sa nachádza nad povrchom oboch telies.

Tieto definície odstraňujú rôzne nezrovnalosti. Dnes čiastočne vieme a čiastočne sme presvedčení, že planéty obiehajú okolo väčšiny hviezd vo vesmíre a nie iba okolo Slnka, pre ktoré je určená rezolúcia 5A IAU. Existujú dokonca



Obr. 1. Na obrázku sú vedci, ktorí veľkou mierej prispeli k súčasnej definícii planéty: od ľavého horného rohu v smere hodinových ručičiek, Clyde Tombaugh, Mike Brown, Alan Stern, Gerard Kuiper.



Obr. 2. Objaviteľ Pluto C. Tombaugh v roku 1930 a v roku 1990 znova s doma umiestneným ďalekohľadom, ktorý dostal od Lowellho observatória. (Po smrti bol spopolený a maličká, symbolická časť jeho popola je uložená v sonda New Horizons smerujúcej k Pluto.)

do 1845 sme mali 11 planét. Neptún bol objavený v roku 1846 a množstvo objavených asteroidov viedlo k tomu, že boli vylúčené z rodiny planét. Takže od roku 1846 do 1930 sme mali 8 planét, rovnako ako dnes.

Zhodou okolností, bezprostredne pred aj po zasadnutí IAU, štartovali dve sondy NASA práve na prieskum objektov Slnečnej sústavy. Sonda Dawn v súčasnosti už dosiahla asteroid Ceres a obieha okolo neho a sonda New Horizons má namierené k Pluto.

V otázke definície objektov v slnečnej sústave sa ustanovili dva hlavné tábory. Jeden vedie Dr. Brown z Caltechu, druhý Dr. Stern zo SWRI. Dr. Brown sa zaobrába štúdiom transneptúnových objektov. Aktivity Dr. Sterna sú spojené s misiou New Horizons.

Zopakujme si najprv rezolúciu č. 5A, ktorú schválili členovia IAU:

(1) **Planéta (a)** je teleso na obežnej dráhe okolo Slnka (b), má dostatok hmoty na to, aby vlastná gravitačná sila sformovala do približne guľového tvaru po dosiahnutí hydrostatickej rovnováhy a (c) vyprázdiť priestor okolo jej dráhy od menších telies.

(2) **Trpasličia planéta (a)** je teleso na obežnej dráhe okolo Slnka (b), má dostatok hmoty na to, aby ju vlastná gravitačná sila sformovala do pri-



Obr. 3. Väčšie známe TNO objekty.

planéty, ktoré nie sú gravitačne zviazané s hviezdami. Astronómovia očakávajú, že v Oortovom oblaku sa nachádzajú a budú objavené objekty veľkosti Marsu, alebo Zeme, ktoré budú mať zmrznutú atmosféru, a napriek svojej veľkosti nemôžu „vyprázdnit priestor okolo svojej dráhy od menších telies“.

Potreba určiť dolnú hranicu pre zaradenie objektu medzi planéty sa prejavila v roku 2005 pri objave objektu Eris, ktorý je ďalej ako Neptún a je väčší ako Pluto. Zaradili ho do novej kategórie – transneptúnskych objektov (TNO). Bol to výsledok projektu tímu M. Browna z Caltechu, ktorého náplňou bolo hľadanie jasných a väčších objektov v Kuiperovom pásme. Podarilo sa im objaviť mnoho objektov v približne takej veľkosti ako má Pluto (obr. 3). Ak by sme nezobrali do úvahy bod (c) rezolúcie IAU („...vyprázdniti priestor okolo jej dráhy od menších telies“), stúpol by počet planét v Slnčnej sústave na stovky, ba možno aj na tisíce, a pritom by rok od roku vzrástal. Avšak aj M. Brown súhlasí s tým, že definícia planéty podľa IAU je chybá a nemokmetná.

Presná definícia chýba aj pri dvoch ďalších nebeských telesách – **mesiac a satelit**.

Mesiac: je kozmický objekt, ktorý obieha okolo (trpasličej) planéty, pričom ľažisko sústavy planéta + mesiac sa nachádza pod povrchom planéty. Je tu teda možnosť, že ľažisko sústavy je nad povrchom väčšieho objektu. Význačným príkladom v Slnčnej sústave pre túto možnosť je

Pluto a Charón. V tom prípade by sme mali hovoriť o dvojplanéte(?)

Satelit: je kozmický objekt, ktorý obieha okolo centrálneho telesa, ktoré nie je ani trpasličou planétou.

Ďalším možným názvom je **mesiačik**, ktorý používame pri veľmi malých mesiacoch. Také sa nachádzajú v sústavach Jupitera a Saturna.

Hranicou delenia medzi planétou a mesiacom nie je ich hmotnosť ale poloha ľažiska. Je bližšie k hmotnejšiemu telesu – planéte.

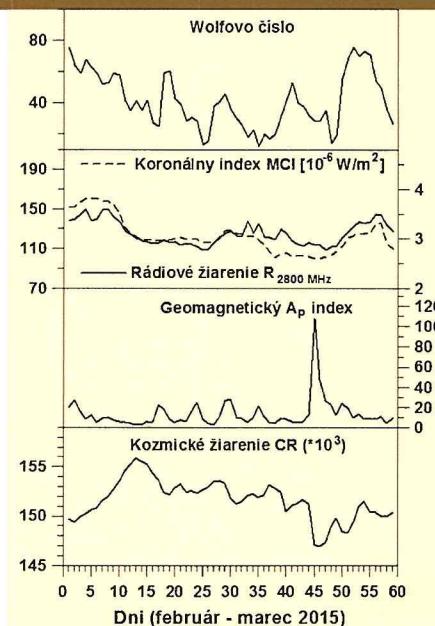
V definícii dolnej hranice pre planétu je potrebné zohľadniť aj vzťah k hviezdnej klasiifikácii. Môže byť založená na tlaku a teplote na jej povrchu, alebo na gravitačnom zrychlení. Bude vhodné zo súčasnej definície odstrániť podmienku (c), lebo pri mälo hmotných hviezdach aj planéta menšia ako Pluto môže „očistiť“ svoju dráhu od menších telies.

Následkom takto navrhovaných definícií veľa TNO, ktoré boli objavené v tomto storočí, sa stanú malými planétami. Z nich iba Pluto a Eris budú splňať kritériá pre planétu. Makemake, Sedna, Quaoar, Orcus, Haumea ale aj Ceres budú malé (trpasličie) planéty, ale nie asteroidy. Ponechaním Pluta medzi planétami a zaradením Eris k planétam (pričom definujeme hranicu medzi planétami a malými planétami), budeme mať v Slnčnej sústave 10 planét (obr. 4). Tento počet môže v budúcnosti, po nových objavoch, narásť.

Sonda New Horizons putuje k malej planéte Pluto a jej príchod v júli t. r. môže byť začiatkom konca terajšej definície. NASA v súčasnosti vypísala anketu na návrh mien pre doteraz neobjavené geologické štruktúry na Plute a Chárone. Názvy majú pochádzať z mytológie alebo z výskumu. (Hoci sa táto výzva pre verejnosť objavila 17. apríla, uzávierka bola už 24. apríla.)

Podľa Universetoday
(Tim Reyes
19. 02. 2015)

Spracoval
Milan Rybanský



Slnčná aktivita

V priebehu slnčnej aktivity sme pozorovali strmší pokles oproti predchádzajúcemu dvojmesačnému obdobiu. Wolfovo číslo slnečných škvŕn bolo v rozmedzí 12 – 76. Vo februári sa vyskytlo len málo slnečných erupcií typu C, oproti tomu bolo v prvej polovici marca mnoho erupcií typu M a iba jedna erupcia X (11. marca). V geomagnetickej aktivite sme v prvej polovici februára zaznamenali pomerne nízke hodnoty planetárneho Ap indexu, neskôr sa vo februári i v marci vyskytlo niekoľko období zvýšenej hodnoty (najviac do 28), mimoriadne vysokú hodnotu (108) dosiahol tento index 17. marca.

V tom čase (ráno 17. marca aj v noci 17./18. marca) vznikla polárna žiara, ktorá bola výnimcoľ viditeľná aj na Slovensku (zaznamenali ju celocablové komory na registráciu bolíдов aj niektorí náhodní pozorovatelia). Čo spôsobilo túto intenzívnu polárnu žiaru? Dva dni predtým, 15. marca, nastali dve slnečné erupcie so strednou intenzitou, prvá bola C2.4 o 00:41 UT a druhá C9.1 o 02:13 UT. Nasledovali dva výrony koronálnej hmoty (CME), ktoré sa pri putovaní medziplanetárnym priestorom smerom k Zemi spojili a takto urýchlený tok plazmy a nabitých častic zasiahol rýchlosťou $500 - 700 \text{ km.s}^{-1}$ družicu ACE 17. marca okolo 4:15 UT a približne o pol hodinu neskôr aj našu Zem. Nastala prekvapujúco silná a dlhotrvajúca geomagnetická búrka G4 (pôvodne bola predpovedaná búrka G1), ktorá podľa škály NOAA zodpovedá indexu $K_p = 8$. Naštaste nespôsobila žiadne poruchy satelitných systémov ani pozemských energetických systémov, problémy však nastali v rádiovnej komunikácii a v GPS navigácii (dočasné zoslabnutia signálu).

Ivan Dorotovič

Planetárny K index (obrázok je z archívu NOAA/SWPC, Boulder, CO, USA).



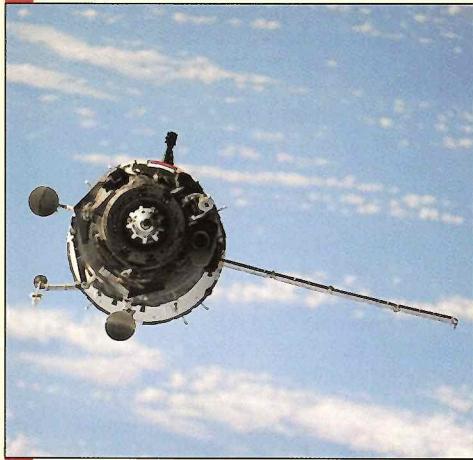
Obr. 4. Schéma Slnčnej sústavy s desiatimi planétami.

ISS se dočká přestavby

Byť byla Mezinárodní kosmická stanice formálně dokončena v roce 2011, její podoba není neměnná. Rusko připravuje na příští roky její rozšíření o nové moduly a „západní segment“ se letos rozšíří o nový nafukovací modul BEAM plus dojde k několika významným přesunům hardware. To ale není zdaleka všechno...



Expedice 42, které přivítala na ISS příchod roku 2015 (zleva): J. Serovová, B. Wilmore, A. Samokutajev, A. Škaplerov, T. Virts a S. Cristoforettiiová.



Ruská kosmická loď Sojuz TMA-14M měla problém s panelem slunečních baterií, který se nevyklopl.

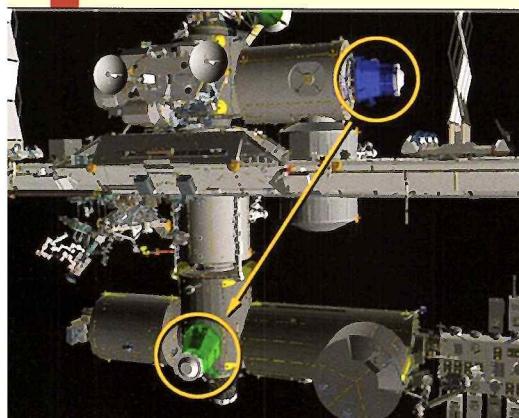


Schéma přesunu připojovacího uzlu PMA-3 z modulu Tranquility na Harmony.



Raketa pro loď Sojuz TMA-16M na startovací rampě.

Pojďme se ovšem nejprve ohlédnout za loňským rokem. Všechny čtyři pilotované mise k ISS proběhly v roce 2014 úspěšně: Sojuz TMA-12M startoval 25. března (posádka Alexandr Skvorcov/Rusko, Oleg Artěmjev/Rusko a Steven Swanson/USA), Sojuz TMA-13M 28. května (Maxim Surajev/Rusko, Reid Wiseman/USA a Alexander Gerst/Německo), Sojuz TMA-14M 25. září (Alexandr Samokutajev/Rusko, Jelena Serovová/Rusko a Barry Wilmore/USA) a Sojuz TMA-15M 23. listopadu (Anton Škaplerov/Rusko, Samantha Cristoforettiiová/Itálie a Terry Virts/USA). Posádky dvou posledních lodí také přivítaly příchod roku 2015 coby „Expedice 42“ (nová Expedice vždy začíná okamžikem odletu lodi Sojuz; každá posádka se tak účastní dvou expedic: probíhající v okamžiku jejího příletu a začínající v okamžiku odletu předchozí směny). Dvě z těchto lodí ovšem potkaly technické potíže: Sojuz TMA-12M musel změnit zamýšlenou šestihodinovou dráhu letu k ISS na dvoudenní trajektorii po problémech s orientací, lodi TMA-14M se zase nevyklopil po startu jeden z panelů slunečních baterií (samovolně se uvolnil až po zakotvení u ISS).

Kromě toho vypustilo Rusko kvarteto zásobo-

vacích lodí Progress: M-22M (5. února), M-23M (9. dubna), M-24M (24. července) a M-25M (29. října). ESA vyslala k ISS pátou a poslední zásobací loď ATV-5 Georges Lemaître (29. července).

Zdatně si také vedl americký komerční program dopravy nákladu na ISS v případě lodi Dragon od společnosti SpaceX. Obě mise Dragon CRS-3 a CRS-4 bezpečně odstartovaly 20. dubna a 23. září. Sesterský program Cygnus už ale takové štěstí neměl. Lodě Cygnus-1 a -2 po startu 12. ledna a 16. července splnily všechny úkoly, ale Cygnus-3 byla zničena 28. října jen několik sekund po startu díky selhání nosné rakety Antares.

Krom toho se loni uskutečnila první kosmická zkouška nové americké lodi Orion (5. prosince) a NASA rozhodla, že finančně podpoří vývoj komerčních pilotovaných lodí Dragon V2 (2,6 mld. USD) a CST-100 (4,2 mld. USD). Obě by měly začít s dopravou kosmonautů na ISS nejpozději v roce 2018.

Ruská kosmická ruleta

Osmého ledna 2014 oznámil Bílý dům záměr prodloužit provoz Mezinárodní kosmické stanice nejméně do roku 2024. Jedním z největších pod-

porovatelů tohoto kroku přitom bylo Rusko, pro které je ISS jakousi jistou kotvou v nejisté době. Program pro něj není technicky příliš náročný (= nemusí vyvíjet nový hardware, neb stačí sériová výroba či mírné modernizace stávajícího), umožňuje přitom zachovat pilotovaný program i další kapacit a především se částečně zaplatí z mezinárodní spolupráce.

Jenže pak přišla krize kolem Ukrajiny, sankce vůči Rusku a cítelné ochlazení mezinárodních vztahů. Ostrá rétorika zasáhla i ISS. NASA coby federální kosmická agentura dostala počátkem dubna 2014 příkaz přerušit spo-

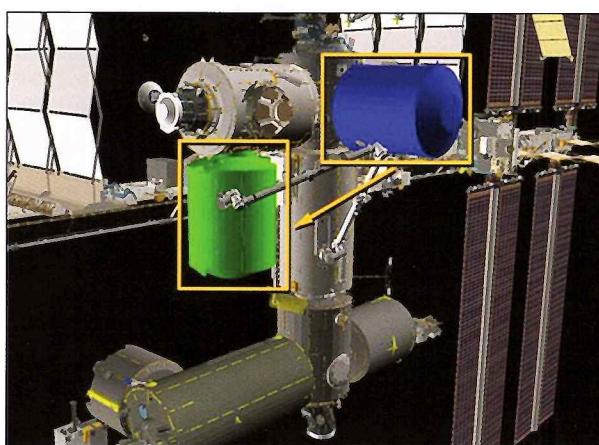


Schéma přesunu modulu Leonardo z Unity na Tranquility.

luprácí s Ruskem v mnoha oblastech (jednu z výjimek dostala právě stanice). Ruský vicepremiér Dmitrij Rogozin pak koncem dubna oznámil, že pokud chtějí Američané dále létat na ISS, mohou k tomu používat třeba trampolínu. Reagoval tak na skutečnost, že po skončení programu raketoplánů nemají USA kapacitu vysílat kosmonauty do vesmíru vlastními silami – a že musí nakupovat „letenky“ právě na ruských lodích Sojuz. O dva týdny později pak své prohlášení ještě zostřil, když oznámil, že je třeba zvážit další setrvání v projektu. Rusko by podle něj mělo dosáhnout svým základním závazkům, a pak si uvolnit ruce k jiným programům.

Šlo ale jen o harašení zbraněmi, protože všichni partneri v projektu ISS dobře ví, že se navzájem potřebují. Stanice byla zkrátka navržena jako společné dílo. Zatímco Američané využívají nejen ruské lodě Sojuz, ale třeba i zásobovací lodě Progress (po skončení evropského programu ATV žádné jiné nedokázaly dopravit na stanici pohonné látky), ruská strana naopak potřebuje americké komunikační a (především) energetické kapacity. Zná to možná jako detail, ale bez „amerického proudu“ by se dnes ruský segment stal prakticky nepoužitelným kusem železa. A takto bychom mohli pokračovat. Ne nadarmo má stanice přímo v názvu označení „mezinárodní“.

Politickým třenicím navzdory program pokračuje dálé, posádky normálně létají a připravují se na další mise. Stejně tak žádný z partnerů nehodlá ISS v dohledné době opustit. V době uzávěrky tohoto Kozmosu vrcholila jednání o dalším nákupu míst v lodích Sojuz pro americké kosmonauty. Ti mimochodem budou v ruských lodích létat i po obnovení amerických pilotovaných misí: z hlediska bezpečnosti se totiž počítá s tím, že jeden americký kosmonaut bude létat v ruských lodích Sojuz, jeden ruský pak v rámci „výměnného pobytu“ v lodích amerických.

Škatuje, škatule, hejbejte se

Nejzásadnější událostí na ISS v letošním roce bude každopádně poměrně zásadní „přestavba“ celé stanice, kdy dojde k přesunu několika modulů. Důvod je rozaříký: stanice se začíná připravovat na přílety amerických komerčních lodí. Firma SpaceX je totiž slibuje už na rok 2016, konkurenční Boeing je opatrnejší a počítá s termínem o rok později. Což ale nic nemění na tom, že jsou na drahém.

Pro přílety komerčních dopravních lodí je dnes k dispozici na ISS jediný stykovací uzel PMA-2 (Pressurized Mating Adapter), který se nachází na předním uzlu modulu Harmony/Node 2. U něj ostatně kotví i všechny raketoplány, které ke stanici kdy zamířily. Pro budoucí provoz přitom NASA vyžaduje, aby byly na stanici k dispozici alespoň dva uzly. Mj. proto, aby v případě potřeby bylo možné střídat americké lodě za provozu (jedna odletí až poté, co přiletí nová). Aktuální rozpis počítá nejprve s odletem jedné a až poté s příletem nové.

Na stanici je sice ještě volný uzel PMA-3 (pro úplnost: PMA-1 najdeme mezi moduly Unity a Zvezda, tedy de facto mezi americkým a ruským segmentem stanice). Ten je na modulu Tranquility/Node 3, ale zde je nepoužitelný: kvůli jeho poloze by se přilétající loď nemohla bezpečně přistát (jinými slovy: přílet brání další části ISS). PMA-3 tedy bude přesunutý na horní (zenitový) port Node-2.

Jenže... Toto místo je dnes vyhrazené jako záložní přistávací pro komerční nákladní lodě. Ty standardně přistávají na Node-2 na spodním



Emblém roční mise kosmonautů Kellyho a Kornijenka.

(nadirovém) uzlu. Takže vytvořením dvou míst pro připojení komerčních dopravních lodí bude ztraceno jedno pro komerční nákladní. To má nově vzniknout na modulu Unity/Node-1 na spodním uzlu: tady je aktuálně modul PMM (Permanent Multipurpose Module) Leonardo. Ten přijde na přední uzel modulu Tranquility/Node 3.

Jak vidno, ISS letos čeká hra „škatule, škatule, hejbejte se“. Nejdé přitom jen o přesun modulů, ale také o přeložení elektroinstalace, některých přístrojů apod. A to budou aby vůbec dovolily přesun nebo aby umožnily fungování na nových místech. Moduly je nutné vypnout, přesunout, oživit.

Krom toho bude nutné PMA-2 a -3 doplnit o nové stykovací pulty. Raketoplány využívaly pro propojení se stanicí ruský hardware, adaptéry APAS (Androgynous Peripheral Attachment System). Jenže jejich použití přinášelo poměrně tvrdé nárazy do stanice, s čímž souvisí riziko vzniku mikrotrhlin, narušení spojů mezi moduly apod. Proto pro komerční lodě bude na APAS instalován nový systém SIMAC (Soft Impact Mating Attenuator).



Posádka lodi Sojuz TMA-16M (shora): M. Kornijenko, S. Kelly a G. Padalka.



Posádka lodi Sojuz TMA-17M (zleva): K. Lindgren, O. Kononenko a K. Yui.

Lety zásobovacích lodí Dragon se stávají rutinou: přilet mise CRS-6 v dubnu letošního roku.





Evropští kosmonauti, kteří navštíví ISS v letošním a příštím roce (zleva): A. Mogensen, S. Cristoforettiová, T. Pesquet a T. Peake.

Po uzávěrce: ztráta lodi **Progress M-27M**

V úterý 28. dubna odstartovala z Bajkonuru raketa Sojuz 2-1a, která nesla zásobovací lod' Progress M-27M. V plánu byl přlet na ISS šest hodin po startu, Jenže bezprostředně po něm se vyskytly potíže. Lod' otevřela panely slunečních baterií a vyklopila trojici komunikačních antén, ale řídící středisko nedostalo zprávu o vyklopení antén systému Kurs pro setkání s ISS stejně jako o natałkování nádrži s pohonnými látkami. Lod' proto měla přejít na záložní dráhu, po které by dosáhla ISS po dvou dnech letu. Jenže se záhy ukázalo, že silně rotuje (jedna otočka za šest sekund). Veškeré pokusy o stabilizaci byly marné a Rusko prohlásilo misi za ztracenou. Předpokládá se, že Progress M-27M vstoupil do atmosféry mezi 3. a 11. květnem a zanikl. Co se přesně stalo a zdali je na vině Progress či nosná raketa (podle některých zdrojů se problémy vyskytly v poslední fázi letu nebo při oddělování od nosiče), stejně jaký vliv bude mít nehoda na další lety k ISS, nebylo v době uzávěrky známo. Na stanici jsou každopádně zásoby pro normální provoz do září, přičemž do té doby jsou zatím v plánu přílety dalších tří zásobovacích lodí (Dragon CRS-7 v červnu, HTV-5 a Progress M-28M v srpnu).

tion Concept) s nástavci IDA (International Docking Adapters).

Dva exempláře má na ISS dopravit loď Dragon před koncem roku. Příprava na přesun modulů je pak náplní několika výstupů do otevřeného prostoru (první z nich proběhly už na podzim 2014). Jinak se aktuálně počítá s tím, že k přesunu modulu Leonardo dojde někdy v červnu, k přesunu PMA-3 pak počátkem října.

Rok na oběžné dráze

Letošek bude na ISS ve znamení realizace rok trvajícího letu amerického kosmonauta Scotta Kellyho a jeho ruského protějšku Michaila Kornijenka. Půjde o dosud nejdélší pilotovaný let na ISS a alespoň přiblížení se „magické“ roční hranici od 437 dní trvajícího letu ruského lékaře Valerije Poljakova na stanici Mir v letech 1994/95.

Prestože může roční kosmická mise ve druhé dekadě 21. století vypadat jako dávno zvládnutá otázka, zdaleka tomu tak není. Počet kosmonautů, kteří ji absolvovali, se dá spočítat na prstech jedné ruky. A to rozhodně není statisticky významný vzorek. Všichni byli ze SSSR/Ruska a právě ruští lékaři upozorňují na celou řadu možných problémů s takovýmto projektem spojených. Problemy s kosterní a svalovou hmotou, aerobní výtrvalost, motorika, riziko poškození zraku zásluhou mikrogravitace nebo nitrolebečního tlaku, psychologické aspekty, otázky ohledně vstřebávání živin, reakce na kosmické záření, vystavení působení látek na ISS... To je jen velmi stručný seznam možných rizik.

Kelly a Kornijenko odstartovali do vesmíru na palubě lodi Sojuz TMA-16M 27. března a úspěšně se zabydleli na ISS. Společně s nimi se vydal na půlroční misi i Gennadij Padalka, který také bude přepisovat historické tabulky: zpět na Zemi se bude vracet 11. září po 167 dní trvajícím letu. Celkem pak bude mít za sebou 877 dní cestování vesmírem při pěti výpravách (dosavadní rekordman Sergej Krikaljov má „jen“ 803 dní). Mimochodem, Padalka se po svém prvním letu vrácel na Zemi v únoru 1998 v lodi Sojuz TM-28 společně se slovenským kosmonautem Ivanem Bellou.

Kuriozit kolem „roční mise“ (ve skutečnosti bude trvat „jen“ 342 dní; realizaci delší výpravy bránily provozní a technické otázky) je povídco. Třeba Scott Kelly je z dvojčat a jeho jednovaječný bratr Mark je také astronautem. Byť bývalým; ze sebou má čtyři mise raketoplánem. Mark se přitom uvolil dělat pro misi svého bratra „srovánvací vzorek“: část experimentů, která proběhne na ISS bude realizována i v pozemských podmínkách. Stejně tak část předletových a poletových testů. Naměřená data díky tomu mají mít větší výpovídací hodnotu. Lékaře zajímá především molekulární, fyziologický a psychologický stav kosmonautů. NASA loni v březnu udělil tříletý kontrakt deseti institucím v celkové hodnotě 1,5 mil. dolarů, který pokrývá právě srovánvací studium obou dvojčat – na Zemi i ve vesmíru. Kromě toho nachystal NASA pro Kellyho dalších 19 experimentů zaměřených výhradně na jeho dlouhodobou misi a Roskosmos pro Kornijenka čtrnáct. Některé z výzkumů přitom budou provádět společně.

ISS plná evropských kosmonautů

Výrazné zastoupení na ISS budou mít v letošním roce evropští kosmonauti. Příchod roku 2015 přivítala italská kosmonautka Samantha Cristoforettiová (přistát měla 14. května), na krátkou jedenáctidenní návštěvu stanice zamíří v září dánský Andreas Mo-

gense a v listopadu začne půlroční pobyt britský Timothy Peake. A to není všechno: Velká Británie bude mít v září v lodi Sojuz ještě jednoho zástupce. Přesněji zástupkyni: zpěvačku Sarah Brightmanovou, která si místo v lodi zaplatila coby „kosmická turistka“. Evropa tak letos získala plnou čtvrtinu míst v lodích Sojuz!

Ale hezky popořádě. Pilotované starty na ISS začaly 27. března v lodi Sojuz TMA-16M trojice Gennadij Padalka/Rusko (veterán z letů Sojuz TM-28/1998, Sojuz TMA-4/2004, Sojuz TMA-14/2009 a Sojuz TMA-04M/2012), Michail Kornijenko/Rusko (Sojuz TMA-18/2010) a Scott Kelly/USA (Discovery STS-103/1999, Endeavour STS-118/2007 a Sojuz TMA-01M/2010). Na ně navázé 26. května mise Sojuz TMA-17M, jejíž posádku bude tvorit Oleg Kononěko/Rusko (Sojuz TMA-12/2008 a Sojuz TMA-03M/2011), Kimiya Yui/Japonsko a Kjell Lindgren/USA (oba nováčci).

Na prvního září se pak chystá další pilotovaný start, jehož se zúčastní Sergej Volkov/Rusko (Sojuz TMA-12/2008 a Sojuz TMA-02M/2011), Andreas Mogensen/Dánsko a Sarah Brightmanová/Velká Británie (oba nováčci). Jen velitel Volkov zůstane na ISS standardního půl roku, ostatní členové posádky se vrátí po jedenáctidenní misi. Důvod je jednoduchý: kvůli probíhající roční misi se nebudou Kelly a Kornijenko vracet v září, ale až příští rok v březnu. Ovšem lod' Sojuz je zapotřebí vyměnit, čímž se otevřel prostor pro krátkodobou návštěvu na ISS. Deník místo získala ESA, druhé Rusko prodalo za částku kolem 55 mil. dolarů britské sopranistce a muzikálové zpěvačce Sarah Brightmanové. Rusko tak po několikaleté přestávce obnovuje (alespoň dočasně) výpravy platicích „kosmických turistů“.

Pilotované lety v letošním roce uzavře start Sojuzu TMA-19M dne 20. listopadu. Jeho posádku bude tvořit Jurij Malenčenko/Rusko (Sojuz TM-19/1994, Atlantis STS-106/2000, Sojuz TMA-2/2003, Sojuz TMA-11/2007 a Sojuz TMA-05M/2012), Timothy Peake/Velká Británie (nováček) a Timothy Kopra/USA (Endeavour STS-127/2009).

Pro úplnost ještě letošní termíny návratů kosmických lodí: Sojuz TMA-14M (s trojicí Samokutajev, Serovová a Wilmore) přistál 12. března, TMA-15 (Škaplerov, Cristoforettová a Virts) se měl vrátit 14. května, TMA-16 (Padalka, Mogensen a Brightmanová) pak 11. září a TMA-17M (Kononěko, Yui a Lindgren) 5. listopadu.

ISS se nafoukne

O možnosti nafukovacích konstrukcí pro pilotované lety se mluví už hodně dlouho, ale v praxi se dočkaly jediného použití: coby přechodová komora pro výstup do otevřeného prostoru při misi Voschod 2 v březnu 1965. Tehdy ovšem šlo o znouzeckost. Padesát let poté bychom se měli na ISS dočkat téměř plnoodnodněho nafukovacího modulu pro kosmonauty.

NASA podepsala v lednu 2013 kontrakt za 17,8 mil. USD s firmou Bigelow Aerospace týkající se výroby modul BEAM (Bigelow Expandable Activity Module). Na ISS jej má vyvézt v září nákladní lod' Dragon ve své servisní sekci: ta je dutá, takže umožňuje dopravu i nehermetizovaného nákladu.

Modul BEAM bude mít ve „výfouknutém“ stavu délku maximálně 1,1 m a průměr 2 m: to jsou rozměry prostoru, který bude na Dragonu k dispozici (reálně bude BEAM nejspíše menší). Hmotnost každopádně bude mít 1360 kg. Jakmile dorazí na ISS, přenese jej robotická ruka SSRMS na zadní

uzel modulu Tranquility/Node 3. Jakmile sem bude připojený, posádka modul natlakuje: tím získá délku 4 m a průměr 3,2 m.

BEAM má u ISS zůstat připojený následující dva roky. Během nich bude měřena teplota, velikost úniku atmosféry, radiace uvnitř modulu nebo jeho integrita, degradace a chování např. během motorických manévrů. Z bezpečnostních důvodů bude průlez standardně zavřený a kosmonauti budou do modulu vstupovat jen přeletitostně. Následně bude BEAM odhozený od stanice; vzhledem k velkému objemu se předpokládá jeho rychlý sestup do hustých vrstev atmosféry a neřízený zánik.

Kosmické zásobování

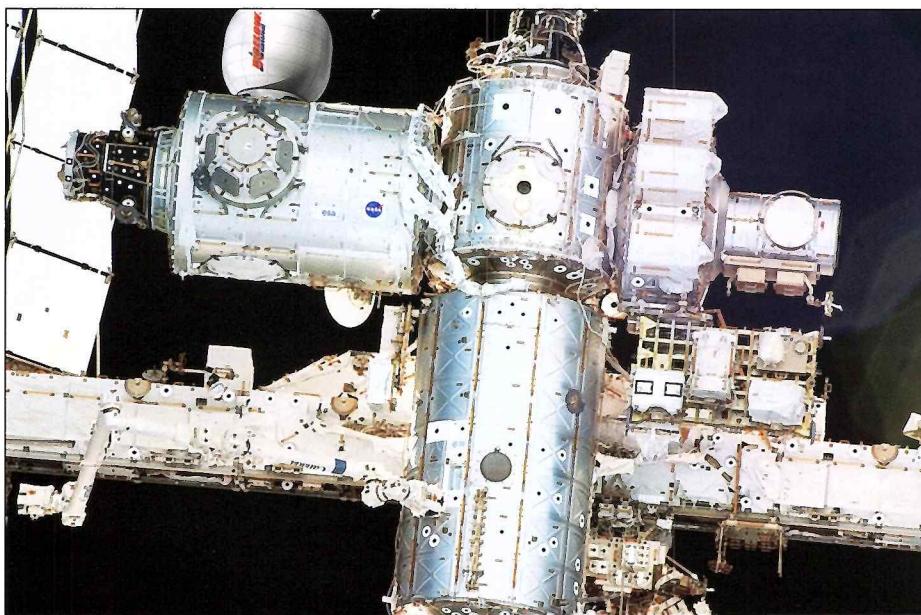
Pro udržení ISS v provozu bude i letos zapotřebí celá paleta zásobovacích lodí. Za zmínku mezi nimi stojí odlet posledního evropského ATV-5 Georges Lemaître dne 14. února, čímž byl celý program ukončený. Malou kaňkou na závěr bylo selhání jednoho ze čtyř energetických kanálů, což neumožnilo uskutečnit zánik dle plánu. ESA počítala s tím, že loď vstoupí do hustých vrstev atmosféry 27. února po třináctidenním samostatném letu, kdy mělo být možné její zánik lépe sledovat. Ovšem selhání jednoho z energetických kanálů ji přimělo přehodnotit plány a navést ATV-5 na rychlejší dráhu zániku, která přivedla družici do hustých vrstev atmosféry mnohem dříve.

Byla to ale jen drobná kaňka za jinak mimořádně úspěšným programem, v jehož rámci bylo na ISS dopraveno přes tříctet tun zásob včetně pohonných látek. Každá družice ATV navíc sloužila přibližně půl roku jako manévrovací modul a zajišťovala zvyšování nebo snižování dráhy stanice. Její servisní sekce je nyní přepracovávána pro použití na americké průzkumné lodi Orion. První evropský servisní modul ESM (European Service Module) má na Orionu letět v roce 2018 k Měsíci, pro druhý (aktuálně plánovaný na rok 2021) má ESA vyrobit součástky. Předpokládá se ale, že i druhý (a pak i další) modul spatří světlo světa v Evropě. ESA takto zatím „platí“ svůj závazek na ISS (výroba jednoho modulu a součástky pro druhý pokrývají období 2017 až 20). Pokud bude spolupráce pokračovat, je prakticky jisté, že se na budoucích průzkumných misích k Měsíci, asteroidům nebo Marsu dočkáme i evropských kosmonautů.

Rusko plánuje na letošní rok standardní čtyři mise lodí Progress: M-26M úspěšně odstartovala 17. února, M-27M 28. dubna, M-28M je v plánu na 6. srpna a modernizovaná varianta MS na 22. října. Progress M-27M se nicméně bezprostředně po startu dostal do vážných problémů: viz samostatný rámcík.

Také Japonsko plánuje vypruštění své zásobovací lodi HTV-5 pomocí rakety H-IIB, a to na 17. srpna. Zásobování ISS má zajistit i pětice amerických lodí Dragon: dva starty už má v době uzávěrky tohoto Kozmosu za sebou (10. ledna a 14. dubna), další tři (19. června, 2. září a 5. prosince) se chystají.

A na jednu misi se chystá i loď Cygnus. Její primární raketa Antares sice loni v říjnu selhala a provozovatel (firma ATK Orbital) oznámila, že ji totálně přestaví (= vymění motory prvního stupně). Ovšem pro zajištění zásobování ISS zakoupila pro loď Cygnus u firmy Lock-



Koncem léta by se na ISS měl objevit nový nafukovací modul BEAM.

heed Martin na letošní rok raketu Atlas V. Ta má Cygnus-4 vynést 19. listopadu.

Nové „kosmické nákladáky“?

Pokud už hovoříme o dopravě nákladu na kosmickou stanici, letos v září hodlá NASA zveřejnit vítěze dalšího kontraktu na komerční zásobování. Dnes ho zajišťuje loď Dragon (firma SpaceX) a Cygnus (ATK Orbital), které měly kontrakt na 20 t nákladu každá. NASA jej nedávno mírně rozšířila tak, aby pokryval i rok 2017 (podle současného rozpisu měly být všechny mise odlétány v průběhu roku příštího).

V souvislosti s prodloužením provozu ISS z americké strany do roku 2024 bude třeba zajistit i zásobování stanice. Rozpočet NASA přitom počítá s tím, že by každoročně bylo nakoupeno až pět startů. Jeden přitom přijde na 200 až 300 mil. dolarů. Celkově tak může zakázka přesahnut deset miliard dolarů. Nikoho tak asi nepřekvapí, že kromě stávajících firem se o ní ucházejí i další.

Firma Boeing jde do klání s odlehčenou verzí své vyvíjené pilotované lodi CST-100: bez systémů záchrany posádky v případě havárie raket, bez prvků zajištění životních podmínek, se zjednodušením některého předimenzovaného vybavení, odstraněním poloviny z 24 orientačních motorů apod. Bez upřesnění technických detailů Boeing sdělil, že

lodě bude mít „větší kapacitu než 2500 kg nákladu nahoru, jak požaduje NASA“. CST-100 se bude vracet zpět na Zemi (dnes to umí jen Dragon, Cygnus po misi shoří s nepotřebným odpadem v hustých vrstvách atmosféry) s pomocí padáků a airbagů.

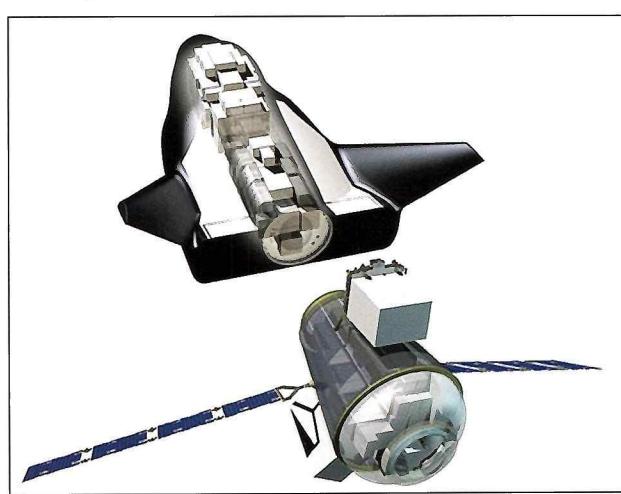
Firma Lockheed Martin přišla s návrhem vícenásobně použitelného tahače pojmenovaného Jupiter a nákladního modulu Exoliner. Při první misi by do vesmíru putovaly oba společně, při dalších pak už jen kontejner Exoliner. Tahač Jupiter by jej dopravil k ISS, pak by se s ním vrátil k hornímu stupni nosné rakety, starý Exoliner by s pomocí robotického manipulátoru vyměnil za nový: ten by dopravil na ISS, starý by byl s horním stupněm navedený k zániku v hustých vrstvách atmosféry. Exoliner má uvést až 5 000 kg hermetizovaného nákladu, dalších 1 500 kg pak nehermetizovaného.

A do boje o miliardový kontrakt jde i firma Sierra Nevada Corp., která neuspěla v zakázce na vývoj komerční pilotované lodi. O možnost přeče letat na ISS nyní bojuje v podobě nákladního systému DCCS (Dream Chaser Cargo System).

Oproti pilotované verzi má dvě zásadní změny. První je využití sklopních křídel, aby se stroj vešel pod standardní aerodynamický kryt raket Atlas V nebo Ariane 5 o průměru pět metrů. Oproti pilotované verzi má mít jednak sklopné křídla (aby se vešel pod aerodynamický kryt nosiče) a jednak jednorázový nákladní modul, který by měl sluneční baterie a umožňoval dopravu hermetizovaného (až 5 000 kg) i nehermetizovaného (až 500 kg) nákladu. Zpět na Zemi by DCCS přistával s 1 750 kg, dalších 3 250 kg odpadu by bylo možné spálit v atmosféře v nákladním modulu.

Čínské ticho

V další kosmické supervelmoci, která je schopná vyslat do vesmíru kosmonauty vlastními silami, v Číně, bude letos klid. Na oběžné dráze stále krouží stanice Tiangong-1 (vypuštěna v září 2011), ale v tomto případě jde už jen o technologický experiment. Čínskí odborníci studují vliv kosmického prostředí na životnost objektu. S vypuštěním následující stanice Tiangong-2 se počítá až v příštím roce, kdy k ní mají zamířit i první kosmonauti.

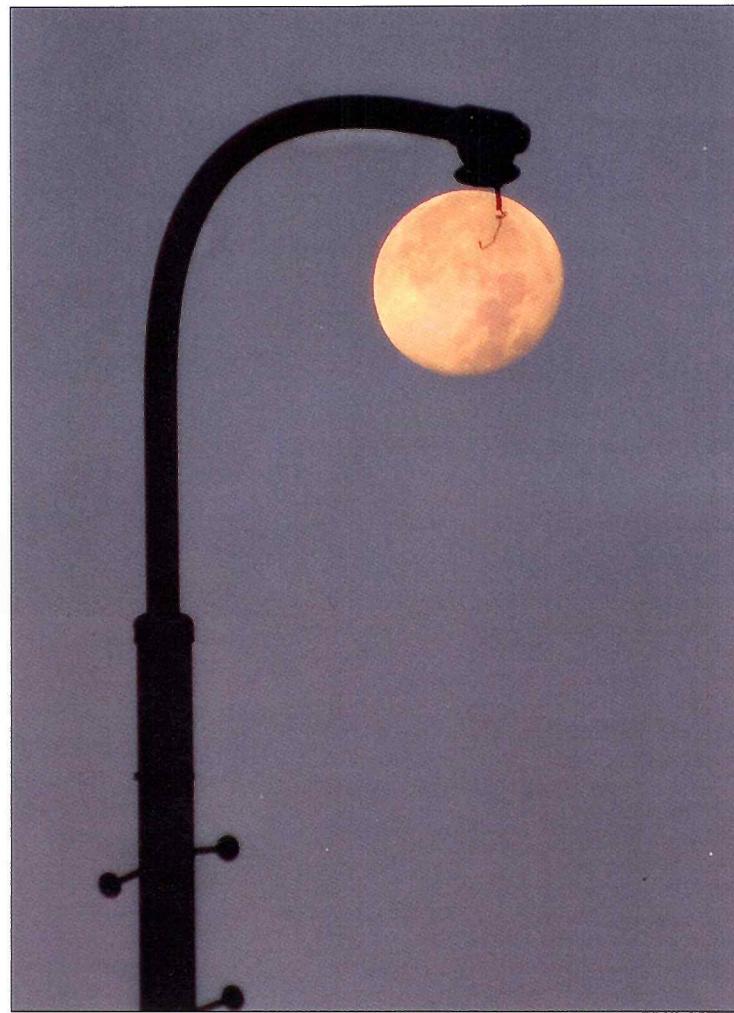


O zakázku na dopravu nákladu na ISS soutěží i miniraketoplán DCCS.

TOMÁŠ PŘIBYL
Foto NASA, ESA, SpaceX, JAXA



Roman Vaňúr: Cestou. Fotografované 21. 3. 2014 o 21:00 h. Tokina 11-16/2.8, 11 mm/2.8, Canon 1100D, expozícia cca 50×30 sekúnd, ISO 800, zo statívu. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 3. cenu.



František Erben: Táto lampa osvetľuje celú Zem. Fotografované 24. 10. 2014 o 7:28 h v Pezinku. Clona 5,9, čas expozicie 1/320 s, ISO 125, ohnísko 63 mm. Prístroj Nikon Coolpix 610. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 3. cenu.

Martina Pálešová: Primárna a sekundárna dúha. Fotografované 21. 4. 2014 o 16:50 h. Apple iphone 5, panoráma. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha.



5.3. Jádro Galaxie

B. Bromley aj. zkoušeli najít scénář, který způsobil, že v okolí černé veledíry v centru Galaxie uvnitř silného rádiového zdroje **Sgr A*** vidíme stovku mladých jasných hmotných hvězd na silně protáhlých eliptických drahách. Hvězdy jsou označovány písmenem S a pořadovým číslem objevu. Autoři se domnívají, že pokud se do blízkosti veledíry dostane osamělá hvězda, je velmi brzo černou veledírou pohlcena. *Větší naději na přežití mají těsné dvojhvězdy*, které se vlivem gravitačních poruch rozpadnou, takže jedna složka nakonec spadne do černé veledíry, ale druhá je odmrštěna vysokou (únikovou) rychlostí a natrvalo opustí naši *Galaxii*. Protože dvojhvězd je mezi hmotnými hvězdami hodně, stačí jejich výskyt na udržení stálého příslunu hvězd S náhradou za ty, které už do černé veledíry spadly. *K slapovém rozpojování dvojhvězd v blízkosti veledíry dochází v průměru jednou za 300 – 30 000 let*, což právě stačí na zmíněný příslun. Současně se tak dlouhodobě zvyšuje hmotnost černé veledíry na mnohonásobek dnešní hodnoty.

Podle L. Meyera aj. se **polohy hvězd S** sledují již od r. 1995 pomocí *Keckových 10m teleskopů* a nejlepší pokrytí dráhy poskytuje v současné době hvězda **SO-102**, která má oběžnou dobu jen 11,5 r a prošla pericentrem v polovině r. 2009, kdy se četnost měření pochopitelně zvýšila. Odtud pak vychází hmotnost černé veledíry $4,1 \text{ MM}_\odot$ a vzdálenost od nás 7,7 kpc. Hvězda už opisuje druhou měřenou dráhu, čímž se parametry dráhy i veledíry výrazně zpřesňuje a hvězda se tak stává vhodným testem pro obecnou teorii relativity v okolí černé veledíry. Také hvězda **SO-2** má podle L. Meyera aj. poměrně krátkou periodu 16 let.

W. Brown aj. zkoumali pomocí **6,5 teleskopu** na *Mt. Hopkinsu* v Arizoně právě ty hvězdy, které vysokou rychlostí unikají z centra *Galaxie* a dnes se už nacházejí ve vnějším halu. Objevili v r. 2012 dalších 5 případů, takže celkový počet známých **prchajících hvězd** stoupal na 16. Pohybují se vesměs rychlostmi vyššími než je úniková, tj. 380 – 720 km/s. Mezi nimi převažují hvězdy pozdní spektrální třídy B.

M. Nowak aj. monitorovali v průběhu roku 2012 vlastní rádiový zdroj **Sgr A*** rentgenovou družicí *Chandra*, protože už od r. 2002 víme díky družici *Newton*, že zdroj občas krátce vzplane v pásmu rentgenového záření. Do r. 2012 se zdařilo náhodně pozorovat dva takové úkazy, které mají vždy pomalý nárůst k maximu a pak následuje velmi prudký pokles. *Chandra* měla úspěch hned 9. února 2012, kdy celé vzplanutí v pásmu energií 2 – 8 keV trvalo 1,5 h, ale v maximu vzplanutí dosáhl nárůst více než 5 mag! Tomu odpovídá vyzářená energie až 10^{32} J, kterou lze získat přeměnou 10^{16} kg nějaké látky s účinností 10 %. Nejspíš šlo o *pád planetky* do černé veledíry.

S. Gillessen aj. objevili pomocí aparatur *NACO* a *SINFONI VLT* na *Paranalu* v těsném sousedství černé veledíry v jádře naší *Galaxie* (**Sgr A***) **prachoplynové mračno G2**, jež směřuje rychlosť 1,7 tis.km/s do pericentra své oběžné dráhy kolem veledíry. Jeho svítivost 5 L_\odot a teplota prachu 550 K umožnily podrobné snímkování pohybu, takže odtud vyplynula přibližná hodnota výstřednosti jeho velmi protáhlé eliptické dráhy $e = 0,94$ a vzdálenost pericentra od černé veledíry 40 mld. km (270 AU), neboť 3,1 tis. $\text{\AA} Schwarzschildových poloměrů$. *Oblak G2* se proti předešlým letům zřetelně protahuje ve směru letu. Jeho oběžná perioda se odhaduje na (137 ± 11) let a průchod pericentrem na léto 2013. (Astronomové však již delší dobu pozorují *jasné hvězdy S2 a S14* staré jen několik milionů let, které mají svá pericentra 2,1krát, resp. 3,3krát blíže).

Podle J. Miralda-Escudé má plynna složka mračna teplotu 10 kK a apocentrum mračna se nalézá ve vzdálenosti 8 tis. AU od černé veledíry. R. Narayan aj. odhadli průchod pericentrem na červen 2013 a rychlosť jeho pohybu v té době na 5,4 tis. km/s. To znamená, že před čelem mračna se objeví *oblouková rázová vlna* a po dobu několika měsíců vzroste tok rádiového záření na decimetrových a milimetrových vlnách na několikanásobek klidové hodnoty.

Další simulace budoucího chování **oblaku G2** pocházejí od M. Schartmanna aj. Využili přitom předobjevových pozorování mračna již od léta 2008 a předpovíděli, že k průchodu pericentrem dojde *počátkem července 2013*, kdy rentgenový zářivý výkon vzroste 80krát, ale nebude stabilní; variace jasnosti o 1 mag budou pozorovatelné po dobu několika měsíců. Autoři též spočítali, že předešlý průběh mračna apocentrem ve vzdálenosti 4,3 tis. AU se odehrál na jaře 1927 a oběžná doba kolem veledíry dosahuje 138 let. Hmotnost oblaku odhadli na $1,7 \cdot 10^{25}$ kg, tj. zhruba 3 M_\odot .

Se zajímavým vysvětlením **povahy objektu G2** přišli F. Meyer a E. Meyerová-Hoffmeisterová, kteří se domnívají, že oblak vznikl výbuchem novy, které uvolňují při explozi prachovou mlhovinu o hmotnosti řádu 10^{-5} M_\odot . Předobjevová pozorování G2 z r. 2004 dávají oběžnou rychlosť oblaku 1,2 tis km/s a z r. 2011 již 2,35 tis. km/s. Není divu, že veškerá vhodná pozorovací technika na Zemi i v kosmu se od chvíle, kdy byl objekt G2 objeven, zaměřuje podle D. Marroneho aj. nyní zcela soustavně na sledování vzácného úkazu v blízkosti obzoru události zmíněné veledíry.

M. Su a D. Finkbeiner se pokusili najít **výtrysky** z černé veledíry v centru *Galaxie*, protože u cizích galaxií téměř vždy takové rentgenové a gama výtrysky z veleděr pozorujeme. Nakonec uspěli, když v datech z družice *Fermi* našli v jižní obří bublině výtrysk s energiemi v rozsahu 1 – 100 GeV, jehož zářivý výkon dosahuje $2 \cdot 10^{28}$ W. Podobně se S. Matsumurovi aj. podařilo najít **molekulové mračno** v těsné blízkosti jádra Galaxie, které má bizarní tvar zakrouceného prasečího ocásku o rozměrech $20 \times 20 \text{ pc}^2$. Hmotnost mračna odhadli na 400 tis. M_\odot . Zakroucení je důkazem přítomnosti silných magnetických polí v centrální molekulové zóně *Galaxie*.

H. B. Liu aj. zjistili, že černá veledíra v centru *Galaxie* je obklopena **cirkumnukleárním diskem** o vnitřním poloměru 1,5 pc a vnějším poloměru 4 pc. Disk pozorovaný submilimetrovým radiointerferometrem *SMA* na *Mauna Kea* a 100 radioteleskopem *GBT* v *Green Banku* má vločkovitou strukturu a procházejí ním spirálová molekulová ramena. Disk tak dynamicky reguluje proměnlivý příslun materiálu do hladové gravitační jámy černé veledíry.

5.4. Místní soustava galaxií

S. Banerjee aj. zjistili, že velmi hmotná ($> 150 \text{ M}_\odot$) hvězda **VFTS 682** poblíž mlhoviny *30 Dor* ve *Velkém Magellanově mračnu* (VMM) byla téměř určitě vypuzena z asociace velmi mladých hmotných hvězd *R136* v centru mlhoviny, ale nyní se nalézá už 30 pc severovýchodně od centra, od něhož se vzdaluje rychlosť 40 km/s. Podobný osud potkal také hvězdy **30 Dor O16** o hmotnosti 90 M_\odot , která se od centra vzdaluje rychlosť 85 km/s.

P. Prada Moroni aj. určili parametry **zákrytové dvojhvězdy CEP 0227** ve **VMM**, jejíž obě složky jsou současně klasickými cefidami, což dalo mimořádnou příležitost zlepšit nulový bod *vztahu Leavittové* (perioda vs. svítivost cefid). Obě složky mají po řadě hmotnosti $(4,14 + 4,15) M_{\odot}$; poloměry $(32 + 45) R_{\odot}$ a efektivní teploty $(5,9 + 5,1)$ K. Jsou staré 150 mil. roků, chudé na kovy ($Z = -0,33$) a od nás vzdáleny 50,8 kpc.

A. Monsonovi aj. vyšla z přehlídky infračervených světelných křivek 37 cefid s rozsahem period 4 – 70 d pomocí *Spitzerova kosmického teleskopu* (SST) v pásmech 3,6 a 4,5 μm **vzdálenost VMM** 49,6 kpc. Naproti tomu J. Storm aj. obdrželi z kalibrace infračervených světelných křivek 111 cefid v *Galaxii* a obou *Magellanových mračech* vzdálenosti 49,0 kpc pro *VMM* a 60,8 kpc pro *MMM*.

R. Haschke aj. využili obsáhlého katalogu *OGLE III* k určení individuálního zčervenání 1,8 tis. cefid a 17 tis. proměnných hvězd typu RR Lyr k určování **vzdáleností hvězd ve VMM a MMM**. Pro *VMM* jim vyšla mediální vzdálenost $(53,9 \pm 1,8)$ kpc pro *cefeidy* a $(53,1 \pm 3,2)$ kpc pro *hvězdy RR Lyr*. Radiální hloubka cefid ve *VMM* dosahuje $(1,7 \pm 0,2)$ kpc a celé mračno je vůči nám skloněno šikmo pod úhlem 32° *VMM* měli k dispozici údaje o 2,5 tis. *cefeid* a 1,5 tis. *hvězd RR Lyr* a odtud odvodili mediány $(63,1 \pm 3,0)$ kpc pro *cefeidy* a $(61,5 \pm 3,4)$ kpc pro *RR Lyr*. Radiální hloubka $\S VMM \S$ dosahuje $(2,7 \pm 0,3)$ kpc pro *cefeidy* a $(2,0 \pm 0,4)$ kpc pro *RR Lyr*. Sklony obou populací proměnných hvězd se v tomto případě drasticky liší. Pro *cefeidy* činí 74° , kdežto pro *RR Lyr* jen 7° . Z toho plyne, že *cefeidy* se koncentrují podél příčky *MMM*, kdežto hvězdy *RR Lyr* jsou v galaxii rozloženy rovnomořně.

D. Graczyk aj. využili dlouhoperiodickou oddělenou zákrytovou dvoučárovou dvojhvězdu **OGLE SMC113.3 400** k mimořádně přesnému stanovení jejích geometrických i fyzikálních parametrů. Obě složky dvojhvězdy s nízkou metalicitou ($Z = -0,5$) jsou stejně jasné ($V = 16,8$ mag) a mají po řadě hmotnosti $(3,50 + 3,56) M_{\odot}$; poloměry $(46 + 48) R_{\odot}$; svítivosti $(1,00 + 1,13) L_{\odot}$; spektrální třídy G8 II-III a efektivní teploty 4,8 kK. Obíhají kolem společného těžiště po eliptické dráze o velké poloosě 1,9 au a výstřednosti $e = 0,2$ v periodě 372 d. Odtud pak vyplývá její vzdálenost 59,7 kpc, v dobré shodě s výsledkem J. Storma aj. Nízkou metalicitu mezihvězdného materiálu ($Z = -0,6$) v *MMM* potvrdili J. Howk aj. v absorpčních čarách nuklidu ^{7}Li ve spektru hvězdy *Sk 143*, které pořídili spektrografem *UVES VLT ESO* na *Paranalu*.

Jak uvedli S. Turonová aj., neuspokojivé výsledky dalo určení vzdálenosti obou Mračen pomocí družice *HIPPARCOS*, protože jen 30 tis. hvězd má změrenou trigonometrickou vzdálenost s přesností lepší než 10 %. Extrapolací pak vychází vzdálenosti pro *VMM* 48 kpc a *MMM* jen 54 kpc. Zlepšení lze v tomto směru lze očekávat až od družice *Gaia*, jež bude měřit s přesností nejméně o 2 řády vyšší.

R. van den Marel aj. se zabývali zpřesněním vzájemného sekulárního pohybu naší *Galaxie* a velké spirální **galaxie M31 (And)**. Ve vztahu vůči centru naší *Galaxie* dosahuje radiální složka rychlosti hodnoty -109 km/s a tangenciální jen 17 km/s. To povede k té měřitelné sražce obou velkých galaxií. První dotek bližších okrajů galaxií se uskuteční za 3,9 mld. let a jádra obou galaxií se k sobě přiblíží na minimální vzdálenost 31 kpc za 5,9 mld. let od současnosti. Odtud též vyplývá vyšší **hmotnost místní soustavy galaxií** 4,9 TM_{\odot} , než se dosud uvádí (3,2 TM_{\odot}).

Autoři dále ukázali, že známá **galaxie M33 (Tri)** je těsně gravitačně vázána k *M31* a jejich vnější okraje se dotknou již za 850 mil. let, zatímco jádra se nejvíce přiblíží za 3,7 mld. let na minimální vzdálenost 176 kpc. Tyto dlouhodobé pohyby způsobí, že *Slunce* se dostane na velmi protáhlou dráhu vůči centru *Galaxie* a za 5 mld. let od současnosti odpluje do vzdálenosti > 50 kpc od centra *Galaxie*. Za 10 mld. let se přiblíží k centru galaxie *M33* na pouhých 10 kpc! Tento gravitační karambol se vskutku podobá štouchu na gigantickém kulečníku, kde dvě koule mají přibližně stejnou hmotnost, zatímco *M33* je výrazně slabší s hmotností o řád nižší, než oba hlavní soupeři.

Vzdálenost M31 se dá podle A. Conna aj. zlepšit souběžným měřením jasnosti špičky větve červených obrů, jak v této velké galaxii, tak v jejích 26 satelitech, včetně již zmíněné *M33*. Výhodou je rychlosť měření - nemusí se jako u cefid měřit stovky dnů, ale stačí jediná expozice pro každý satelit. Odtud jim vyšla vzdálenost galaxie *M31* 780 kpc (2,5 mil sv. l.). F. Lockman aj. potvrdili, že mezi galaxiemi *M31* a *M33* existuje nesouvislé propojení jakýmsi mostem, který pozorovali obřím 100m radioteleskopem *GBT* v čáře H I na vlnové délce 211 mm. To je přímý důkaz jejich silné slapové interakce.

Rozsáhlá přehlídka *SDSS* poskytla dle A. Bonacaové aj. důkazy o slapových proudech také mezi naší *Galaxii* a galaxií *M33*. **Halou naší Galaxie** sahá až do vzdáleností 40 kpc od centra *Mléčné dráhy*. Ve směru gal. délky 133° a gal. šířky $+33^{\circ}$ se vyskytuje ve vzdálenosti 26 kpc **slapový proud** o šířce 75 pc a délce 5,5 kpc starý asi 12 mld. let s velmi nízkou metalicitou materiálu ($Z = -1,0$).

V souhvězdí *Trojúhelníku* v galaxii **NGC 604** (vzdálenost 840 kpc) se podle J. Martíneze-Galarza aj. nachází druhá nejhmotnější hvězdná kolébka v celé **místní soustavě galaxií** (vůbec nejhmotnější kolébka obklopuje hvězdu **30 Dor** na naší *Galaxii*). Oblast v *NGC 604* má průměr asi 200 pc a obsahuje řadu mračen o rozměrech 5 – 29 pc a hmotnostech 80 – 740 km_{\odot} . Protože je celá oblast zahalena prachem, posloužily k jejímu zkoumání infračervené teleskopy *SST* a *Herschel*, ale též rentgenová družice *Chandra*. Družice *Herschel* odhalila již zářící velmi mladé (4 mil. let) hvězdy o úhrnné hmotnosti 160 tis. M_{\odot} . Asi 8 % z celkové hmoty hvězd představují objekty, které se právě v současnosti mění na hvězdy. Je tedy zřejmé, že proces vzniku hvězd není plynulý; spíše jde o časově odělené epizody rychlé tvorby nových hvězd často velmi vysokých hmotností a sp. tříd O a B.

5.5. Galaxie v lokálním vesmíru

A. Abramowski a velký kolektiv spoluautorů z mezinárodního projektu *H.E.S.S.* zveřejnili podrobnou studii o galaxii **NGC 253 (Scl)**, vzdálenost 3,5 Mpc), jež vyniká překotnou tvorbou hvězd. Stala se předmětem soustavného pozorování Čerenkovovými teleskopami v *Namibii*, protože se očekávalo, že bude silným zdrojem energetického záření gama. To se vskutku potvrdilo měřením v pásmu 100 MeV – 100 GeV a také > 100 GeV. Autoři tuto práci věnovali památky předčasně zesnulého českého fyzika Dalibora Nedbalu (1980 – 2012), jenž právě této galaxii věnoval největší pozornost v rámci své účasti ve zmíněném projektu.

J. Greco aj. využili momentálně největšího binokuláru světa (*LBT* $2 \times 8,4$ m) na *Mt. Grahamu* v *Arizoně* k určení základních parametrů známé **galaxie M82 (UMa)**, vzdálenost 3,6 Mpc; úhel 1" odpovídá lineární délce 18 pc). Jak známo, tuto galaxii vidíme téměř

z profilu pod úhlem 80°. Její zářivý výkon odpovídá 60 GL_{\odot} a její dynamická hmotnost odvozená z rotační křivky pro radiální vzdálenosti 1 – 4 kpc činí 10 GM_{\odot} . Do vzdálenosti 500 pc od těžiště se nachází <2 GM_{\odot} .

Jak uvedli S. Chakraborti aj., podařilo se dobrovolnškům sdruženým v projektu *Galaxy Zoo* objevit v r. 2009 nový typ galaxií nazvaný podle jejich vzhledu „**zelené hrášky**“ (*green peas*). Vyznačují se malými lineárními rozměry (<5 kpc) a extrémně širokými (až 100 nm!) zakázanými emisními čarami [O III]. Radioteleskopy *GMRT* a *VLA* odhalily i jejich silné rádiové záření. Přestože hmotnost hrášků je nízká (0,3 – 10 GM_{\odot}), vyznačují se intenzivní tvorbou hvězd tempem >10 M_{\odot}/r . *Hmotnost hvězd v zelených hrášcích se zdvojnásobuje každých 100 mil. let, zatímco v běžných galaxiích to zabere 10 mld. let!* Jejich magnetické pole je silnější než v naší *Galaxii* a to je nejspíš hlavním trumfem zelených hrášků v souboji s ostatními typy galaxií o nejrychlejší nárůst hmotnosti hvězd.

Prvním známým výsledkem projektu *Galaxy Zoo* byl objev holandské učitelky hudby Hanny van Arkelové z r. 2007. Dobrovolná spolupracovnice projektu našla podivný roztroupený zelený objekt poblíž spirální galaxie **IC 2497** (*LMi*; vzdálenost 200 Mpc), který od té doby nese jméno *Hanny's Voorwerp*. W. Keel aj. využili nyní kamery *WFC3* a spektrografovy *STIS HST* k podrobnému snímkování zmíněné galaxie a objevili tak slabou aktivitu podobnou Seyfertovým galaxiím typu 2. Na straně galaxie protilehlé vůči *Voorwerpu* nalezli v lineární vzdálenosti 500 pc od ní prsten ionizovaného vodíku (H II). Z těchto pozorování vyplývá, že v blízkosti černé veledíry v jádře galaxie došlo v minulosti k akreci většího množství hmoty, jež vyvolalo ultrafialové vzplanutí, které se zpožděním minimálně 1,6 tis. let dospělo jak k *Voorwerpu*, tak ke zmíněnému prstenu.

C. Conroy a P. van Dokkum zdůraznili, co už ostatně většina odborníků tušila, že *největší část úhrnné hmotnosti hvězd v každé galaxii tvoří hvězdy s nejmenšími možnými hmotnostmi <0,4 M_{\odot}* ! Jejich pozorování je totiž obtížné, protože přispívají k celkové bolometrické svítivosti dané galaxie méně než 1 %. Dodnes fakticky neumíme spolehlivě určit **průběh funkce hmotnosti hvězd** pro kritické rozmezí 0,08 – 0,10 M_{\odot} a velký rozsah stáří 3 – 13,5 mld. let. Ďábel se jako obvykle skrývá v maličkostech.

I. Ferreras aj. studovali rozložení 787 oblastí překotné tvorby hvězd v galaxii **NGC 4321** (*M100; Com*; vzdálenost 17 Mpc; průměr 37 kpc) pomocí pozemních i kosmických teleskopů s cílem určit jejich polohu vůči spirálním rámencům, kterými se tato galaxie právem honosí. *Rozložení ramen však vůbec neodpovídá klasické teorii hustotních vln*, podle níž by úhlová rychlosť pohybu ramen měla být stálá. Pozorování ukázala, že ramena se pohybují tak rychle jako hvězdy a plyn v ramenech, takže ve skutečnosti trvají docela krátce a s hustotními vlnami nemají nic společného. Teoretikům tedy nezbude, než se s vysvětlením spirální struktury galaxií vrátit na začátek.

5.6. Galaxie v hlubokém vesmíru

L. Bradley aj. využili citlivé kamery *WFC3 HST* jako okuláru ve virtuálním teleskopu, jehož objektivem byla gravitační čočka vytvářená **kupou galaxií A1703** vzdálenou od nás 1,0 Gpc. Pomocí obří čočky se daří zesílit obrazy vzdálenějších galaxií v hlubokém vesmíru 3 – 40krát! Autorům se tak podařilo zobrazit v blízké infračervené oblasti (1,6 μm) celkem 7 galaxií s kosmologickými červenými posuvy z v rozmezí 6,4 – 8,8, tj. ve vzdálenostech 3,9 – 4,0 Gpc.

Nejjasnější z nich označená **zD1by** měla bez zesílení jasnost 26,4 mag, ale na snímku se díky mezilehlé gravitační čočce jeví jako objekt 24,0 mag a její kosmologická vzdálenost činí 3,96 Gpc, což odpovídá stáří 900 mil. let po velkém třesku. Hmotnosti zmíněných vzdálených galaxií dosahují řádu 1 GM_{\odot} a jejich lineární rozměry <4 kpc, což jsou hodnoty výrazně nižší, než je tomu u galaxií současných. Probíhá v nich však poměrně rychlá tvorba hvězd tempem ≈8 M_{\odot}/r . Již vzniklé hvězdy patří vesměs mezi velmi mladé, protože jejich stáří se pohybuje v mezích 5 – 180 mil. let.

D. Holz a S. Perlmutter určili shodné rekordní hmotnosti ≈4 PM_{\odot} dvou kup galaxií (**A370** a **A2163**) vzdálených od nás 816 Mpc. Taková měření jsou podstatná pro ověřování platnosti standardního kosmologického modelu zahrnujícího zářící i skrytu látku.

P. Eisenhardt aj. nalezli v datech infračervená družice *WISE* první nadsvítivou infračervenou galaxii v poloze **J1814+3412** s červeným posuvem $z = 2,45$ (vzdálenost 3,4 Gpc; stáří 2,7 mld. let po velkém třesku). Galaxie je silně zaprášená, ale její bolometrický zářivý výkon je vskutku mimořádný (40 TL_{\odot}). Vyniká také překotnou tvorbou hvězd tempem 300 M_{\odot}/r . *WISE* již nalezla mimo hlavní rovinu naší *Galaxie* přes 1 tisíc silně zaprášených galaxií, které jsou pozorovatelné jedině ve středních infračervených pásmech 12 – 22 μm . Jejich bolometrický zářivý výkon přesahuje svítivosť naší Galaxie o plné tři řady. To znamená, že prach v těchto galaxiích – více než tisíckrát vzácnější než galaxií s aktivními jádry (AGB) – je silně ohřát na teploty 60 – 120 K. Autoři silně zaprášené galaxie pojmenovali **hot DOGs** (*hot Dust-Obscured Galaxies*). Následkem toho jen *pouhých 10 % záření infračervených galaxií obstarávají hvězdy*.

Všechno nasvědčuje tomu, že právě tyto vzácné galaxie představují **předstupeň ve vývoji galaxií**, kdy epizody akrece látky na vznikající černou veledíru trvají jen ≈1 mil. roků, ale zato proběhnou rychleji a mohutněji než vznik prvních hvězd. Mocné záření z překotné akrece na centrální černou veledíru dokonce *vznik prvních hvězd brzdí* a odkládá na pozdější dobu. Zmíněné procesy se týkají galaxií ve stáří 2,1 – 3,3 mld. let po velkém třesku. K podobnému závěru dospěli nezávisle také X. Zhang aj., kteří ukázali, že *akrece na černé veledíry v galaxiích zdvojnásobuje hmotnosti galaxií v čase od 3 do 6 mld. let po velkém třesku*.

L. X. Li modeloval **průběh akrece na černou veledíru** v čase zhruba 1 mld. let po velkém třesku. Dospěl tak k závěru, že v té době mohou veledíry snadno dospět k hmotnostem řádu 1 GM_{\odot} při splývání zárodků galaxií, kdy do centrální oblasti v okolí veledíry proudí dostatečné množství velmi chladného plynu. To umožňuje *superkritickou Eddingtonovu akreci*, která se sice záhy utlumí, ale srážka s další protagalaxií celý proces znova oživí.

Jak ukázali N. Seymour aj. na základě pozorování galaxie **Pavučina** (*Hya; MRC 1138-262*; vzdálenost 3,25 Gpc) pomocí infračervených kosmických teleskopů *SST* a *Herschel* i bolometru *LABOCA* u mikrovlnného teleskopu *ACT* v poušti *Atacama*, probíhá v této soustavě splývajících galaxií dvoustupňový proces překotné tvorby hvězd a vzniku aktivního jádra galaxie. V pásmu vlnových délek 8 – 1 000 μm dosahuje zářivý výkon celé soustavy 20 TL_{\odot} , z toho AGN vydává 12 TL_{\odot} a hvězdy 8 TL_{\odot} . Překotná tvorba hvězd probíhá rekordním tempem 1,4 kM_{\odot}/r ! Takové tempo se udrží ještě desítky milionů let, a další srážka radiogalaxií v Pavučině prodlouží epizodu na stovky milionů let. Snyderova studie je prvním závažným výsledkem projektu, který má zahrnout celkem 71 rádiových galaxií pozorovaných kosmickým teleskopem *Herschel* ve vzdálenostech 2,4 – 3,9 Gpc.

Podobně se R. Maiolino aj. zabývali nitrem **kvasaru 1148+5251** (vzdálenost 3,9 Gpc; stáří 860 mil. let po velkém třesku)

z přehlídky *SDSS*. Rádiovým interferometrem *IRAM* na *Plateau de Bure* objevili široké emisní čáry C II (klidová vlnová délka 0,158 mm), které se vlivem červeného posuvu daly pozorovat v pásmu 1,14 mm). Šířka čar odpovídá rychlostem pohybu až 2 tis. km/s v blízkém okolí černé veledíry. Z toho vyplývá ztráta hmoty z centra tempem $3\,500 M_{\odot}/r!$ Kinetický výkon výtoku hmoty řízený tlakem záření pak dosahuje $2\cdot10^{38}$ W. (Tlak záření ovlivňuje pouze řídké molekulové mračno v okolí černé veledíry. Nemá vliv na pohyby hvězd ani na skrytu látku!). Autoři odhadli, že ve zmíněné galaxii se původně nacházelo na $20\,GM_{\odot}$ molekulového plynu, který se při pozorovaném tempu ztráty hmoty mohl zcela odfouknout během pouhých 6 mil. let.

F. Walter aj. pozorovali v *Hubbleově hlubokém poli* v prachem zaprášeném okolí galaxie **HDF 850.1** s přebytkem zářivé energie v submilimetrovém pásmu spektra. Využili k tomu radiointerferometru *IRAM* na observatoři *Plateau de Bure* v pásmu vlnových délek ≈3 mm (frekvence 80 – 115 GHz) a zjistili, že se v tom směru nachází nadbytek galaxií s velmi podobným červeným posuvem $z \approx 5,2$ (stáří ≈1,1 mld. let po velkém třesku). V rádiovém spektru galaxie *HDF 850.1* objevili mikrovlnné čáry CO (klidová frekvence 93,2 a 111,8 GHz) a C II (307 GHz) s červeným posuvem $z = 5,18$. Odtud se jim podařilo odvodit, že tato galaxie obsahuje $130\,GM_{\odot}$ v podobě molekulového plynu a jeví překotnou tvorbu hvězd udivujícím tempem $850\,M_{\odot}/r$. Přitom v optickém oboru zůstává galaxie kvůli absorpci v prachu zcela neviditelná. Zmíněné údaje svědčí o tom, že zde pozorujeme zatím **nejstarší rodící se kupu galaxií**.

R. Simcoe aj. pořídili pomocí 6,5m *Baadeho teleskopu* na *Las Campanas* v Chile spektra velmi rané galaxie **IRAS J1120+064** s červeným posuvem $z = 7,04$ (vzdálenost 4,0 Gpc; stáří 770 mil. let po velkém třesku). Zatímco dosud se metalicity (zastoupení prvků s protonovými čísly $Z > 5$) pohybovaly v různých oblastech vesmíru v rozmezí 0,001 – 2,0 Z_{\odot} , tak pro zmíněnou galaxii autoři obdrželi rekordně nízkou hodnotu $<0,000\,1\,Z_{\odot}$! To by mohlo znamenat, že v této galaxii bychom mohli budoucími obřími dalekohledy pozorovat **hvězdy III. populace** tvořené pouze H a He, které ovšem v mezidobí dávno zanikly.

Jak uvedli W. Zheng aj., díky citlivé kamere *WFC3 HST* a efektu gravitačního čočkování známe už zhruba 100 galaxií, které pozorujeme ve věku 650 – 850 mil. let po velkém třesku. Jako gravitační čočky posloužilo *HST* tucet bližších koup galaxií. Vůbec nej-vzdálenější a tedy i nejstarší galaxie **MACS 1149-JD** o hmotnosti $150\,MM_{\odot}$ má $z = 9,6$; tj. věk 490 mil. let po velkém třesku a hvězdy v ní vznikaly už <300 mil. po velkém třesku. Její obraz je zesílen zhruba 15krát gravitační čočkou – kupou galaxií *MACS 1149+2223* ($z = 0,544$; vzdálenost 1,7 Gpc) o hmotnosti $2,5\,PM_{\odot}$.

5.7. Kvasary a aktivní jádra galaxií (AGN)

K. Gouguliatos a M. Lyutikov poukázali na úlohu **dutin o nízké hustotě plazmatu** vytvářených v galaxiích AGN relativistickými výtrysky z okolí černé veledíry v centru galaxie. Dutiny jsou mimořádně stabilní, protože jsou zvenčí stlačovány hustším plazmatem, ale tato síla je v rovnováze s tlakem relativistického výtrysku. V dutinách vznikají rozsáhlé plochy elektromagnetického pole, v nichž probíhají výbuchy **magnetické rekonexe** (náhlé přestavby magnetických polí), během nichž se elektricky nabité částice urychlují na rekordní energie kosmického záření. Autoři to dokládají pozorováním nejbližší galaxie AGN (**Cen A = NGC 5128**; vzdálenost ≈3,8 Mpc), kde zdrojem energetických kosmických paprsků jsou právě zmíněné dutiny.

V téže galaxii objevili G. Harrisová aj. pomocí 6,5m teleskopu *Magellan* na observatoři *Las Campanas* v Chile dalších 800 kandidátů na **kulové hvězdokupy**. Dosud jich tam astronomové pozorovali jen 600. Radioteleskop *ALMA* dovolil díky pozorování čar CO na vlnových délkcích 1,3 mm poprvé spolehlivě určit hmotnost černé veledíry v centru **Cen A** na $100\,MM_{\odot}$. Odtud také plyne, že současný vzhled rádiové galaxie je výsledkem srážky obří elliptické s menší spirální galaxií.

E. Aliu aj. oznámili na základě soustavného sledování obří elliptické galaxie **M87** (= *NGC 4486 = Vir A*; vzdálenost 16,5 Gpc; hmotnost $2,7\,TM_{\odot}$) čerenkovovou aparaturou *VERITAS* (*Mt. Hopkins, Arizona*) monitorující energetické (100 GeV – 10 TeV) paprsky gama, že tam od r. 2008 pozorují četné erupce v pásmu energií >350 GeV, které trvají celé dny a mění svou jasnost během necelého dne. Zatím největší výbuch pozorovali v dubnu 2010. A. Abramowski aj. využili aparaturu *H.E.S.S.* v *Namibii*, *MAGIC* na Kanárských ostrovech a *VERITAS* k určení hmotnosti černé veledíry v jádře galaxie *M87* v rozmezí 3 – 6 GM_{\odot} . I toto konzorcium mnoha výzkumných týmů sledovalo proměnnost záření gama z *M87* již od r. 2006 a potvrdilo ho též v pásmech rentgenového (*Chandra*) a optického (*HST*) záření i v širokém rozsahu rádiových vln (*e-VLBI, VLBA, VLA* aj.).

Jak připomněli G. Privon aj. mezi nejjasnější rádiové zdroje blízkého vesmíru patří proslulá galaxie AGN **Cyg A** (= *3C-405*; vzdálenost 185 Mpc). K jejímu sledování v rádiových vlnách pomocí radioteleskopů *VLA* i *VLB* se v posledních letech přidal i infračervený *Spitzerův kosmický teleskop (SST)*, jenž pozoroval ohřátý prach až do vzdálenosti 130 pc od centrální černé veledíry o hmotnosti $2,5\,GM_{\odot}$. Rádiové interferometry pak dokázaly rozlišit oba protilehlé výtrysky z okolí veledíry, jež se ve větší vzdálenosti změní v široké rádiové laloky a horkou skvrnu v centru galaxie. Odtud také vyplývá, že v rádiově hlučné galaxii probíhá překotná tvorba hvězd tempem $70\,M_{\odot}/r$. Celková hmotnost galaxie činí zhruba $1\,TM_{\odot}$.

I. Agudo aj. se v letech 1995 – 2011 věnovali sledování blazaru **OJ 287** (*Cnc*; vzdálenost 1,1 Gpc) pomocí radiointerferometru *VLBA* na vlnové délce 7 mm (43 GHz). Jeho kvaziperiodickou optickou proměnnost předtím prokázaly fotografické snímky pořízené již 120 let. Tak se podařilo ukázat, že i rádiový signál ze zdroje výrazně kolísá v čase. V letech 2004 – 2006 se dokonce zcela změnil *směr vnějších relativistických výtrysků* o plných 100° . Také vnitřní výtrysky změnily během té doby směr o 40° . Autoři odtud odvodili *virtuální superluminální rychlosť* šíření výtrysků rychlosť až 19krát větší než je rychlosť světla ve vakuu.

Kromě toho se ukázalo, že v centru objektu se nachází **pár černých veledér**, jež obíhají kolem společného těžiště v periodě 12 let a to vyvolává pozorovaná kolísání směru výtrysků. M. Valtonen aj. zpracovali údaje o *optickém zjasnění blazaru* v dubnu a listopadu 2005 a odtud zpřesnili hmotnosti černých veledér, které kolem společného těžiště obíhají v periodě 12 let po protáhlé elliptické dráze o velké poloosě 9,3 tis. AU s výstředností 0,66 a poměrně velkou precesí dráhy. Z pozorování v okolí pericentra v r. 2005 tak dostali pro primární veledíru hmotnost $18\,GM_{\odot}$ a pro sekundární $140\,MM_{\odot}$, což odpovídá předchozímu splynutí dvou nestejně hmotných galaxií.

R. Valianteová aj. modelovali vlastnosti kvasaru **SDSS J1148+5251** se $z = 6,4$ (vzdálenost 3,9 Gpc; stáří 870 mil. let po v. třesku) a potvrdili tak významnou zpětnou vazbu mezi akrecí hmoty černou veledírou a vývojem celé galaxie. Z okolí veledíry totiž v rané epoše vývoje vyvěrá *extrémně mocný galaktický vítr* tempem 35 tis. M_{\odot}/r (!). Vítr vymetá z galaxie zředěný interstelární plyn a tím se výrazně snižuje tempo tvorby hvězd už v čase >650 mil. let po velkém třesku. Souběžně s tím ubývá také výbuchů supernov.

F. Tombesi aj. zkoumali rychlosť rotace výdutí 42 galaxií AGN pomocí rentgenové družice *Newton*. Ve dvou pětinách případů objevili rychlý (až 0,14.c) výtok plazmatu z okolí černé veledíry do výdutě (*UFO = Ultra-Fast Outflow*). Jev *UFO* má dva zajímavé důsledky. Především se tak roztačí celá galaktická výdut na vyšší rychlosť rotování kolem veledíry, a současně se tak snižuje tempo akrece na černou veledíru a vznikání hvězd v okolí černé veledíry, čímž se zpomaluje stárnutí celé galaxie.

J. de Freitas Pacheco aj. vypracovali **gravitační model výtrysků** z černých veledír v centru AGN. Ukázali, že výtrysk urychlovaný na hranici *ergosféry* rotující veledíry směruje od ní v úzkém (kolimovaném) směru až do vzdálenosti 140 kpc od ergosféry, kde obsahuje elektrony urychlené na energie kolem 9,4 GeV a protony urychlené na rekordní energie řádu stovek EeV!

G. Ghisellini se zabýval otázkou, z čeho se vlastně skládají **kolimované výtrysky** v blazarech a radiogalaxiích hlučících v pásmu záření gama. Soudí, že jejich hlavní složkou mohou být páry pozitron-elektron, zejména ve vnitřní složce výtrysků, kde *Lorentzův faktor* je ještě nízký a zářivý výkon paprsků gama o energiích ≈ 1 MeV překračuje hodnotu 10^{37} W.

5.8. Černé díry a veledíry

A. Retter a S. Heller upozornili, že samotný velký třesk, jímž se zrodil nás vesmír, je projevem existence **bílé díry** jako protějšku děr černých. To vypadá jako logicky přesné tvrzení, ale autoři jdou ještě dál, když se snaží některé extrémní úkazy jako např. milořadně vysoké zářivé výkony některých zábleskových zdrojů záření gama vysvětlit jako exploze menších bílých děr...

Pomíňme další spekulace o bílých dírách a vratme se k černým díram, o jejichž existenci není dnes už žádných pochyb.

C. Liu aj. zkoumali možnosti **extrakce energie** z rotující černé díry mechanismem, který navrhl R. Penrose již v r. 1971. Oblast, odkud se dá vydolovat energie rotující černé díry, se nazývá *ergosféra* a autoři ukázali, že účinnost Penroseova procesu vzrůstá, pokud je ergosféra třeba jen slabě deformována. Zatímco extrémně rotující *Kerrova díra* poskytuje účinnost Penroseova procesu jen 21 % (pro srovnání účinnost nejvydatnější termonukleární reakce $H \rightarrow He$ dosahuje účinnosti jen 0,7 %), deformovaná metrika ji může zvýšit až na 60 %!

S. Gezari aj. popsali jiný vzácný jev, který byl však teoreticky už dlouho předvídan, totiž **slapové roztrhání hvězdy** v těsné blízkosti černé veledíry. Z nedávné minulosti se už vědělo o dvou případech, kdy černá veledíra v centru galaxie pravděpodobně slapově roztrhala hvězdu ve své blízkosti. Navenek se to projevilo nápadným zjasněním v rádiovém oboru spektra, resp. relativistickým výtryskem. Teoretické výpočty však naznačovaly, že v dané galaxii se takový úkaz odehraje v průměru jednou za 10 tis. let. Autoři však nyní získali jasný důkaz, že k slapovému roztrhání hvězdy došlo, díky pozorování robotické aparatury *PanSTARRS1*, která 31. 5. 2010 zpozorovala v centru anonymní galaxie (hmotnost hvězd $3,6 M_{\odot}$; stáří hvězdných populací 1,4 – 5,0 Gr; absolutní hvězdná velikost galaxie $R = -18,7$ mag) v poloze **1609+5340** vzdálené 816 Mpc rychlé zjasnění bodového objektu *PSI-10jh* ve čtyřech barevných filtroch na maximum, které nastalo 12. 7. téhož roku a pak sláblo do 1. 9. 2011.

V centru zmíněné galaxie se totiž nachází černá veledíra o hmotnosti $2 M_{\odot}$ a průběh světelné křivky výborně odpovídá vypočtenému slapovému trhání hvězdy pod slapovým poloměrem R_s černé veledíry, jenž je dán výrazem: $R_s \approx R_* \cdot (M_{\text{cd}}/M_*)^{1/3}$, kde symbol $*$ označuje poloměr a hmotnost hvězdy a M_{cd} je hmotnost černé veledíry. Autoři ukázali, že předchůdce roztrhané hvězdy měl ve fázi hlavní posloupnosti hmotnost $> 1 M_{\odot}$, aby během 5 mld let stihl opustit hlavní posloupnost, projít větví červených obřů a zbavit se díky druhé složce dvojhvězdy vnějších obalů, takže z něj zůstalo jen obnažené jádro o hmotnosti $0,23 M_{\odot}$, poloměru $0,33 R_{\odot}$ a efektivní teplotě 29 K tvořené téměř výhradně héliem.

V maximu jasnosti zářilo trhající se jádro hvězdy bolometrickým výkonem $> 2 \cdot 10^{37}$ W (zhruba stejným jako naše *Galaxie*!) a celkem za celou dobu této závěrečné epizody své existence vyzářilo energii $> 2 \cdot 10^{44}$ J (zhruba tolik jako naše *Galaxie* za rok!). Z těchto údajů jednoznačně plyne, že gravitační trhání materiálu na hranici 6 Schwarzschildových poloměrů představuje *podstatně vyšší procento energie utajené v hmotě, než jsou i ty nejúčinnější termonukleární reakce*.

G. Chorunžej aj. shromáždili údaje o *rentgenovém záření* 68 galaxií AGN ve vzdálenosti do 65 Mpc od *Slunce* a dále měření infračervených jasností v přehlídce *2MASS* k určení jejich zářivého výkonu (bolometrické svítivosti) v porovnání s kritickou Eddingtonovou svítivostí L_{edd} pro dané hmotnosti černých veledír. Ukázali, že bolometrické svítivosti kolísají v rozmezí 1 – 140 % L_{edd} . Extrémní hodnoty příslušejí galaxiím **NGC 1365** a **AGN 1H 0323+342**. Autoři tak odvodili empirický vztah mezi L_{edd} a hmotností veledíry: $L_{\text{edd}} = 1,3 \cdot 10^{39} \cdot (M_v/10^8)$ W, kde M_v je hmotnost černé veledíry v jednotkách M_{\odot} . Vztah platí v intervalu 0,1 – 3 900 MM_{\odot} hmotností veledír M_v .

L. Treister aj. uvedli, že **svítivosti galaxií AGN** od těch nejbližších až po vzdálenost 3,5 Gpc se pohybují v řádech $10^{36} – 10^{39}$ W, tj. zhruba $2,5 \cdot (10^9 – 10^{12}) L_{\odot}$. Velikost jejich zářivého výkonu je úměrná počtu slévání galaxií v mezidobí, protože přinejmenším *polovina hmotnosti centrálních černých veledír se získává splynutím galaxií*. Epizody splynutí trvají desítky až stovky milionů let a právě tehdy hmotnosti centrálních veledír rychle vzrůstají, protože se k nim dostává hodně chladného plynu. Tento proces však během času slabne, protože volného plynu v galaxiích průběžně ubývá a také počet nově vznikajících hvězd se snižuje.

S. Doeblem aj. využili pásmo 1,3 mm (231 GHz) radiointerferometru *VLBI* na základnách od *Arizony* po *Havajské ostrovy* ke zpřesnění hmotnosti černé veledíry v ústřední galaxii **M87** (vzdálenost 16,7 Mpc) kupy v *Panně*. Obdrželi tak její hmotnost $6 GM_{\odot}$ a nalezli řadu rotujících malých zdrojů (relativistických výtrysků) v akrečním disku těsně (5,5 Schwarzschildových poloměrů R_s ; v tomto případě $R_s \approx 2 \cdot 10^{10}$ km, čili úhlově 7 mikrovteřin) nad jejím obzorem událostí. Disk rotuje v témže směru jako veledíra.

R. Reis aj. objevili pomocí družice *Swift* kvaziperiodické oscilace rentgenového záření v pásmu 15 – 150 kpc s periodou 200 s u anonymní galaxie v poloze **1644+57** vzdálené od nás 1,2 Gpc. Ke zvláště velkému rentgenovému zjasnění pak došlo 28. 3. 2011, kdy rentgenový zářivý výkon zdroje dosáhl hodnoty $> 10^{41}$ W, přičemž teoreticky maximální (Eddingtonova) svítivost činila v tom případě „jen“ $6 \cdot 10^{37}$ W! Lineární rozměr zdroje odhadli na 0,2 AU.

Autoři se pokusili vysvětlit pozorované oscilace jejich *vznikem v akrečním disku kolem černé veledíry* o hmotnosti několika milionů M_{\odot} . Zatímco akreční disk rotuje nad hranicí Schwarzschildova poloměru, kolimované výtrysky plazmatu s relativistickými rychlostmi se mohou projevit zmíněnými oscilacemi. Oscilovat však může i samotné magnetické pole disku, stejně jako rozhraní mezi diskem a výtrysky. Oscilace by nám tak mohly poskytnout jedinečné údaje o platnosti obecné teorie relativity v silném gravitačním poli.

E. Berger aj. sledovali změny toku rádiového záření po dobu sedmi měsíců od zmíněného rentgenového vzplanutí pomocí celé řady

radiointerferometrů. Dostali tak úhrnnou vyzářenou energii vzplanutí z konce března 2011: $2.4 \cdot 10^{44}$ J v poloměru do 1,2 pc od veledíry a z toho usoudili, že stopy výbuchu budou pozemními aparaturami pozorovatelné ještě desítky roků. Brzy potom přišli A. Socrates aj. s přijatelnější domněnkou, že celý úkaz byl vyvolán *slapovým trháním a následnou rychlou akrecí zbytků hvězdy černou* veledírou. Tím se dá totiž velmi jednoduše vysvětlit zmíněná superkritická Eddingtonova svítivost pozorovaná koncem března 2011.

N. McConnell aj. určili úspěšně **hmotnosti černých veledér** u nejjasnějších galaxií ve čtyřech kupách *A1656* (vzdálenost 103 Mpc), *A1367* (98 Mpc), *A2666* (113 Mpc) a *A779* (102 Mpc). Pomocí velkých dalekohledů (*Gemini-N, Keck, McDonald*) změřili rychlosti rotačního pohybu hvězd v galaxiích *NGC 4889, NGC 3842, NGC 7768* a *NGC 2832* v závislosti na jejich vzdálenosti od centrální veledíry v rozmezí (<100 pc – desítky kpc). Výsledné hmotnosti jsou udivující – po řadě 20 GM_\odot ; 10 GM_\odot ; 1 GM_\odot a < 9 GM_\odot .

Naprosto neuvěřitelně hmotnou černou veledírualezli R. van den Bosch aj. v centru čočkovité galaxie **NGC 1277** (*Per*; vzdálenost 67 Mpc). Galaxie má totiž na základě pozorování 9,2m teleskopem *HET* v Texasu hmotnost 120 GM_\odot a na centrální veledíru připadá podle autorů skoro 60 % této hodnoty, což zcela vybočuje ze známého vztahu, že veledíra mívala obvykle 0,1 % hmotnosti výdutě dané galaxie. Velmi pravděpodobně se v tomto výsledku skrývá nějaká koncepční chyba.

E. Bon aj. dokázali po 20 letech sledování spektrálně rozlišit **těsný pár černých veledér** v centru **Seyfertovy galaxie NGC 4151** (*CVn*; vzdálenost 19 Mpc) a odtud určili dráhové parametry tohoto páru. Velké poloosy relativních drah jsou po řadě 0,002 a 0,008 pc, výstřednost dosahuje 0,42, oběžná perioda 16 let a hmotnosti obou veledér jsou přibližně 44 a 12 MM_\odot . Pokud se parametry potvrzí, plyne odtud, že obě složky nestvůrné dvojice splynou během 10^8 roků.

S. Doeblem aj. chystají projekt celosvětové sítě přesných radioteleskopů **EHT** (*Event Horizon Telescope*), který by měl zkoumat vzhled obzoru udalostí černé veledíry v centru *Galaxie (Sgr A*)* pomocí stínu vrženého veledírou v rádiovém oboru spektra. Z výpočtu plyne, že průměr obzoru udalostí *Sgr A** je 53 obl. mikrovteřin. Už v r. 2007 se podařilo *EHT* docílit rozlišení 210 obl. mikrovteřin, takže cíl se zdá být už na dosah. Obecně je poloměr horizontu udalostí R_h dán vztahem $R_h = 2GM/c^2$, kde G je gravitační konstanta a M hmotnost černé díry, vše v jednotkách SI.

S. Nayakshin aj. vysvětlili, že **černé veledíry v jádřech galaxií** se živí chaoticky akreovaným chladným plynem spíše než materiálem z hlavního disku galaxie. Dříve, než materiál doputuje do blízkosti veledíry, uplyne totiž tolik času, že se z disku stihou vytvořit hvězdy, a ty se už většinou pohltit nezdaří. Proto bývají veledíry v galaxiích s příčkou většinou vychudlé v porovnání s galaxiemi, u nichž se vyvinula klasická galaktická výduf.

S dalším zajímavým nápadem, jak rychle sestavit černou veledíru, přišli T. Hosokawa aj., když ukázali, že z chladného mezihvězdného plynu H a He může při akreci tempem $0,1 - 1,0 \text{ M}_\odot/\text{rok}$ vzniknout **nadhvězda** s poloměrem $>100 \text{ R}_\odot$, který roste monotónně s dalším nabíráním hmoty, takže při hmotnosti 1 kM_\odot dosáhne poloměru 7 kR_\odot , tj. 30 au. Jelikož efektivní teplota takového monstra nepřekročí 5 kK, nevysílá příliš mnoho optického záření, protože termonukleární reakce se v ní zažehne až při hmotnosti $>100 \text{ M}_\odot$. Pak se náhle zhroutí na **intermediální černou díru**, která se už o další přísun hmoty akrecí dokáže postarat tak vydavně, že brzy povýší na veledíru. Jejich práci však vzápětí kritizovali D. Whalen a C. Fryer, kteří tvrdí, že hvězdy III. populace dosahují při svém vzniku hmotnosti nanejvýš 40 M_\odot , které se nedokáží tak rychle zhroutit a spojit na černou veledíru. Jelikož se zatím nedaří hvězdy III. populace přímo pozorovat, nelze tento spor snadno rozhodnout.

M. MacLeod aj. studovali **slapové trhání a akreci hvězd** pro černé veledíry a ukázali tak, že kritické hmotnostní rozhraní nastává pro hmotnost veledíry $\approx 100 \text{ MM}_\odot$. Nad touto mezí jsou veledíry tak veliké, že slabé slapové síly v blízkosti jejich povrchu dokáží roztrhat už jen velmi vyvinuté obří hvězdy a jejich akrece trvá stovky let. Naproti tomu pod zmíněnou hranicí dokáží „podvyživené“ veledíry slapově roztrhat a pozřít i daleko četnější hvězdy hlavní posloupnosti a tak své obéznější kolegyně začnou v hmotnosti dohánět.

5.9. Gravitační mikročočky a čočky

S. Vegetti aj. našli pomocí gravitační čočky tmavou satelitní galaxii v Einsteinově prstenci v okolí eliptické galaxie **JVAS B1938+666** s červeným posuvem $z = 0,881$ (hmotnost 25 GM_\odot ; vzdálenost 2,2 Gpc). Téměř dokonale souměrný *Einsteinův prsten* o úhlovém průměru 0,9" vytváří kolem ní mnohem vzdálenější anonymní galaxie s červeným posuvem $z = 2,059$ (vzdálenost 3,2 Gpc). Autoři našli ve zmíněném prstenci pomocí infračervené kamery *NIRC2* a adaptivní optiky *Keckova 10m teleskopu* anomální strukturu, kterou vytvořila satelitní galaxie patřící jako průvodce k eliptické galaxii *JVAS*. Hmotnost satelitu odhadli na 170 MM_\odot a jeho příčný rozměr na >600 pc. Pozorování též potvrdili pomocí spektrografovi *NICMOS HST* v pásmu $2,2 \mu\text{m}$. Satelit tedy poněkud připomíná **trpasličí galaxii Sgr** v naší *Galaxii*.

M. Bayliss uveřejnil fotometrii a odhady vzdáleností pro 105 **obřích svítících oblouků**, které jsou projevem kolektivního gravitačního čočkování pomocí bohatých kup galaxií. Oblouky vybral z přehlídek *SDSS II.RSCS*. Příslušné gravitační čočky jsou od nás vzdáleny od 750 Mpc do 2,6 Gpc s mediánem vzdáleností 1,8 Gpc. Oblouky samy jsou ze 29 % blíže než 2,4 Gpc, a ze 21 % dále než 3,5 Gpc. Medián jejich vzdáleností činí 3,2 Gpc a jejich jasnosti sahají od 20 mag po 24 mag.

Kuriózním případem se dle S. Hamana aj. stal **kvasar B1422+231** vzdálený od nás 3,67 Gpc, jenž je gravitačně čočkován rozpínající se (130 km/s) slupkou pozůstatku po supernově třídy Ia o hmotnosti $25 - 99 \text{ M}_\odot$ a stáří ≈ 100 tis. let, která se nachází na téměř zorném paprsku ve vzdálenosti 3,65 Gpc a má příčný poloměr 50 – 100 pc. Dva obrazy kvasaru procházejí slupkou jen 8,4 pc od sebe a přesto se jde podařilo rozlišit na infračerveném snímku 8,2m reflektoru *Subaru na Mauna Kea*.

N. Ota aj. využili rentgenové družice *Chandra* k zobrazení kvasaru **SDSS J1029+2623** (vzdálenost 3,3 Gpc; stáří 3,0 mld. let po v. třesku) pomocí gravitační čočky – kupy galaxií ve vzdálenosti 1,7 Gpc. Jde totiž o kvasar, kde úhlová rozteč zobrazení 22,5" představuje nedostižný rekord.

Konečně M. Wiesner aj. hledali v obsáhlém **katalogu SDSS** kupy galaxií, které jsou dostatečně kompaktní, aby mohly posloužit jako vynikající gravitační čočky pro účely kosmologie i ověřování obecné teorie relativity. Podařilo se jim najít celkem 10 silně čočkujících kupert galaxií ve vzdálenostech $0,94 - 1,7$ Gpc s hmotnostmi $0,1 - 3 \text{ PM}_\odot$, které poskytují poloměry Einsteinových prstýnků $5,4'' - 13''$.

6. Kosmologie a fyzika

6.1. Obecné poznatky o stavbě i vývoji vesmíru

V r. 2012 byla dokončena dosud nejrozsáhlejší přehlídka hlubokého vesmíru **SDSS DR9** obsahující snímky 200 mil. galaxií a spektra 1,35 mil. galaxií. Podle I. Parise aj. je tak ve veřejném přístupném archivu k dispozici trojrozměrná mapa rozložení 1 mil. galaxií v krychli o hraně 1,2 Gpc. Data z této přehlídky dále obsahují údaje o **baryonových oscilacích** do vzdálenosti 1,8 Gpc (přehlídka *BOSS*) a o téměř 1 mil. kvasarů až do vzdálenosti 3,7 Gpc. Červené posuvy $z > 2,15$ (vzdálenost $> 3,3$ Gpc; stáří < 3 mld. let) se podařilo získat pro téměř 62 tis. kvasarů na 3 275 čtv. stupních oblohy.

Z téže přehlídky získali L. Anderson aj. údaje o shlukování 264 tis. galaxií na ploše 3 275 čtv. stupňů oblohy ve vzdálenosti 1,4 – 2,0 Gpc. Pro střední hodnotu vzdálenosti 1,7 Gpc tak objevili **baryonové oscilace** na úrovni poměru signálu k šumu $6,7 \sigma$. Odtud vyplývá v dobré shodě s nezávislým pozorováním supernov, že *nejlepším modelem rozpínajícího se vesmíru je plochý vesmír s kosmologickou konstantou*, čili standardní model velkého třesku. C. Ahn aj. uvedli, že k úspěchu těchto měření přispěl nový spektrograf, který od prosince 2009 do července 2011 pořídil polohy, jasnosti a červené posuvy ve spektru pro 536 tis. galaxií s mediánem vzdáleností 1,6 Gpc, a dále pro 102 tis. kvasarů s mediánem 3,3 Gpc. Autoři zveřejnili první splátku měření s tím, že druhá bude následovat v létě 2013 a třetí v prosinci 2014.

F. Hoyleová aj. nalezli v přehlídce **SDSS DR7** v kosmologické pavučině celkem *1054 proluk s poloměry > 10 Mpc*. V prolukách odhalili na 89 tis. galaxií, takže rozhodně neplatí, že by kosmologické proluky byly prázdné; galaxie v prolukách se ovšem vyskytují vzácněji než ve vláknech a uzlících kosmologické pavučiny.

J. Shull aj. upozornili na palčivý problém, že ve vesmíru nepozorujeme ani zdaleka všechny **baryony**, které v něm podle všeho jsou. Je přítom už známo, že *baryonů během času ubývá*, jak vidíme ze snižujícího se zastoupení deuteria před 10 mld. let a dnes. Současná kosmologie prokázala, že baryony se nyní podílejí na celkové hmotě vesmíru necelými 5 %, ale udivující je, že z tohoto nevelkého podílu pozorujeme sotva polovinu. Nejsnáze se pozorují baryony v galaxiích, ale těch je nanejvýš 10 % z celkového současného množství, tj. pouhé 0,5 % celkové hmotnosti vesmíru. Podobně se dalších 10 % nachází v horkém (0,1 – 1,0 MK) intergalaktickém plynu, kde je jich tedy stejně jako uvnitř galaxií! Autoři se domnívají, že *daleko nejvíce baryonů (30 %) se soustředí v chuchvalcích chladného intergalaktického plynu, kde jsou ovšem téměř neviditelní*. Největší deficit baryonů vykazují rozsáhlá hala skryté látky kolem galaxií.

Sílí proto podezření, že rozsáhlý – zdánlivě téměř prázdný – *intergalaktický prostor obsahuje přibližně stejně množství hmoty jako relativně drobné galaxie*, a právě tam se skrývá mnoho dalších baryonů. Autoři tvrdí, že tyto baryony představující chybějící polovinu jejich souhrnné hmotnosti se ukryvají v oblastech silně zředěného (hustota miliónkrát nižší než běžná hustota intergalaktického plynu) extrémně horkého (≈ 10 MK) plazmatu. Další pokrok ve sčítání baryonů lze proto očekávat od citlivějších přehlídek v rentgenové a daleké ultrafialové oblasti spektra. Vzápětí zveřejnili A. Guptaová aj. nová **rentgenová měření o hmotnosti horkého plynu**, jenž obklopuje naši *Galaxii* do vzdálenosti 100 kpc od centra. Vyšla jim hmotnost $10 - 60$ GM_{\odot} , v souladu se zmíněnou předpovědí.

Podle C. Parka aj. naznačuje přehlídka *SDSS*, že **velkorozměrová struktura vesmíru** je daleko komplexnější, než jsme dosud předpokládali. Už v r. 1989 se M. Gellerové a J. Huchrovi podařilo ze starších přehlídek objevit *Velkou zed* – soustředění tří nadkup galaxií v souhvězdích *Her, Com a Leo* do „zdi“ o délce 200 Mpc, šířce 60 Mpc a tloušťce 5 Mpc. Nejbližší část zdi je od nás vzdálena 90 Mpc a prostírá se v radiálním směru až do 170 Mpc.

Nová ještě větší **Sloanova Velká zed** (*Sloan Great Wall*) se vyloupla z dat přehlídky *SDSS* díky práci J. R. Gotta III aj. Je od nás vzdálena 300 Mpc, dlouhá 420 Mpc, ale vybíhá z ní vláknové dlouhé dalších 200 Mpc. Současně se z téže přehlídky podařilo objevit **velký komplex proluk**, jež jsou ještě větší než zmíněné velké zdi. C. Park aj. odhadují, že v budoucnu se podaří odhalit zdi ještě dvakrát větší než obě právě zmíněné, ale ani to prý neohrozí předpovědi struktury vesmíru, které vyplývají ze standardního kosmologického modelu velkého třesku.

G. Tammann a B. Reindl shrnuli **pokrok v kosmologii** od průkopnické práce G. Lemaitra (1894 – 1966) z r. 1927, kdy propočítal rozličné modely vesmíru s počátkem v čase a poprvé stanovil hodnotu tempa rozpínání vesmíru, byť zatíženou systematickou chybou. V r. 1928 americký fyzik H. P. Robertson (1903 – 1961) vnuknul E. Hubbleovi (1889–1953) myšlenku o **rozpínání vesmíru**, která sice Hubblea příliš nezaujala, ale vedla k jeho měření tempa vzdalování galaxií v letech 1929 – 1936, kdy publikoval svou monografiю „*Realm of the Nebulae*“ (Ríše mlhovin) a dostal se ke galaxiím s rychlosí vzdalování až 19 tis. km/s. (Hubble však příliš nevěřil ani existenci galaxií mimo naši – proto stále psal o „mlhovinách“, ale ani tomu, že naměřený červený posuv je důsledkem kosmologického rozpínání; sázel spíše na „únavu světa“ při dlouhé cestě kosmickým prostorem.)

K pokroku v posouvání měření hlubin vesmíru pak významně přispěl M. Humason (1891–1972), jenž díky 5m Palomarskému teleskopu získal v r. 1951 nový rekord vzdalování galaxie rychlosí 61 tis. km/s. V r. 1956 Humason a N. Mayall už měli pohromadě červené posuvy pro 630 galaxií. V té době se začal profilovat jako přední observační kosmolog A. Sandage (1926 – 2010), který v r. 1961 usoudil, že měření z Palomaru už jsou dost přesná pro rozlišování platnosti různých kosmologických modelů. Průlomem byla jeho společná práce s britským radioastronomem M. Rylem (1918 – 1984) o prostorovém rozložení galaxií, kterou přednesli na XIII. mezinárodním astronomickém kongresu v Praze v r. 1967. Jak se ukázalo, hlavním problémem tehdejší kosmologie byly *systematické chyby* v určování vzdáleností galaxií různými metodami, takže kalibrovat správně relativně přesné červené posuvy čar v jejich spektrech naráželo na velké potíže.

Teprve v posledních 20 letech se podařilo tyto nesnáze překonat a kosmologie se stala přesnou vědou. Velmi tomu pomohl objev **reliktního záření** v r. 1965. Vůči tomuto pozadí se naše *Galaxie* se pohybuje rychlosí (626 ± 30) km/s ve směru apexu o galaktických souřadnicích $l = 264^\circ$; $b = 48^\circ$. **Barycentrum Místní soustavy galaxií** má však rychlosí nižší: (495 ± 25) km/s. To jsou přirozeně největší rychlosti našeho pohybu, o nichž dnes díky kosmologii víme.

6.2. Problém skryté hmoty (skryté látky a energie)

H. Kraghová soudí, že praoctem myšlenky **skryté energie** (*dark energy* – tento termín poprvé použili D. Huterer a M. Turner teprve v r. 1999!) byl německý fyzik W. Nernst (1864 – 1941), který v r. 1916 zveřejnil kvůli řešení problému tzv. *teplné smrti* vesmíru myšlenku, kterou bychom mohli označit jako prototyp falešného vakua v současné teorii kosmologické inflace a následně i skryté energie. Nernst ovšem předpokládal (podobně jako Hubble), že vesmír je statický a světlo během času ztrácí energii.

V r. 1917 však už A. Einstein věděl, že **kosmologická konstanta** v jeho rovnících pro modely vesmíru musí dávat záporný tlak, ale přesně to spočítal až G. Lemaitre v r. 1934: záporný tlak je úměrný hustotě falešného vakua \propto (rychlosť světla)². Lemaitre dokonce odhadl i hustotu falešného vakua na 10^{-24} kg/m³. Mimochodem, Lemaitre také předpokládal, že následkem vzniku vesmíru v konečném čase by měl být vesmír vyplněn chladným fosilním zářením! Domnival se však, že toto záření již bylo objeveno v podobě kosmických paprsků.

Lemaitre si též jako první uvědomil, že *hustota falešného vakua a kosmologická konstanta v Einsteinových rovnících jsou jedno a totéž*. V r. 1958 na Solvayové konferenci v Belgii prohlásil, že pro případ budoucího propojení kvantové teorie s obecnou relativitou se zdánlivě nadbytečná kosmologická konstanta stane nepostradatelnou. Tato myšlenka se však prosadila až koncem 60. let minulého století.

S. Garbariová aj. si položili otázku, kolik je asi **skryté látky** v blízkém okolí Slunce. Z pozorování pohybů 2 tis. blízkých hvězd zjistili, že v disku *Galaxie* je mnohem více skryté látky, než se dosud myslelo. Podobně J. Bovy a S. Tremaine studovali kinematiku 412 hvězd ve vzdálenostech 1 – 4 kpc od Slunce. Pro *hustotu skryté látky* pak dostali hodnotu $(0,008 \pm 0,003) M_{\odot}/pc^3$ neboli $300 \text{ TeV}/m^3/c^2$.

M. Fullana i Alfonso a A. Alfonso-Faus přišli s názorem, že *celý vesmír je kvantová černá díra*, jejíž kvantové číslo je zhruba 10^{122} bitů. Tím by se mimo jiné dalo vysvětlit *propojení konstant částicové fyziky a kosmologických parametrů standardního modelu*. Poloměr pozorovatelného vesmíru dosahuje 10^{26} m; úhrnná hmotnost 10^{53} kg a jeho stáří se rovná přibližně $4,3 \cdot 10^{17}$ s. Jde fakticky o pokračování myšlenkového proudu, který sledovali od poloviny XX. stol. P. Dirac (1902 – 1984), J. Zeldovič (1914 – 1987) a S. Weinberg (*1933).

6.3. Základní kosmologické parametry

A. Sánchez aj. zpracovali měření z projektu **SDSS-III BOSS** (*Baryon Oscillation Spectroscopic Survey*), který zmapoval rozložení svítivých červených galaxií a kvasarů s cílem najít velikost oscilací baryonů vtištěných do zmíněného rozložení v raných fázích vývoje vesmíru. Odvodili tak hmotnostní zastoupení baryonů v současném vesmíru 4,6 %; součet hmotností baryonů a skryté látky (Ω_m) 28,5% a konstantu stavové rovnice skryté energie $w = (-1,033 \pm 0,07)$. Současně tempo rozpínání vesmíru určuje Hubbleova konstanta $H_{\odot} = (69,4 \pm 0,8)$ km/s/Mpc. Ze zmíněných měření dále vyplývá, že **horní mez součtu hmotností všech tří vůní neutrín** (elektronového, mionového a tauonového) činí $0,51 \text{ eV}/c^2$.

S. Hoová aj. získali z téhož pozorovacího materiálu na 11 tis. čtv. stupních oblohy údaje o červených posuvech, které zkombinovali s pozorováním 600 cefeid pomocí kamery *WFC3 HST* a ještě s údaji o reliktním záření v databázi *WMAP7*. Tak odvodili poměry hmotností baryonů 4,5 %; skryté látky 22,5 % a skryté energie 73% jakož i hodnotu parametru $w = (-1,07 \pm 0,08)$ a $H_{\odot} = (71,3 \pm 1,7)$ km/s/Mpc. N. Suzuki aj. využili k určení parametru w pozorování 20 supernov třídy Ia ve vzdálenostech 1,8 – 2,8 Gpc a dostali tak hodnotu $w = (-1,01 \pm 0,07)$ a k tomu zastoupení skryté energie $(72,9 \pm 0,01) \%$ hmotnosti vesmíru.

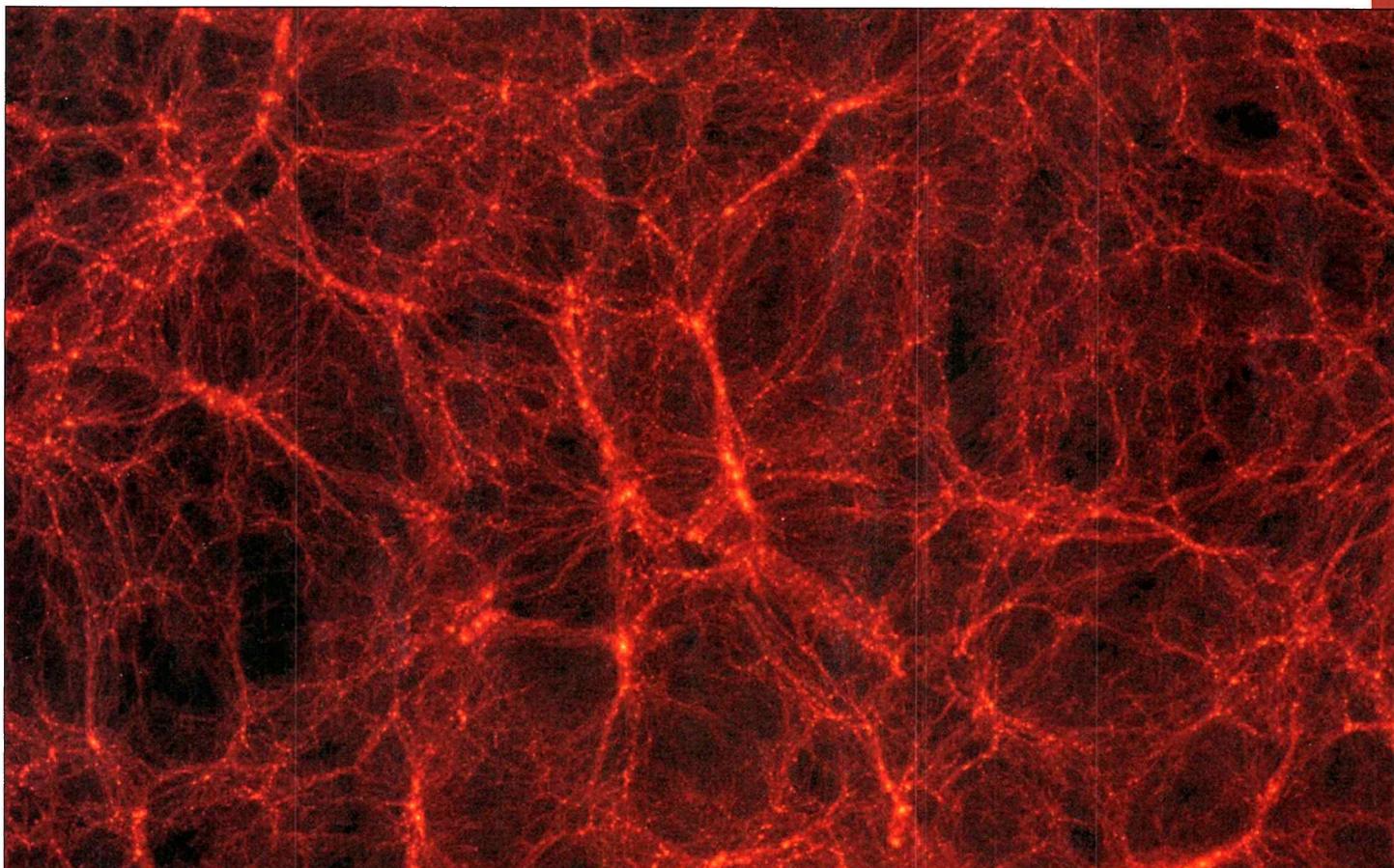
Pokud by $w = -1$, znamenalo by to, že **skrytá energie představuje kosmologickou konstantu** předpokládanou Einsteinem, jejíž hustota se během vývoje vesmíru nemění. To však znamená, že rozpínání vesmíru bude trvale pokračovat a vesmír se rozplyne v nicotu (**Velký Zmrzlk**). Pro hodnoty $w < -1$ by v daleké budoucnosti převážila skrytá energie i nad všemi gravitačními vazbami a vesmír by se rozpadl na samostatné elementární částice bez kauzálního doteku (**Velký Rozprsk**). Není divu, že časopis *Science* uvedl v létě 2012 skrytou energii jako největší záhadu současné astrofyziky; na druhém místě skončila podle očekávání skrytá látka a na třetím chybějící baryony.

B. Granett aj. zpracovali výsledky přehlídky *Legacy Survey* pomocí širokoúhlé kamery *3,6m teleskopu CFHT* na *Mauna Kea*, během níž získali červené posuvy pro 14 tis. galaxií ve vzdálenostech 1,6 – 2,6 Gpc. Odtud dostali hodnotu $\Omega_m = (30 \pm 6) \%$ pro součet hmotností baryonů a skryté látky. R. Chávez aj. využili blízkých galaxií se silným zastoupením ionizovaného vodíku H II z katalogu *SDSS DR7* a následně 23 obřích oblastí H II v 9 blízkých galaxiích, kde byly k dispozici vzdálenosti pomocí standardních indikátorů kosmologických vzdáleností, ke zpřesnění **lokální hodnoty konstanty H_{\odot}** . Použili k tomu vysokodisperzních spektrografů u 8m teleskopů *Subaru* na *Mauna Kea* a *VLT ESO* na *Cerro Paranal*. Dostali tak hodnotu $(74,3 \pm 6) \text{ km/s/Mpc}$ v dobrém souhlasu s měřenými H_{\odot} pomocí supernov třídy Ia.

K témuž výsledku dospěli W. Freedmanová aj. pomocí cefeid pozorovaných *SST* v infračerveném pásmu 3,6 μm. Obdrželi tak pro vzdálenost *Velkého Magellanova mračna* hodnotu 49,7 kpc a následně pro cefeydy v blízkých galaxiích $H_{\odot} = (74,3 \pm 2,1)$ km/s/Mpc a pro parametr $w = (-1,09 \pm 0,10)$. Tyto přístupy pak zkombinovali J. Sorceová aj., kteří pomocí *SST* sledovali supernovy Ia a současně využívali *Tullyho-Fisherova vztahu* mezi zářivým výkonem galaxie a velikostí rozšíření emisních spektrálních čar díky její rotaci. Odtud lze totiž ze známé pozorované jasnosti galaxie odvodit nezávisle její vzdálenost od pozorovatele. Autoři tak pozorovali 39 galaxií a 8 kup galaxií, přičemž v každém objektu byla pozorována alespoň jedna supernova. Odtud vyšlo $H_{\odot} = (75 \pm 3) \text{ Mpc/km/s}$.

Podle G. Fiorentina aj. se můžeme v budoucnu porozhlédnout po **supersvítivých cefeidách**, které se mohou vyskytovat v galaxiích s překotnou tvorbou hvězd. Zatímco nejsvítivější standardní cefeydy mají světelné křivky s periodou do 80 dnů, takže je lze rozlišit do vzdáleností asi 33 Mpc, supersvítivé cefeydy mají ve shodě se zákonem *Leavittové* ještě delší periody, ale zatím je jich známo tak málo, že to na rozšíření škály vzdáleností nestačí.

Prázdne priestory: klúč k pochopeniu záhad vesmíru



Pomocou počítačov sa modeluje vývoj čoraz väčších velkoškálových štruktúr s čoraz vyšším rozlíšením. Na snímke simulácia „Bolshoi“. Diagonál polička má zhruba miliardu svetelných rokov.

Štúdium prázdných priestorov vesmíru je novou disciplínou astronómie, ktorá pritahuje čoraz viac astronómov. Jedným z nich je Paul Sutter, ktorý skúma prázdne oblasti medzi viditeľnými štruktúrami kozmu.

Vieme, že takmer všetka hmota vesmíru, galaxie i záhadná tmavá hmota, vyplňajú priestor ako obrovská sieť. Štruktúru tejto siete vytvárajú úzke vlákna (filamenty) a tenké múry (walls). Gigantické, zväčšujúce sa prázdne oblasti medzi nimi, pripomínajúce dutiny v šponzii, nazývajú vedci voids. Po slovensky prázdnoty, dutiny.

Kozmická sieť má nerovnakú hustotu: od kompaktných zhľukov tisícov galaktických kôp na priesečníkoch vláken až po pomerne prázdroj periférie, podobné tej, v ktorých sa vyvíja naša, lokálna skupina galaxií.

Prázdne priestory tvoria dve tretiny objemu pozorovateľného vesmíru. Aj v týchto dutinách sa sice vyskytujú osamelé galaxie, ale na hustote vesmíru sa hmota v prázdrojnych priestoroch podieľa iba jednou desatinou. A práve tieto objekty, roztratené v kozmických dutinách, Sutter skúma. Momentálne je členom dvoch tímov: v astronomickom observatóriu v talianskom meste Terst a na Ohio State University.

Prázdrojne priestory boli objavené už pred tridsiatimi rokmi, ale dlho boli na periférii astronomického výskumu. Počas ostatných rokov, vďaka čoraz podrobnejším prehliadkam oblohy i technológiám, ktoré tieto prehliadky umožňujú, objavujú vedci ďalšie vlastnosti siete v obrovských počet prázdrojnych priestorov medzi nimi. Na dobréj pomoci sú im aj čoraz dokonalejšie simulácie na najväčších počítačoch, zviditeľňujúce formo-

vanie velkoškálových štruktúr, najmä kôp galaxií a vláken. Paralelný rozvoj kozmológie spôsobil nečakaný rozkvet tejto astronomickej disciplíny.

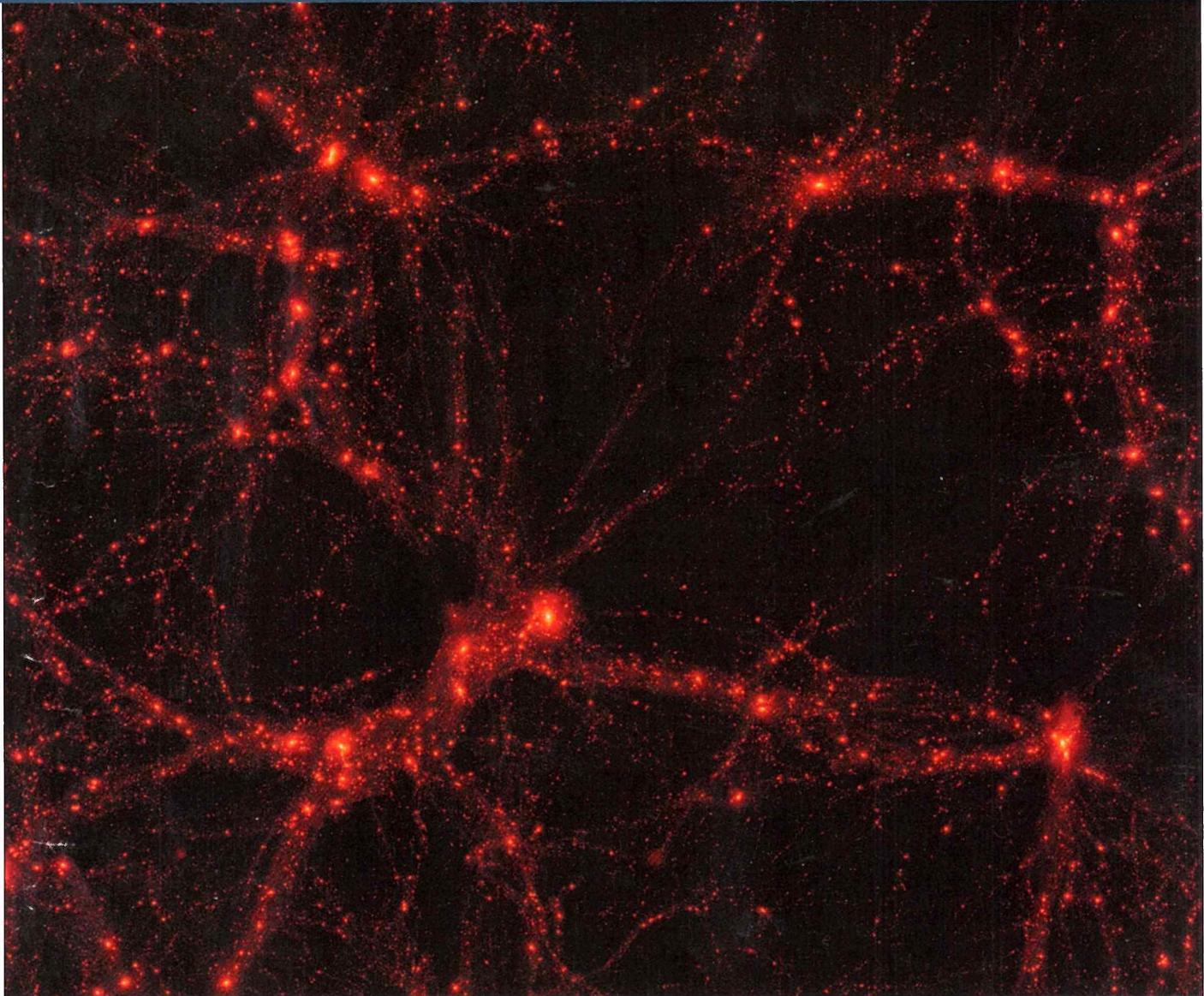
Astronómovia zistili, že prázdrojne priestory sú mocnými nástrojmi, ktoré pomáhajú objasňovať záhady tmavej energie, tmavej hmoty a vývoja galaxií.

Na počiatku

Prvý prázdrojny priestor objavili v roku 1978 Stephen Gregory (Bowling Green State University) a Laird Thompson (University of Nebraska). Zaznamenali zvláštne rozprínanie prázdrojného priestoru medzi superkopami Panna a Coma, vzdialého 300 miliónov svetelných rokov. Ich kolegovia však boli skeptickí.

V roku 1981 Robert Kirshner (University of Michigan) objavil prázdrojny priestor Bootes, ďalšiu medzeru v štruktúre siete, s priemerom 300 miliónov svetelných rokov. Odvtedy už vedci o existencii vákuu nepochybujú. Zdokonalo-





Na zväčšenie simulácie „Bolshoi“ (diagonál: 300 miliónov svetelných rokov) vidíme sieť vláken, medzi ktorými dominujú prázdne priestory.

vanie technológií umožnilo vedcom preskúmať oblohu galaxií v čoraz väčších vzdialenosťach.

Objavili sa prvé trojdimenzionálne mapy menších segmentov vesmíru. Prvú takúto mapu vypracovali vedci z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA). Mapa zviditeľnila zosieľované usporiadanie vesmíru. Siet tvoria steny obsahujúce viac ako tisíc galaxií, medzi ktorými sú prázdne priestory.

Medzičasom teoretici namodelovali pôvodné fluktuácie hustoty v mladom vesmíre, z ktorých sa neskôr mohla vytvoriť siet. Vynorila sa však otázka, ako sa mohli tieto relatívne malé zhustky hmoty vyvinúť do podoby gigantických vláken a stien? V osiemdesiatych rokoch, keď vrcholila studená vojna, sa astronomická obec rozdelila:

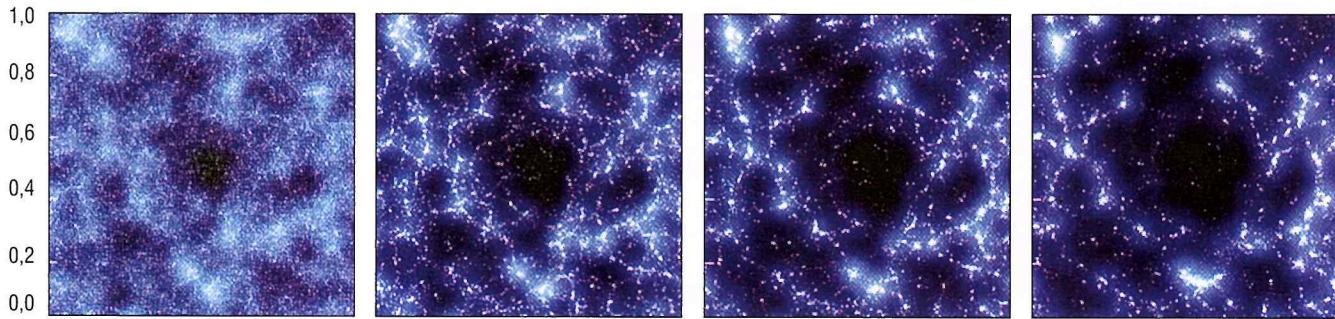
západní astronómovia presadzovali teóriu formovania štruktúr „zdola nahor“. Najprv sa sformovali malé galaxie a tie sa postupom času pospájali do väčších galaxií, kôp a superkôp. Podľa tejto teórie tvoria vesmír zhluhy galaxií, nie siet s prázdnymi priestormi. Zverejnenie prvej trojdimenzionálnej mapy z CfA túto teóriu vyvrátilo.

Sovietski astronómovia vyrukovali s teóriou formovania štruktúr „zhora nadol“, podľa ktorej sa na počiatku vytvorila superkopa gigantických oblakov, ktorá sa postupne rozpadla na jednotlivé galaxie. Sovietsi presne predpovedali aj kozmickú siet. Predpovedali však i formovanie malých galaxií v súčasnosti, čo pozorovania doteraz nepotvrdili.

Napokon sa oba tábory dohodli na kompromise. Po roku 1990 prijala vedecká obec vylepšenú teóriu zdola nahor, pričom do nej zahrnuli aj chladnú tmavú hmotu. Podľa tejto teórie dokázali vysvetliť aj sformovanie kozmickej siete.

Tento vývoj by sa nezaobišiel bez pokroku simulácií na počítačoch. Astronómovia simulovali formovanie štruktúr už začiatkom 70. rokov minulého storočia, ale boli schopní sledovať vývoj nanajvýš 1 000 galaxií modelu. Až o desať rokov, keď v počítačoch mohli sledovať evolúciu niekolkých stotisíc galaxií, objavili sa na obrázkove vlákna, kopy a prázdne priestory.

Dnešné simulácie pracujú s 10 miliardami galaxií a dokážu modelovať nielen tmavú hmotu, ale aj evolúciu v galaxiách. Vďaka výkonnejsím



Ako vyplýva z týchto simulácií, hmota zo stredu prázdnego priestoru prúdi na ich okraj, kde sa ukladá pozdĺž vláken. Strana políčok má dĺžku 200 miliónov svetelných rokov.



Na „hlbokých snímkach“ z Hubblovho vesmírneho dalekohľadu vidíme malé políčko mladého vesmíru. Galaxie majú iba 800 miliónov rokov. Napriek tomu, že ich je tam najmenej 10 000, na snímke dominuje prázdný priestor.

počítacom sa pred vedcami objavil úplne iný, veľkoskálový pohľad na formovanie štruktúr.

Nič tam nie je

Prvé prehliadky galaxií odhalili iba niekoľko prázdných priestorov. Ich počet však postupne narastal. Časom sa ukázalo, že tieto gigantické, trojdimenzionálne „dutiny“ sú pravdepodobne najdôležitejšou súčasťou veľkoskálovej štruktúry vesmíru.

Čoraz dokonalejšie prehliadky prinútili astronómov prázdné priestory definovať i identifikovať. Ako však vymedziť hranice týchto útvarov? A ktorý z týchto útvarov je naozaj prázdnym priestorom, a ktorý iba menej hustou časťou priestoru?

Vedci sa najskôr pokúsili zmapovať tieto priestory výpočtami vzdialenosí ku galaxiám. V roku 2004 Michael Vogeley a Fiona Hoyle z Widener University objavili podľa svojho algoritmu 289 prázdných priestorov v prehliadke Two-degree-Field Galaxy Redshift Survey, v ktorej je viac ako 245 000 galaxií.

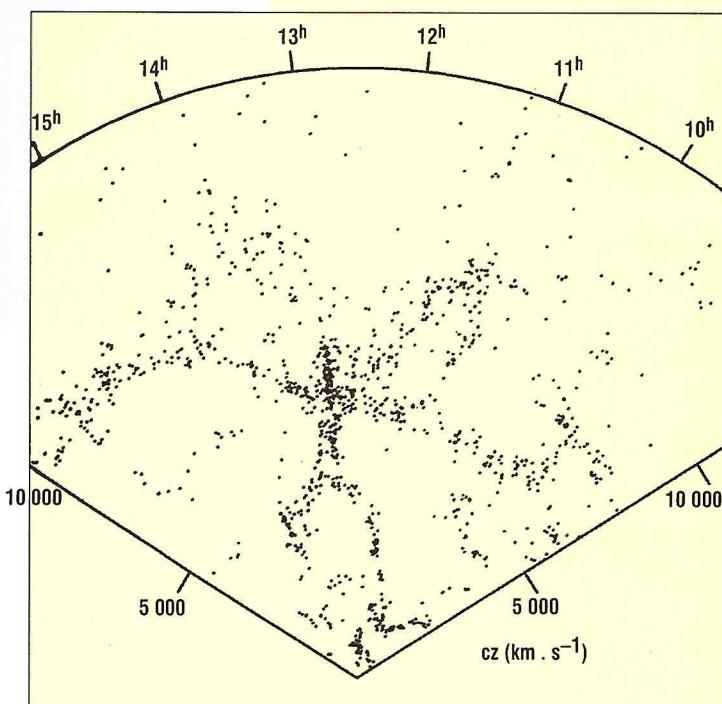
V roku 2012 rovnaký tím preskúmal 700 000 galaxií v prehliadke Sloan Digital Sky Survey. Na trojdimenzionálnej mape, ktorú vytvorili, sa objavilo 1 054 prázdných priestorov.

V ostatných rokoch vyvinuli vedci metód, ktorá dokáže transformovať kozmickú sieť do topografickej mapy. Husté kopy galaxií sa javia ako vrcholky hôr, menšie zhluky ako úpäcia a prázdnnejšie oblasti ako níziny a bazény.

Ak túto krajinu naplníte vodou, zhromaždi sa v hlbokých bazénoch, v dutinách. Hrebene hôr okolo nich označujú ich hranice. Pomocou tejto techniky vytvoril Sutter (s použitím Sloanovej prehliadky) katalóg s viac ako 2 000 prázdnymi priestormi.

Ak chceme pomocou týchto prázdných priestorov nazrieť hlbšie do vesmíru, musíme ich objaviť čím viac. Iba niekoľko tisíc týchto útvarov umožní využiť štatistiku, začať s porovnávaním, robiť väznu vedu.

Prázdné priestory môžu mať podivné tvary.



Prehliadka tímu CfA (Redshift Survey) zmapovala 1100 galaxií, aby zviditeľnila velké prázdné priestory. Na grafe vidíme prázdné priestory okolo kopy Coma, kde zoskupenie stoviek galaxií vytvorilo postavu „Pozliepaného muža“. Zem je na vrchole vejára, ktorý pokrýva 700 miliónov svetelných rokov. Graf znázorňuje vzdialenosí v jednotkách červeného posunu v km/s.

Môžete v nich objavíť dokonca zopár zvláštnych galaxií, ale v priemere platí, že vzťah medzi hustotou prázdných priestorov a ich veľkosťou vyplýva z jednoduchých univerzálnych zákonov.

Prázdné priestory chápeme ako dôležitú časť štruktúry vesmíru. Vedcov však na nich vzrušuje čosi iné: astronómovia tušia, že sa v nich môže skrývať tajomstvo tmavej energie, neznámej sily, ktorá riadi rozpínanie vesmíru.

Laboratórium prírody

Tmavá energia, ktorá vo vnútri prázdných priestorov dominuje, iba minimálne podlieha gravitačným vplyvom galaxií a tmavej hmoty. Prázdné priestory sú vlastne prírodnými laboratóriami, v ktorých môžeme skúmať zvláštnu silu – antigravitáciu.

Prázdné priestory sa rozpínajú rýchlejšie ako hutejšie oblasti vesmíru aj bez efektov tmavej energie. Kedže v hraničných oblastiach prázdných priestorov sa nachádza viac hmoty ako v ich vnútri, vplyvom gravitácie hmota z vnútra prúdi na okraje a vytvára tlak na steny dutín. Jednotlivé prázdné priestory môžu byť asymetrické ako bubliny v pene, takže niektoré časti v nich sa rozpínajú rýchlejšie ako iné. Skombinovaním tisícov prázdných priestorov však možno vytvoriť štatistický priemer – „štandardnú sféru“. Takýto prázdný priestor sa rozpína v kozmickom čase predvídateľne.

Tmavá energia túto rovnicu mení. Po zhodení tvarov 1500 prázdných priestorov v Sloanovej prehliadke Sutter a jeho kolegovia vypočítali, aký podiel celkovej energie vesmíru sa vyskytuje vo forme tmavej energie. Výsledky sú viac než slabné. Zdá sa, že ak budú mať v rukách údaje o väčšom počte prázdných priestorov, ich odhad podielu tmavej energie bude presnejší ako odhady, dosiahnuté inými metódami.

Nočná obloha pri pohľade z galaxie vo vákuu?

Na prvý pohľad sa obloha nebude prívelmi odlišovať od našej. Ved' aj väčšina hviezd, ktoré vidíme, patrí do Mliečnej cesty. V osamelých galaxiách v prázdom priestore sa však rodí oveľa viac hviezd ako v našej Galaxii. Existuje tam viac gigantických stelárnych materníc podobných Orionu ako u nás.

Sú to však galaxie osamelé. Vogeley vypočítal, že galaxie v priemernom prázdom priestore sú od seba vzdialené 50 miliónov svetelných rokov. To je dvakrát väčšia vzdialenosť ako medzi galaxiami Lokálnej skupiny a desaťkrát väčšia vzdialenosť ako v typickej kope. Vzdialenosť medzi nimi sa zhruba rovná vzdialenosťi medzi galaxiou Andromedu a kopou v Panne.

Astronómovia, ktorí žijú na planéte, ktorá je súčasťou jednej z planetárnych sústav v galaxii vyvíjajúcej sa v prázdom priestore, budú mať odlišnú kozmológiu až dovedy, kym nedosiahnu taký pokrok, že ich prístroje nazrú aj za okraje prázdného priestoru. V takom prípade by ich mapa veľkoskálových štruktúr vesmíru bola štatisticky podobná tej našej.

Tmavá hmota versus tmavá energia

Napriek prídavnému menu „tmavá“ majú tmavá hmota a tmavá energia opačný vplyv: tmavá hmota hmotu prítahuje, tmavá energia hmotu odpudzuje. Tmavá hmota predstavuje 27 % energie vesmíru. Žiarenie nevyžaruje ani neabsorbuje. Objavujeme ju iba tým, že skúmame vplyv jej gravitácie na viditeľnú, normálnu, baryónickú hmotu (5 %). Tmavá energia je negatívna síla, ktorá vo vnútornom vesmíre dominuje a urýchľuje jeho rozpínanie. Táto dominantná forma energie tvorí 68 % z celkového množstva energie.



Izolované galaxie

Prázdne priestory, napriek názvu, ktorý sugeruje opak, nie sú úplne prázdne. Napríklad v prázdnom priestore Bootes, ktoré má priemer 300 miliónov svetelných rokov, objavili zatiaľ 60 galaxií. Kvôli porovnaniu: Lokálna skupina galaxií (do ktorej patrí aj Mliečna cesta) má približne rovnaký počet galaxií, ale v priestore, ktorý má priemer sotva 10 miliónov svetelných rokov.

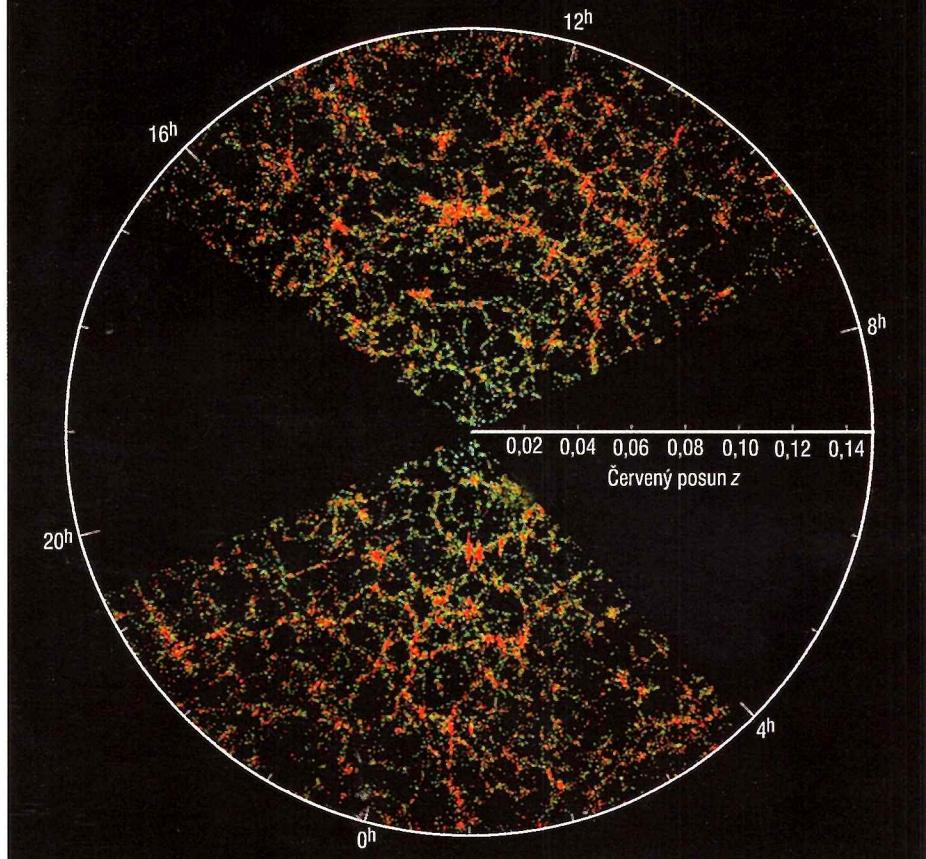
V prázdných priestoroch je zhruba 10-krát menej galaxií ako v priemernej oblasti vesmíru a 1000-krát menej galaxií ako v kope galaxií.

Galaxie v prázdných priestoroch sú unikátné, pretože sa formujú a vyvijajú v zvláštnom prostredí. Galaxie v kopách gravitačne interagujú: bud' ide o hladké interakcie (prieniky), alebo o zrážky, po ktorých gravitačne splynú. V oboch prípadoch sa v galaxiach formujú obrovské zhustky prachoplynových oblakov, v ktorých sa začne búrlivá hviezdotvorba. V prehustených kopách môžu kolízie vypudit' plyn z galaxii do takej miery, že hviezdotvorba utichne.

Galaxiám v prázdných priestoroch takéto kolízie a ich dôsledky nehrdzia. Ich evolúcia závisí od plynu, ktorý prúdi pozdĺž kozmológických vláken. Vďaka tomu sú väčšou prírodnymi laboratóriami, kde sa galaxie vyvijajú jednoduchšie a pomalšie.

V prehliadkach blízkych galaxií v prázdných priestoroch dominujú slabé, modré objekty. Sú to malé špirálové galaxie. Vzhľadom na kratšiu dobu ich evolúcie sa v nich ešte vždy formuje veľa nových hviezd i v porovnaní s podobnými galaxiami v blízkych kopách, v ktorých je veľa oblastí, kde prebieha búrlivá hviezdotvorba.

Galaxie v prázdných priestoroch (na snímkach z prehliadky Void Galaxy Survey) sú na prvý pohľad mladé. Tieto izolované hviezdne ostrovy sú malé a modré. Napriek tomu v nich vidime veľa oblastí s búrlivou hviezdotvorbou.



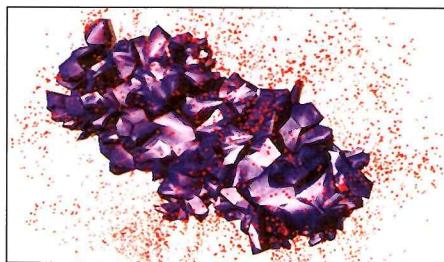
Každá bodka na tejto mape (časť Sloanovej prehliadky oblohy) je jedna galaxia. Červené bodky zviditeľňujú galaxie so staršími hviezdami. Táto prehliadka podstatne rozšírila pohľad vedcov na kozmickú sieť a jej prázdne priestory.

Presné podiely tmavej hmoty a tmavej energie sa nielenže podielali na vytvorení pôvodných podmienok v mladom vesmíre, ale determinovali aj vývoj prázdných priestorov a ďalších súčasťí veľkoškálovej štruktúry. Vzhľadom na to, že v prázdných priestoroch hmoty takmer nie, pochopenie ich úlohy vo veľkoškálovej štruktúre pomôže spresniť aj údaje o tom, koľko je tmavej hmoty a ako tmavá hmota interaguje so zvyškom vesmíru.

V prázdných priestoroch neplatí zložitá fyzika preplnených kôp galaxií, kde sa tmavá hmota zvyčajne študuje. V prázdom priestore môže byť akýkoľvek vplyv tmavej hmoty ľahko izolovaný.

Podaktori fyzici sa nazdávajú, že tmavá hmota a tmavá energia nie sú exotickými, novými entitami: možno ich dokážeme vysvetliť modifikovaním gravitačného zákona! Podľa jedného z týchto modelov existuje oveľa viac veľkých prázdných priestorov, ako sme doteraz objavili. Na väčšom súbore by sa to (možno) dalo dokázať. So všetkými dôsledkami pre prípadnú úpravu gravitačného zákona.

Štúdium prázdných priestorov dopĺňa dlhý



Na obrázku vidíte tvar jedného z 2000 prázdných priestorov, ktoré zaznamenali v Sloanovej prehliadke. Jeho topografia, pripomína povrch telesa s vrcholmi hôr, nižinami i bázennami. Červené body sú galaxie. Skombinovaním veľkého počtu prázdných priestorov vytvoril vedci štatistický priemer – „štandardnú sféru“, pomocou ktorej testujú rozličné kozmológie.

zoznam overených kozmologických techník. Astronómovia dnes odvodzujú rozpínanie vesmíru z merania jasnosti štandardných svieč - supernov typu Ia. Vzdialenosť sa dajú merať aj pomocou baryónových, akustických oscilácií, čo je vlastne ozvena prvotných fluktuácií hustoty v dnešnej sieti galaxií. Vedci dokážu testovať rast veľkoškálových štruktúr aj porovnávaním blízkych a vzdialých kôp galaxií. Jednou z najlepších metód testovania kozmologických parametrov je však modelovanie teplotných fluktuácií v mikrovlnnom žiareni kozmického pozadia. (Zvyškové žiarenie po big bangu.)

Prázdne priestory umožnia ešte presnejšie merania. Sutter a Vogeley sú o tom presvedčení. Musia ich však objaviť viac.

Milión prázdnych priestorov?

Počas ostatných rokov sa počet astronómov špecializovaných na prázdnne priestory rýchle zväčšuje. Už čoskoro budú vypracované väčšie mapy galaxií, na ktorých sa objavia ďalšie. Zásadný pokrok však zabezpečí až nová generácia ďalekohľadov. Vzniknú podrobnejšie prehliadky oblohy, na ktorých by malo byť až milión prázdnych priestorov.

Euclid, sonda Európskej vesmírnej agentúry, ktorú vypustia v roku 2020, vytvorí prehliadku galaxií vo vesmíre v čase, keď mal iba 3 miliardy rokov. Podobnú mapu vyhotoví ďalekohľad Wide-Field Infrared Survey Telescope (NASA). Hotovú záplavu nových údajov poskytnú aj ďalekohľady Large Synoptic Survey Telescope a Square Kilometer Array.

Sutter: „Sme iba na začiatku. Zatiaľ sme iba poškrabali povrch prázdnna. V prázdných priestoroch sa však skrýva budúcnosť.“

Sky & Telescope, február 2015

Rezonancia

Už pred mnohými rokmi sme pri štúdiu jednej symbiotickej dvojhviezdy zistili, že jej orbitálna períoda s hodnotou okolo 550 dní je pravdepodobne v rezonancii s pulzačnou períódou chladnej zložky tejto dvojhviezdy. Na základe presných meraní radiálnych rýchlosťí sme zistili, že spomínany obor pulzuje v rytme asi 353,5 dní. Rezonancia by bola 9:14. Ak totiž orbitálnu períodu vynásobíme 9, dostaneme presne 14-násobok pulzačnej períody. Tento zaujímavý výsledok sme úspešne publikovali v renomovanom časopise, no presne sme nevedeli vysvetliť, akým spôsobom k takejto rezonancii dochádza.

Postupom času presvedčenie o prítomnosti rezonancie v tejto dvojhviezde u iných pozorovateľov sa postupne oslabilo, no ja osobne v rezonanciu verím stále ešte aj dnes a som o jej význame vo Vesmíre presvedčený dokonca stále viac.

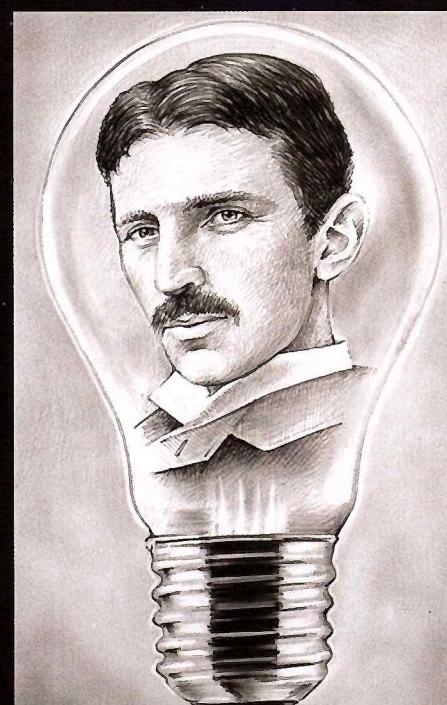
Rezonancia vo fyzike

Rezonanciu objavil Galileo Galilei pri svojich pokusoch s kyvadlami. Je to snaha a schopnosť systému kmitať pri určitých frekvenciach s väčšou amplitúdou ako pri ostatných. Tieto charakteristické frekvencie sa nazývajú **frekvenciemi rezonančnými**. Práve pri týchto frekvenciach môžu aj malé, ale pravidelné sily spôsobiť velké amplitúdy kmitov, nakoľko systém si zachováva energiu kmitania. Pokial je útlm malý, čiže straty energie sú mizivé, potom sa rezonančná frekvencia približne rovná vlastnej frekvencii systému. Rezonancie sa vyskytujú vo všetkých typoch kmitania a vlnenia, takže máme mechanické rezonancie, akustické, elektromagnetické, a dokonca v medicíne aj nuklearné magnetické rezonanciu (MR), ktorá sa používa na zobrazovanie vnútorných orgánov ľudského tela. Využíva sa vlastnosť protónov a neutrónov, ktoré majú vlastný rotáciu moment a vďaka tomu celé atómové jadro získava určitý magnetický moment. Keď je takéto jadro umiestnené v silnom magnetickom poli, začne rotovať okolo smeru tohto poľa. Toto sa pomocou zložitých algoritmov prevedie na obraz a keďže tkanivo má iné zloženie, prístroj dokáže rozlísiť jednotlivé detaily v ľudskom tele. Obrovskou výhodou MR je, že tu sa nepoužíva röntgenové žiarenie ako v prípade počítačovej tomografie (CT). Nevýhodou je, že dĺžka vyšetrovania (10 – 45 minút) neumožňuje snímať pohybujúce sa orgány.

V praktickom živote sa najčastejšie stretávame s mechanickými rezonanciami, preto si ich trochu popíšme. Každý už ako dieťa sa prvý raz stretol s rezonanciou, keď ho mamka postavila na hojdačku a poriadne ho rozhojдалa. Potom jej už stačil len slabý pohyb rukou vo vhodnom okamihu, aby udržiavala hojdačku v pohybe s dosťatočnou amplitúdou. Mamka je v tomto prípade zdrojom kmitov čiže oscilátor, a hojdačka je rezonátorom. Takto môže mama udržiavať hojdačku v klasickej rezonancii až kým ju to neonízí a nepovie decku, tak, a teraz sa už hojdaj sám. Nelenív dieťa príde na to, že keď v dolnej úvrati pokrčí nohy v kolenách, môže dokonca ešte zvyšovať amplitúdu kmitov. Toto je už prípad **parametrickej rezonancie** (PR), keď sa sústava udržiava v kmitaní len zmenou vnútorných

parametrov, bez toho, aby prijímaла impulzy z vonku od oscilátora. V tomto prípade dieťa pokrčením nôh mení moment zotviačnosti sústavy voči osi rotácie hojdačky. Pomocou PR sa dajú kmity aj zosilniť, no nedá sa ľiou rozkmitať sústava z pokoja. Dieťa by márne robilo na hojdačke drepy, takýmto spôsobom by sa nepohoj-

Nikola Tesla – génius medzi geniálnymi fyzikmi.



„Všetko na svete je vibrácia“
Albert Einstein

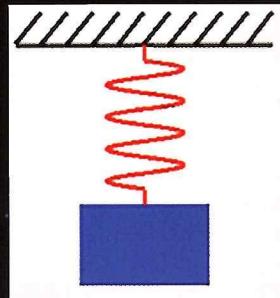
dalo. Typickým príkladom mechanickej rezonancie sú kyvadlové hodiny. Slabý hodinový mechanizmus udržiava v rezonancii ťažké kyvadlo.

V prírode aj v technike však mechanické rezonancie prinášajú hlavné problémy. Je známe, že už aj malá skupina pochádzajúcich vojakov dokázala rozkmitať most tak, až sa zrútil. 7. 11. 1940 viedol o sile víchrice tak rozhojdal mohutný kovový lanový most (Tacoma Narrows Bridge – USA), že ho udržiaval na vlastnej rezonančnej frekvencii, až kým sa nerozlámal a nezrútil do vody. Najsilnejšie nežiaduce vibrácie spôsobujú zemetrasenia, keď dokážu rozkmitať stavby na rezonančnú frekvenciu a úplne ich zničiť. Rezonančné zosilnenie sa dá znížiť zmenou vlastnej frekvencie, tlmičmi kmitov alebo trením. Na streche vysokých mrakodrapov sa preto umiestňujú bazény, ktoré by sa v prípade zemetrasenia rozkmitali s inou frekvenciou, ako je vlastná frekvencia mrakodrapu. Najnovším riešením sú však antirezonančné kyvadlá, ktoré sa montujú do horných poschodí mrakodrapov, aby zabránili v prípade zemetrasenia jeho rezonancii. Napríklad v známej budove TAIPEI 101 v hlavnom meste Tchaj-wanu je na 88. poschodí pružne zavesená guľa s hmotnosťou 660 ton. Je to najväčšie antirezonančné zariadenie na svete. Budova je vysoká 508 m a okrem zemetrasení jej stabilitu pravidelne preverujú aj hurikány. Rezonancia sa neprjemne prejavuje aj pri zariadeniach, ktoré vykonávajú otáčavý pohyb. Pri nabiehaní vodnej turbíny sa pri určitých otáčkach vytvára rezonancia celého zariadenia. Tieto kritické otáčky je potrebné prekonať čím rýchlejšie, aby sa zabránilo poškodeniu. Taktiež kombinácia

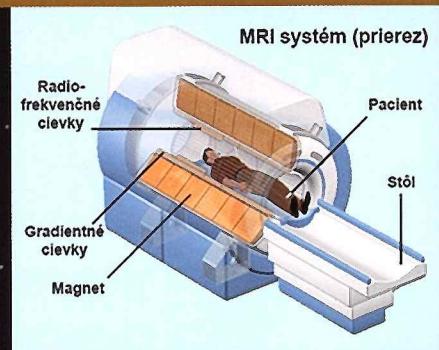




Pamätník Nikolu Teslu pri Niagarských vodopádoch, kde spustil prvú hydroelektráreň na svete.



Závažie na pružine – veľmi citlivý rezonátor.



Prístroj na nukleárnu magnetickú rezonanciu.

tvrdých a pružných materiálov zabráňuje vzniku deštruktívnej rezonancie.

Samozrejme, vo fyzike a technike sú aj oblasti činnosti, ktoré rezonanciu využívajú vo svoj prospech. Spomeňme akustickú rezonanciu, ktorá v prípade mnohých hudobných nástrojov zosilňuje zvuk. Typickým príkladom sú husle. Oscilátorom je sláčik, ktorý pohybom rozkmitáva struny, a ich zvuk je zosilnený v drenom rezonátore. Rezonancia nám slúži aj v prípade rezonančného cyklotrónu pri urýchlovaní elementárnych častíc na vysoké energie. Najväčší pokrok na využitie magnetickej rezonancie sa plánuje v oblasti prenosu energie. Ladiaci obvod rozhlasového prijímača využíva princíp magnetického viazaných rezonátorov, resp. MR už dávno, no v súčasnosti sa začína experimentovať s jej využitím na bezdrôtový prenos elektrickej energie. Vedci z univerzity MIT (Massachusetts Institute of Technology) sa nazdávajú, že svet mobilov, laptopov, domáci robotov – vysávačov a ďalších zariadení závislých dnes od batérií a prostredníctvom nabíjačiek aj od elektrických káblov, by mohol byť čoskoro minulosťou. Na vzdialenosť viac ako dvoch metrov sa im podarilo preniesť elektrickú energiu s výkonom dosťatočným na napájanie šesdesiatwattovej žiarovky. Jedným z cieľov je presadenie metódy magnetickej rezonancie za svetový štandard bezdrôtového prenosu elektrickej energie. V prípade prijatia vhodnej legislatívy by sa rozbehol aj vývoj na elektromobiloch, ktoré by mohli byť diaľkovo dobíjané bez použitia nepohodlných káblov. Už dnes by sa mohli elektromobily dobíjať v garáži tak, že by sme iba zaparkovali na dosť presne určenom mieste a automatika by ostatné zariadila, pričom na prenos elektrickej energie by sa využil princíp MR. V blízkej budúcnosti by sa autá mohli takto dobíjať na parkoviskách v nákupných strediskách, pri reštauráciach a pod., pričom by sa vám spotrebované kilowatt hodiny automaticky zaplatili z bankového účtu. Ak by sa takto podarilo vyriešiť prenos elektrickej energie aj na väčšie vzdialosti, éra nafty by mala krátky koniec zásluhou rezonancie. Ďalší vývoj v oblasti energie sa zatiaľ popisuje len v sci-fi literatúre, kam dnes zatiaľ patrí aj rezonančný motor, hoci ho niektorí inžinieri pokladajú za reálny.

Rezonancia a Nikola Tesla

Naša diskusia o význame rezonancie by nebolá úplná, ak by sme nespomenuli geniálneho srbského vedca Nikolu Teslu, ktorý sa narodil

10. 7. 1856 v dedinke Smiljan, ktorá v tom čase patrila pod Rakúske cisárstvo. (dnešné Chorvátsko). Tesla študoval na univerzitách v Grazi a v Prahe a po niekoľkých rokoch pobytu v Európe sa natrvalo prestúpil do USA, kde urobil všetky svoje objavy. Na tomto mieste je ľahké posúdiť Teslu úplne exaktné, okolo jeho osoby je veľa záhad, no ešte záhadnejšie sú niektoré jeho patenty, ktorých podal vyše 300. V každom prípade sme mu vdľční za všetko, čo dnes využívame a používame na elektrinu, bez ktorej si už život ani nedokážeme predstaviť a ktorá zatiaľ priniesla najradikálnejšiu zmene do života celej našej civilizácie.

Mnoho jeho objavov si prisvojili slabší bádatelia. Je až komické, že vymyslel bezdrôtový prenos informácií, no Nobelovu cenu za to dostal Marconi. Taktiež objavil röntgenové žiarenie 8 rokov pred Röntgenom. Tesla vynášiel striedavý prúd, bezvláknové žiarovky, ktoré sa v posledných rokoch začínajú používať, hovoril o umelej inteligencii a predbehol tak svoju dobu asi o 100 rokov. Už pred sto rokmi používal elektromobil a potom sa na niektoré jeho objavy záhadne zabudlo. Veríme, že jeho meno sa začína znova častejšie citovať s postupným zánikom ropynej civilizácie. Tesla je krásnym príkladom toho, že tí najlepší nebývajú docenení a možno práve on bol prítom tým najväčším géniom na našej planéte. Mohol sa stať prvým miliardárom, no zomrel osamotený, bez strechy nad hlavou a bez peňazí v roku 1943 vo veku 87 rokov.

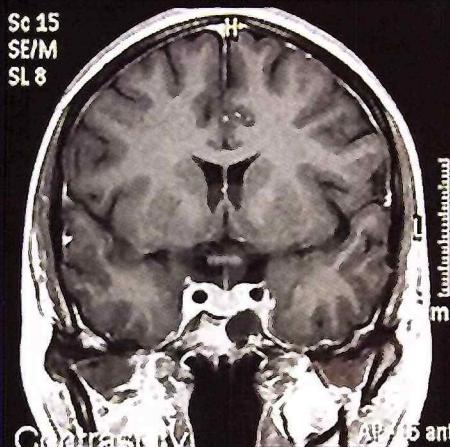
Rád by som len pripomeral, že to bol práve Tesla, ktorý už aj v praxi experimentoval s bezdrôtovým prenosom elektrickej energie a využíval na to metódu MR. Dnes sa už väčne začínajú inžinieri zaoberať touto myšlienkovou, a preto neprekypavujúcej, že v roku 2002 mnoho vedcov požiadalo OSN, aby deň 10. júla mohol byť vyhlásený za deň Nikolu Teslu. Mnoho štátov USA tak urobiло.

Samozrejme, v súvislosti s jeho menom sa aj po 100 rokoch objavujú konšpiračné teórie o jeho objavoch. Údajne niektoré objavy boli utajené

pre účely armády a iné preto, že by mohli zničiť celú našu planétu. Takéto úvahy treba posudzovať čisto z pohľadu fyziky a z hľadiska zákona zachovania energie. Napriek tomu je lákavá myšlienka o existencii rezonančného motora, ktorý by energiu získaval z elektromagnetického poľa Zeme. Či Tesla mal vo svojom aute takýto motor sa už zrejme nedozvieme, no jedno je isté, že v jeho dobe bolo používanie elektromobilov pomerne rozšírené. Keby týmto smerom bol pokračoval vývoj, dnes by sme už možno boli „za vodou“. Potom došlo k zvláštnemu a náhlemu odklonu od používania elektriny v automobilovom priemysle a na jej miesto nastúpila éra ropy a benzínu.

Rezonancia v astronómii

S najnádzornejším príkladom rezonancií v astronómii sa stretávame pri pohybe telies v gravitačnom poli, teda konkrétnie v našej Slnčnej sústave. Všetky telesá v Slnčnej sústave pôsobia na seba vzájomne v rámci gravitačnej interakcie a aj keď je toto pôsobenie pomerne slabé, prejavuje sa dlhodobo aj z astronomického hľadiska, a tak výsledkom sú rezonancie v obežných periódach jednotlivých telies, prípadne aj v periódach rotačných. Obecne môžeme definovať, že ak sú obežné períody dvoch telies v danej sústave (Slnčnej sústave) v pomere malých celých čísel,



Rez mozgom človeka získaný pomocou MR.



Takto si predstavujeme orbitálne rezonancie.

tak hovoríme, že sú vo vzájomnej rezonancii. Takúto vlastnosť pohybu telies nazývame **orbitálnou rezonanciou**. Tiež sa hovoří o **Laplaceovej rezonancii**, prípadne o **komenzurabilite**. Obežné dráhy takýchto telies, ktoré sú vo vzájomnej gravitačnej väzbe, nazývame komenzurabilné. Abý sme lepšie pochopili podstatu a vlastnosti uvedených gravitačných interakcií telies na obežných dráhach, uvedme konkrétné príklady z našej Slnčnej sústavy.

Dokonca obežné periody dvoch najväčších planét Jupitera (11,86 rokov) a Saturna (29,46 rokov) sú vo vzájomnej rezonancii takmer presne v pomere 2:5. Nakolko však dokonalá orbitálna rezonancia v prírode prakticky neexistuje, prejavuje sa takáto rezonancia dráhovými poruchami. V tomto konkrétnom prípade výsledná periódna tejto poruchy je približne 880 rokov a amplitúda poruchy je približne 49° v prípade Saturna a 21° v prípade Jupitera. Saturn sa tak vplyvom Jupitera na oblohe oproti Keplerovým zákonom štyri storočia predbieha a ďalšie štyri storočia zase omeškáva s maximálnou odchylkou až 25 dní.

Medzi nie úplne presné rezonancie patria aj obežné periody planét Venuša a Zem v pomere 8:13, Jupiter a Urán v pomere 1:7 a Urán a Neptún v pomere 1:2. Najzaujímavejšou „rezonančnou“ históriaou je objavenie planéty Neptúna.

Francúzsky matematik Urbain Jean Joseph Le Verrière z Parížskej hvezdárne ako prvý vypočítal, že dráhové poruchy Uránu spôsobuje rezonancia s doytedy neznámou planétou a správne predpovedal jej polohu na oblohe. Jeho teóriu prijal Johann Gottfried Galle z Berlinskej hvezdárne a spoločne so študentom astronómie Louisom Arrestom dňa 23. septembra 1846 objavili najvzdialenejšiu planétu Slnčnej sústavy na predpokladanom mieste. Takto sa rezonancia stala aj matematickou metódou.

Ďalším príkladom rezonancií sú planétky zo skupiny Trójanov, Hilda a Thule, ktoré sú v rezonancii 1:1, 2:3 a 3:4 s obežnou dobou Jupitera. Treba spomenúť aj plutóna, transneptunické telesá, ktoré sa pohybujú po rezonančných dráhach s Neptúnom v pomere 3:2. Orbitálne rezonancie však vyvolávajú dva protichodné javy. Na jednej strane dochádza ku gravitačnému zachytávaniu planétok a k postupnej zmene ich dráhových parametrov, no na druhej strane pozorujeme aj vytváranie medzír v ich orbitálnych parametroch. Konkrétnie rezonancie obežných periód planétok typu 1:2, 3:7, 2:5 a 1:3 s obežnou dobou Jupitera mali za následok postupné odstránenie všetkých asteroidov z pôvodne homogénne obsadeného širokého pásu asteroidov medzi Marsom a Jupiterom. Tako vytvorené prázdne pásma asteroidov sa nazývajú Kirkwoodove medzíry po ich objaviteľovi Danielovi Kirkwoodovi, ktorý presne popísal tento jav už v roku 1866. Aj v súčasnej dobe sa môže stať, že planétna sa vplyvom zrážok v hlavnom páse asteroidov dostane do Kirkwoodovej medzíry. Tu na ňu začne pôsobiť rezonancia Jupitera a planétku bude v pomerne krátkom čase vytlačená do inej oblasti. Môžeme si to predstaviť aj na závislosti počtu planétok na veľkej polosi. Pre určité hod-

noty polosí počet planétok klesá až k nule, čo sú vlastne spomínané Kirkwoodove medzery. V jednej takejto medzere s hlavnou polosou 2,50 AU sa nachádza mälopočetná rodina planétok pomenovaná po planétku 887 Alinda. Okolo Slnka obiehajú s períodom 3,95 rokov, takže počas jedného obehu Jupitera vykonajú 3 obehy. Postupne sa zväčšujú excentricity ich obežných dráh, až sa natoliko priblížia k Jupiteru, že ich slápové sily obrovskej planéty roztrhajú. Ďalšie Kirkwoodove medzery majú hlavné poloosi 2,06 AU pre rezonanciu 4:1; 2,82 AU pre rezonanciu 5:2; 2,95 AU pre rezonanciu 7:3 a 3,27 pre rezonanciu 2:1 – rodina Griqua. Menej výrazné medzery majú polosi 1,9 AU pre rezonanciu 9:2; 2,25 AU pre rezonanciu 7:2; 2,33 AU pre rezonanciu 10:3; 2,71 AU pre rezonanciu 8:3; 3,03 AU pre rezonanciu 9:4; 3,075 AU pre rezonanciu 11:5; 3,47 AU pre rezonanciu 11:6 a 3,7 AU pre rezonanciu 5:3.

S postupným spresňovaním orbitálnych elementov jednotlivých telies v našej sústave sa ukázalo, že rezonancie riadia a ovplyvňujú pohyb možno aj všetkých telies. Aj obežná perióda Neptúna je v rezonancii s obežnou dobou trpasličej planéty Pluto v pomere 2:3. Venuša a Zem obiehajú v pomere 8:13 a Jupiter a Urán v pomere 1:7. Rezonancie boli zistené aj v sústavách mesiacov planét. Klasickým príkladom sú obežné periody Jupiterových mesiacov Io, Europa a Ganymedes v rezonancii 1:2:4. Podobné rezonancie sa vyskytujú aj pri obehu mesiacov Saturna: Mimas a Tethys v pomere 1:2 a Titan a Hyperion v pomere 3:4.

Dr. LADISLAV HRIC
Astronomický ústav SAV
Pokračovanie v budúcom čísle

Základné astronomické pomôcky

Intenzívny technologický rozvoj v posledných desaťročiach priniesol medziiný aj rozmach vo výpočtovej a informačnej technike, ktorý, samozrejme, neobišiel ani astronómiu. Astronomický softvér dokáže takmer realisticky zobrazovať oblohu v danom čase a tiež aj tisíce rokov do minulosti či budúcnosti. Poskytuje aktuálny vzhľad oblohy, polohy planét aj iných telies Slnčnej sústavy pre ľubovoľný čas kdekoľvek na Zemi alebo hoci aj na Marse. Existujú aplikácie do mobilov, ktoré umožnia zobraziť aktuálnu oblohu v mieste, do ktorého mobil nasmerujeme na oblohu. Informácií v sieti internetu je viac, ako je človek schopný absorbovať, no niekedy je zložité rozlísiť pravdivú informáciu od nezmyslov. Moderné amatérské dalekohľady sú vybavené počítačovým systémom na vyhľadávanie objektov na oblohe, a tak si ľudia prezerajú planéty a objekty nočnej oblohy a často ani netušia, v ktorom súhvezdí a kde na oblohe sa nachádzajú. V spojení so skutočnosťou, že hviezdna obloha najmä v mestách pomaly prestáva byť viditeľná, skutočnú oblohu takto začína nahradzovať akási fiktívna, virtuálna.



Sféra.

Astronomické programy a napokon aj celý technologický rozvoj však stavajú na vedomostach, ktoré nadobudli pokolenia pred nami. Tieto vedomosti vznikali tvrdou pozorovateľskou pracou, brilantným myšlénim jednotlivcov a schopnosťou počítať nekonenečné hodiny na papieri. Naša generácia ich poznatky dostala hotové ako vzdelenie v školách či informácie v knihách a v posledných desaťročiach na internete. K tomu všetkému máme na stole počítač, ktorý dokáže za sekundu vykonať milióny operácií.

Hybné sily, ktoré dovedli hľbku poznania astronómie až do súčasnej úrovne, boli z počiatku jednoduché. V dávnej minulosti dominovalo veľmi silné prepojenie života a oblohy. Obloha striedavo prinášala svetlo a teplo, tmu a chlad. Stala sa tak základným objektom pre náboženstvá. Nečakané zmeny na nej vyvolávali nesmierny strach, a tak bola vystavená veľmi pozornému sledovaniu vari všetkými vtedajšími populáciami. Neskor začala pomáhať pri predvídaní bližiacich sa ročných období, čo bolo užitočné najmä pre rozvoj poľnohospodárstva. Obloha tak začala slúžiť ako kalendár. Jej zmeny dali ľudstvu prirodzené jednotky času – deň, mesiac a rok, ktoré používame dodnes. Až neskôr pribudla ľudská zvedavosť, krajsie povedané túžba po poznaní. Vari najvýznamnejší vplyv na vývoj astronómie mal rozvoj moreplavectva. Popri potrebe presnejšieho merania času vznikla potreba poznania presnej polohy lode na mori, o ktorej jedinú informáciu poskytovaťa obloha.

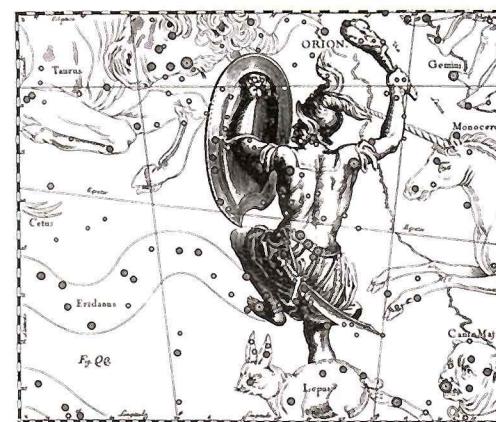
Náročnosť popisu polôh nebeských telies vyzvala potrebu rozvoja matematiky. Bez nej by súčasný technologický rozmach neboli možný. K rozvoju technológie, a tým aj astronómie, výrazne prispela aj temná stránka ľudstva – vojny.

Popri základných technických prostriedkoch, ako boli uhlomerné prístroje, chronometre, kompasy a dalekohľady, sa využívalo množstvo tlačených pomôcok, ako sú mapy, ročenky a diagrame. Tieto pomôcky sa vďaka počítačom dnes zostavujú veľmi rýchlo, presne a na vynikajúcej grafickej úrovni, no paradoxne práve kvôli možnostiam počítačových programov prestávajú mať význam a pravdepodobne pomaly zaniknú. Venujme im teda ešte trochu pozornosti.

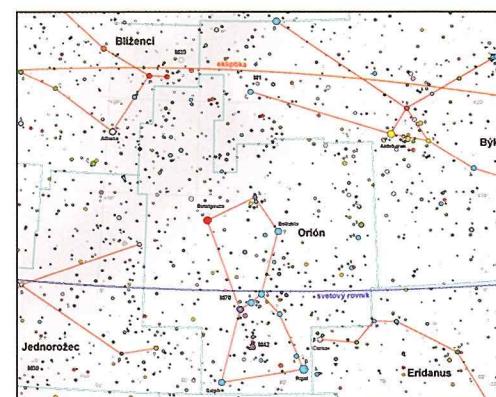
Hviezdne mapy

Počiatky mapovania oblohy siajú viac ako 6000 rokov do minulosti. Staroveké národy, najmä Suméri, Číňania, Egypťania a Mayovia, poznali zákonitosť ročných období a tiež pohyby planét. Pre dlhodobejšie sledovanie zmien bolo treba údaje zaznamenať, a tak sa na tento účel začali používať hlinené tabuľky. Neskôr pribudol pergamén a vlastne vznikli prvé predpovede aj mapy. Tieto však boli len ako náčrtky. Presnejšie mapy priniesol až novovek. Prvou dokonalejšou mapou z tohto obdobia je asi

Bayerova Uranometria. Jej prvé vydanie bolo v roku 1603. Mapy atlasu boli zobrazené v ekliptikálnom súradnicovom systéme a boli ilustrované obrazmi súhvezdi. Bayer zaviedol tiež označenie jasnejších alebo významnejších



Mapa z Heveliovho atlasu Uranografia.



Počítačom generovaná hviezdná mapa.

hviedz písmenami gréckej abecedy. Atlas neobsahoval veľkú časť južnej oblohy, a tak nevyhovoval potrebám rozvíjajúceho sa moreplavectva. Heveliov atlas Uranographia obsahoval 1564 hviezd zakreslených s dobrou presnosťou v korektnej projekcii. Na tieto atlasy nadväzoval Flamsteedov Atlas Coelestis 1729 a neskôr, v roku 1801, Bodeho Uranographia a potom mnoho ďalších. Atlasy tejto doby mali súhvezdia dekorované myticky výjavmi, čo sa nám dnes zdá nezmyselné, no obrázky pomohli vizualizovať oblohu, a tak si ju lepšie zapamätať. Vlastne nám tieto zobrazenia pomáhajú dodnes. Pozorovaním oblohy dalekohľadmi vrážala potreba presnejších polôh hviezd a aj ich jasnosti. Argelander spracoval a v roku 1863 vydal atlas Bonner Durchmusterung. Mapy už boli bez ilustrácií, obsahovali súradnicovú sieť v rovníkovej sústave vztiagnutej ku konkrétnej epochе (1855). Atlas pozostával z 37 map obsahujúcich 325 000 hviezd do deklinácie -2° . Okrem sieti sú vynesené len kotúčiky hviezd s priemermi zodpovedajúcimi ich vizuálnej jasnosti.

Začiatkom 20. storočia začala byť neprehľadná situácia okolo súhvezdi. Každý autor používal iný systém a často pridal aj nejaké svoje vlastné. Vznikla potreba novej definície súhvezdi. Astronomická únia v r. 1925 schválila rozdelenie oblohy na 88 súhvezdi s presne definovanými hranicami, a to na základe atlusu pre epochu 1870. Tieto hranice používame dodnes.

Významnou prácou z nášho prostredia boli Bečvářov Atlas Coeli Skalnaté Pleso 1950.0 a neskôr podrobnejšie Atlasy Eclipticalis, Borealis a Australis. Vôbec k poslednému tlačenýmu atlasom patria SkyAtlas 2000.0 a Uranometria 2000.0.

ВЕНЕРА 1988							107
Дата	0 ^h земного динамического времени						Верхняя кульмина- ция
	Видимое восходение	Видимое склонение	Горизон- тальный перпенди- куль	Видимый радиус	Геоцентрическое расстояние		
Февр. 15	5 24 05.320	+ 2 19 50.39	114+33	8.27	7.84	1.0638 0423	et атм
16	0 28 18.927	55+37	2 31 15.61	8.32	7.89	1.0571 1683	et 2771
17	0 32 32.234	55+42	3 22 33.35	8.37	7.94	1.0503 5914	et 4803
18	0 36 46.541	55+47	3 25 51.09	8.42	7.99	1.0436 8144	et 6833
19	0 40 59.858	55+52	4 21 50.65	8.48	8.04	1.0368 7191	et 8873

Úkážka tabuľiek v Astronomičeskom Ježegodníku.

Moderné mapy sú vynášané v presne danej projekcií. Hviezdy sú zobrazované ako krúžky s polomermi, ktoré sa určitým matematickým vzťahom odvádzajú od ich jasnosti. Niekedy sú vyplňané farbou zodpovedajúcou podľa zvoleného systému ich spektrálneho typu. Mapy obsahujú aj obraz Mliečnej cesty a významnejšie objekty nočnej oblohy. Ďalšími zložkami sú súradnicová sieť, hranice súhviedí a spojnice významnejších hviezd. Tieto spojnice na rozdiel od hraníc nie sú stanovené medzinárodnou dohodou, a tak sa pri rôznych autoroch odlišujú. Spojnice Jasnejších hviezd v súčasnosti nahradzajú ilustrácie v mape, a tak pomáhajú jednoduchšie sa na oblohe orientovať. Bez spojínc by mapy boli veľmi neprehľadné.

Otáčavé mapky

Otáčavá mapa oblohy, niekedy nazývaná planisféra, je asi najobľúbenejšou pomôckou záujemcov o astronómiu. Po nastavení času oproti dátumu sa vo výreze objaví celá aktuálna obloha. Mapka sa vyhotovuje v tzv. Postelovej projekcii so stredom v severnom svetovom pôle. Podľa tohto bodu sa aj otáča. Mapka zobrazuje oblohu až po deklinačnú kružnicu, ktorá sa v danom mieste ešte dostáva k južnému bodu obzoru. Na našom území je hraničná hodnota deklinácie asi -42° . Výrez na maske zodpovedá obzoru v mieste, pre ktoré je mapka konštruovaná. Má tvar elipsy, jej tento tvar je daný použitou projekciou a jej sploštenie sa mení ze-

mepisnou šírkou miesta, pre ktoré je návrhnutá. Pre severný pól je výrez kruhový a na mapke siaha po svetový rovník. Pre miesta na rovníku sa takto konštruovaná mapka nedá použiť. Natočenie časovej stupnice voči dátumovej musí byť urobená s ohľadom na zemepisnú dĺžku daného miesta.

Astronomické ročenky

Spoločenstvá ľudí, zaoberajúcich sa poľnohospodárstvom, boli veľmi závislé od príaznivej teploty a dostatku vлагy a tak ľudia začali spoznať zákonitosť ročných období a obloha im začala slúžiť ako kalendár. Pribúdajúcimi vedomosťami o zákonitosťi pohybu telies na oblohe vznikla potreba niektoré skutočnosti zaznamenať a tiež sa pokúsiť predpovedať ich do budúcnosti. Vznikli tak prvé predpovede polôh, ktoré dnes nazývame efemeridy. Počiatky siahajú do staroveku. Hipparchos v 2. storočí p.n.l. vytvoril pomerne presný katalóg obsahujúci 850 hviezd a zaviedol stupnicu hviezdnych veľkostí, ktorú s malými úpravami používame dodnes. Nerovnomernosť v pohybe planét vysvetlil ich pohybom po dvoch kružničiach, deferente a epicykli. Ptolemaios na základe jeho práce zostavil dielo Almagest, v ktorom medziiným rozpracoval geocentrický systém pohybu planét tak dokonale, že sa na predpovedanie polôh používal až do 16. storočia.

Moderná éra sa začala v 16. storočí, keď sa podarilo pochopiť skutočné postavenie Zeme v Slnčnej sústave. Koperníkov heliocentrismus a presné pozorovania polôh planét výstúpili do objavu zákonitosťi pohybu planét, ktoré nazývame Keplerove zákony. Kepleroom objavené zákonitosťi využívame dodnes. Zvyšujúce sa nároky na presnosť prinášali

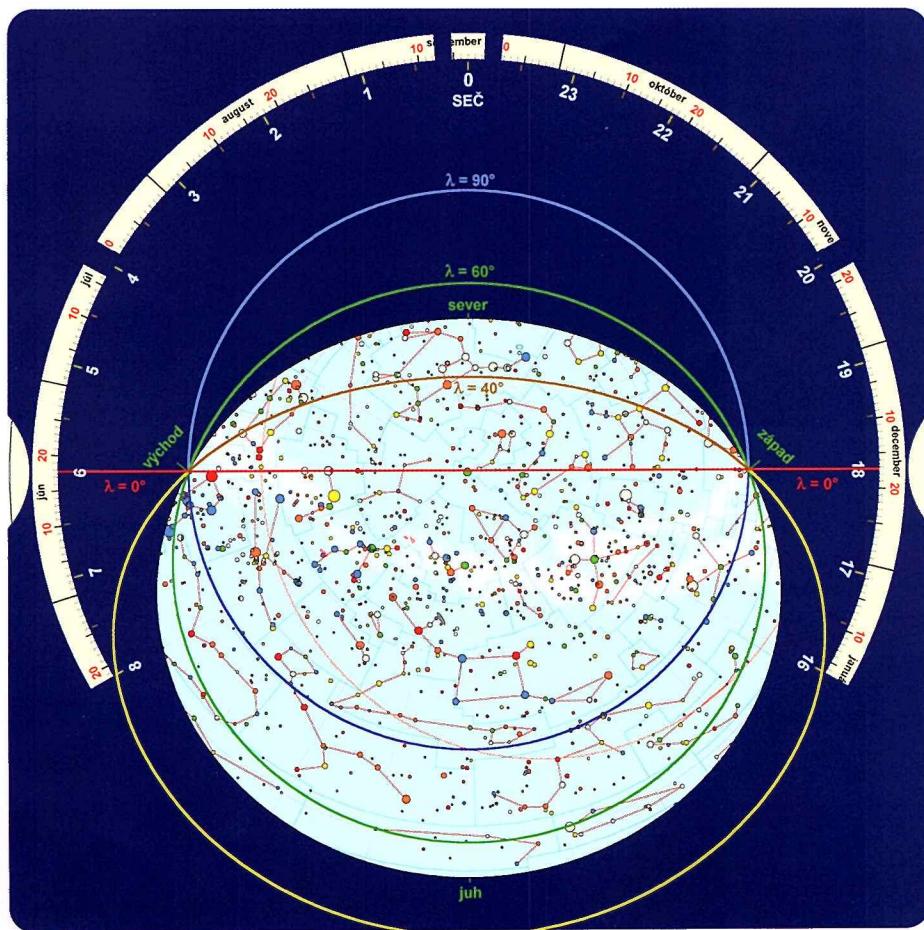
potreby opráv o ďalšie vplyvy. Isaac Newton dobil 3. Keplerov zákon o vplyv hmotnosti telies. Tiež bola rozpracovaná teória porúch, aby sa dali opísť vzájomné gravitačné pôsobenia planét. Brown z vlastných pozorovaní vypracoval rozvoje pohybu Mesiacu, ktoré veľmi presne opisujú jeho polohu až tisícoča do minulosti či budúcnosti. Na základe všetkých týchto prác sa začali vydávať počiatkom 20. storočia astronomické ročenky. Obsahovali denné údaje o polohách Slnka, Mesiacu a planét, časy ich východov a západov a ďalšie údaje, napr. jasnosť telies. Ročenky ďalej poskytujú informácie o zatmeniach Slnka a Mesiacom, efemeridy očakávaných jasnejších komét a asteroidov, prehľad činnosti meteorických rojov a mnohé predpovedné astronomické úkazy, ako sú konjunkcie telies, úkazy Jupiterových mesiacov a pod.

Zostavovanie ročenky v minulosti nebolo vôbec jednoduché. Na výpočtoch jednotlivých údajov pracoval tím matematikov. Množstvo potrebných výpočtov, navyše s veľkou presnosťou, bolo treba robiť na papieri, možno s použitím mechanických počítacích strojov. V našich oblastiach bol základou ročenkou sovietsky Astronomičeskoj Ježegodnik, ktorý vychádzal od roku 1922. Veľká viazaná kniha v čiernom plátnu obsahuje asi 650 strán tabuľiek. Ježegodnik vychádzal 4 roky dopredu. Občas k nemu pribudla aj tzv. Postojannaja časť, v ktorej boli vysvetlivky, ale aj matematické postupy výpočtu jednotlivých údajov. V roku 1925 začala vychádzať Hvězdářská ročenka. Od roku 1981 pravidelne vychádzala slovenská Astronomická ročenka.

Astronomické ročenky sú počítané pre jeden konkrétny bod na povrchu Zeme. Česká ročenka je pre zemepisnú šírku 50° a dĺžku 15° a slovenská je počítaná pre Bratislavu. Ak potrebujeme presné údaje v inom mieste, časy východov a západov treba opraviť o rozdiel v zemepisnej dĺžke, teda pripočítať rozdiel medzi danými miestnymi poludníkmi. Oprava na zemepisnú šírku nie je taká jednoduchá. Údaje sú spravidla tabuľkované v kroku jeden deň a sú vztiahnuté k 0. hodine použitého času. Pre polohu v inej hodine sa musia hodnoty interpolovať, čo nie je celkom jednoduché, keďže súradnice sa udávajú v uhlovej mieri. Polohy telies bývajú udávané ako geocentrické, čo je pre planéty a Slnko vcelku jedno. Mesiac však v dôsledku jeho relatívne malej vzdialenosťi od Zeme má významný rozdiel polohy na oblohe (topocentrickej) oproti tej, čo je uvedená v ročenke. Astronomický softvér po nastavení požadovaných zemepisných súradníc poskytuje tieto údaje úplne presne, a to pre ľubočinný časový okamih v takmer neobmedzenom časovom rozsahu.

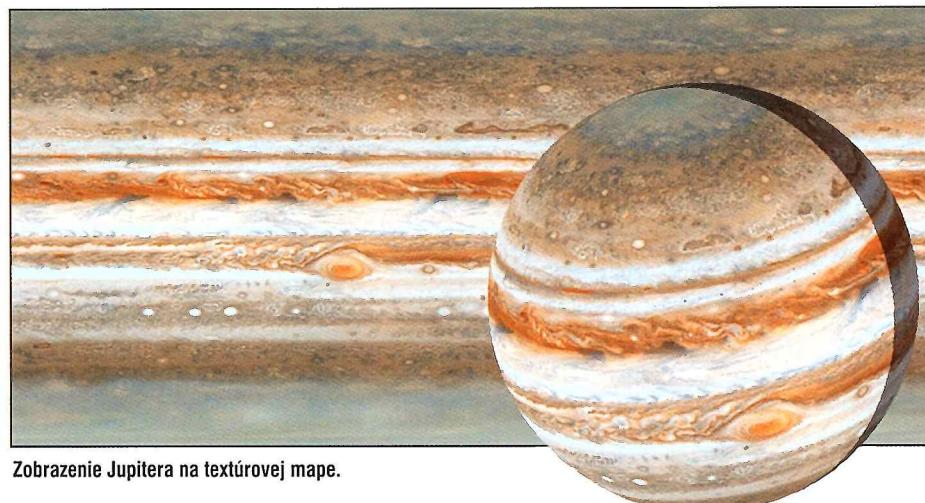
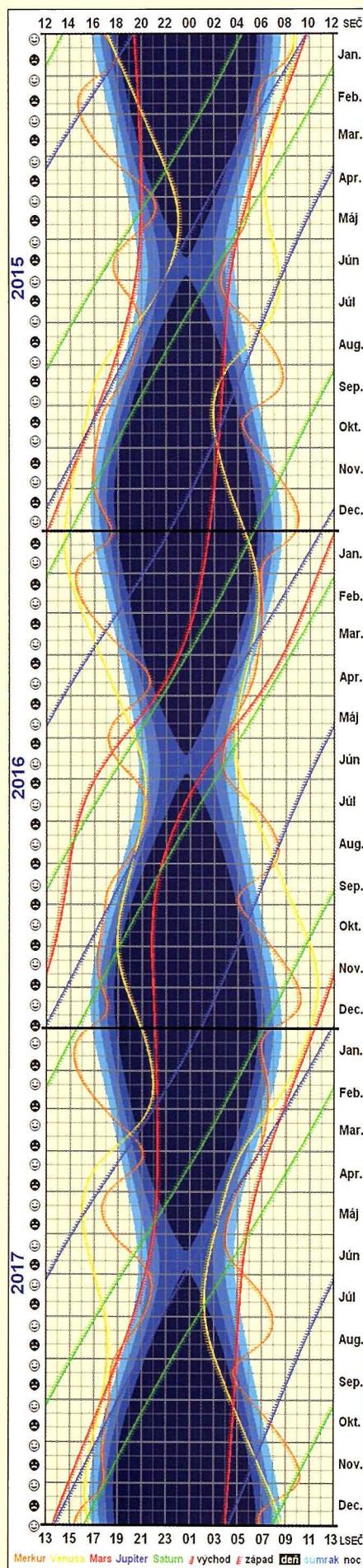
Diagramy

Pohyb planét v ročenkách je popísaný dvojicou rovníkových súradníc. Pre predstavu ich poloh na oblohe však treba tieto súradnice vnesť do hviezdnej mapky. Ročenky môžu obsahovať mapky s časovým rozvojom polôh planét, no planéty s kratšími obežnými dobami (Merkúr, Venuša a Mars) by mapu ubroili neprehľadnou. Pre informáciu o pozorovateľnosti planét sa stali veľmi populárne diagramy východov a západov planét. V zvislom smere bývajú spravidla vynesené dni v roku, vo vodorovnom denná hodina. Farebným odlíšením času východu a západu danej planéty pre všetky dni v sledovanom roku dostaneme krivky, ktoré časy východov a západov popisujú. Tieto bý-



Otáčavá mapa a tvar jej výrezu pre rôzne zemepisné šírky.





Zobrazenie Jupitera na textúrovej mape.

vajú zobrazené na krivkách východu a západu Slnka, ktorý býva doplnený o časy jednotlivých súmrakov. Oblasti diagramu, kde je Slnko nad, či pod obzorom, prípadne oblasti zodpovedajúce jednotlivým súmrakom, sú vyplnené vhodnou farbou. Z diagramu sa tak dá veľmi rýchlo zistit, kedy je planéta pozorovateľná. Do diagramov je možné zaviesť ľubovoľný objekt oblohy, napr. aj Mesiac, no ten by sa zobrazil do siete takmer vodorovných pásov a diagram by sa stal dosť neprehľadný. S obľubou sa používa na opis pozorovateľnosti jasnejších komét. Diagram je konštruovaný pre konkrétné zemepisné súradnice a miestny čas.

Astronomický softvér

Schopnosť počítača skladovať množstvo údajov, spracovať ich a graficky vyhodnotiť, ho predurčuje aj na riešenie ľubovoľného astronomického problému. Najbežnejšie sa používajú programy zobrazujúce oblohu. Potrebný je katalóg hviezd, obsahujúci najmä ich súradnice a jasnosti. Ďalšie katalógy obsahujú hranice súhviedzí, spojnice významnejších hviezd, hranice Mliečnej cesty a objekty nočnej oblohy. Pre požadovaný dátum a čas sa vypočítajú polohy Slnka, planét, Mesiaca, prípadne mesiacov planét či ďalších telies, ako sú kométy a asteroidy. Objekty sa pomocou vhodnej projekcie zobrazia na monitor alebo do obrazového súboru. Na zobrazenie nejakej oblasti oblohy je nutné vykonáť stásične matematických operácií. Všetko to však trvá len niekoľko stotín sekund. Súčasné programy sú graficky veľmi pekne spracované. Napríklad Mesiac aj planéty sú zobrazené takmer realisticky. Povrchy týchto telies viac-menej zodpovedajú pohľadu z miesta pozorovateľa. Mesiac býva zobrazený s fázou aj so započítanými libráciami. Pre potreby zobrazenia takýchto objektov sa používajú aj tzv. textúrové mapy.

Textúrové mapy

Textúrová mapa je vopred spracovaný obrázok, ktorý vznikol transformáciou a zlúčením rôznych záberov povrchu telesa, napr. planéty. Pomer šírky a výšky tohto obrázku je 2:1. Vo valcovej projekcií je takto zobrazený celý povrch planéty. V prípade Zeme vodorovne lineárne narastá zemepisná dĺžka a zvisle zemepisná šírka. Každý bod obrázku opisuje farbu povrchu v daných zemepisných súradničach. Transformáciou obrázka do ľubovoľnej projekcie je možné zobrazať objekty s ilúziou napr. guľovej plochy, s možnosťou rotácie, nakláňania, zväčšovania, a tiež aj dopočítaním fázy.

Úvodný obrázok je tiež zobrazením textúrovej mapy, ktorá vznikla podľa Uranometrie. Kópie at-

lasu boli vyfarbené a potom preskenované. Optimálnym prekrytím obrázku hviezdami v počítači sa priradili jednotlivým farebným bodom rovníkové súradnice, ktoré potom boli zobrazené do textúrovej mapy.

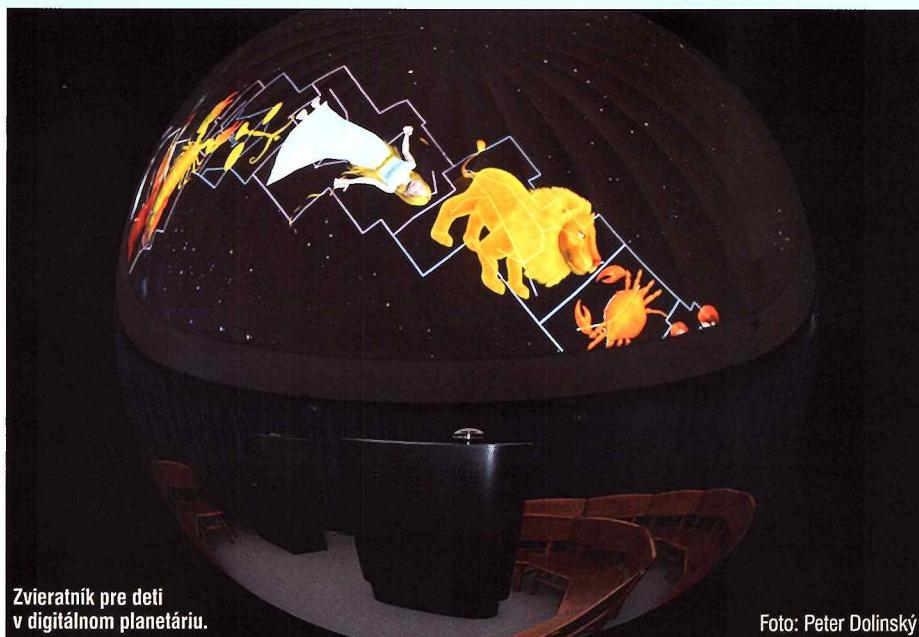
Časopisy, knihy, internet

K základným pomôckam, tak ako všeobecne k celému poznaniu, patria knihy a časopisy. Nové informácie väčšina z nás získava z časopisov. Obavy a vedecké práce sa publikujú vo vedeckých časopisoch. Informácie z nich postupujú do populárno-vedeckých časopisov. Historicky, v našom prostredí to bola predovšetkým Říše hviez a neskôr náš Kozmos, ktorý vychádzal doposiaľ. V porovnaní s inými súčasnými časopismi ho možno považovať za vynikajúci.

Venovanie sa vedeckej práci vyžaduje rozsiahle štúdium literatúry zaoberajúcej sa danou problematikou. Vyhľadanie množstva článkov je finančne aj časovo veľmi náročné. Tu veľmi účinne pomáha internet. Napr. NASA poskytuje abstraktovú službu ADS (Astrophysics Data System) v oblasti astronómie. Na základe výberu podľa mena autora, klúčového slova alebo dátumu či iného kritéria sa okamžite vyhľadajú všetky práce publikované vo významných časopisoch. Väčšina z týchto prác sa dá celá stiahnuť a vytlačiť. Táto cesta je nepomerne jednoduchšia a rýchlejšia ako vyhľadávanie literatúry v knižničiach a listovanie v nich.

Počítače prenikli do všetkých oblastí človeka a dospeli sme do doby, keď si prácu bez nich už ani nevieme predstaviť. Internet poskytuje množstvo informácií prakticky zadarmo, a tak začína vytľáčať čoraz drahšie tlačené materiály, ako sú knihy. Toto sa týka aj astronomickej literatúry. Pokrok však nemožno zastaviť. Počítače sú tu už asi natrvalo. Ich možnosti prinášajú aj mnohé negatívne dôsledky. Vznikajú nové závislosti, pribúdajú videohry a filmy, v ktorých sa už prakticky nedá rozlišiť skutočné od virtuálneho. Pohodlná navigácia pomocou GPS môže spôsobiť, že po čase užívateľ stratí schopnosť samostatne sa orientovať v priestore. Už samotné písanie na klávesnici mnohých z nás zavalo schopnosti pekne písat rukou a bez kalkulačky by sme už mali problém vypočítať hoci aj podiel dvoch čísel. Negatívne dôsledky modernej techniky sa podobným spôsobom vnášajú aj do astronómie. Aby sme aspoň častočne dokázali zostať v reálite, nesmieme zabúdať, že okolo nás existuje aj skutočný vesmír.

PETER ZIMNIKOVAL



Zvieratník pre deti
v digitálnom planetáriu.

Foto: Peter Dolinský



Príhovor generálneho riaditeľa Sekcie kultúrneho dedičstva Ministerstva kultúry SR, PhDr. Pavla Šimuniča, CSc.

Foto: Ivan Dorotovič

Marec v Hurbanove

Marec bol v Slovenskej ústrednej hvezdárni mesiacom atraktívnych podujatí. Takmer 150-ročná hvezdáreň v Hurbanove začala novú éru inštaláciou moderného digitálneho planetária.

Optomechanické planetárium ZKP 1, ktoré slúžilo od mája 1983 do novembra 2014, vyštredalo nové digitálne planetárium.

Žiaľ, kedže väčšinou nič neprebieha ideálne a podľa plánov, tak aj inštalácia planetária a úprava priestorov planetária sa stretla s nečakanými problémami, ktoré odsunuli uvedenie planetária do prevádzky až na 9. marca. Táto dlho očakávaná udalosť sa konala za účasti pozvaných hostí. Prítomným sa prihovoril generálny riaditeľ Sekcie kultúrneho dedičstva Ministerstva kultúry SR, PhDr. Pavol Šimunič, CSc., ktorý vyzdvihol prínos moderného zariadenia na popularizáciu astronómie a zaželal pracovníkom hvezdárne veľa zdaru pri využití materiálneho potenciálu, ktorým Slovenská ústredná hvezdáreň disponuje k maximálnej spokojnosti návštevníkov.

Svojím prihovorom obohatila program aj primátorka mesta Hurbanovo, Mgr. Ildikó Basternáková. S hrdosťou hovorila o hodnotnej kultúrno-vzdelávacej inštitúcii, ktorá je pýchou Hurbanova.

Toto podujatie vyzvalo veľký záujem verejnosti a médií. Verejnosť mala možnosť stretnúť sa s novým prístrojom prvý raz na Dni hvezdárni a planetáriu 15. marca. Pracovníci Slovenskej ústrednej hvezdárne pripravili zaujímavý program a tešili sa z obrovského záujmu návštevníkov.

Hvezdáreň privítala davy záujemcov aj pri pozorovaní čiastočného zatmenia Slnka.

dárne boli navyše pripravené nasledovné dalekohľady: chromosférický dalekohľad, Coronado (obidva prístroje s H-alfa filtrom), reflektor Cassegrain 200/1200 mm (s fóliou Astrosolar pred objektívom dalekohľadu).

Okrem toho bolo možné sledovať priebeh zatmenia na TV obrazovke, kde bol disk Slnka snímaný CCD kamerou pomocou horizontálneho slnečného dalekohľadu s ohniskom objektívu 35 m zo štrbiny spektrografovi. Spestrením bol na ďalšej TV obrazovke aj priamy prenos cez internet z pozorovania úplného zatmenia Slnka z nórskeho arktického súostrovia Svalbard (resp. Špicbergy).

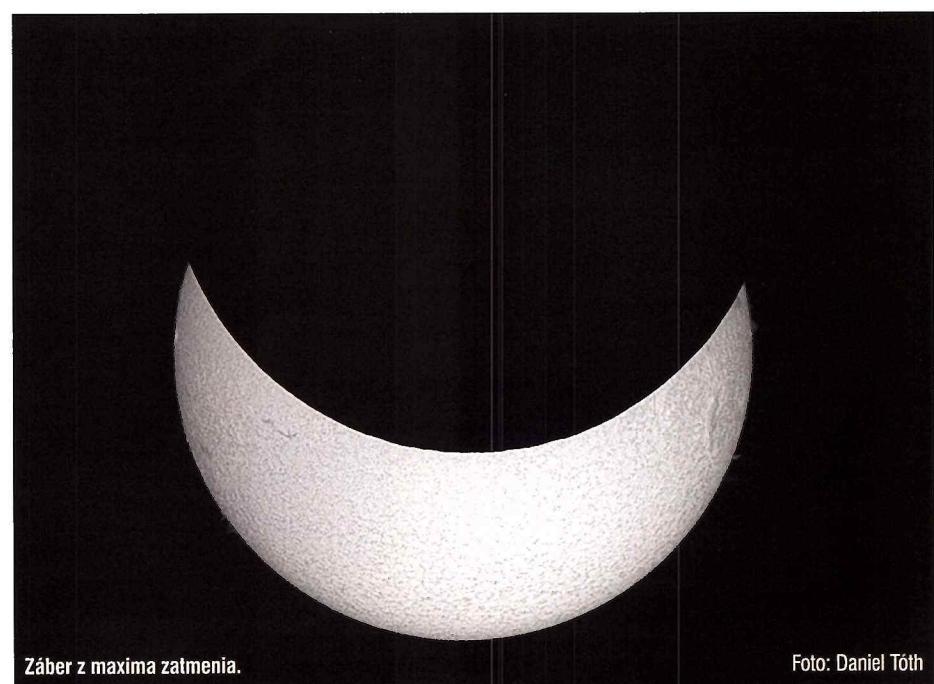
Návštevníci hvezdárne mali možnosť priebežne zhliadnuť program v planetáriu a po skončení zatmenia absolvovali prednášku S. Šišuláka s názvom Významné pozorovania zatmenia Slnka v dejinách.

Atmosféru pozorovania čiastočného zatmenia Slnka zachytia televízia TA3. Okrem reakcií návštevníkov vysielala v 10-minútovom priamom prenose počas maximálnej fázy zatmenia obraz zatmenievaneho disku Slnka spolu s odborným komentárom I. Dorotoviča, ktorý bol pozvaný aj do večernej spravodajskej relácie televízie TA3 „24 hodín vo svete“, zameranej aktuálne na diskusiu o tomto astronomickom úkaze.

Drahoslava Výbochová
a Ivan Dorotovič

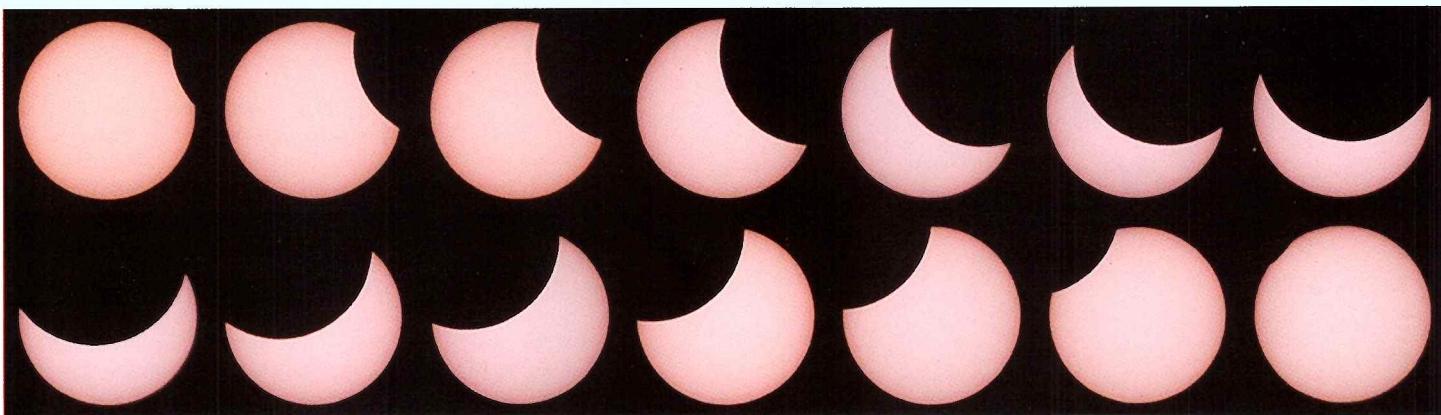


Návštevníci počas pozorovania čiastočného zatmenia Slnka. Foto: Peter Dolinský



Záber z maxima zatmenia.

Foto: Daniel Tóth



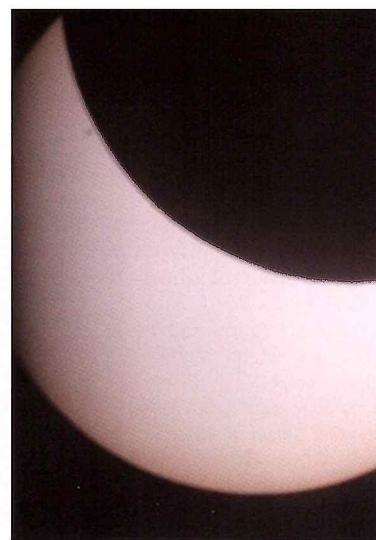
Všetky fotografie boli odfotografované fotoaparátom Nikon D5000 s použitím objektívu Nikkor 18-105 f/3,5-5,6G pri f/8, 105 mm, 1/1250 s, ISO 200.

Ján Tóth

Kedže 20. marca bolo na väčšine územia jasno, čiastočné zatmenie Slnka mohli pozorovať všade, na celom území Slovenska. Verejné pozorovanie zorganizovali všetky hvezdárne, mnohé astronomické kružky a školy. Počas práce viacerí ľudia vyšli von a cez filtro sa aspoň narýchlo pozreli na Slnko, ako z neho Mesiac ukrajuje. Do redakcie nám prišlo veľa fotografií a príspevkov; všetkým za ne patrí srdečná vďaka. Zopár, aspoň na ukážku, uverejňujeme.



Technika: Coronado PST, barlow 1.65x, CCD kamera Astropix 1.4+, miesto: Zohor. Astrofoto.sk Team (Ivan Majchrovič, Tomáš Maruška a Miroslav Grnja)



„Posielam vám snímku zo zatmenia Slnka, ktorú urobila vnučka Júlia v mojej hvezdárni Júlia. Vladimír Bahyl“ Júlia Pastierovičová

Vedúca astronomického kružku v Bratislave Katarína Maštenová (Slovenské národné múzeum) zorganizovala na dunajskom nábreží v Bratislave verejné pozorovanie čiastočného zatmenia Slnka. Na pozorovanie boli prípravené pre záujemcov viaceré dalekohľady – Dobson, reflektory, Coronado či binokulár zhotovený p. Dvončom, ktorý daroval bratislavským amatérom vedeným Katarínou Maštenovou jeho dcéra. Projekciu cez Dobson vlastnej výroby zabezpečoval František Erben. Na pozorovanie sa zúčastnilo asi 500 Bratislavčanov. Na snímke je projekcia cez šošovkový 5-cm dalekohľad (priemer projekcie vyše 7 cm) a v pozadí priemet cez 15-cm zrkadlový dalekohľad (priemer projekcie okolo 35 cm).

Text a foto: František Erben

Dotkli sa Slnka a Mesiaca



Dotkli sa diamantového prsteňa. Projekcia úplného zatmenia prenášaná internetom.

Foto: V. Lackovičová



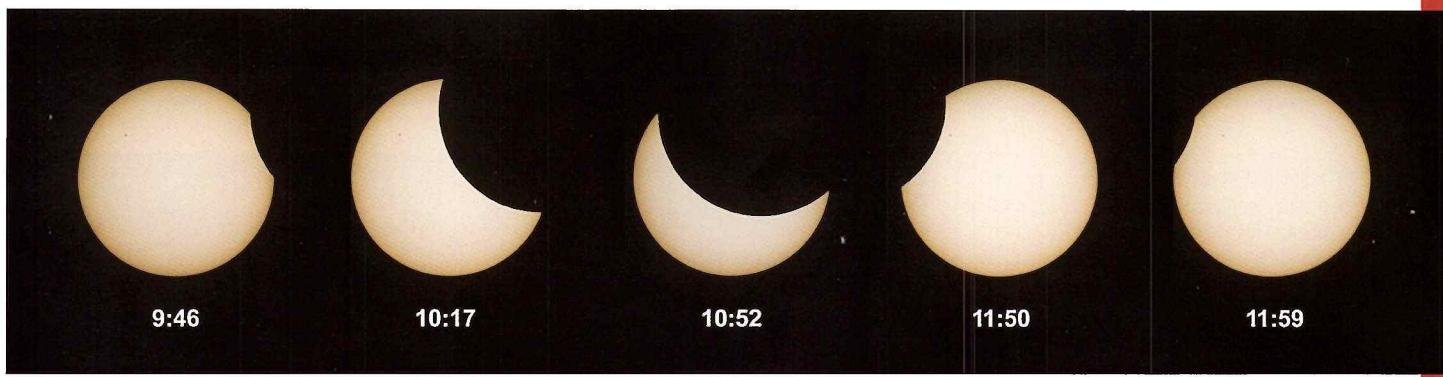
Prvý priamy pohľad na Slnko.

Foto: A. Kučera

Astronomický ústav SAV v Tatranskej Lomnici v piatok 20. marca ožil hlasmi školákov z kežmarských a popradských škôl, ako aj návštěvníkov tatranských hotelov a obyvateľov okolitých miest a obcí, ktorí chceli vidieť zákryt vesmírnych telies naživo. To im umožnili štyri prenosné dalekohľady vybavené filtrami Astro-Solar a dostatočný počet fóliových okuliárov, ktoré boli k dispozícii. Pozorovania sa zúčastnilo 200 až 300 návštěvníkov. Niektorí z nich si všímli, že okolo maxima zatmenia sa mierne ochladilo. O opodstatnenosti ich pocitu svedčia merania teploty. Krátko po maxime čiastočného zatmenia o 10:52 boli návštěvníci Astronomického ústavu SAV vďaka internetovému on-line prenosu o 11:12 svedčili aj úplnému zatmeniu v Longyearbyen, hlavnom meste súostrovia Svalbard, kde medzi pozorovateľmi bol aj kolega Vojtech Rušin. Úplné zatmenie tam trvalo 2 min 27 s.

Verejné pozorovanie zatmenia v Astronomickom ústave SAV spoluorganizovala s podporou firmy Tromf aj Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV. Ďalší dobrú príležitosť uvidieť na Slovensku výraznejšie čiastočné zatmenie Slnka budeme mať až o sedem a pol roka, a to v utorok 25. októbra 2022.

Július Koza,
Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica



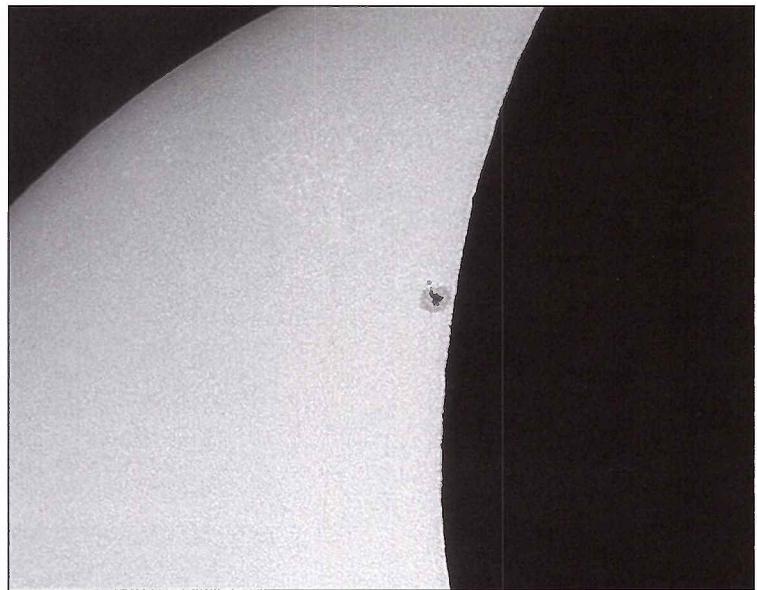
Zatmenie Slnka 20. 3. 2015. MC 5,6/1000, astrosolar, Canon EOS 1100D, ISO 100, exp. 1/500 s.

Foto: D. Rapavá



Zatmenie dierkovou komorou.

Foto: D. Rapavá



Detail fotosféry (10:32:28,3 SEČ) s dobre viditeľnými nerovnosťami mesačného limbu. R 160/2450, astrosolar, cont. filter, CCD SHT 1.3, exp. 3 ms.

Foto: P. Rapavý

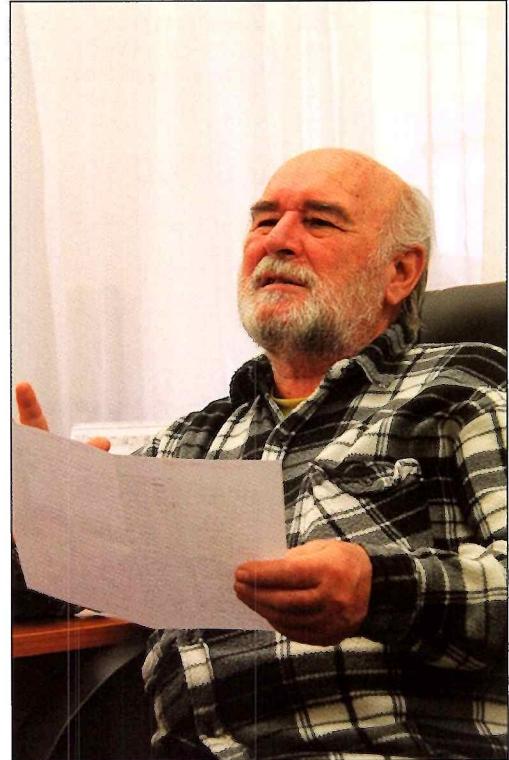
Podujatia – Astrofoto

Hodnotenie súťaže Astrofoto 2014 bolo 17. apríla 2015 v priestoroch redakcie časopisu Kozmos. Fotografie zachytávajú porotcov pri ich rozhodovaní o udelení cien.

Foto: Pavol Rapavý



Karel Petrik: Ked' sa nebo otvorí, ani Slnko nevie, kam skôr. 9. 12. 2014 v Bratislave o 10:55:51 SEČ. Mobil iPhone 5S, 8 Mpx 4.15 mm f/2.2, 1/6849 s, ISO 40. Na snímke je v strede „diery“ parhelické (psie) slnko, tó práve sa skrýva upravo medzi mrakmi. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha (Astrofoto 2014).



Astrofoto 2014

Už 37-krát v histórii súťaže Astrofoto sa stretla odborná porota, tentoraz aby vybraťa najlepšie fotografie ročníka 2014. Porota zasadala 17. apríla 2015. Predseda poroty Dušan Kalmančok a členovia Peter Dolinský, Martin Farkaš, Milan Lackovič a Pavol Rapavý mali veľmi náročnú úlohu. Skonštovali, že: „...snímky sú dobré, kvalitné, je ľahké vybraťa najlepšie...“. Do súťaže sa zapojilo 18 súťažiacich s celkovým počtom 85 súťažných fotografií.

Porotcovia ocenili pokročenosť techniky fotografia, pri niektorých snímkach vysoko hodnotili kompozíciu a estetiku. Predseda poroty poznamenal, že viaceri snímok je na takej profesionálnej úrovni, že by sa za ne nemuseli hanbiť ani veľké observatóriá.

Aj tento rok sme s potešením privítali práce nových autorov, čo nás utvrdzuje v tom, že záujem o astronomickú fotografiu pretrváva.

Dakujeme za priazeň, ktorú k našej súťaži prechovávate a tešíme sa na Vaše fotografie v 38. ročníku súťaže.

Dovolujeme si Vás upozorniť na zmeny v štatúte súťaže, ktorý spolu s formulárom nájdete aj na stránke www.suh.sk.

Astronomické snímky

1. miesto	Pavol Kollárik	NGC 2264
2. miesto	Štefan Šimon	Messier 8 v HDR
3. miesto	Róbert Barsa	Cefeus – mozaika
3. miesto	Vladimír Škrabák	Slnko 8. 5. 2014

Variácie na tému obloha

1. miesto	Marian Urbaník	Elektrická búrka – NLC
2. miesto	Marian Harnoš	Žiara nad Landego
3. miesto	Roman Vaňúr	Cestou
3. miesto	František Erben	Táto lampa osvetluje celú Zem

Súťažné snímky v oboch kategóriách postúpili do súťaže o cenu firmy Tromf Piarová, ktorá nezávisle na odbornej porote vybraťa v kategórii **Astronomické snímky** fotografiu *Messier 8 v HDR*, ktorej autorom je Štefan Šimon a v kategórii **Variácie na tému obloha** snímku *Hmlová dúha*, ktorej autorom je Roman Vaňúr.

Drahoslava Výbochová



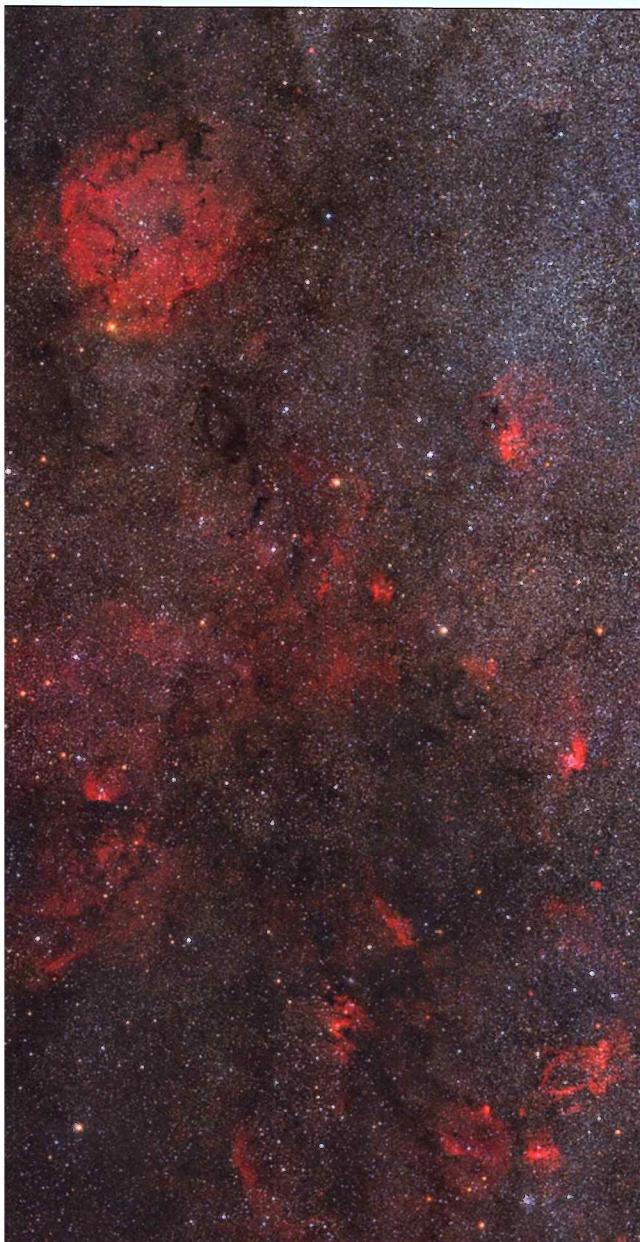
Pavol Kollárik: NGC 6888. Dátum a čas expozície: 1-2/2014; 17×600+4×1200Ha – SBIG8300; 2×900+6×1200 s H-alfa × G4. Newton ASAN 12, montáž G53F, kamera SBIG8300+G4, filtre 3 nm Ha, kamera SBIG8300. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 1. cenu.



Štefan Šimon: Messier 8 v HDR. Dátum a čas expozície: V čase od 10. 6. 2014 do 6. 7. 2014. CCD SBIG8300 M + SBIG FW5 / Baader Ha, SII, OIII úzkopásmové filtre; refraktor Vixen 80/600 f/6,4/Borg 0,85×FF. Domáca hvezdárnička. Snímané cez H-alfa+OIII úzkopásmové filtre. Expozície: 13×400 s H-a až 15×600 s OIII (bin 1×1). Snímanie, kalibrácia a skladanie programom Maxim DL5, kombinácia jednotlivých úzkopásmových sérií programom ImagePlus3 a konečná úprava v PixInsight LE, NIK-Collection a PSh-CS6. Fotografia zobrazuje hmlovinu Messier 8 (NGC 6523), nazývanú aj ako Lagúna. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 2. cenu.

Formulár pre jednotlivé práce

Meno a priezvisko	
Kontaktná adresa	
e-mail	
Dátum narodenia	
Číslo účtu (na prípadné zaslanie ceny)	
Kategória	
Názov práce	
Dátum a čas expozície	
Miesto	
Parametre použitých prístrojov	
Špeciálne postupy a úpravy (digitálne foto)	



Róbert Barsa: Cefus – mozaika. Dátum a čas expozície: 4. 2. 2014, 18:35 – 15. 2. 2014, 0:35 UT. Chrastné. Objektív Canon EF 200 mm F/2.8L, montáž EQ6, CCD MII G2-8300, mozaika 10 polí s expozíciami. H-alfa – 3×15 min., R – 3×5 min., G – 3×5 min., B – 3×5 min. Jednotlivé polia budúcej mozaiky skalibrované pomocou dark, flat a bias snímok, zaregistrované a sprimerované. Následne vyskladávanie celkovej mozaiky pre každý kanál zvlášť (10 polí) a ich spoločná registrácia (PixInsight). Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 3. cenu.

Vladimír Škrabák: Slnko 8. 5. 2014. Fotené 8. 5. 2014. Fotografia je zložená z dvoch videí (1 000 framov stred a 500 framov okraj), pričom bolo z každého videa vybraných 250 najlepších záberov. Lunt LS60 TC Ha/b1200, Imaging Source DMK51, Heq5 Pro. Fotené kamerou Imaging source DmK51 v programe Ic capture. Fotografia súťažila v kategórii Astronomické snímky a získala 3. cenu.



Podmienky súťaže Astrofoto 2015

Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove vyhlasuje 38. ročník súťaže Astrofoto. Súťaž je určená všetkým amatérom a profesionálom v oblasti astronómie. Všetky kategórie sú bez vekového ohraničenia. Súťažné práce budú rozdelené do nasledovných tematických kategórií:

1. Astronomické snímky. Do tejto kategórie patria astronomické snímky planét, komét, asteroidov, spektier astronomických objektov, bolíodov, slnečnej fotosfery a chromosféry, detaily slnečných škvŕn, hviezdomokopy, galaxie, hmloviny, Mesiac, zatmenia a konjunkcie, snímky súhviedzí a pod.

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

Podmienky súťaže:

- Do súťaže sú prijímané len digitálne fotografie, alebo fotografie digitalizované (z filmu, diapositívov a pod.).
- Do súťaže sa prijímajú snímky získané resp. urobené v čase od 1. januára 2015 do 31. decembra 2015.
- Ku každej súťažnej práci musí byť priložený formulár. Názov súboru, snímky a formulára musí byť rovnaký. Názov nesmie obsahovať diakritiku. Formulár je možné stiahnuť aj na internetovej stránke:
- Digitálne zábery musia byť zaslané v niektorom z formátov: JPG, TIF alebo BMP a musia mať pripojený súbor s požadovanými údajmi. Každá snímka musí byť zaslaná aj vo formáte JPG.
- Každá súťažná práca musí byť označená tematickou kategóriou, ktorej sa autor s prácou zúčastňuje.
- Fotografiu môže zaslať len autor snímky.
- Súťažná snímka nesmie obsahovať podpis, vodoznak ani text, ktorý obsahovo priamo nesúvisí so snímkom.
- Zaslániím snímky autor automaticky súhlasí s pravidlami súťaže.

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

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

Vyhodnotenie a výsledky: Súťaž vyhodnotí odborná porota. Vyhodnotenie súťaže bude uverejnené v časopise Kozmos 3/2016.

Všeobecné podmienky:

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

Pre zaradenie do súťaže je rozhodujúcim dátum podania zásielky, najneskôr 31. 1. 2016.

Práce označené heslom ASTROFOTO posielajte na adresu:

Slovenská ústredná hvezdáreň
Komářianská 134
947 01 Hurbanovo
Slovenská republika

O súťaži

Súťaž Cena ScifiKozmos vznikla ako spoločná aktivita časopisu Kozmos, resp. zriaďovateľa SÚH Hurbanovo, ktorý bol iniciátorom súťaže, Občianskeho združenia Fantázia, ktoré už trinásť rokov organizuje najprestížnejšiu slovenskú súťaž poviedok žánru fantastiky Martinus Cena Fantázie a Občianskeho združenia Force Majeure, ktoré prevádzkuje internetový portál scifi.sk.

Do prvého ročníka súťaže Cena ScifiKozmos sa prihlásilo 43 autorov s 54 poviedkami. Podmienkou účasti bol doteraz nepublikovaný text žánru sci-fi do 9 000 znakov v slovenskom jazyku. Každý autor mohol poslať dve poviedky.

Poviedky hodnotili členovia redakcie scifi.sk Alexander Schneider, Ružena Srnková a František Gago. Spomedzi 54 súťažiacich diel vybrali päťcú finalistov, z ktorých redakcia časopisu Kozmos vybrala víťaza.

Vítazom sa stal **Richard Brenkuš** s poviedkou *Iba uhlík*. Tento autor nie je na slovenskej scéne fantastiky neznámy. Zaujal minulý rok a hned v niekoľkých kategóriách. Stal sa jedným z finalistov minuloročnej Martinus Ceny Fantázie, bol finalist súťaže o najlepšiu sci-fi poviedku Cena INTEL a zvíťazil v súťaži poviedok v anglickom jazyku Fantasy Award.

Finalistami súťaže Cena ScifiKozmos sa stali **Ján Gálik** s poviedkou *Chlapec a vesmír*, **Lenka Štíblaríková** s poviedkou *Ticho*, **Ján Ďuriňák** s dielom *Všivavá apokalypsa* a **Daniel Klimek** s dielom *V údolí vychádzajúceho slnka*.

Okrem diplomov získali víťaz a finalisti finančné odmeny. Výherná poviedka je honorovaná sumou 100 eur a finálové texty sumou 50 eur.

Podľa vyjadrení porotcov bola kvalita poviedok vysoká a vybrať päťcú najlepších bolo náročné. Mnoho autorov dokázalo rozvinúť príbehy aj v rozsahu do požadovaných 9 000 znakov. Viaceré poviedky niesli silné posolstvo a zameriavalia sa na oblasť budúcnosti a vesmíru.

Vyhlasovanie výsledkov súťaže sa uskutočnilo v kníhkupectve Martinus v Bratislave, v Cubicone a okrem porotcov sa na ňom zúčastnili viacerí súťažiaci. Prišiel aj účastník zo Švajčiarska.

Poviedky, ktoré budeme publikovať v časopise Kozmos, budú vyberané spomedzi tých, ktoré sa zúčastnili súťaže Cena ScifiKozmos.

Vítazovi a finalistom srdečne bla-hoželáme a dákujeme všetkým, ktorí sa zapojili do tejto súťaže.

V prípade, že máte radi fantastiku, radi píšete a súťažíte, do konca mája sa môžete zapojiť do súťaže Martinus Cena Fantázie 2015. Všetky informácie o tejto súťaži a o už ukončenej súťaži Cena ScifiKozmos nájdete na internetových stránkach www.cenafantazie.sk a www.scifi.sk.

Lucia Lackovičová

Richard Brenkuš

Iba uhlík

„Myslís, že sa tam vonku už niekto strati? Alebo sem prišli všetci?“ prehodil.

„Kto mohol, prišiel,“ odpovedala s vedomím, že jej muž nemal na mysli ľudskú rasu – boli tam predsa obaja. „Okrem tých, ktorí dokázali preniknúť do paralelných vesmírov. Nie je nás tu málo,“ povedala rezignované, mysliac na bytosť, s ktorými spolu-krúžili.

„Je smiešne, že zostalo iba toto,“ ukázal na unavenú hviezdu. „Malý plamienok.“

„Iba uhlík,“ dodala.

„Tiež sme boli iba uhlík a pári elementov. A voda, zväčša. Pozri, kam sme to dotiahli...“

„Kto vie, ako chutila voda.“

Netušil. Pohladiť ju svojou myslou.

Lode sa tesnejšie zomkli okolo zdroja. Eóny tikali. Teplota padala k absolútnej nule, ktorá hraničila s mikrovlnným pozostatkom stvorenia.

„Tolko mozgov pokope, miliardy rokov vývoja, a predsa sme tu,“ povedala.

„Predsa sme tu.“ Chápal, čo mala na mysli: Ich spoloční predkovia prešli všetkými etapami vývoja. Nevyhubili sa na úsvite pokročilých technológií. Prežili jadrový vek. Prekonali nástrahy informačnej éry, keď zostrojili prvý počítač, ktorý bol predvídavejší, než jeho tvorcovia. Naučili sa využiť všetku energiu domovskej hviezdy. Potom sa vydali k neznámym slnkom, najprv ako odvážni koloniálni pionieri, neskôr ako členovia plnhodnotnej medzihviezdnej civilizácie. Poučili sa z turbulencii vlastného rozmachu a v ich stopách šla prosperita s pokrokom. Velili sami sebe a spravovali svoje osudy. *Vytrvali*. Nevymizli tak, ako im kedysi predpovedali pesimisti. Sledujú hrejivého trpaslíka, ktorý žiaril čoraz slabšie, chláhol ich poznatok, že sa predsa ocitli vo vybranej spoločnosti: Na každú rasu, ktorá sem dorazila, pri-

padala stovka takých, ktoré to nezvládli a zničili sa predtým ako mohli začať konečné štadium expanzie časopriestoru. Skôr, než nastal Veľký Chlad.

Súčinnosť ľudí hnala ich počty do pravých astronomických výšin. Roztrúsili sa najprv po Mliečnej dráhe a potom, preklenutie nesmrne pripasti, vzali za svoje aj susedné galaxie. Úspechy sa stupňovali, predsa však nedokázali rozosiať zárodky nových hviezd. Márne sa snažili nasledovať pokročilejšie bytosť do inej bubliny multiverza. S mimozemšanmi, ktorých stretli pri ohni, ich spájal rovnaký osud: Dosiahli nesmrteľnosť a počkali až do konca predstavenia. Za oponu nesmel nik.

„Myslís, že pre nich tam vonku plynne čas rovnako rýchlo ako pre nás? Že vidia, ako vyhasína? Chcela by som k nej natiahnuť dlane. Jej svetlo je krásne,“ povedala.

„Keď sa dostali až sem, tiež už museli vyrásť z organických bunkových štruktúr. Podobne ako my,“ povedal v domienke, že logika inú možnosť nepripúšťala.

„Storočie vraj malo kedysi váhu. Aj tisícročie,“ povedala zasnene.

„To áno. Keď ešte ľudia mali telá,“ zopakoval.

„Pozri, čo robia Draci!“ vykríkla zrazu.

Zahľadel sa na bytosť z čiernej energie, ktoré sa po povrchu hviezd hmýrili ako dúhové hady. Draci klučovali medzi tmavými slnečnými škvŕnami a odčerpávali drahocennú energiu. Predčili všetky rasy, ktoré k sebe studené svetlo prilákalo. Aj ľudí, pretože muž a žena, hoci obaja predstavovali kolektívne vedomia miliárd jedincov oboch pohlaví, potrebovali úložisko pre vlastné dátu. Draci sa zaobišli bez schrány, bez lode, bez techniky. Evolučne však zaostali za najstaršími civilizáciami, ktoré opustili pozorovateľné dimenzie už na počiatku zhasinania slnka. Ich stopy rýchlo vychladli a pre ostatných sa zdal únik do iného vesmíru neuskočiteľným. Nik nevedel *ako*, nik nevedel *kam*. Ani Draci.

Biely trpaslík tmavol a lode, medzi ktorými sa vznášalo aj kovové telo ženy a muža, mali k sebe stále bližšie. Slučka, ktorú okolo ohňa vytvorili, sa snažila vyžmýkať z hviezd zbytky lumenov. Časomiera bola pre nich už len spomienka.

Trpaslík prestal tliť. Stal sa z neho čerstvý náhrobok z degenerovanej hmoty.

„A čo teraz?“ ženin hlas vpadol do tmy, ktorá sa pomaly udomáčňovala v mužovej mysli.

„Počkáme,“ povedal. „Ak budeme mať šťastie a ak budeme trpezziví, možno sa o tú našu obtrie iná časopriestorová bublina. Necháme to na náhodu. Možno z toho vypení niečo, čo bude pre nás dobré.“

„Kvantové javy na kozmickej škále,“ povedala neurčito. „Znie to nepravdepodobne.“

„Už sa raz stalo. Môže sa to prihodiť znova.“

„A čo potom? Svetlo?“ zahľadela sa do temnoty, dúfajúc v náhodnú vlnu, ktorá sa preženie hyperpriestorom a prinesie do ich sveta nový život. Volala po ruke, ktorá sa vynorí z tmy a znova zažne. Nestalo sa tak, no stále dúfala.

„Hej,“ povedal a zavrel svoje virtuálne oči, „potom bude svetlo.“

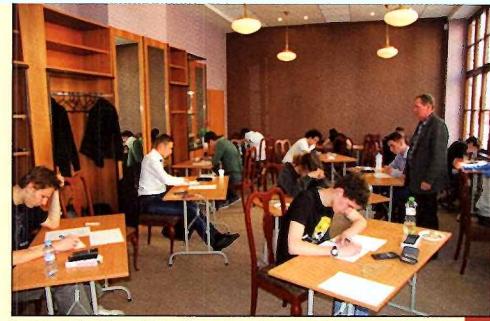
Celoslovenské finále Astronomickej olympiády (AO) 2015

Už 9. ročník tejto astronomickej súťaže zorganizovala v dňoch 29. – 30. apríla 2015 Slovenská astronomická spoločnosť (SAS) pri SAV v spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárnou (SÚH) v Hurbanove a s Astronomickým ústavom (AsÚ) SAV v rámci už dlhodobo plánovaného projektu. Krásne prostredie pre riešiteľov olympiády kúpeľných Piešťanov vybral a zabezpečil Mgr. Marián Vidovenec, generálny riaditeľ SÚH v Hurbanove. Na otvorení finálového kola sa už tradične stretli niektorí členovia Výkonného výboru AO: RNDr. Ladislav Hric, CSc. – predseda AO na Slovensku, RNDr. Juraj Zverko, DrSc., predseda hodnotiacej komisie, Mgr. Marián Vidovenec, Mgr. Mariana Zverková, RNDr. Miroslav Znášik a RNDr. Mária Hricová Bartolomejová. Ďalší členovia výboru prispeli do súťaže astronomickými úlohami, no ich osobná prítomnosť nebola potrebnej. Naopak, prítomný bol ešte Ing. Peter Dolinský, pracovník SUH v Hurbanove, a samozrejme, dvanásť úspešní riešiteľov prvého kola AO v kategórii stredných škôl. Všetci súťažiaci preukázali značné vedomosti v prvom kole súťaže, preto organizátori tušili, že nebude ľahké z 12 veľmi dobrých fyzikov a astronómov vybrať najlepších piatich astronómov a fyzikov, ktorí by mohli najlepšie reprezentovať Slovensko na Medzinárodnej olympiáde z astronómie a astrofyziky (IOAA).



Najlepší tria z celoslovenského finále AO v Piešťanoch. V strede Miroslav Gašpárek obhájil prvé miesto z vlaňajška, tesne za ním skončil Juraj Halabrin po jeho pravici a podobne ako aj vlni, na treťom mieste skončil Jozef Lipták. Nech im tento „most nádejí“ prinesie úspech na IOAA.

Finále už tradične otvoril Dr. Ladislav Hric – predseda SAS pri SAV, ktorý sa prihovoril študentom, poukázal na najčastejšie požiadavky pri riešení úloh na medzinárodných olympiádach, ale aj na možné úskalia a zdroje chýb, na ktorých študenti strácajú cenné body. Potom vyzval študenta Miroslava Gašpáreka, aby vysvetlil riešenie najťažšieho príkladu z 1. kola AO, ktorý vyriešila úplne správne iba polovica úspešných riešiteľov. Miroslav zvládol výborne a ukázal, že častým problémom býva zlé pochopenie samotného zadania úlohy. Potom mali študenti 4 hodiny na riešenie 6 príkladov a po krátkom občerstvení ešte 45 minút na praktickú úlohu.



Dr. Znášik, člen VV AO, dohliada na súťažiacich.

Po odovzdaní riešených úloh zasadla hodnotiacia komisia a do neskorej noci vyhodnocovala práce všetkých súťažiacich. Na základe výsledkov boli vyhotovené aj diplomy pre všetkých úspešných riešiteľov finálového kola a tabuľky s poradím a bodovým ziskom. Celkovo bolo možné získať maximálne 800 bodov. Na druhý deň boli odovzdané diplomy, ako aj drobné ceny a bola stanovená slovenská výprava (prvých 5 úspešných riešiteľov v druhej kategórii, plus jeden náhradník a dva vedúci), ktorá bude reprezentovať Slovensko na 9. IOAA, konajúcej sa v júli a auguste tohto roka na južnej pologuli v ďalekej Indonézii.

Práve sa mi (5. 5. 2015) podarilo prediskutovať vekový limit s prezidentom IOAA. Martin Murín dovrší ešte počas olympiády v Indonézii 20 rokov. Napriek tomu mu podľa najnovšieho štatútu IOAA bude umožnené zúčastniť sa na 9. ročníku IOAA. Samozrejme, týmto sa momentálne končí hlavná úloha náhradníka.

Študenti, ktorí sa prebojovali až na celosvetové súťaženie v astronómii sa už tradične pýtali aj na prípravný seminár, ktorý pre nich zorganizujeme aj tohto roku, v druhej polovici júla. Budú sa musieť číri najvernejšie oboznámiť aj s južnou oblohou a na to je najvhodnejšie planetárium. Pomoc v tomto smere mi už potvrdil riaditeľ Krajnej hvezdárne a planetária Maximiliána Hella v Žiari nad Hronom, RNDr. Peter Augustin. Hvezdáreň poskytne priestory a techniku a pomôže študentom pri získavaní praktických vedomostí z astronómie. Pracovník planetária Tomáš Dobrovodský sa na študentov už teší.

**Dr. LADISLAV HRIC, CSc.,
Astronomický ústav SAV
Predseda Výkonného výboru AO na Slovensku**



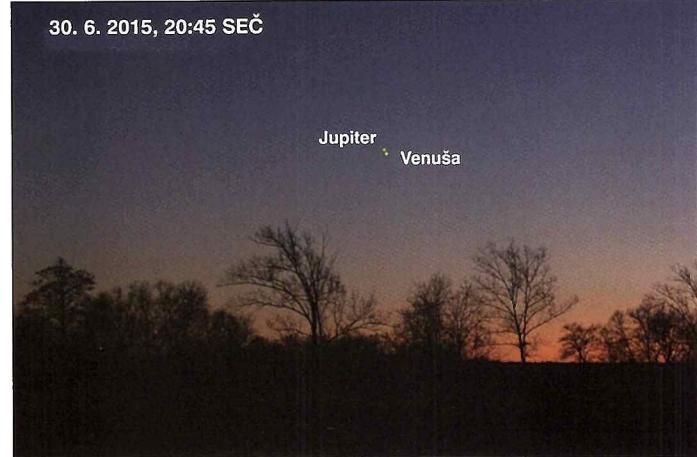
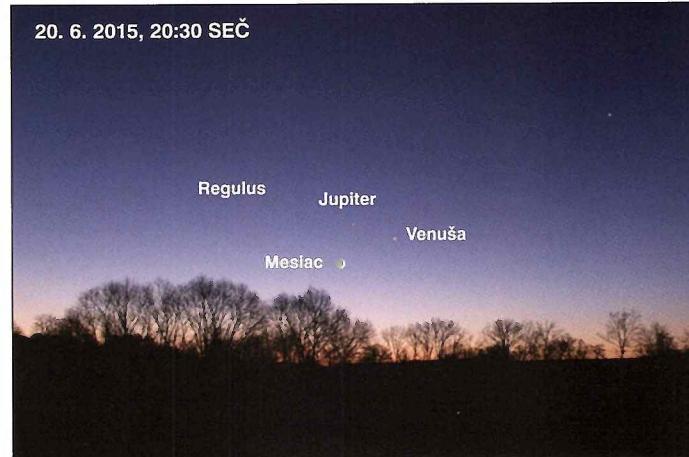
Takto by mala byť zložená slovenská výprava na IOAA do Indonézie. Študentov je tu však 6, nakolko J. Jambrich je zatiaľ ako náhradník, ak by pre prekročený vekový limit nemohol ísť M. Murín. Ešte to však nie je jasné. Zlava Dr. Mária Hricová Bartolomejová, Jakub Jambrich, Jozef Lipták, Martin Murín, Miroslav Gašpárek, Martin Okáňik, Juraj Halabrin a Dr. Ladislav Hric.

Úspešní riešiteľia Celoslovenského finále AO – 2015 – SŠ

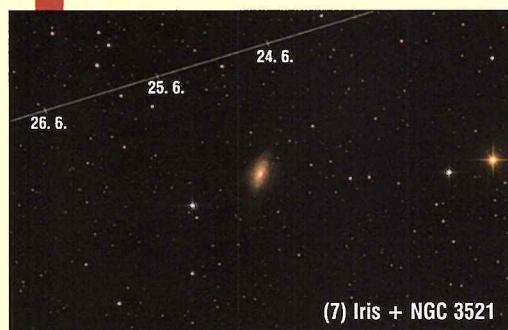
Priezvisko a meno	Škola	Body
Gašpárek Miroslav	Bilingválne gymnázium, Žilina	734
Halabrin Juraj	Gymnázium J. Hronca, Bratislava	727
Lipták Jozef	Gymnázium J. G. Tajovského, B. Bystrica	600
Okáňik Martin	Gymnázium J. G. Tajovského, B. Bystrica	468
Murín Martin	Gymnázium J. Hronca, Bratislava	451
Jambrich Jakub	Gymnázium J. A. Raymana, Prešov	449
Ayazi Filip	Gymnázium L. Štúra, Trenčín	418

Jún – júl 2015

Obloha v kalendári



Čakajú nás najkratšie noci, na severné územia bude okolo letného slnovratu dokonca len astronomický súmrak. Splyn Mesiaca nastane trikrát. Z planét bude dominovať večernej oblohe Venuša, no jej dobrá viditeľnosť sa od polovice júla zhorší. Dobre je na tom aj Jupiter a obe planéty sú k sebe približia na prelome mesiacov. Ďalekohľadom si užíme Saturn, ktorého prstence prvýkrát videli Galileo pred 405 rokmi. Niekoľko asteroidov bude na zaujímavom hviezdnom pozadí, z ktorých je k dispozícii predovšetkým cirkumpolárna Lovejoy, ktorú nájdeme aj silnejším triédrom. Meteorická aktivity utešene stúpa a tak nás čakajú dva skvelé mesiace. 30. 6. bude vložená pre-stupná sekunda (23:59:60 UTC) a tak posledná minúta bude mať 61 sekúnd.



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

2. 6., 22:01	12. 6., 20:22	24. 6., 20:22	11. 7., 19:33
5. 6., 19:32	17. 6., 19:33	29. 6., 19:33	16. 7., 18:44
7. 6., 21:12	19. 6., 21:12	4. 7., 18:43	28. 7., 18:44
10. 6., 18:43	22. 6., 18:43	6. 7., 20:23	

Planéty

Merkúr je uholivo v tesnej blízkosti Slnka, začne sa od neho pomaly vzdialovať západne, no geometrické podmienky sú nepriaznivé. 24. júna je v najväčšej západnej elongácii ($22,5^\circ$), no aj vtedy vychádza iba hodinu pred Slnkom a na konci nautického súmraku je len 3° nad obzorom ako objekt 0,5 mag. Po elongácii sa k našej dennej hviezde zase približuje, no jeho fáza sa zväčšuje, jasnosť rastie a tak najlepšie na tom bude na prelome mesiacov a začiatkom júla. V druhej polovici júla sa však napriek zvyšujúcej jasnosti začne strácať v rannom súmraku a 23. 7. je v hornej konjunkcii. Na lepšie podmienky si teda budeme musieť počkať až do októbra.

15. 6. ráno, za pomoci triédra, sa možno aj na svetlej oblohe potešíme jeho konjunkciou s tenkým kosáčikom Mesiaca. K Marsu sa priblíži 16. 7. na $0,1^\circ$, no to budú obe telesá len 9° od Slnka...

Venuša ($-4,4$ až $-4,6$ mag) bude neprehliadateľným objektom večernej oblohy, pretože 6. 6. je v najväčšej východnej elongácii ($45,4^\circ$). Po nej sa jej viditeľnosť pomaličky začne skracovať. Začiatkom júna zapadá počas astronomickej noci hodinu pred polnocou, na prelome mesiacov už o hodinu skôr. Po polovici júla sa jej večerná viditeľnosť začne rapídnejšie zhoršovať a koncom mesiaca zapadne už len 20 minút po Slnku.

13. 6. ju nájdeme na severnom okraji Jasličiek v Rakovi a tak je to prfležitosť na zaujímavé fotografie. Konjunkcia s Mesiacom 20. 6. bude aj za asistencie Jupitera a tak táto trojica aj v tento deň pripravi fotogenické zoskupenie. Ak to nestihнемe, podobná situácia sa zopakuje aj 18. 7.

V tesnej konjunkcii ($0,3^\circ$) s Jupiterom ju uvidíme 1. 7. večer a vzhľadom na jasnosť oboch planét iste zaujmú aj neastronómov. Približenie si zopakujú 27. 7., no už budú od seba ďaleko, nízko nad obzorom a na svetlej oblohe.

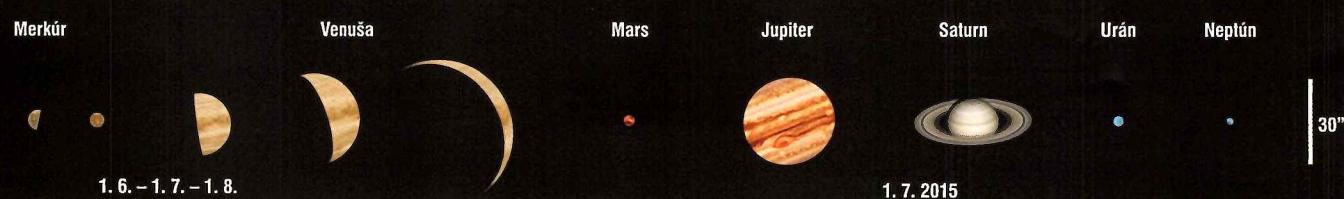
Mars (1,5 – 1,7 mag) sa presunie z Býka do Blžencov, no keďže je 14. 6. v konjunkcii so Slnkom, je nepozorovateľný. Tri dni pred konjunkciou je od nás najdalej (2,58692 AU). Na rannej oblohe ho môžeme začať hľadať až v polovici júla počas nautického súmraku a koncom mesiaca hodinu pre Slnkom.

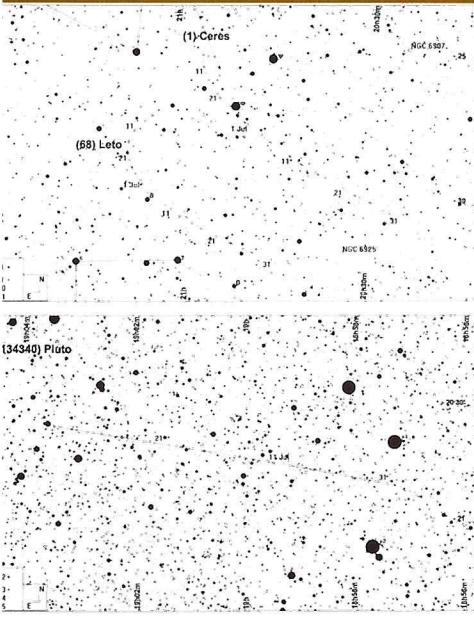
Jupiter ($-1,9$ až $-1,7$ mag) sa presunie 10. 6. z Raka do Leva, uholivo sa približuje k Slnku a tak sa jeho viditeľnosť kráti, no keďže je jasný, bude výrazným objektom večernej oblohy. Zapadne krátko pred polnocou, no koncom júla na začiatku nautického súmraku. Už triéder umožní uvidieť jeho štyri najjasnejšie mesiace.

20. 6. poteší jeho konjunkcia s kosákom Mesiaca aj za prítomnosti Venuše a bielomodrého Regulusa. Podobné, no ešte tesnejšie zoskupenie týchto štyroch objektov sa zopakuje 18. 7., no to už na podstatne svetlejšej oblohe nízko nad obzorom. V každom prípade, zvlášť v júni to stojí za peknú fotografiu. 1. 7. sa k Jupiterovi priblíží len na vzdialenosť $0,3^\circ$ jasná Venuša a tak počas niekoľkých dní to bude skvelá prfležitosť zdokumentovať si ich vzájomnú zmenu a to aj použitím objektívov s dlhšími ohniskami.

Saturn (0,1 – 0,4 mag) je vo Váhach a podmienky jeho pozorovateľnosti sú dobré, pretože 23. 5. bol v opozícii. Začiatkom júna zapadne až ráno pri východe Slnka, postupne však bude zapadať o čosi skôr. Na prelome mesiacov je to počas astronomického súmraku 1,5 hodiny po polnoci a na konci júna už pred polnocou. Keďže je v spodnej časti ekliptiky, pri kulminácii dosiahne výšku nad obzorom len necelých 25° . Jeho vlastný pohyb medzi hviezdami sa spomaľuje, pretože začiatkom augusta bude v zastávke.

Už v nevelkém ďalekohľade uvidíme jeho mohutné prstence, ktoré sú široko rozvorené a pozorujeme ich zo severnej strany. Keďže sa od nás vzdala, jeho uholový rozmer sa trošku zmenšuje,





rovníkový priemer prstencov je v polovici tohto obdobia $41''$ a ich šírka $17''$. Výkonnejší prístroj ukáže aj tmavé Cassiniho delenie, prípadne aj niekoľko Saturnových mesiacov. 30. 7. 1610 si pripomienime výročie „objavenia“ prstence G. Galileim.

V prvý júnový večer po západe Slnka ho nájdeme nad východným obzorom v spoločnosti Mesiaca v splne, od ktorého bude stupeň južnejšie. Pri ďalších konjunkciách 29. 6. a 26. 7. sa ich vzájomná vzdialenosť bude zväčšovať, presúvajúc sa do skorších hodín a fáza Mesiaca zmenšovať.

Urán (5,9 – 5,8 mag) je v Rybách, podmienky jeho pozorovateľnosti sú zlepšujú. Začiatkom júna vychádza počas astronomickej súmraku dve hodiny pred Slnkom, no koncom júla už na začiatku astro-

Venuša + M 44, 12. - 14. 7. 2015



nomickej noci viac ako dve hodiny pred polnocou. Aj keď je jeho jasnosť dostatočná na zbadanie aj bez ďalekohľadu, nie je to jednoduché, pomôžme si aspoň triédrom. Poľahky ho identifikujeme v poloviči poslednej júlovej dekády, keď bude medzi hviezdomi 88 Psc (6,0 mag) a dvojhviezdou ζ Psc (6,1 + 5,2 mag). Pozornejší si iste všimnú aj rozdielne sfarbenie hviezd a pokojne svietiaceho modrastého Uránu.

Konjunkcie s Mesiacom nastanú 11. 6. a 9. 7., Urán bude v oboch prípadoch o niečo viac ako stupeň severne. 26. 7. je stacionárny a začne sa medzi hviezdami pohybovať späť.

Neptún (7,9 – 7,8 mag) je vo Vodnárovi, vychádza po polnoci a jeho viditeľnosť sa ešte zlepšuje, koncom júla sa nad obzor dostáva už v polovici nautického súmraku. 12. 6. je stacionárny a začne sa pohybovať späť. V tomto období ho nájdeme triédrom alebo malým ďalekohľadom $2''$ juhozápadne od červenej hviezdyplyne λ Aqr (3,7 mag). Mesiac sa k nemu uhlivo priblíží 9. 6. a 6. 7., no v oboch prípadoch bude ich vzdialenosť vyše $2''$.

Letný slnovrat nastane 21. 6. o 17:38, poludňajšia výška Slnka je najvyššia, dosiahne 65° . Deň je najdlhší, noci najkratšie. Astronomická noc v najjužnejšej časti Slovenska trvá len 1,5 hodiny, no na severe od prvých júnových dní až do konca prvej júlovej dekády nastáva len astronomický súmrak.

6. 7. je Zem v aféliu, vzdialosť od Slnka je maximálna (152,09 miliónov km; 1,01668 AU) a uhlový priemer minimálny ($31,46''$).

Trpasličie planéty

(1) Ceres (8,4 – 7,5 mag) sa z Kozorožca presúva juhozápadne cez Mikroskop do Streľca. Jej deklinácia sa zmenšuje, no aj tak sa pozorovacie podmienky zlepšujú, nakoľko je 25. 7. v opozícii a o dva dni skôr k nám najbližšie (1,94 AU). Začiatkom júna vychádza o polnoci, koncom júla už o 20. hodine a na prelome mesiacov kulminuje vo výške $14''$. Nájdeme ju už triédrom, 26. 6. bude len $12''$ severozápadne od τ Cap (4,1 mag).

(134340) Pluto (14,2 mag) v Strelecovi má najlepšie podmienky pozorovateľnosti v tomto roku, pretože 4. 7. je k nám najbližšie a 6. 7. v opozícii. Na jeho vizuálne pozorovanie však potrebujeme ďalekohľad s priemerom objektívū minimálne 30 cm.

Asteroidy

V opozícii budú jasnejšie ako 11 mag: (51) Ne-mausa (9. 6.; 10,4 mag), (72) Feronia (9. 6.; 11,0 mag), (2) Pallas (11. 6.; 9,4 mag), (92) Undina (15. 6.; 10,9 mag), (32) Pomona (17. 6.; 10,7 mag), (451) Patientia (20. 6.; 11,0 mag), (129) Antigone (29. 6.; 9,9 mag), (287) Nephthys (6. 7.; 11,0 mag), (135) Hertha (11. 7.; 9,9 mag), (306) Unitas (13. 7.;

⇒ ⇒

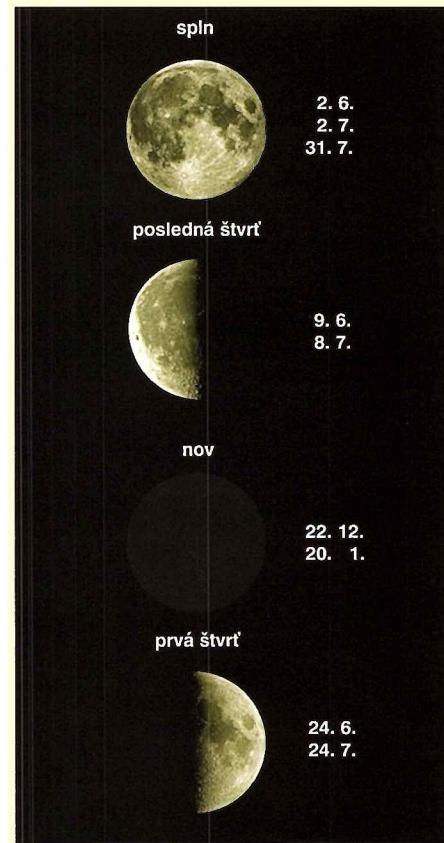
Zákryty hviezd Mesiacom (jún – júl 2015)

Dátum	UT h m s	f	XZ	mag	CA °	PA °	a s/°	b s/°
4. 6.	21 8 50	R	25902	6,5	+45N	302	39	38
4. 6.	21 12 44	R	25906	7,0	+53N	294	45	48
4. 6.	23 35 30	R	26030	6,9	+63N	284	94	17
5. 6.	1 23 45	R	26119	6,6	+82S	249	91	3
29. 6.	23 21 32	D	22479	6,7	+44N	59	65	-28
3. 7.	22 18 56	R	28474	6,5	+60S	219	76	107
4. 7.	22 10 57	R	29682	6,7	+26N	312	65	9
6. 7.	23 7 28	R	31484	6,6	+80S	237	38	110

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

Fázy Mesiaca

spln	2. 6., 17:19	2. 7. 3:20	31. 7., 11:43
posledná štvrt	9. 6., 16:42	8. 7., 21:24	
nov	16. 6. 15:05	16. 7. 2:24	
prvá štvrt	24. 6. 12:03	24. 7. 5:04	

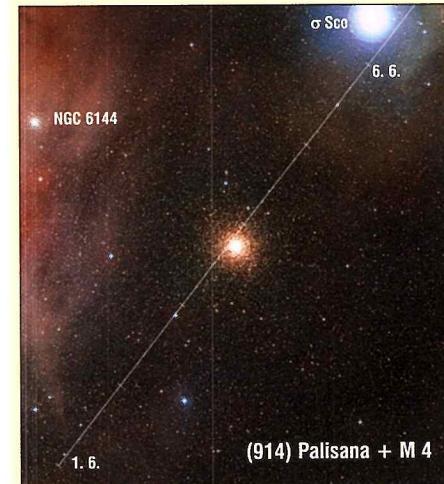


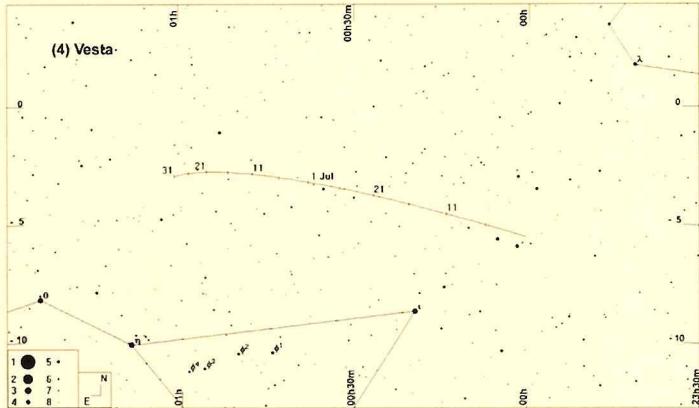
Efemerida (1) Ceres

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	20 ^h 56,4 ^m	-24°47,3'	8,4	120,2
11. 6.	20 ^h 56,8 ^m	-25°33,6'	8,2	129,7
21. 6.	20 ^h 54,6 ^m	-26°30,0'	8,1	139,6
1. 7.	20 ^h 50,0 ^m	-27°33,5'	7,9	149,9
11. 7.	20 ^h 43,1 ^m	-28°39,4'	7,7	159,9
21. 7.	20 ^h 34,7 ^m	-29°42,1'	7,5	167,9
31. 7.	20 ^h 25,4 ^m	-30°35,6'	7,5	167,5

Efemerida (134340) Pluto

1. 6.	19 ^h 03,6 ^m	-20°35,3'	14,2	145,1
11. 6.	19 ^h 02,7 ^m	-20°37,3'	14,2	154,8
21. 6.	19 ^h 01,7 ^m	-20°39,6'	14,2	164,6
1. 7.	19 ^h 00,7 ^m	-20°42,0'	14,2	174,1
11. 7.	18 ^h 59,6 ^m	-20°44,5'	14,2	175,3
21. 7.	18 ^h 58,6 ^m	-20°47,1'	14,2	165,8
31. 7.	18 ^h 57,6 ^m	-20°49,7'	14,2	156,1





Efemerida asteroidu (4) Vesta

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	00 ^h 00.5 ^m	-05°36.0'	7.8	72.2
11. 6.	00 ^h 14.2 ^m	-04°38.8'	7.8	78.2
21. 6.	00 ^h 26.7 ^m	-03°52.0'	7.7	84.6
1. 7.	00 ^h 37.9 ^m	-03°17.1'	7.6	91.3
11. 7.	00 ^h 47.5 ^m	-02°55.9'	7.5	98.4
21. 7.	00 ^h 55.3 ^m	-02°49.8'	7.3	106.0
31. 7.	01 ^h 00.9 ^m	-03°00.3'	7.2	114.1

Efemerida asteroidu (2) Pallas

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	17 ^h 42.1 ^m	+25°06.2'	9.4	130.1
11. 6.	17 ^h 33.7 ^m	+25°32.3'	9.4	131.2
21. 6.	17 ^h 25.2 ^m	+25°26.9'	9.4	130.5
1. 7.	17 ^h 17.3 ^m	+24°51.1'	9.5	128.2
11. 7.	17 ^h 10.7 ^m	+23°48.3'	9.6	124.4
21. 7.	17 ^h 05.8 ^m	+22°23.7'	9.7	119.7
31. 7.	17 ^h 02.9 ^m	+20°43.2'	9.8	114.2

Efemerida kométy Lovejoy

(C/2014 Q2)

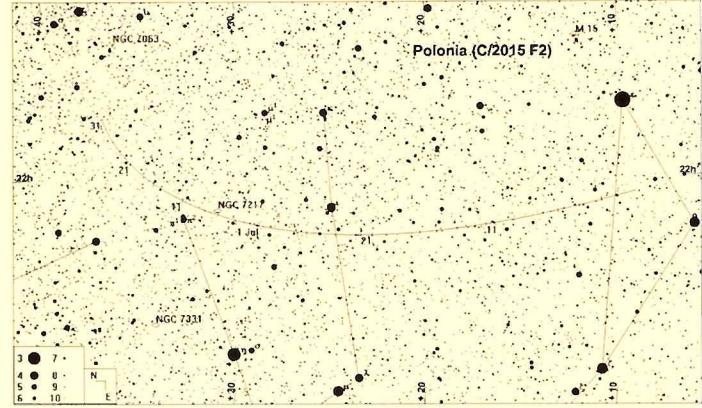
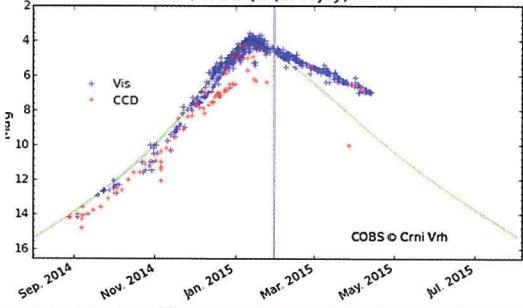
Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	17 ^h 11.3 ^m	+88°39.4'	7.5	69.4
6. 6.	15 ^h 15.4 ^m	+86°28.3'	7.6	70.7
11. 6.	14 ^h 53.3 ^m	+84°01.4'	7.6	71.9
16. 6.	14 ^h 46.7 ^m	+81°30.1'	7.7	73.1
21. 6.	14 ^h 45.1 ^m	+78°56.4'	7.8	74.2
26. 6.	14 ^h 46.0 ^m	+76°21.0'	7.8	75.3
1. 7.	14 ^h 48.1 ^m	+73°44.8'	7.9	76.2
6. 7.	14 ^h 51.0 ^m	+71°08.3'	8.0	77.0
11. 7.	14 ^h 54.5 ^m	+68°32.1'	8.0	77.6
16. 7.	14 ^h 58.3 ^m	+65°57.0'	8.1	78.1
21. 7.	15 ^h 02.5 ^m	+63°23.4'	8.2	78.4
26. 7.	15 ^h 06.9 ^m	+60°52.0'	8.3	78.6
31. 7.	15 ^h 11.4 ^m	+58°23.4'	8.3	78.5

Efemerida kométy Polonia

(C/2015 F2)

Dátum	RA(2000)	D(2000)	mag	el.
1. 6.	22 ^h 03.4 ^m	+09°14.0'	9.6	93.4
6. 6.	22 ^h 07.6 ^m	+13°20.1'	9.8	95.2
11. 6.	22 ^h 10.7 ^m	+17°08.2'	9.9	97.3
16. 6.	22 ^h 12.6 ^m	+20°37.5'	10.1	99.4
21. 6.	22 ^h 13.4 ^m	+23°47.6'	10.3	101.7
26. 6.	22 ^h 13.0 ^m	+26°38.3'	10.5	104.1
1. 7.	22 ^h 11.5 ^m	+29°09.4'	10.6	106.6
6. 7.	22 ^h 08.9 ^m	+31°20.8'	10.8	109.2
11. 7.	22 ^h 05.3 ^m	+33°12.4'	11.0	111.8
16. 7.	22 ^h 00.8 ^m	+34°44.0'	11.2	114.5
21. 7.	21 ^h 55.6 ^m	+35°55.8'	11.4	117.1
26. 7.	21 ^h 49.9 ^m	+36°47.9'	11.6	119.7
31. 7.	21 ^h 43.8 ^m	+37°21.1'	11.8	122.1

C/2014 Q2 (Lovejoy)



(92) Undína + NGC 6342

10.9 mag), (100) Hekate (24. 7.; 10,9 mag), (68) Leto (30. 7.; 9,8 mag).

Najjasnejšia bude (4) Vesta, ktorá príjemne zjasňuje a koncom júna bude mať 7,2 mag. Vychádza 1,5 hod po polnoci a koncom tohto obdobia už po 22. hodine. Z Rýb sa presunie do Veľryby, je teda na pomerne málo bohatom hviezdnom pozadí, čo nám uľahčí jej identifikáciu.

(2) Pallas (9,5 mag) nájdeme 3. júla len 14' juhovýchodne od δ Her (3,1 mag) a tak v priebehu niekoľkých dní môžeme dobre pozorovať jej vlastný pohyb.

Niekteré priblíženia asteroidov k objektom nočnej oblohy sú na obrázkoch.

Kométy

Relatívne jasných komét je viacero, no s pozorovateľnosťou niektorých je to problematické a tak poteší asi len Lovejoy.

C/2013 US10 (Catalina) dosiahne asi až 8 mag, no smeruje na juh a teda pozorovateľná nebude.

7. 4. bola v rámci programu Mobile Astronomical System of the Telescope-Robots na South African Astronomical Observatory objavená kométa MASTER (C/2015 G2), ktorá prešla perihéliom 23. 5. Začiatkom júna má 10 mag, no zapadne už počas občianskeho súmraku. Jej elongácia od Slnka sa zmenšuje, slabne a koncom júla je v konjunkcii so Slnkom.

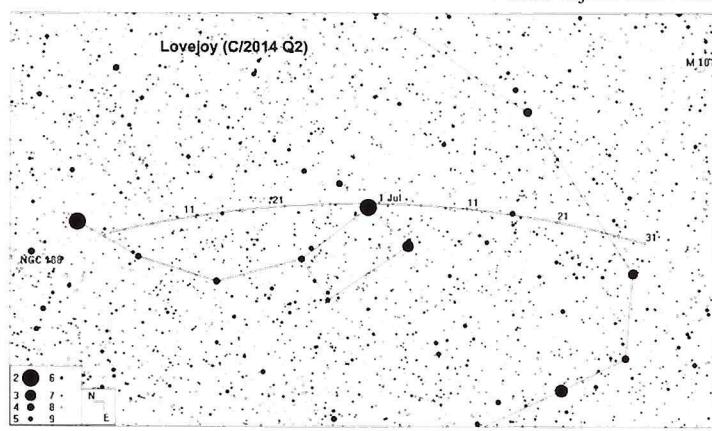
C/2014 Q1 (PanSTARRS) je len nízko nad obzorom. Geometrické podmienky sa však mierne zlepšujú a kométa zjasňuje. Na prelome mesiacov by mala podľa nominálnej predpovede dosiahnuť

takmer 4 mag a nad obzor sa dostáva začiatkom nautického súmraku. Perihéliom prejde 6. 7. a v tom čase je od Slnka uhlový vzdialenosť 11° a vychádza len 0,5 hod pred Slnkom. Po periheliu sa presunie na večernú oblohu, no geometrické podmienky za zhoršujú a koncom mesiaca zapadne súčasne so Slnkom.

88P/Howell začiatkom júna by mala mať len niečo pod 9,2 mag a do konca júla zoslabne na 11,7 mag. Perihéliom prešla 6. 4. a novšie pozorovania takmer absentujú.

Potešením je však Lovejoy (C/2014 Q2), ktorá slabne pomalšie ako sa pôvodne predpokladalo a je počas oboch týchto mesiacov cirkumpolárna. Nájdeme ju už silnejším binokulárom a na fotografiách poteší aj krátkym chvostom. V prvú júnovú noc je len 2° od Polárky, od ktorej sa bude presúvať juhovzápadne a 30. 6. prejde len 12° od β UMi (2,0 mag).

26. 3. oznamila štvorica poľských astronómov amatérov objav nevej kométy C/2015 F2, ktorú našli na CCD snímkach z 23. 3. diaľkovo ovládaný malým, len 10 cm astrografom umiestneným na observatóriu v San Pedro de Atacama (Čile). V dobe objavu bola v súhviedzi Ďalekohľadu, mala



17 mag a je štvrtou kométou objavenou Poliakmi v povojnej histórii v pozemských pozorovaní. Kedže kométa nemôže mať meno po všetkých objaviteľoch, dohodli sa na pomenovaní Polonia po svojom observatóriu a krajine objaviteľov. Kométa prešla perihéliom 29. 4., pohybuje sa severne z Pegasa do Labute. 6. 7. bude len

Meteorické roje (jún – júl 2015)

Roj	Aktivita	Max.	λ_{sol}	$\alpha [^\circ]$	$\delta [^\circ]$	v_{inf}	r	ZHR
antiheliónový zdroj (ANT)	10. 12. – 10. 9					30	3,0	4
júnové Bootidy (JBO)	22. 6. – 2. 7.	27. 6.	95,7°	224°	+48°	18	2,2	var
Piscis Austrinidy (PAU)	15. 7. – 10. 8.	28. 7.	125,0°	341°	-30°	35	3,2	5
južné Δ Ákvaridy (SDA)	12. 7. – 23. 8.	30. 7.	127,0°	340°	-16°	41	3,2	16
α Kaprikornidy (CAP)	3. 7. – 15. 8.	30. 7.	127,0°	307°	-10°	23	2,5	5
Perzeidy (PER)	17. 7. – 24. 8.	13. 8.	140,0°	48°	+58°	59	2,2	100

12° západne od špirálovej galaxie NGC 7217 (10,2 mag).

Meteory

Lyridy, ostatný aktívny, dobre pozorovateľný roj nesklamali, no ani neprekvapili. 23. 4. v ranných hodinách bola pozorovaná najvyššia frekvencia 22 meteorov za hodinu.

Meteoricák aktívita začne výraznejšie stúpať na prelome mesiacov. Júnové Bootidy sú pomalé, majú nízku aktívitu, no sú nepredvídateľné. Vysoká ak-

tivita v roku 1998 však presiahla ZHR 100. Stabilnejšie, aj keď nízke frekvencie majú Južné Piscidy, ich rozlišenie od meteorov antiheliónového zdroja však je pre menej skúsených pozorovateľov problematické. Koncom júla majú maximum južné Δ Ákvaridy a α Kaprikornidy, no pozorovanie bude rušiť Mesiac pred splnom. Lepšie podmienky sú teda pred maximami týchto rojov. K celkovej aktívite už prispiejú aj Perzeidy, ktorých frekvencia je do 10 meteorov za hodinu.

Pavol Rapavý

Kalendár úkazov a výročí (jún – júl 2015)

dátum	SEČ
1. 6.	20,7 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 1,1° južne)
2. 6.	20,4 Merkúr v aféliu (0,4667 AU)
2. 6.	17,3 Mesiac v splne
3. 6.	50. výročie (1965) štartu Gemini 5 (E. White)
4. 6.	120. výročie narodenia (1895) J. Klepeštu
4. 6.	2795. výročie (780 pr.n.l.) prvého záznamu úplného zatmenia Slnka
5. 6.	4,8 konjunkcia Pluta s Mesiacom (Pluto 2,2° južne)
5. 6.	60. výročie narodenia (1955) P. Rapávho
6. 6.	19,5 Venuše v najväčšej východnej elongácii (45,4°)
8. 6.	40. výročie (1975) štartu Venery 9
8. 6.	50. výročie (1965) štartu Luny 6
8. 6.	390. výročie narodenia (1625) G. J. D. Cassinoho
9. 6.	1,7 konjunkcia Neptúna s Mesiacom (Neptún 2,2° južne)
9. 6.	asteroid (51) Nemausa v opozícii (10,4 mag)
9. 6.	16,7 Mesiac v poslednej štvrti
9. 6.	asteroid (72) Feronia v opozícii (11,0 mag)
10. 6.	5,8 Mesiac v perigeu (369 713 km)
11. 6.	20,6 Merkúr v zastávke, začne sa pohybovať priamo
11. 6.	asteroid (2) Pallas v opozícii (9,4 mag)
11. 6.	21,7 konjunkcia Uránu s Mesiacom (Urán 1,3° severne)
12. 6.	21,3 Neptún v zastávke, začne sa pohybovať späťne
13. 6.	17,6 Venuše na severnom okraji M 44
14. 6.	100. výročie narodenia (1915) M. Kováčikovej-Figurovej
14. 6.	15,0 Mars v konjunkcii so Slnkom
14. 6.	40. výročie (1975) štartu Venery 10
15. 6.	2,5 konjunkcia Merkúra s Mesiacom (Merkúr 0,9° severne)
15. 6.	asteroid (92) Undína v opozícii (10,9 mag)
15. 6.	75. výročie narodenia (1940) E. Pittichá
16. 6.	15,1 Mesiac v nove
17. 6.	asteroid (32) Pomona v opozícii (10,7 mag)
18. 6.	zájarná rovnodenosť na Marse
20. 6.	9,3 konjunkcia Venuše s Mesiacom (Venuše 6,2° severne)
20. 6.	asteroid (451) Patientia v opozícii (11,0 mag)
20. 6.	22,8 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 5,3° severne)
20. 6.	110. výročie narodenia (1905) S. K. Vsechsviatkého
21. 6.	17,6 letný slnovrat, začiatok astronomického leta
22. 6.	340. výročie (1675) založenia Royal Greenwich Observatory
23. 6.	18,0 Mesiac v apogeu (404 136 km)
23. 6.	160. výročie narodenia (1855) L. Ceraskej
24. 6.	18,1 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (22,5°)
24. 6.	12,0 Mesiac v prvej štvrti
24. 6.	100. výročie narodenia (1915) F. Hoylea
27. 6.	22. maximum meteorického roja júnové Bootidy (ZHR var)
27. 6.	95. výročie narodenia (1920) J. Mackoviča
29. 6.	3,4 konjunkcia Saturna s Mesiacom (Saturn 1,2° južne)
29. 6.	asteroid (129) Antigone v opozícii (9,9 mag)
1. 7.	1,0 vloženie prestupnej sekundy (30.6. 23:59:60 UTC)
1. 7.	4,8 konjunkcia Venuše s Jupiterom (Venuše 0,3° južne)
2. 7.	3,3 Mesiac v splne

Tabuľky východov a západov (jún – júl 2015)

Slnko

Východ	Západ	Súmrak			
		Občiansky zač. kon.	Nautický zač. kon.	Astronomický zač. kon.	
1. 6. 3:44	19:33	3:03	20:13	2:08	21:08
6. 6. 3:41	19:37	3:00	20:18	2:03	21:15
11. 6. 3:39	19:41	2:57	20:22	2:00	21:20
16. 6. 3:38	19:44	2:56	20:25	1:58	21:24
21. 6. 3:39	19:45	2:57	20:27	1:58	21:26
26. 6. 3:40	19:46	2:58	20:27	1:59	21:26
1. 7. 3:43	19:45	3:01	20:26	2:03	21:24
6. 7. 3:46	19:43	3:05	20:24	2:08	21:21
11. 7. 3:50	19:41	3:10	20:20	2:14	21:16
16. 7. 3:55	19:37	3:16	20:16	2:21	21:09
21. 7. 4:01	19:32	3:22	20:10	2:30	21:02
26. 7. 4:07	19:26	3:29	20:03	2:38	20:53
31. 7. 4:13	19:19	3:36	19:56	2:47	20:44

Mesiac

Východ	Západ	Východ	Západ
1. 6. 18:08	3:12	1. 6. 8:57	23:40
6. 6. 22:28	7:38	6. 6. 8:41	23:22
11. 6. 0:38	13:41	11. 6. 8:26	23:04
16. 6. 3:51	19:18	16. 6. 8:11	22:46
21. 6. 8:44	22:29	21. 6. 7:56	22:28
26. 6. 13:48	0:11	26. 6. 7:41	22:11
1. 7. 18:51	3:19	1. 7. 7:27	21:54
6. 7. 22:13	9:03	6. 7. 7:12	21:36
11. 7. 0:22	15:04	11. 7. 6:58	21:19
16. 7. 4:29	19:28	16. 7. 6:44	21:01
21. 7. 9:34	21:49	21. 7. 6:29	20:43
26. 7. 14:38		26. 7. 6:16	20:26
31. 7. 19:01	4:13	31. 7. 6:02	20:09

Merkúr

Východ	Západ	Východ	Západ
1. 6. 3:54	19:02	1. 6. 18:20	3:37
6. 6. 3:33	18:25	6. 6. 17:59	3:16
11. 6. 3:13	17:59	11. 6. 17:38	2:55
16. 6. 2:56	17:44	16. 6. 17:17	2:34
21. 6. 2:42	17:39	21. 6. 16:55	2:14
26. 6. 2:32	17:45	26. 6. 16:34	1:54
1. 7. 2:28	18:00	1. 7. 16:13	1:33
6. 7. 2:32	18:21	6. 7. 15:53	1:13
11. 7. 2:44	18:46	11. 7. 15:32	0:52
16. 7. 3:07	19:12	16. 7. 15:12	0:32
21. 7. 3:39	19:32	21. 7. 14:51	0:12
26. 7. 4:15	19:45	26. 7. 14:31	23:48
31. 7. 4:52	19:50	31. 7. 14:12	23:28

Saturn

Východ	Západ	Východ	Západ
1. 6. 6:53	22:56	1. 6. 1:41	14:48
6. 6. 7:01	22:50	6. 6. 1:21	14:30
11. 6. 7:09	22:42	11. 6. 1:02	14:11
16. 6. 7:16	22:32	16. 6. 0:42	13:53
21. 6. 7:21	22:20	21. 6. 0:23	13:34
26. 6. 7:26	22:07	26. 6. 0:04	13:15
1. 7. 7:28	21:52	1. 7. 23:41	12:56
6. 7. 7:28	21:35	6. 7. 23:21	12:36
11. 7. 7:25	21:16	11. 7. 23:01	12:17
16. 7. 7:19	20:55	16. 7. 22:42	11:58
21. 7. 7:08	20:31	21. 7. 22:22	11:39
26. 7. 6:53	20:06	26. 7. 22:03	11:19
31. 7. 6:33	19:38	31. 7. 21:43	10:59

Mars

Východ	Západ	Východ	Západ
1. 6. 3:55	19:51	1. 6. 0:25	11:13
6. 6. 3:48	19:49	6. 6. 0:06	10:53
11. 6. 3:41	19:46	11. 6. 23:43	10:33
16. 6. 3:35	19:43	16. 6. 23:23	10:13
21. 6. 3:29	19:39	21. 6. 23:03	9:54
26. 6. 3:24	19:34	26. 6. 22:43	9:34
1. 7. 3:19	19:29	1. 7. 22:24	9:14
6. 7. 3:14	19:23	6. 7. 22:04	8:54
11. 7. 3:10	19:16	11. 7. 21:44	8:34
16. 7. 3:07	19:09	16. 7. 21:25	8:14
21. 7. 3:04	19:01	21. 7. 21:05	7:54
26. 7. 3:01	18:53	26. 7. 20:45	7:34
31. 7. 2:58	18:44	31. 7. 20:25	7:13



Cena Jindřicha Zemana za astrofotografii roku 2014



Tento rok již po desáté, byl Českou astrofotografií měsíce navržena a Českou astronomickou společností udělena *Cena Jindřicha Zemana za astrofotografii*. Cena je určena pro ocenění amatérského či profesionálního astronoma či astronomky za významné astrofotografické výsledky v soutěži Česká astrofotografie měsíce a historicky vychází z ocenění Astrofotograf roku, udělovaného od roku 2006. Je udělována na základě doporučení čtrnáctičlenné česko-slovenské poroty, složená jak z amatérských, tak profesionálních astronomů.

Nositelkou Ceny Jindřicha Zemana za rok 2014 se stal amatérský astrofotograf **Vlastimil Musil**.

Jedním z jeho významných kroků k získání tohoto ocenění byl i nominační snímek *Plejády a jejich široké okolí* (na snímku hore), který vyhrál v listopadovém kole soutěže.

Vlastimil Musil není profesionálem a jako i ostatní amatérští astronomové svůj čas musí dělit o zaměstnání, rodinu a hvězdy. Přesto z jeho nocí strávených pod jasnou hvězdnatou oblohou vycházejí úžasné snímky, pronikající do tajemných hlubin vesmíru. To jsme však v portrétu moc daleko.

První vlna zájmu o astronomii přišla v patnácti letech. Astronomické knížky a první objevování souhvězdí a jasných hvězd za temných večerů a první pohledy otcovým mysliveckým triedrem přivedly mladška do astronomického kroužku při hvězdárně v Vsetíně. To znamenalo další astronomický růst a nové zážitky. Zejména úžasné pohledy velkým dalekohledem do hlubokého vesmíru či na planety natrvalo utkvěly v duši začíná-



Vlastimil Musil pri dalekohľade.

jícího astronoma. Po maturitě došlo již na nákup prvního vlastního dalekohledu. Byl to typ Newton a byl zklamáním. To však Vlastimila od astronomie neodradilo. Nedal se zlomit a následovalo dálkové pomaturitní studium astronomie při hvězdárně ve Valašském Meziříčí.

Znovuobjevení astronomie přišlo asi v roce 2009. Internet přinesl Vlastimili Mušilovi různé astronomické stránky a zjištění, čím a jaké hezké fotografie dělají ostatní nadšenci, znova probudilo touhu z mládí fotit noční oblohu. Následovala koupě montáže a ostatního nezbytného vybavení. Došlo i na pozorování a pokusy s afokální fotografíí oblohy kompaktem. To však nebyl konec. S pořízením digitální modifikované zrcadlovky EOS 450, začaly první pokusy s fotografií v primárním ohništi i se zpracováním získaných dat. Neprodukoval žádná vědecká data, ale „pouze“ barevné obrázky vesmírných objektů pro potěchu sebe, rodiny, přátele a ostatních lidí milujících noční oblohu. To vše jej dovelelo až na pomyslnou metu – získání ceny Jindřicha Zemana.

Vratme se však ještě několika rádky k oné zlomové fotografii, která vynesla Vlastimila Musila na astrofotografický piedestal. I když je hvězdokupa Plejády hlavním motivem názvu snímku, krčí se v rohu celkové kompozice, zahrnující mnohem větší část oblohy, než nám většinou fotografie této hvězdné rodiny ukazují. Samozřejmě, její modravý nádech, chladně zářící ztracen v prostoru, nás upoutá na první pohled. Lidské oko spatří v této hvězdokupě, zvané též M45, za normálních podmínek sedm

hvězd, oko cvičené v ideálních podmírkách až jedenáct. Tu největší krásu pak odhalí fotografie. Nejenže se počet viditelných hvězd dramaticky zvýší, hvězdokupa obsahuje ve skutečnosti až několik stovek hvězd, ale objeví se i onen modravý závoj reflexní prachové mlhoviny. Tato ozdoba je však pouze pomíjivá, prachovým oblakem hvězdokupy jen prochází a za několik tisíc let bude hvězdokupa bez ní.

Snímek Vlastimila Musila ukazuje však ještě další krásy okolo této hvězdokupy. Hvězdný prach, v těsném okolí hvězd hvězdokupy viditelný v modré barvě, je ve větších vzdálenostech zbaven této příkrasy. Prachové filamenty, patřící patrně do Gouldova pásu mladých hvězd, jímž nyní prochází nejen Plejády, ale i naše Slunce, vytvářejí úžasnou kulisu hodnou zaprášeného a pavučinami pokrytého sklepení starého hradu, ve kterém jak diamanty modravě září Plejády. Gouldův pás se již stotisíc let pohybuje přes hvězdokupu a je velmi silně ovlivněn právě hvězdami otevřené hvězdokupy M45. Zejména v jejím okolí je pak roztrhan do jemných vláken modrého závoje.

Hvězdokupa je od nás vzdálena 380 světelných let a její stáří se odhaduje na padesát až sto milionů let. Na obloze zaujímá přibližně plochu dvou měsíčních úplňků, skutečný průměr přesahuje dvacet světelných let. Byla známa již ve starověku, znali je Keltové, Babyloňané i Řekové. První namířil na Plejády svůj dalekohled Galileo Galilei a své pozorování popsal ve slavném Hvězdném poslu v březnu 1610. Jeho zákres obsahuje 36 hvězd. Do svého katalogu je zařadil Charles Messier pod číslem 45. Poněkud pomlouvačná legenda tvrdí, že ji spolu s další jasnou hvězdokupou Praesepa a Velkou mlhovinou v Orionu zařadil do verze vydané v roce 1771 poněkud kuriózně proto, aby v dané době překonal počet objektů v katalogu svého vědeckého rivala Lacailleho. Jeho katalog z roku 1755 obsahoval 42 objektů.

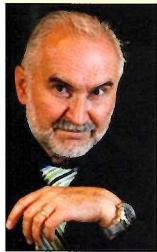
Ať se již hvězdokupa stala předmětem soutěže našich astronomických předchůdců či ne, nic jí to neubírá na krásu a popularitu. Fotografie podobné snímků Vlastimila Musila pak přináší ještě úžasnější pohled na objekty téměř notoriicky známé. A my za ně z celého srdce děkujeme a hlavně gratulujeme k *Ceně Jindřicha Zemana*.

Marcel Bělk

Podujatie

Slovo zakladatele

České astrofotografie měsíce



Zdeněk Bardon,
zakladatel a sú-
časný predseda
ČAM.

Tento rok súťaž Česká astrofotografie měsíce (zkráceně ČAM) oslavuje své desáté narodeniny. To je již řádný kus lidského života, kdy se například za tuto dobu malé dítě naučí číst, psát a počítat. Také i my jsme se poučili a nyní je vhodná doba, kdy můžeme bilancovat úspěchy a také i věci, které se nám nepodařilo realizovat. Ale řekneme si něco z počátků soutěže.

Nejčastější dotaz je, proč to celé vzniklo a co ČAM reprezentuje. Odpověď je až překvapivě jednoduchá. Myslím, že všichni, kterým není národní hrdost cizí, budou se mnou souhlasit, že jsme zaplaveni úspěchy a především dokonalým marketingem zahraničních institucí, a tak mi jistě prominete přímr v podobě obrany českého Lva nebo slovenského Dvojramenného kříže.

Nejde o nějaký nacionalismus, ale o národní cíti, vlastenecký a hrdost nad tím, co děláme.

Prezentace českých a slovenských astronomických fotografií byla a stále je více než aktuální. Chceme ukázat, co dokáží astronomové obou národů v poměrně obtížných podmínkách a také chceme přilákat další příznivce tohoto krásného konička. To byl a nadále je hlavní cíl soutěže.

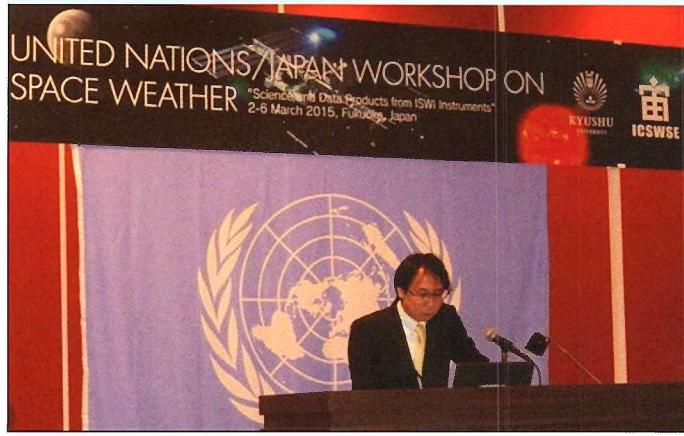
Proč právě česká a ne nějakéjiná astrofotografie? Zde nejde o vlastenecký, ale o čistě pragmatickou věc, kdy podstatou věci je jazyk. A to znamená komunikovať s porotou česky nebo slovensky. Tak tedy, kdo chce zaslat fotografii ze zahraničí, musí ji doprovodit textem jedním z obou jazyků. Skutečností je, že přicházejí fotografií od Čechů a Slováků z celého světa, ale soutěže se účasní i profesionální astronomové.

Jak to celé začalo. Již v létě roku 2005 jsem se snažil oslovit několik nadšenců z řad amatérských a pak i profesionálních astronomů. Silnou motivací byla velmi známá prezentace astronomických fotografií APOD, volně přeloženo jako astronomický snímek dne. Bohužel pro většinu astronomů z našich obou zemí je spíše zázrak než pravidlo se dostat do tohoto výběru. A tak se zrodila soutěž s názvem Česká astrofotografie měsíce pod patronací České astronomické společnosti. Všechno vznikalo, jak se říká, za pochodu, ale jsem hrdý na to, že komunita porotců soutěže vydřela až do dnešních dnů. Tato skupina obětavých lidí z Čech a Slovenska, každý měsíc v elektronickém hlasování vybírá to nejlepší, co do galerie zašlou soutěžící. Jednou za rok pak na pravidelném setkání vyberou toho nejlepšího. Vše dělají s nadšením, zcela zdarma a i když je mi to velice líto, tak bohužel někdy musí i čelit nevybíravým kritikám na různých sítích. Bohužel vyhrát může jen jeden.

Naším největším úspěchem je transformace ceny Astrofotograf roku na Cenu Jindřicha Zemana. Toto ocenění se stalo oficiální cenou České astronomické společnosti a mezi astrofotografy je velmi prestižní.

Meta deseti let ČAM je minulostí a co tedy řík na závěr? Nezáleží na vybavení, dokonce nezáleží ani na podmínkách a už vůbec nezáleží na dovednostech, ale záleží na Vás a Vaši chuti si zasoutěžit. Pojďte a fotte! Na tom skutečně záleží!

Jasné nebe vám všem a dlouhá léta ČAM!
Zdeněk Bardon



Účastník privítal A. Yoshikava, predsedu lokálneho organizačného výboru.

Workshop o kozmickom počasí v Japonsku

Pojem „kozmické počasie“ sa vzťahuje na premenlivé podmienky na Slnku a v medziplanetárnom priestore, ktoré môžu ovplyvniť výkon technologických systémov používaných na Zemi. Extrémne kozmické počasie by mohlo spôsobiť poškodenie dôležitých zariadení na družiciach Zeme resp. na jej povrchu, prípadne ohrozí zdravie ľudí.

V roku 2009 sa OSN a tri významné vesmírne agentúry zhodli na tom, že v rokoch 2010 – 2012 zavedú medzinárodný vedecký program International Space Weather Initiative – ISWI s cieľom rozmiestnenia čo najväčšieho počtu relativne lacných prístrojov na sledovanie stavu kozmického počasia (KP) a zdokonalenie jeho predpovede. Ten to program bol natoliko úspešný, že v roku 2012 bolo počas workshopu v Ekvádore rozhodnuté o ďalšom pokračovaní ISWI, keďže prístroje nadalej (aj v súčasnosti) poskytujú cenné údaje do databáz, ktoré slúžia na vedecké spracovanie a publikovanie mnohých vedeckých článkov.

Japonské mesto Fukuoka na severe ostrova Kjúšú hostilo v hotelovom komplexe Luigans v dňoch 2. – 6. marca 2015 spolu 84 expertov na KP z 31 krajín sveta, pričom väčšina z nich sa zúčastňuje programu ISWI. Podujatie, ktoré sa uskutočnilo

pod patronátom OSN, malo názov UN/Japan Workshop on Space Weather – Science and data products from ISWI Instruments. OSN zaistovali W. Balogh a T. Doi. Na ten istý týždeň si naplanovali v hoteli Luigans workshop aj experti na kozmické počasie z Ázie a Oceánie (Asia Oceania Space Weather Alliance Workshop), pričom jeden deň bolo zorganizované spo- ločné zasadnutie oboch workshopov.

Jednotlivé pracovné sekcie podujatia boli zamerané na prístrojové vybavenie a národné aktivity pre sledovanie KP, skúmanie prejavov nízkej slnečnej aktivity, prepojenie medzi slnečnou aktivitou a procesmi v medziplanetárnom priestore, procesy v magnetosfére, ionosfére a atmosfére Zeme, zvyšovanie povedomia účastníkov i verejnosti o vplyve KP na Zem. Uskutočnili sa tri panelové diskusie o prístrojových pracovných skupinách v rámci ISWI, medzinárodnej spolupráci pri skúmaní KP a využívaní údajov o stave KP. Autor článku bol vybraný ako jeden z moderátorov druhej panelovej diskusie. Paralelne sa uskutočnili zasadnutia pracovných skupín pre jednotlivé prístrojové siete ako napr. MAGDAS (registrácia magnetického pole Zeme) a CALLISTO (registrácia rádiového žiarenia Slnka).

Fukuoka je historické mesto, ktoré bolo po dlhú dobu bránou spájajúcou Japonsko s východnou Áziou. Vo Fukuoke sa nachádza Kyushu University, pri ktorej pôsobí medzinárodné vedecké



I. Dorotovič pri posteri o rádiových spektrometroch na Slovensku.



Časť účastníkov workshopu pred typickým japonským kostolíkom.

a vzdelávacie centrum pre KP (International Centre for Space Weather Science and Education – ICSWSE). Pracovníci tohto centra boli hlavnými lokálnymi organizátormi workshopu a svoju úlohu si výborne splnili. Škoda, že bohatý program podujatia neumožnil návštěvu univerzity a ICSWSE. Doplňkovým programom bola popri odbornom programe exkurzia do mestskej časti Hakata, kde sme sa zúčastnili na prehliadke etnografického múzea, modlitebných miest, kostolov a typickej japonskej záhrady. Je úctyhodné, že medzi modernými stavbami sú zachované takéto historické stavby.

Záver z podujatia bol taký, že v koordinovanom skúmaní KP a jeho prejavov na Zemi treba pokračovať v rámci ISWI a iných medzinárodných programov a organizácií zameraných na aspekty vzťahov Slnko-Zem.

IVAN DOROTOVIČ



Marian Harnoš: Žiara nad Landego. Fotografované 11. 1. 2014 o 22:16 hod. Nikon D3200, objektív Sigma 18-250 mm, ohnisková vzdialenosť 18 mm, ISO400, f3,5, expozícia 10 s. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 2. cenu.

Marian Urbaník: NLC. 4. 7. 2014, 02^h56^m, 1×20 s. Canon 400D, Canon 3.5 – 4.5/18-50 mm. Fotografia súťažila v kategórii Variácie na tému obloha a získala 1. cenu.

