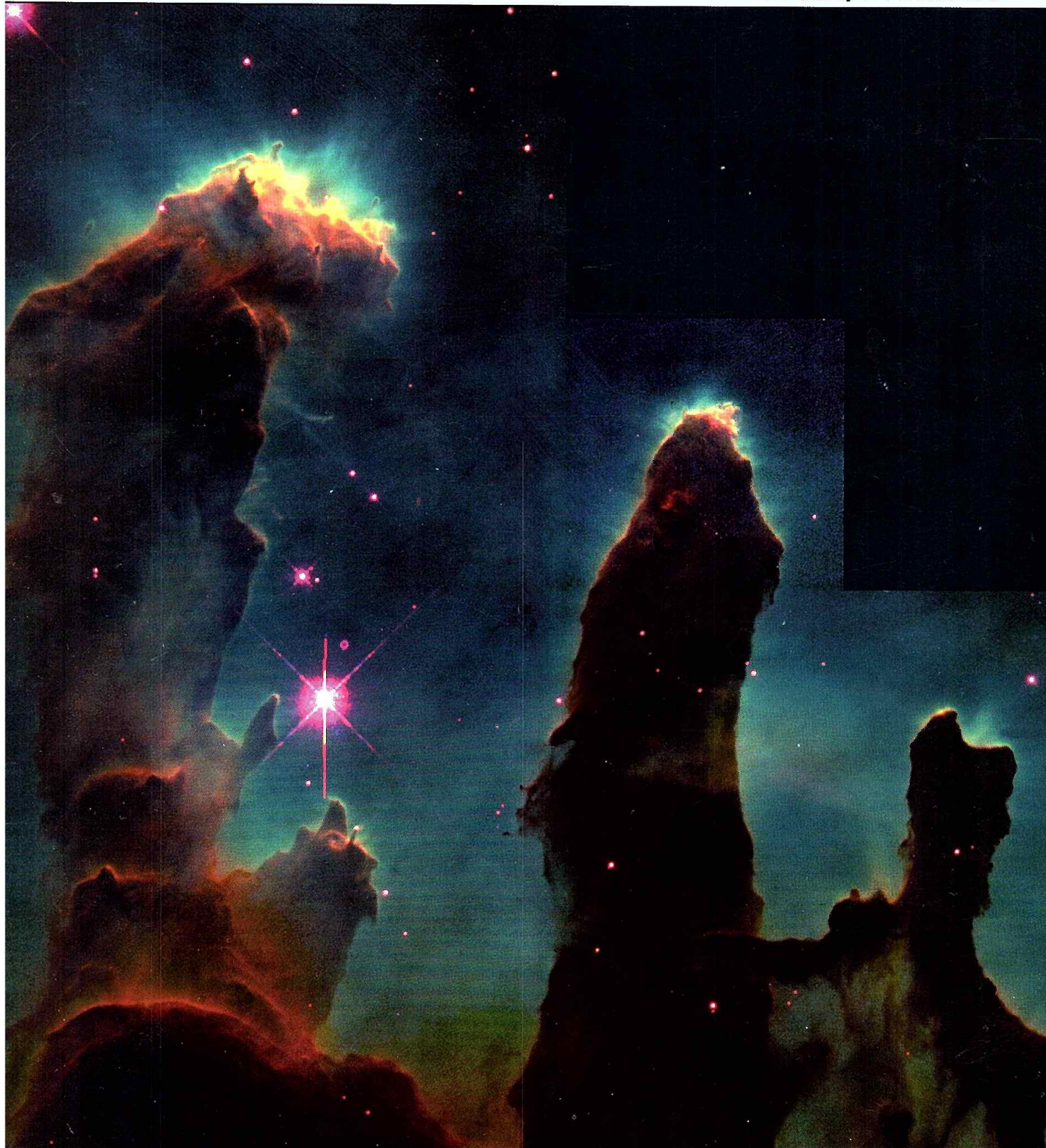


Říše hvězd

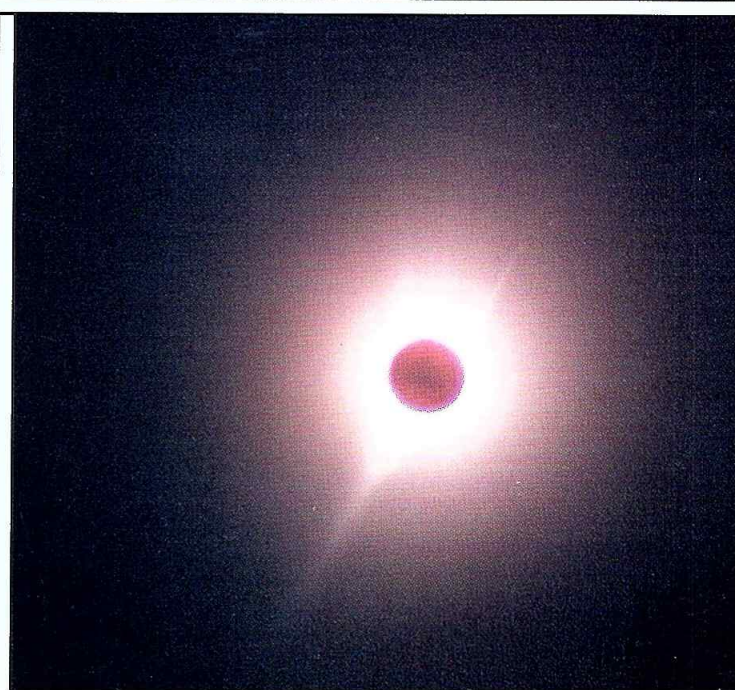
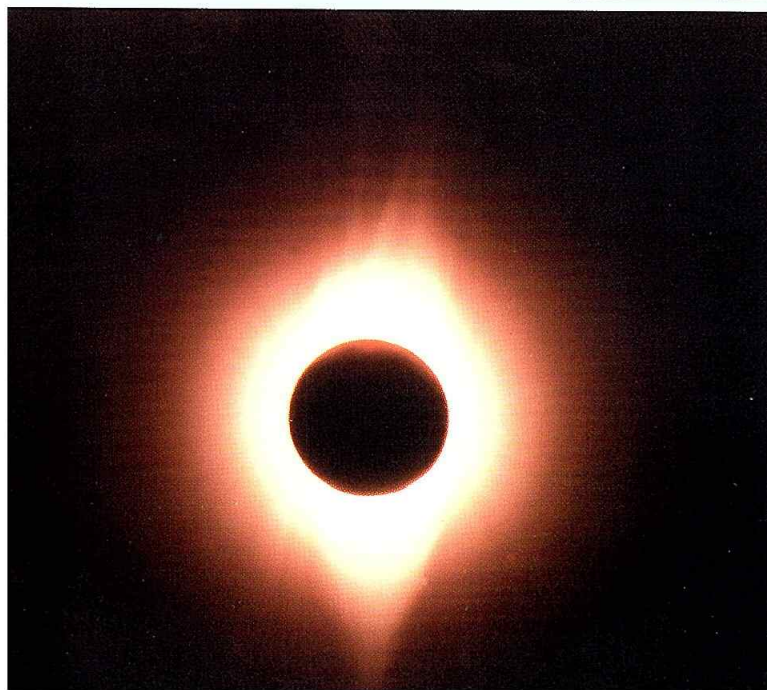
ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

První číslo vyšlo v březnu 1920



KOSMICKÝ DALEKOHLED ZAHÁJIL ÚTOK NA HUBBLOVU KONSTANTU
Pozorování Slunce v roce 1994
Společnost přátel Říše hvězd

76. ročník
11-12/1995
strany 205-244
cena 50 Kč/60 Sk



PRVNÍ STRANA OBÁLKY

Orlí hnízdo - Otevřená hvězdo-kupa a prachoplynná mlhovina, z jejichž globulí se rodí hvězdy. V nejvýchodnější části letního souhvězdí Hada (Hadí ocas), těsně u hranice se Štítem, mlhovina M 16, vzdálená od nás 7 000 světelných let. Podrobné záběry pořízené Hubblovým kosmickým dalekohledem ukazují celou řadu globulí. Astronomové jim přezdívali „hvězdná vejce“ a mlhovinu M 16 nazývají „Orlí hnízdem“. Souhvězdí Orla je nedaleko na severovýchod. Fascinující obrazy této mlhoviny zároveň patří k nejkrásnějším obrazům z hlubin vesmíru, které dosud kosmický dalekohled pořídil. (foto - NASA/STScI)



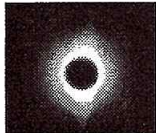
DRUHÁ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE - Hvězdná vejce - Detailní pohled na mlhovinu M 16 a plynoprachové globule, z nichž vznikají nové hvězdy. Tento snímek, stejně jako snímek na první straně obálky, vznikl složením tří filtrovaných obrázků pořízených Hubblovým kosmickým dalekohledem. Červená barva má původ v záření jedinou ionizovaných atomů síry, zelená barva patří vodíkové emisii a modrá barva pochází od dvakrát ionizovaných atomů kyslíku. (foto - NASA/STScI)



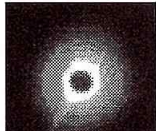
DOLE VLEVO - Úplné zatmění

Slunce 24. října 1995 - Thajsko. Snímek bílé korony pořídil člen expedice SAROS 95 Aleš Kolář na stanovišti Wat Kao Diu Tai v Thajsku (M 500 mm, exp. 4 s, Kodak 50 ASA).



DOLE VRAVO - Úplné zatmění

Slunce 3. listopadu 1994 - Brazílie. Snímek byl pořízen v Chapécó v Brazílii účastníky expedice teleobjektivem $f = 105$ mm, expoziční doba 0,5 sekundy. Na snímku jsou v oblasti rovníku patrné dlouhé paprsky až do vzdálenosti asi 10 slunečních poloměrů. Viz též článek na str. 210.



TŘETÍ STRANA OBÁLKY

NAHOŘE - Severní Amerika, Peříkán a mlhoviny v okolí hvězdy α Labutě. Snímek vznikl složením dvou negativů (0h 32min - 1h 22min SELČ; 1h 23min - 2h 13min SELČ) pořizovaných v noci z 12. na 13. srpna 1993 astronomem amatérem Tomášem Cihelkou (Praktika MTL 5, Sonnar 3,5/135, Fujicolor HG400).



DOLE - Okolí hvězdy γ Labutě

s řadou červených vodíkových mlhovin - Originální záběr objektivem Sonnar 2,8/200 na negativní barevný film Konicacolor SR-G 3200, expoziční doba 10 minut, barevná fotografie přefotografována na diapozitivní Fomachrom 100. Autorem je astronom amatér z České Třebové Milan Kment.



POSLEDNÍ STRANA OBÁLKY

Ikarův sen - Reprodukce olejomalby (1987, 85x62cm) ze soukromé sbírky Zdeňka Hajného, vrcholného představitele imaginativního proudu v současném českém malířství. Tento malíř a umělec se jako doktor filozofie zabývá zároveň psychologí umění ve vztahu autora, díla a diváka. Část výsledků svého bádání pak aplikuje expoziční výtvarných děl a multimediálním programem ve své soukromé a veřejnosti přístupné pražské galerii Cesty ke světu. Obrazy Zdeňka Hajného jsou často protkány pohledem do cizích a nepoznaných světů - některé jejich podoby v současné době až „podezřelé“ připomínají realitu pozorovanou Hubblovým kosmickým dalekohledem - viz například obrázek na titulní stránce...



Obsah:

- 207 Periodické komety a jejich označování - Jiří Bouška
- 208 Hubblov kosmický dalekohled zahájil útok na Hubblovu konstantu - Lukáš Richterek
- 210 Sluneční zatmění v roce 1994 - Maroko a Brazílie - Eva Marková
- 212 Vizuální pozorování Slunce v roce 1994 - Ladislav Schmied, Vlastimil Neliba
- 229 Žeň objevů 1994 (V.) - 3. Sluneční soustava (229); 4. Hvězdy (231) - Jiří Grygar
- 214 Novinky z astronomie
 - Objev nových měsíců Saturna (214)
 - Astronomové váží hvězdnou černou díru (214)
 - Kuiperův pás středem zájmu (215)
 - Slabé hvězdy v galaktickém halu (215)
 - Detekováno jádro komety v Kuiperově pásu (215)
 - Slabé hvězdy v galaktickém halu (215)
 - Přibýly další číslované komety (216)
 - Planetka 1995 LA (216)
 - Projekt kosmického dalekohledu - WIRE (216)
 - Novinky ze světa meziplanetární látky (217)
 - Vztahy klimatických změn a Slunce (218)
 - Klimatický výkyv na Marsu (218)
 - Výprava Mars Pathfinder (219)
 - Jak se tvoří galaxie? (219)
 - Galaxie - momentky v čase (219)
 - Kulové hvězdokupy (220)
 - Splývání kvasaru a galaxie (220)
 - Nový katalog drah komet (220)
- 221 Zprávy z oběžných drah
- 223 Noční obloha - leden, únor 1996
- 238 Okénko pozorovatelů
 - Komety jamí a letní oblohy roku 1995 (238)
 - Komety a meteory na začátku roku 1996 (239)
- 227 Objekt vzdáleného vesmíru
- 241 Společnost přátel Říše hvězd
- 213, 222 Hvězdárny * planetária * astronomické kluby
 - Dva týdny se Sluncem (213)
 - 15. narozeniny Hvězdárny a planetária v Ostravě (222)
- 237 Česká astronomická společnost
- 206 Osobnosti astronomie
 - Vesto Malvin Slipher - F. Jáchim
- 243 Redakci došlo
 - Čtenářská anketa o nejzajímavější článek časopisu Říše hvězd v roce 1995
 - 214, 216, 218 Kdy, kde, co
 - 237 Astronomická kronika
 - 240 Otázky & odpovědi
 - 222 Proslechlo se ve vesmíru
 - 222, 237 Přečetli jsme pro vás
 - 211, 220 Sluneční aktivita
 - Vizuální sledování sluneční fotosféry v roce 1994
 - 222 Časové signály
 - 242 Inzerce

THE REALM OF STARS - CONTENTS:

- 207 Periodical Comets and Their Designation - Jiří Bouška
- 208 Hubble Space Telescope Commenced Assault on the Hubble Constant - Lukáš Richterek
- 210 Solar Eclipses in 1994 - Morocco and Brazil - Eva Marková
- 212 Visual Observation of the Sun in Year 1994 - Ladislav Schmied, Vlastimil Neliba
- 229 Highlights in Astronomy 1994 - 3. Solar System (229); 4. Stars (231) - Jiří Grygar
- 214 Astronomy News
 - New Satellites of Saturn Discovered (214)
 - Astronomers Weigh Black Hole (214)
 - Kuiper's Belt in the Focus of Attention (215)
 - Faint Stars in Galactic Halo (215)
 - Cometary Nucleus in Kuiper Belt Detected (215)
 - Faint Stars in Galactic Halo (215)
 - Next Numbered Comets Appended (216)
 - Minor Planet 1995 LA (216)
 - Project of a Space Telescope - WIRE (216)
 - On Interplanetary Matter News (217)
 - Climatical Changes and the Sun (218)
 - Climatic Oscillation on Mars (218)
 - Mission Mars Pathfinder (219)
 - How Are the Galaxies Formed? (219)
 - Galaxies - Snapshots in Time (219)
 - Global Star Clusters (220)
 - Merging of a Quasar with a Galaxy (220)
 - New Catalogue of Comet Dry Orbits (220)
- 221 News from Space Orbits
- 223 Night Sky - January, February 1996
- 238 Window of Observers
 - Comets of Spring and Summer Sky 1995 (238)
 - Comets and Meteors in the Beginning 1996 (239)
- 227 Deep-Sky Objects
- 241 Realm of Stars - Society
- 213, 222 Public Observatories * Planetaria * Astronomical Clubs
 - Two Weeks with the Sun (213)
 - 15th Anniversary of the Observatory and Planetarium in Ostrava (222)
- 237 Czech Astronomical Society
- 206 Astronomical Personalities
 - Vesto Malvin Slipher - F. Jáchim
- 243 Submitted to Editors
 - Reader's Poll about the Most Interesting Article in Říše hvězd in the Year 1995
 - 214, 216, 218 When, Where, What
 - 237 Astronomical Chronicle
 - 240 Questions & Answers
 - 222 Overheard in the Universe
 - 222, 237 Excerpted for you
 - 211, 220 Solar Activity
 - Visual Observations of Solar Photosphere in 1994 Year
 - 222 Time Signals
 - 242 Advertisement

Das REICH DER STERNE - aus dem Inhalt: Periodische Kometen und ihre Bezeichnung - J. Bouška (207); Hubblesches Weltraumteleskop und die Hubble-Konstante - L. Richterek (208); Visuelle Beobachtungen der Sonne im Jahre 1994 - L. Schmied, V. Neliba (212); Erste von Entdeckungen im Jahre 1994 (V.) - J. Grygar (229) - 3. Das Sonnensystem (229), 4. Der Sterne (231); Vesto Malvin Slipher - F. Jáchim (206); Umfrage für unsere Leser: Der interessanteste Artikel unserer Zeitschrift

Le ROYAUME DES ÉTOILES - en ce numéro: Les comètes périodiques et leur désignation - J. Bouška (207); Telescope spatial de Hubble et la constante de Hubble - L. Richterek (208); Les observations visuelles du Soleil en 1994 - L. Schmied, V. Neliba (212); Découvertes importantes en 1994 (V.) - J. Grygar (229) - 3. Le Soleil system (231), 4. Des étoiles (231); Vesto Malvin Slipher - F. Jáchim (206); Enquête de lecteurs notre article: le plus intéressant article de notre journal

El REINO DE LAS ESTRELLAS - en el contenido: Los cometas periódicos y su designación - J. Bouška (207); Telescopio espacial de Hubble y la constante de Hubble - L. Richterek (208); Observación visual del Sol en 1994 - L. Schmied, V. Neliba (212); Cosecha de descubrimientos en el año 1994 (V.) - J. Grygar (229) - 3. El Solar system (229), 4. Las estrellas (231); Vesto Malvin Slipher - F. Jáchim (206); Encuesta de Lectores: el más interesante artículo de nuestro periódico (243)

CITÁT MĚSÍCE

Hříšníkovci církev prorokuje peklo v budoucnosti, na rozdíl od kosmologie, která dokazuje, že peklo tu bylo v minulosti.

Jakov B. Zeldovič, ruský fyzik

Vesto Malvin Slipher

František Jáchim, Volyně

Americký astronom Vesto Malvin Slipher (11. XI. 1875-8. XI. 1969) patří do té skupiny astronomů první poloviny našeho století, která se zabývala nejvzdálenějšími objekty vesmíru. Těmito objekty byly v době, kdy pracovali V. M. Slipher, E. P. Hubble a M. Humason, samozřejmě galaxie, o nichž dnes astronomové pronikající s dokonalou technikou mnohásobně dále vědí, že leží takzvaně za humny. Zmíněná trojice astronomů sice neviděla do vesmíru příliš daleko, avšak odvedla vynikající vědeckou práci, která vyústila především v Hubbleův objev rozpínání vesmíru a jeho kvantitativní popis.

Nitky od objevu vedou zpět až do roku 1901, kdy s titulem bakaláře z univerzity státu Indiana přišel na Lowellovu observatoř v arizonském Flagstaffu mladý V. M. Slipher. Observatoř založil roku 1894 Percival Lowell (1855-1916) velice účelově. Sám byl totiž přesvědčen o existenci umělých kanálů na Marsu, a tak do vlnku bylo nové observatoři dáno především pozorování této krásné planety. V. M. Slipher začal tedy pozorovat Mars, jak si to jeho šéf přál, ale k tomu dostal v tomto prostředí nezvyklý úkol: zjistit radiální rychlost pohybu mlhoviny M 31 v Andromedě. Galaxie je to poměrně velká, blízká a dá se dobře pozorovat (podstata mlhovin a galaxií byla tehdy ještě nejasná a oba termíny se často zaměňovaly), a protože v ní byl v tu dobu viděn jakýsi předobraz sluneční soustavy, orientoval Lowell mladého pozorovatele na ni. V září 1912 se Slipherovi podařilo získat spektrum M 31 a užitím Dopplerova principu z něj vyčetl radiální rychlost 300 km.s⁻¹. Galaxie se však přibližovala! „Rozšíření práce na další objekty může dát výsledky základního významu“, psal Slipher o své práci. Pod dohledem Lowellovým se věnoval vyhledávání vhodných galaxií, systematicky a zjišťoval jejich rychlosti. Brzy získal spektrum galaxie NGC 4594 v Panně; tato galaxie vykazovala červený posun 1 000 km.s⁻¹. Získaných výsledků přibývalo a v roce 1914 už měl Slipher v přehledné tabulce 40 spekter a u 15 galaxií stanovené rychlosti.

O své práci referoval na sjezdu Americké astronomické společnosti a v roce 1915 publikoval výsledky v *Populární astronomii*. Bilance byla následující: všechny pozorované galaxie se pohybují, v drtivé většině jsou jejich radiální rychlosti ve směru od nás, a to v rozmezí 300 až 1 100 km.s⁻¹.

I když se zpočátku nevědělo, co se z takové statistiky vyklube, rostoucí počet údajů již dovoloval zobecňovat, ale postavil před astronomy tři zcela konkrétní a vědecky hodnotné úkoly: - určit rychlost pohybu Slunce prostorem, - spojit rychlosti galaxií s nějakou jejich charakteristikou, - odhalit vztah rychlostí k určitému modelu vesmíru.

Cesta vpřed neprobíhala neomylně - Slipher postupně opustil domněnku, že zploštělé galaxie se pohybují rychleji - ani bez přičinění dalších (například Trumen stanovil prostorovou rychlost M 31 na 670 km.s⁻¹ směrem k bodu na rozhraní souhvězdí Střelce a Kozoroha).

Nejvýznamnější díleč výsledky přednesl V. M. Slipher na setkání neastronomů, když

13. dubna 1917 vystoupil na zasedání Americké filozofické společnosti s příspěvkem *Mlhoviny*. V populárně laděném vystoupení se však objevila závažná fakta:

- galaxie se rozletují, jejich rozdělení na obloze nesouhlasí s tím, jakou mají tendenci vytvářet skupiny,
- Slunce se pohybuje rychlostí asi 700 km.s⁻¹ k určitému bodu poblíž hranice souhvězdí Střelce a Kozoroha,
- i přibližující se galaxie se účastní všeobecného vzájemného vzdalování galaxií, jen vlastním pohybem Slunce jsou jejich rychlosti orientovány směrem k nám.

Vesto Malvin Slipher svým systematickým zkoumáním galaktických spekter připravil půdu pro vědeckou práci E. P. Hubbla, která vyústila v roce 1929 v objev zákona popisujícího expanzi vesmíru. Roku 1916 se Slipher stal ředitelem



Lowellovy observatoře, a to na celých příštích 36 let. Jako specialista vedl od roku 1922 komisi IAU pro mlhoviny. V jedné zprávě komise se praví: „*Jak je vidět, byli jsme úspěšní při vytvoření vývojové klasifikace hvězd a můžeme očekávat dobu, kdy se něco podobného podaří udělat s galaxiemi.*“ Tuto klasifikaci provedl záhy E. P. Hubble. Zkoumáme-li Hubbleovo dílo blíže, zjišťujeme jeho úzký vztah právě k práci Slipherově. Vedle Jamese Jeansa byl Vesto Slipher tím, kdo Hubbla nejvíce ovlivnil.

S léty technika pronikala do větších vzdáleností. Zatímco V. M. Slipher svá pozorování a měření prováděl do vzdálenosti 3 Mpc, M. L. Humason v roce 1931 se stopalovým mountwilsonským dalekohledem dohlédl do vzdálenosti 45 Mpc. Ačkoli Slipher připravil půdu pro stěžejní objev Hubbleův, sám získal několik původních poznatků.

V roce 1912 pořídil fotografii spektra slabé mlhoviny v blízkosti hvězdy Meropé ve hvězdokupě Plejády. Šlo o spojité spektrum s několika temnými čarami. Mnohem zajímavější však

bylo, že se toto spektrum prakticky shodovalo se světlem hvězd mlhovinou zahalených. Do roku 1919 objevil dalších šest mlhovin se stejnou vlastností. Objevil tak reflexní (difuzní) mlhoviny, svítící odraženým světlem blízkých hvězd. Potvrdil také původní Scheinerovu domněnku z roku 1899 o shodnosti spektra M 31 a světla Slunce.

Slipher měl rád i blízký vesmír. Jako člověk zabývající se spektrální analýzou lákala ho i spektra planet. Pokusil se hledat odpověď na otázku, zda v planetárních atmosférách jsou přítomny stejné plyny jako v atmosféře zemské. Spektrograficky porovnávat světlo planet se spektrem plynů v naší atmosféře je věc ošidná, neboť nevíme, zda spektroskopické poselství je původu mimozemského či atmosférického. Vesto Slipher vymyslel docela jednoduchý test. Porovnával spektrum Měsíce, tedy tělesa bez atmosféry, se spektrem planety. Pokud se objeví ve spektru světla Měsíce čáry kyslíku a vodních par, musí být vyvolány zemskou atmosférou. Tyto čáry budou slábnout, bude-li Měsíc na obloze stoupat, neboť jeho světlo bude procházet menší vrstvou atmosféry. Neobsahuje-li atmosféra planety tyto plyny, musí mít spektrum jako Měsíc. Naopak, obsahuje-li je, pak jejich spektrální čáry budou při stoupání planety slábnout, avšak méně rychle než u světla Měsíce. Na myšlenku srovnávat světlo planety se světlem Měsíce přišel téměř na počátku vědecké dráhy v roce 1905, téměř však byla uplatněna až od roku 1922 zejména na Mount Wilsonu. Uvedenou metodou objevil například metan a čpavek na Jupiteru, Saturnu a Uranu. Podle polohy čar mají tyto planety spektra stejná, liší se jen silou čar, tedy vrstvou látky.

Slipher spolu s Adelem si docela dobře vyhráli s obyčejnou dlouhou rourou naplněnou plynem. Pětačtyřicetimetrou rouru nahustili metanem na tlak čtyřicetkrát větší než atmosférický a metanový sloupec prosvěcovali. Tím získali totéž spektrum jako při sloupci 1,5 km za normálního tlaku. Získané spektrum porovnávali se spektrem planet a zjistili tak výšky sloupce plynu pro planety - Jupiter 0,8 km metanu, Saturn 0,9 km, Uran 6 km, Neptun 40 km.

Metodou pozorování spekter a jejich srovnáním z protilehlých okrajů disku planety se pokoušel V. M. Slipher zjistit, jaká je perioda rotace Venuše. Schiaparelli věřil, že Venuše je ke Slunci obrácena stále stejnou polovinou podobně jako Měsíc k Zemi, Antoniadii potvrdil pouze dlouhou periodu rotace, nikoli však libraci, Slipher oříšek nerozlouškl. Spolu s Lowellem však určili dobu rotace Uranu na 10,83 h (dnes 10,82 h).

K pokroku astronomie přispěl V. M. Slipher i výběrem pozdějšího objevitele Pluta. Kolem roku 1928 pracovali na Lowellově observatoři tři astronomové, ale žádní asistenti - pozorovatelé. Ředitel Slipher tehdy přijal 23letého Clyda W. Tombaughu. Ten měl za sebou osm let stavby dalekohledů, sám dobře pozoroval a zakresloval. Když své obrázky z pozorování Marsu a Jupiteru přinesl do Flagstaffu, rozhodl se Slipher, že ho přijme. Jistě měl za rok radost z Tombaughova objevu nové planety. □

*PaeDr. František Jáchim (*1952). Absolvent pedagogických fakult v Českých Budějovicích a v Praze. Od roku 1975 působí jako učitel na základní škole ve Volyni - vyučuje matematiku a fyziku. Soustavně se též zabývá historií astronomie, je autorem více než 50 článků publikovaných v odborných časopisech pro učitele a studenty.*

Periodické komety a jejich označování

Jiří Bouška, Astronomický ústav Univerzity Karlovy, Praha

Po dlouhá léta, až do konce roku 1994, se pro všechny komety, periodické i ostatní, používalo dvou způsobů označování, a to bez ohledu na excentricitu jejich drah. Jinak řečeno, při označování se „pomíchaly“ krátkoperiodické (tedy s oběžnou dobou kratší než 200 let) s dlouhoperiodickými (tedy s excentricitami drah jen o málo menšími než jednotka). Všechny komety dostávaly ihned (nebo krátce po objevení či znovobjevení) předběžné označení, tvořené rokem, v němž byly objeveny (nalezeny), a písmenem podle abecedy počínaje *a* v pořadí, jak byly jejich objevy ohlášeny příslušnému ústředí při Mezinárodní astronomické unii (IAU). Podle stanovených zásad písmeno následuje po letopočtu vždy bez mezery. Po vyčerpání 26 písmen (anglické) abecedy, což se v posledních letech stalo již několikrát (to znamená, že bylo během určitého roku objeveno, respektive nalezeno více než 26 comet, například v roce 1987, 1989, 1991, 1992), následovala po písmeni z písmena s indexem 1, tedy *a*, *b*, a tak dále. Tak například periodická kometa Van Biesbroeck byla předběžně označena při posledním návratu do přísluní 1989h, (byla nalezena jako 34. v roce 1989).

Po určité době, zpravidla za několik málo let, kdy již bylo možno předpokládat, že všechny komety prošle perihelem v daném roce jsou známy, dostaly označení definitivní, tvořené rokem průchodu přísluním a římskou číslicí podle pořadí, jak od počátku daného roku perihelem prošly (například označení 1989 XX má periodická kometa Clark). Mezi letopočtem a číslicí je vždy mezera. Při definitivním označování byl jediným kritériem čas průchodu přísluním, bez ohledu na to, zda šlo o kometu krátkoperiodickou či dlouhoperiodickou. Navíc také komety dostávaly jména, v naprosté většině případů podle objevitele (respektive maximálně tří objevitelů, kteří prokazatelně nezávisle kometu našli). A teprve při definitivním označování se rozlišovaly komety krátkoperiodické tím, že se před jejich jméno dávalo písmeno P oddělené od jména zlomkovou čarou (například P/Honda-Mrkos-Pajdušáková). Avšak už po delší dobu se písmeno P užívalo i při označování provizorním, zpravidla u comet, u nichž byla zjištěna eliptická dráha, ale byly pozorovány teprve při prvním průchodu přísluním (například 1994a P/Kushida).

V některých případech nesou krátkoperiodické komety jména nikoliv objevitelů, ale teoretiků, kteří rozpoznali jejich periodicitu (například P/Encke, P/Halley). V mnoha případech se stalo, že tentýž (případně titíž) astronom objevil více krátkoperiodických comet. Pak se k jejich rozlišení používá za jménem komety číslice značící pořadí, jak byla kometa příslušnými astronomy objevena (například Shoemaker-Levy 9).

Existují však i takové krátkoperiodické komety, které byly objeveny v rámci určitých programů nebo umělými družicemi Země, po nichž dostaly jména: například 1991x = 1990 XXIX P/Spacewatch podle speciálního dalekohledu na observatoři Kitt Peak v USA, pomocí něhož byla v rámci programu hledání blízkých objektů objevena, či 1983f = 1983 I P/IRAS podle umělého satelitu registrujícího zdroje infračerveného záření na obloze, jímž byla zjištěna.

Jsou však i krátkoperiodické komety, které z různých důvodů nebyly při dalších návratech do přísluní pozorovány (například nepříznivé geometrické podmínky, změny drah způsobené poruchovým působením planet, zvláště Jupitera, či negravitační vlivy), ale potom, často až po mnoha letech, byly znovu objeveny, a to až náhodně jako „nové“, nebo cíleně podle vypočtených efermerid (s ohledem na poruchy dráhy, způsobené planetami, které mnohdy zavínají, že je kometa na obloze často i dosti vzdálena od místa, v němž by podle efermeridy vypočtené z původních elementů dráhy měla být). Takovéto komety pak zpravidla nesou i jméno astronoma, který je znovu objevil (například Tuttle-Giacobini-Kresák).

Dosavadní způsob označování comet měl, jak už to bývá, své výhody a nevýhody. Tak podle předběžného označení bylo možno snadno zjistit, kolik comet bylo v určitém roce objeveno (a v jakém pořadí), či kolik comet prošlo přísluním (a opět v jakém pořadí). Určitou nevýhodou však byly dva různé způsoby označování, předběžný a definitivní. Hlavní potíže však působily komety objevené dodatečně, třeba až po řadě let, protože bylo nemožné je při zachování stanovených pravidel do jednoho či druhého systému (respektive obou) nějak zařadit. Až na nepatrné výjimky šlo vždy o komety dodatečně nalezené na starých snímcích, například Palomarského fotografického hvězdného atlasu.

Problém byl, jak potom takovéto komety označovat. Aby se nemusely do té doby označené komety přeznačovat, řešilo se to tak, že se dodatečně objeveným cometům zpravidla nedávalo vůbec předběžné označení a pokud šlo o označení definitivní, byly zařazeny za do toho roku poslední definitivně označenou kometu. Tak například v roce 1987 byla poslední definitivně označenou kometou 1987 XXXV Maury-Phinney, která prošla přísluním 26. prosince, ale dodatečně byla za ni, jako 1987 XXXVI, zařazena P/Parker-Hartley (1989i), která procházela perihelem již 15. srpna. Takto dodatečně označených comet bylo více a tak definitivní způsob označování comet ztratil svou systematictost.

Bylo tedy už dlouho jasné, že je nutno s celou záležitostí něco udělat. Řešilo se to na XXII. sjezdu IAU, respektive její 20. komise, v srpnu 1994 v holandském Haagu. Jak se to vyřešilo, není nutné zde uvádět, protože dosti podrobnou zprávu lze nalézt v *Říšské hvězdě* 76, 36; 2-3/1995, kde je obsaženo skoro vše podstatné. Na uvedeném kongresu bylo rozhodnuto krátkoperiodické komety očíslovat (podobně jako se číslovají planetky) počínaje nejdéle pozorovanou kometou; pochopitelně číslo 1 dostala periodická kometa Halley. Další následují tak, jak byla zjištěna jejich periodicitu. Je zřejmé, že se seznam bude rozšiřovat, jak se budou další krátkoperiodické komety objevovat, a nic nebrání tomu, aby číslování pokračovalo do nekonečna, takže na systému označování nebude nutno v budoucnu už nikdy nic měnit.

Seznam označených (očíslovaných) krátkoperiodických comet uvádíme v tabulce. Jak je vidět, označení každé krátkoperiodické komety nyní tvoří pořadové číslo následované písmenem *P*, zlomkovou čarou a jménem komety. V některých případech je však místo „P“ uvedeno „D“, což značí, že jde o kometu „ztracenou“, u níž není možno předpovědět čas jejího návratu do perihelu (například 5D/Brorsen). Může však jít i o kometu rozpadlou, například 3D/Biela. Zařazení do kategorie „D“ je však poněkud subjektivní. Tak například u 39P/Oterma došlo poruchovým působením Jupitera k takové změně dráhy, že tato kometa není v současné době pozorovatelná, i když její pohyb je teoreticky popsatelný.

Určité komplikace však i nyní způsobují objekty, u nichž není možno zcela jednoznačně rozhodnout, zda jde o komety či planetky. Ty pak mají dvojí označení, jako komety i jako planetky. Jde o Chiron, který má jako planetka označení (číslo) (2060) a jako kometa 95P, či o kometu 107P/Wilson-Harrington, která má jako planetka číslo (4015). (Číslo planetek se uvádějí vždy v závorkách.)

Je nesporné, že nový způsob označování krátkoperiodických comet má své výhody. Snad je jen škoda, alespoň podle názoru autora tohoto článku, že byl zaveden k počátku roku 1995 a nikoliv k přímo se nabízejícímu „kulatému“ roku 2000, k němuž se nyní vztahují nejen polohy hvězd, ale i ostatních nebeských těles, komety nevyjímaje (i elementy jejich drah). Kdyby se bylo pět let počkalo, bylo by to asi bývalo vhodnější

Označení krátkoperiodických comet

1P/Halley	43P/Wolf-Harrington	85P/Boethin
2P/Encke	44P/Remuth 2	86P/Wild 3
3D/Biela	45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková	87P/Bus
4P/Faye	46P/Wirtanen	88P/Howell
5D/Brorsen	47P/Ashbrook-Jackson	89P/Russell 2
6P/d'Arest	48P/Johnson	90P/Gehrels 1
7P/Pons-Winnecke	49P/Arend-Figaux	91P/Russell 3
8P/Tuttle	50P/Arend	92P/Sanguin
9P/Tempel 1	51P/Harrington	93P/Lovas 1
10P/Tempel 2	52P/Harrington-Abell	94P/Russell 4
11D/Tempel-Swift	53P/van Biesbroeck	95P/Chiron
12P/Pons-Brooks	54P/de Vico-Swift	96P/Machholz 1
13P/Olbers	55P/Tempel-Tuttle	97P/Metcalf-Brewington
14P/Wolf	56P/Slaughter-Burnham	98P/Takamizawa
15P/Finlay	57P/du Toit-Neujmin-Delporte	99P/Kowal 1
16P/Brooks 2	58P/Jackson-Neujmin	100P/Hartley 1
17P/Hörnes	59P/Kearns-Kwee	101P/Chernyrin
18P/Pearne-Mrkos	60P/Tsuchinshan 2	102P/Shoemaker 1
19P/Borrelly	61P/Shajn-Schaldach	103P/Hartley 2
20D/Westphal	62P/Tsuchinshan 1	104P/Kowal 2
21P/Giacobini-Zinner	63P/Wild 1	105P/Singer-Brewster
22P/Kopff	64P/Swift-Gehrels	106P/Schuster
23P/Brorsen-Metcalf	65P/Gunn	107P/Wilson-Harrington
24P/Schaumasse	66P/du Toit	108P/Cifrao
25D/Neujmin 2	67P/Churyumov-Gerasimenko	109P/Swift-Tuttle
26P/Grigg-Skjellerup	68P/Kleopatra	110P/Hartley 3
27P/Crommelin	69P/Taylor	111P/Hein-Roman-Crockett
28P/Neujmin 1	70P/Clark	112P/Urata-Nijima
29P/Schwassmann-Wachmann 1	71P/Cornis	113P/Spitzer
30P/Remuth 1	72P/Denning-Fujikawa	114P/Wiseman-Skiff
31P/Schwassmann-Wachmann 2	73P/Schwassmann-Wachmann 3	115P/Maury
32P/Comas-Sola	74P/Smirnova-Chernykh	116P/Wild 4
33P/Daniel	75P/Kohoutek	117P/Helin-Roman-Alu 1
34P/Gale	76P/West-Kohoutek-Ikemura	118P/Shoemaker-Levy 4
35P/Herschel-Figollet	77P/Longmore	119P/Parker-Hartley
36P/Whipple	78P/Gehrels 2	120P/Mueller 1
37P/Forbes	79P/du Toit-Hartley	121P/Shoemaker-Holt 2
38P/Stephan-Oterma	80P/Peters-Hartley	122P/de Vico
39P/Oterma	81P/Wild 2	123P/West-Hartley
40P/Vaisala 1	82P/Gehrels 3	124P/Mrkos
41P/Tuttle-Giacobini-Kresak	83P/Russell 1	
42P/Neujmin 3	84P/Giacas	

Doc. Jiří Bouška (*1925), docent astronomie na Astronomickém ústavu pražské Karlovy univerzity. Jiří Bouška patří k našim předním astronomům. Kromě své bohaté vědecké práce (zabývá se především studiem comet) se věnuje také popularizaci astronomie, byl dlouholetým výkonným redaktorem *Říše hvězd*.

Hubblův kosmický dalekohled zahájil útok na Hubbleovu konstantu

Lukáš Richterek, Univerzita Palackého, Olomouc

Když je experimentální výsledek v rozporu s existující teorií, je na obzoru pokrok.

Max Planck (1858-1947)

V roce 1929 americký astronom Edwin Powell Hubble (20. XI. 1889 -28. IX. 1953) experimentálně prokázal rozpínání našeho vesmíru. Na základě rozboru naměřených dat formuloval tak zvaný Hubblův zákon mezi radiálními rychlostmi V , kterými se od nás vzdalují ostatní galaxie, a jejich vzdáleností R

$$V = H \cdot R \quad (1)$$

Koeficient úměrnosti H je nazýván Hubbleovou konstantou a stal se předmětem zájmu teoretiků i experimentátorů. Hubbleova konstanta v sobě totiž skrývá velmi důležitou informaci - její převrácená hodnota je prvním přiblížením stáří vesmíru. Jenomže příroda neprozrazuje svá tajemství snadno. Hubblem stanovená hodnota $H \approx 500 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ předpovídala nepřijatelně krátký věk vesmíru (pouhé 2 miliardy let), v naprostém rozporu s geologickým odhadem stáří Země (4,5 miliardy let). V současnosti máme k dispozici mnohem přesnější údaje získané nezávisle různými metodami a jsme schopni korigovat alespoň některé systematické chyby měření. Nicméně historie jakoby se znovu opakovala. Hodnoty Hubbleovy konstanty získané na základě ověřování vzdáleností skupiny galaxií v souhvězdí Panny Hubblovým kosmickým dalekohledem (Hubble Space Telescope, HST) odpovídají stáří vesmíru okolo 15 miliard let. Stáří nejstarších hvězd v kulových hvězdokupách Mléčné dráhy se však odhaduje až na 18 miliard let. V sázce jsou některé obecně přijímané představy o vývoji vesmíru a pokud budou výsledky potvrzeny, nezůstane možná neotřeseno ani výsadní postavení inflační teorie raných kosmologických stadií. Podívejme se proto na některé problémy spojené s určováním Hubbleovy konstanty podrobněji.

Hubblova konstanta a stáří vesmíru

V kosmologii (viz [1], [2]) se Hubbleova konstanta H často vyjadřuje pomocí tak zvaného škálového faktoru $A(t)$. Lépe se tak postihne její souvislost s expanzí vesmíru a zvětšováním měřítka mezi galaktických vzdáleností. Zavedeme-li radiální souřadnici ψ „rozpínající“ se spolu s vesmírem, potom pro vzdálenost R objektu od nás můžeme psát

$$R(t) = A(t) \cdot \psi \quad (2)$$

Pro rychlost V vzdalování určitého objektu od nás pak platí

$$V = dR/dt = \dot{\psi} \cdot dA(t)/dt \quad (3)$$

a po dosazení do rovnice (1) dostáváme

$$H(t) = 1/A(t) \cdot dA(t)/dt \quad (4)$$

Rovnice (3) také napovídá, že hodnota konstanty H se mění s časem v závislosti na zpomalování expanze. Odhad stáří vesmíru pomocí převrácené hodnoty Hubbleovy konstanty ($1/H$) je proto pouze přibližný a nejlépe by vyhovoval téměř prázdnému kosmickému prostoru, jehož rozpínání by nebylo dosud výrazněji zpomaleno gravitačním působením hmoty. Tak zvané Friedmannovo stáří vesmíru t_F v závislosti na Hubbleově konstantě a tak zvaném deceleračním parametru q_0 ¹⁾ lze pak pro jednotlivé Friedmannovy modely vypočítat pomocí vzorců, které vyplývají z exaktního řešení Einsteinových rovnic a lze je nalézt v příslušné literatuře (viz například [1], [2]). Vyčítáme-li z kosmologických modelů, které jsou dnes považovány za nejpravděpodobnější, můžeme vzhledem k závislosti Hubbleovy konstanty na čase výraz $1/H$ (pro její současnou hodnotu) považovat za horní odhad stáří celého vesmíru (viz obr. 1).

Měření Hubbleovy konstanty

Při zjišťování hodnoty Hubbleovy konstanty se vychází ze vztahu (1) mezi rychlostí, kterou se od nás v důsledku rozpínání vesmíru vzdalují ostatní galaxie, a jejich vzdáleností. Rychlosti, zjišťované na základě červeného posuvu spektrálních

čar, jsme dnes schopni měřit s relativní přesností 1 %. Hlavním problémem od dob Hubbleových však stále zůstává měření vzdáleností příslušných galaxií. K danému účelu jsou navíc nevhodné galaxie nám nejbližší, u nichž je radiální složka rychlosti ovlivněna vzájemným gravitačním působením mezi nimi a naší Galaxií (popřípadě místní skupinou galaxií) a u nichž výsledný posuv spektrálních čar v sobě zahrnuje nejenom složku odpovídající Hubblově rozpínání, ale také složku vyvolanou pohybem naší Galaxie směrem k dané galaxii právě v důsledku gravitace. V případě nejbližší galaxie M 31 v souhvězdí Andromedy tak namísoto červeného posuvu dostáváme dokonce posuv modrý. U skupiny galaxií v souhvězdí Panny se odhaduje rychlost přibližování k naší místní skupině galaxií asi na 20 % celkové radiální rychlosti a může tak zatížit určování Hubbleovy konstanty chybou přibližně 20 %.

K určování vzdáleností galaxií se využívá několika metod. Obecně se studují objekty (tak zvané „standardní světelné zdroje“), jejichž absolutní (skutečná) svítivost je známá z výzkumů v bližších částech vesmíru (nejlépe přímo z Galaxie) a můžeme ji považovat za stejnou, nebo případně závisí na jiných pozorovatelných parametrech, jako je barva vyslaného záření nebo perioda pulsace. Porovnáním s pozorovanou jasností je pak možné odhadnout vzdálenost, neboť množství zachyceného světla klesá s druhou mocninou vzdálenosti od jeho zdroje. Výsadní postavení v tomto směru zaujímají cefeidy, superobří hvězdy, jejichž zářivost je rostoucí funkcí periody (řádově týdny) pravidelných oscilací jasnosti a do určité míry i teploty. Jedná se o dostatečně jasné hvězdy, viditelné pozemskými dalekohledy asi do poloviny vzdálenosti ke kupě ga-

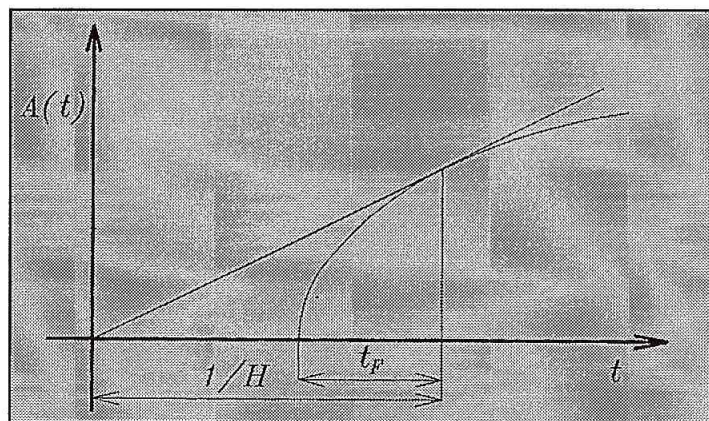


▲ Obr. 2 - E. P. Hubble (převzato z knihy Misner, Ch. a kol.: Gravitation, W. Freeman, San Francisco (1973))

laxií v souhvězdí Panny. Jejich svítivost lze kalibrovat pomocí cefeid v hvězdokupách naší Galaxie s přesností asi 10 % (s menšími korekcemi odražejícími různé chemické složení). K potvrzení takto naměřených vzdáleností k Velkému a Malému Magellanovu mračnu i M 31 bylo použito proměnných hvězd typu RR Lyrae, které jsou v průměru 100-krát slabší.

K ověřování vzdáleností se pak využívá i dalších charakteristických závislostí, jako například souvislosti mezi velikostí, zářivostí a rozptylem rychlosti v mezihvězdných oblacích ionizovaného vodíku (oblasti H II), světelných křivek nov (maxima jasnosti a časového poklesu jasnosti) a nejrůznějších vlastností spirálních galaxií ve vztahu k jejich celkovému vyzařování. Mezi dvě nejpreferovanější patří Tullyova-Fischerova relace mezi rotací jednotlivých částí spirálních galaxií (měřenou změnou Dopplerova posuvu podél jejich profilu) a jejich svítivostí a také souvislost mezi rozptylem centrální rychlosti a zářivostí nebo velikostí eliptických galaxií, nazývaná často relací $D_n - \delta$.

Kromě výše uvedených metod existuje ještě několik možností přibližného určování vzdáleností větších, než umožňují cefeidy, k nimž patří sledování zářivosti supernov typu Ia (SN Ia) nebo využití tak zvaného Sunjaevova - Zel'dovičova jevu (měření časového zpoždění mezi různými obrazy skupin galaxií či kvasarů vytvořenými velmi hmotným objektem - gravitační



▲ Obr. 1 - Friedmannův věk vesmíru a převrácená hodnota Hubbleovy konstanty.

¹⁾ Decelerační parametr je bezrozměrná veličina vyjadřující míru zpomalování expanze pozorované části vesmíru. S Hubbleovou konstantou H souvisí vztahem $q_0 = 4\pi \cdot \rho G / 3H^2$, kde G je gravitační konstanta a ρ střední hustota hmoty ve vesmíru.

čočkou). Primárním a nejpřesnějším indikátorem vzdáleností, které již nelze určit paralakticky, však i nadále zůstávají cefeidy.

Pochopitelnou snahou je dosáhnout potvrzení hodnoty Hubblov konstanty co největším počtem nezávislých měřicích metod. Před opravou Hubbleova dalekohledu byly známy vzdálenosti sotva dvou tisíc galaxií a s přesností do 10 % dokonce méně než jedné stovky.

První měření Hubblov konstanty pomocí opraveného HST

Je jistě symbolické, že k výraznému zpřesnění hodnoty Hubblov konstanty má přispět obří dalekohled, nesoucí jméno po téměř astronomovi. Proměňování vzdáleností galaxií patří k hlavnímu programu HST. Před svou opravou v roce 1993 umožňoval zjišťování polohy cefeid pouze asi do třetiny vzdálenosti, než nás dělí od kupy galaxií v souhvězdí Panny. Nové korigující optické zařízení umožnilo skupině pod vedením Wendy Freedman (Carnegie Observatories, Pasadena, California) získat poměrně kvalitní světelné křivky pro 20 cefeid ve spirální galaxii M 100 v souhvězdí Panny. Na základě rozboru získaných dat pak byla vypočtena hodnota Hubblov konstanty $82 \pm 17 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Při výpočtu bylo nutné použít průměrný červený posuv pro větší počet galaxií této soustavy, protože červený posuv M 100 samotné obsahuje výraznou složku odpovídající vlastnímu pohybu uvnitř skupiny. Neznáme-li přesně polohu M 100 vzhledem ke středu tohoto systému, nemůže být hodnota H zcela přesná. Zdá se však, že M 100 se od něho nachází velmi daleko.

Zdrojem dalších nepřesností je již zmíněné přibližování kupy galaxií v Panně a naší Galaxie, způsobené vzájemným gravitačním působením. Freedman a jeho spolupracovníci však uvádějí podpůrné argumenty nasvědčující tomu, že tento vliv se jim podařilo uspokojivě eliminovat. Kupa galaxií v souhvězdí Vlasy Bereniky je 6-krát vzdálenější než skupina v Panně, což postačuje k tomu, abychom mohli zanedbat gravitač-

ní působení na naši Galaxii. Na druhé straně však již nelze použít jako měřítko cefeidy ani s pomocí Hubbleova dalekohledu. Naštěstí je poměrně dobře znám poměr vzdáleností skupin galaxií v souhvězdí Panny a ve Vlasech Bereniky. Kombinací naměřených vzdáleností v souhvězdí Panny a červeného posuvu pro galaxie ve Vlasech Bereniky je možné určit Hubbleovu konstantu neovlivněnou zmíněným pohybem. Hodnota se výrazně neliší od předcházející: $77 \pm 16 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Kombinací obou výsledků pak Freedman uvádí $80 \pm 17 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ jako prozatím nejpravděpodobnější hodnotu Hubblov konstanty.

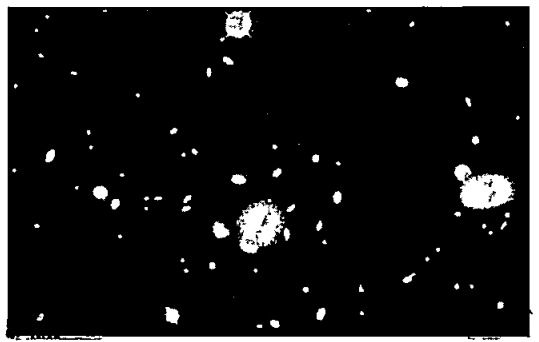
Není bez zajímavosti, že k podobnému závěru dospěl v loňském roce i tým pod vedením Michaela Pierce (Univerzita v Indianě), kterému se podařilo proměřit 3 cefeidy v jiné galaxii v Panně pomocí 3,5-m kanadsko-francouzsko-havajského dalekohledu na observatoři Mauna Kea. K pozorování velmi vzdálených cefeid ze Země bylo použito aktivní optiky, v níž rychle se pohybuje zrcadlo kompenzovalo chvění vrstev vzduchu v atmosféře.

Určení Hubblov konstanty s přesností alespoň 10 % však bude vyžadovat spolehlivá měření ve větších vzdálenostech, než je kupa galaxií v Panně, přesahující možností proměňování periodických světelných křivek cefeid Hubbleovým dalekohledem. Dosud provedená pozorování slouží především ke kalibraci dalších metod, které umožní postoupit dále do vesmíru, minimálně za hranici 100 Mpc (326 milionů světelných let), za níž již určování Hubblov konstanty téměř jistě není ovlivněno vzájemným gravitačním působením s naší Galaxií.

Z výsledků publikovaných v loňském roce připomeňme ještě měření Briana Schmidta, Roberta Kirschnera a Ronalda Eastmana (Harvard). Zkoumáním časové závislosti optického spektra supernovy typu II z roku 1979 v M 100 byla určena její svítivost v souladu s měřeními Hubbleovým dalekohledem. Rozborem spektrálních závislostí 18 supernov typu II, z nichž nejvzdálenější je 10-krát dále než kupa galaxií v Panně, byla určena hodnota Hubblov konstanty $73 \pm 9 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$.

Také použití Tullyovy-Fischerovy metody dává v případě M 100 hodnotu blízkou předchozí. Je ale třeba přiznat, že M 100 pozorujeme čelně („shora“), což je výhodné při sledování cefeid, ale znesnadňuje dopplerovské určování rychlosti

rotace jejích částí, pro něž je ideální, jestliže se „díváme“ na galaxii „zboku“. K přesvědčivějším závěrům získaným na základě Tullyovy-Fischerovy metody bude proto potřeba nalézt výhodněji orientovaný vesmírný objekt.



▲ Obr. 4 - Kupa galaxií ve Vlasech Bereniky (převzato z [1]).

Možnosti a předpovědi

Výsledky pozemských měření Hubblov konstanty se v posledních letech nejvíce pohybovaly okolo dvou hodnot, 50 a $80 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. První z nich vymezuje stáří vesmíru na 18 až 20 miliard let a lépe vyhovuje současným představám o vzniku vesmíru podle teorie velkého třesku. Mezi její nejvýznamnější zastánce a obhájce patří známý Freedmanův kolega z Pasadeny, žák Edwina Hubblea, Allan Sandage. Kromě argumentů teoretických však vychází i z experimentálních výsledků. Hubbleovým dalekohledem (ještě před opravou) spolu se svými spolupracovníky kalibroval vzdálenosti supernov typu Ia z roku 1937 a 1972 v galaxii vzdálené asi 5 Mpc (asi 16 milionů světelných let) pomocí cefeid a za předpokladu, že všechny supernovy zmíněného typu mají stejný zářivý výkon, dospěl k hodnotě Hubblov konstanty $H = 52 \pm 8 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$. Kirschner spolu se svými harvardskými kolegy však předpoklad stejné svítivosti zpochybnil. Podle něho lze skutečnou svítivost těchto supernov odvodit z časové závislosti jejich jasnosti. Rozborem záznamů 13 supernov ve vzdálenostech několika set Mpc dospěl k vyšší hodnotě $67 \pm 7 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$.

Naproti tomu shoda měření Hubbleova dalekohledu s řadou pozemských pozorování upřednostňujících vyšší hodnotu $80 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ se zdá být povzbuzující. Teoretikům ale přináší spíše vrásky na čele. Je-li hodnota $H > 75 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$, pak vesmír není starší než 15 miliard let. Pokud se v naší Galaxii nacházejí v kulových hvězdokupách hvězdy přibližně stejného stáří, pak by hustota hmoty ve vesmíru měla být nízká, asi 0,1 až 0,3 hodnoty, kterou vyžaduje inflační model vesmíru, považovaný obecně za nejpravděpodobnější scénář raného stadia kosmického vývoje. Přestože je možné i pro vesmíry s poměrně nízkým obsahem hmoty konstruovat teoretické modely vyhovující řadě dnes pozorovaných parametrů, vysvětlení formování galaxií by bylo velmi obtížné.

Pokud by $H > 85 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ a věk nejstarších hvězd by skutečně byl až 18 miliard let, potom bychom zřejmě museli výrazněji pozměnit dosud všeobecně uznávanou teorii vývoje vesmíru. V této souvislosti znovu ožívají úvahy o zavedení kosmo-

logické konstanty λ do Einsteinových rovnic gravitačního pole. Její kladná hodnota by mohla zajistit, že stáří vesmíru by bylo větší než $1/H$ a dovolila by i některé další parametry uvést do souladu s inflačním modelem (například by bylo možné aplikovat tento model na vesmír s menším obsahem hmoty). Experimentální ověřování této hypotézy však zatím nepřineslo jednoznačné výsledky.

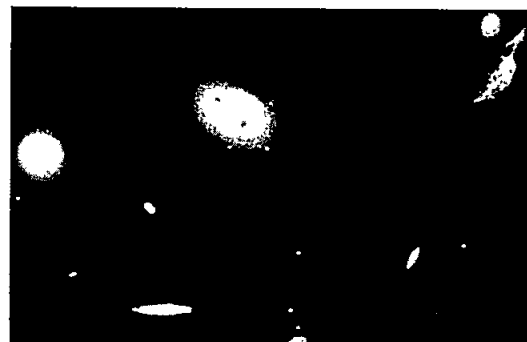
Nezbývá než trpělivě čekat na další měření HST a na kalibraci nejruznějších způsobů zjišťování vzdáleností. Rozhodující slovo ještě ani zdaleka nepadlo. Usilovná, mravenčí práce vědců a techniků, která před námi postupně odhaluje tajemství přírody a zároveň neustále klade nové a nové otázky, si však bezesporu zaslouží obdiv a uznání. Úspěšně se tak naplňuje výrok samotného Edwina Hubblea z roku 1934: „Nyní máme zběžný nástin některých obecných charakteristik námi pozorovatelné oblasti vesmíru jako celku. Dalším krokem by měl být zevrubný průzkum - pečlivá, opakovaná pozorování s ohledem na přesnost a úplnost. Tento program, kladoucí velký důraz na použité metody, bude vleklou řadou postupných aproximací.“ □

Literatura:

- [1] Hajduk, A., Štohl, J. a kol.: *Encyklopédia astronomie*. Obzor, Bratislava (1987).
- [2] Huchra, J. P.: *Science*, 256 (1992), s. 321-325.
- [3] Schwarzschild, B.: *Physics Today*, December 1994, s. 19-21



Lukáš Richterek (*11. III. 1969) vystudoval přírodovědeckou fakultu Univerzity Palackého v Olomouci, obor učitelství, kombinaci matematika-fyzika. Od roku 1990 je externím postgraduálním studentem přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Zabývá se obecnou teorií relativity.



▲ Obr. 2 - Kupa galaxií v souhvězdí Panny (převzato z [1]).