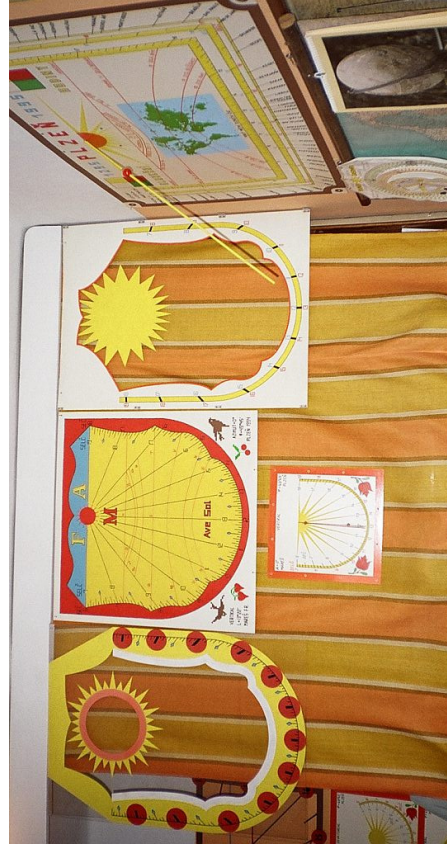


ňovali jsme si zkušenosti a poznatky ze své práce. Jako jednoho z prvních jsem jej informoval např. o úspěších při katalogizaci hodin. Nenechával si tyto informace pro sebe, šířil je dál. Díky němu se o nich dozvěděli v Národním technickém muzeu či v pražském planetáriu.

Pečlivě pozoroval a zjišťoval, zda další hodiny, které objevil, nemohou být pro něho inspirací. Býval hodinami zaujat i přesto, že byly omšelé, sotva patrné a nebo i chybně navržené. I když poznal, že hodiny jsou gnómonicky chybné, vážil si jejich zhotovitelů — jejich přízni ke slunečním hodinám, aplikaci a propagaci. Některé jej zaujaly, protože byly krásně upravené, zářící, jednoduché, moderní a dokonalé. Všechny poznatky byly pro něho poučením i vodítkem pro další práci.

V posledních letech se přestal věnovat propagační a popularizační činnosti týkající se slunečních hodin. Byl si příliš vědom svého vysokého věku a věděl, že má již málo času, který mu zbývá. Zbytek svého života chtěl věnovat nejen dalšímu studiu hodin, ale i jejich návrhům, výpočtům, projektování a výrobě. Chtěl jich ještě mnoho navrhnout a vypočítat, ty menší vyrobit ve stále lepším a složitějším provedení, úměrně s přibývajícím znalostmi a zkušenostmi.



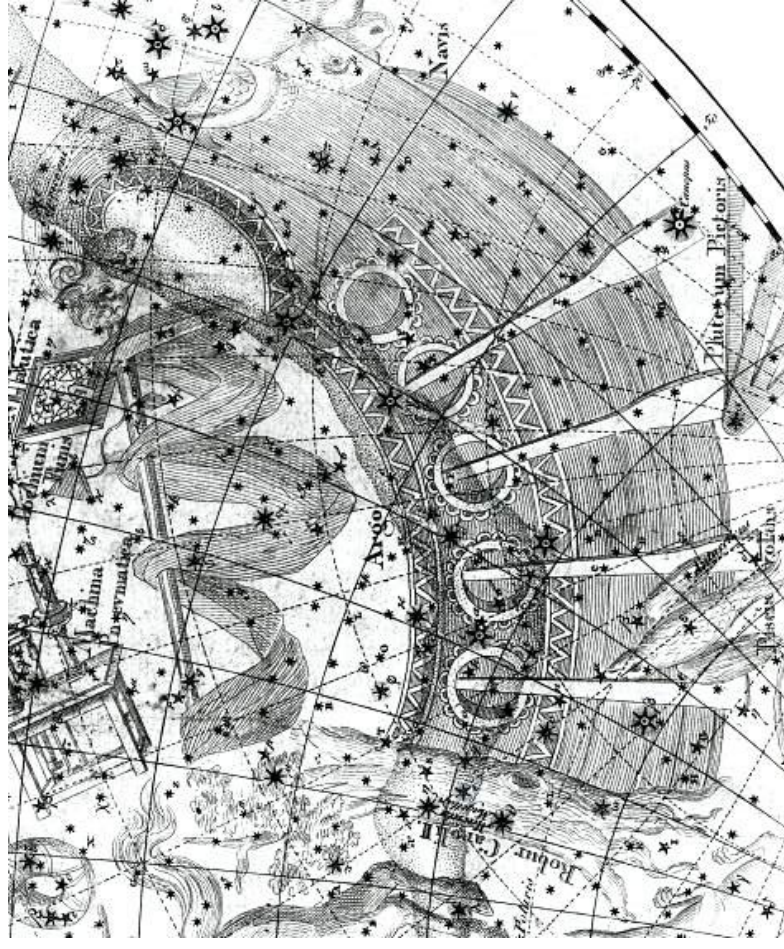
Obr. 7 — Návrhy různých číselníků svislých hodin.

Neúprosný čas a věk mu ale nedovolily všechny plány realizovat. Přestože byl v posledních dvou letech hendikepován, tvorba slunečních hodin a jejich modelů mu dodávala elán do života.

- [1] *korespondence F. Mareše s M. Noskem.*
- [2] LEV, T. *Jediný tvůrce slunečních hodin v západních Čechách.* ZN noviny, 12. 4. 1996.
- [3] PAUR, B. *Království slunečního času.* Plzeňský deník, 30. 12. 1995.

## Obsah

Miloš Boček: <i>Keenanův systém</i> .....	4
Pavel Chadima: <i>Arizona — ráj astronomů</i> .....	12
Jaromír Čiesla: <i>Sluneční hodiny ve Slezském zemském muzeu v Opavě</i> .....	18
Miloš Nosek: <i>O Františku Marešovi</i> .....	20
Martin Lehký: <i>Zpráva o činnosti JST v roce 2007</i> .....	23



Titulní strana: Observatoř Kitt Peak s kopulí 4 m Mayallova dalekohledu. Foto Pavel Chadima. K článku na str. 12.

Na obloze můžeme v amatérských podmínkách vizuálně pozorovat poměrně mnoho interagujících párů galaxií.<sup>1</sup> Význačnou vlastností interagujících galaktických soustav, jež tvoří asi pětinu všech pekuliárních galaxií, je vzájemně silné slapové působení. Projevuje se změnou původní morfologie zúčastněných galaxií: nejčastěji vzájemnou deformací členů páru a v jistých fázích vývoje interakce (která může končit až jejich sloučením) se takovéto systémy navíc prozrazují i slapovými ohony a mezigalaktickými mosty. Interakci pochopitelně nelze upřít ani značný vliv na hvězdnou tvorbu a aktivitu jader členů páru.

Jedním z klasičtých příkladů spirálně-eliptického interagujícího páru, jenž je však relativně málo zkoumán, je *Keenanův systém*<sup>2</sup>, nalézající se v severovýchodní části Velké medvědice nedaleko hranice s Drakem. Zahnuje eliptickou **NGC 5216** a spirální **NGC 5218**<sup>3</sup>, které sice vizuálně nevykukají příliš jasnosti, o to více zaujme jejich vzhled na fotografických snímcích (obr. 1, 8). Systém je pojmenován po americkém astronomu P. C. Keenanovi (1908–2000), jenž si poprvé povšimnul u této zvláštní dvojice její pekuliární struktury svědčící o interakci, a to ve svém pojednání z roku 1935 [4]. Jeho poznámka o slapové vzniklých jevech zůstala téměř nepovšimnuta, a tak byla tato dvojice teprve později „znovuobjevena“ badateli na Palomarské a Lickově observatoři.

Těžšíště Keenanova systému má souřadnice:  $\alpha = 13\text{ h }32\text{ min }9,36\text{ s}$  a  $\delta = +62^{\circ}44'3,3''$  (pro ekvinokcium J2000). Obě galaxie jsou na obloze orientovány téměř přesně v severojižním směru, přičemž severněji je posazena NGC 5218. Vzdálenost mezi středy galaxií činí 4', což odpovídá vzdálenosti asi 160 tisíc sv. r. Mimořádně zajímavým dělá Keenanův systém především pozoruhodný slapový mezigalak-

<sup>1</sup> Většinou se jedná o dvě spirální soustavy (z jasných vzpomněme známá *Tykadla* NGC 4038 a 4039 v souhvězdí Havrana nebo *Siamská dvojčata* NGC 4567/4568 ze souhvězdí Panny, z méně jasných třeba NGC 3395/3396 z Malého lva). Nežádka se setkáme i s dvojití čočková – spirální galaxie (například jasná *Oči* NGC 4435/4438 v Panně nebo slabé *Mjůš* NGC 4676A/B ve Vlasech Bereniky) nebo dvěma čočkovými (jako NGC 3414/3418 v Malém lvu), případně s tandemem spirální – nepravidelná galaxie (obligátní M51 a NGC 5195 či poměrně jasné NGC 4490/4485, oba páry z Honičích psů). Vzácněji zastihneme při interakci spirální a eliptickou galaxii (jako příklad lze uvést NGC 3227/3226 ze Lva).

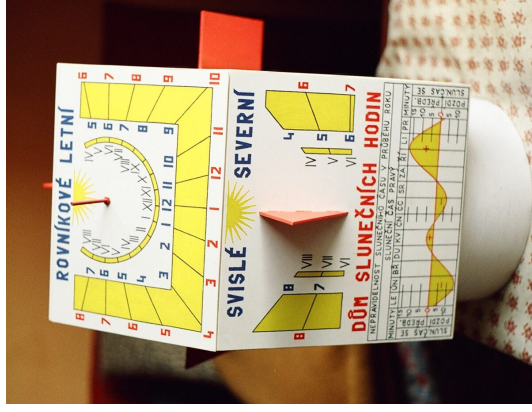
<sup>2</sup> Musíme dát pozor na záměnu Keenanova systému galaxií s Keenanovým, resp. Morganovým–Keenanovým systémem „dvojjrozměrné“ spektrální klasifikace hvězd. V tomto systému byla k Harvardské spektrální klasifikaci (dělicí hvězdy podle spektrálních typů do sedmi tříd) přidána jakožto druhý parametr svítivost (resp. absolutní hvězdná velikost), čímž došlo k rozdělení hvězd do osmi tříd svítivosti.

<sup>3</sup> Pro úplnost dlužno dodat, že někdy bývá do Keenanova systému započítávána i „zbožů“ natočená slabá spirální galaxie NGC 5216A typu Sc, mající vizuální jasnost pouze 14 mag a úhlové rozměry  $1,2' \times 0,3'$ . Leží necelý stupeň jihovýchodně od jasnější dvojice a tvoří s ní vlastní tříčlennou skupinku, přestože se nachází v prostoru relativně o dost dále: 143 milionů sv. r. od nás.

den, Rokycan a Kdyně u Domažlic. Bude však na badatelích, aby zjistili, zda došlo k jejich realizaci a na kterých adresách je lze spatřit.

Snažil se o popularizaci slunečních hodin. Navštívil mnoho starostů obcí, ředitelů základních škol, školských úřadů, různých podniků, hvězdáren, útvarů kulturní a památkové péče, majitelů chalup, domků a chat s nabitkou vytvoření slunečních hodin. Všude se setkával s velkým zájmem o tyto artefakty. Bohužel projekce slunečních hodin a jejich realizace je veřejností nedocenená. Málodko byl ochoten uhradit cenu výrobních nákladů. Nikdy mu však neslo o zisk. Tvrdil, že je dostatečně zabezpečený a ve svém věku si nepotřebuje tímto přivydělat, byl by však rád, kdyby po něm v kraji zůstalo co nejvíce překrásných hodin.

Vyrobil obsáhlou kolekci modelů slunečních hodin různých systémů, tvarů, funkcí i užití. Některé z nich jsou pěti-, šesti-, až sedmiciferňkové. Modely postupně vystavoval na různých místech a při různých příležitostech (ve výloze obchodu v centru Plzně, ve výstavní síni pobočky Rakouské knihovny nebo místní hvězdárny a planetária).



Obr. 6 — Jeden z mnoha modelů slunečních hodin vytvořených Františkem Marešem.

Pro svou činnost postupně vytvořil tři přístroje. Každý z nich byl dokonalejší než ten předchozí. Pomocí nich byl schopen poměrně velmi rychle, spolehlivě a s maximální možnou přesností určovat azimut stěny. Jím navržené hodiny pak mohly fungovat s přesností jedné minuty.

Měl zájem o spolupráci s obdobnými nadšenci jako byl sám. Hledal spřízněné duše v muzeích i hvězdárnách. Díky tomu jsme se v roce 1996 seznámili. Vymě-

ukazatel, který se nastaví do kolmé polohy vzhledem k prstenci číselníku. Stín vrhaný ukazatelem dopadá na hodinovou stupnici, kde můžeme odečíst hodnotu pravého místního slunečního času.

**Závěrečné hodnocení.** I přesto, že na hodinách zapracoval zub času, tyto již při prvním pohledu působí velice estetickým vzhledem a mistrným provedením, a to i po letech ne vždy šetrného zacházení. Přesnost měření času je ovlivněna vůlí v úchyty stojánku nesoucího olovnici. Z toho důvodu nelze hodiny spolehlivě ustavit do vodorovné polohy. Ostatní prvky hodin se jeví plně funkční. Nejasné u těchto hodin je číslování úhlového měru pro nastavení zeměpisné šířky, rysky pokračují až do  $98^\circ$ .

## O Františku Marešovi

Miloš Nosek

S lítostí oznamuji všem příznivcům slunečních hodin, že již mezi námi není sluneční hodinář František Mareš z Plzně. Dne 10. ledna ve věku 82 let podlehl dlouhé těžké nemoci. Následující článek je věnován vzpomínce na tuto jedinečnou osobnost naší gnómoniky.

Ve svém mládí navštěvoval základní školu v Klatovech, kde jsou umístěny dvoje malované historické sluneční hodiny. Jako chlapec je obdivoval, ale tehdy principy těchto hodin ještě neznal.

Celým jeho celoživotním povoláním byla stavářina. Působil jako vedoucí stavební projektant, jako stavitel pozemních staveb a později měl vlastní soukromou projekční kancelář. Přibližně ve svých 65 letech dobrovolně zrušil živnostenskou oprávnění a projekční a dozorovací kancelář. Tehdy se začal intenzivně věnovat slunečním hodinám. Konečně si tak splnil svůj sen. Dle tehdy dostupných možností se nejprve obhlížel, studoval, zkoušel, vypočítával, navrhoval, projektoval, vyráběl, instaloval a ověřoval různé typy a systémy slunečních hodin různých tvarů, velikostí a složitostí.

Aby se seznámil s různými provedeními hodin a sehnal studijní materiál, vjížděl i do zahraničí (Rakouska, Bavorska atd.). Mimo jiné si také ověřoval vztah tamějších usedlíků ke slunečním hodinám.

Zájmová činnost — sluneční hodiny — byla jeho poslední, ale zato vysoce intenzivní a aktivní. Při bilancování v roce 1996 přiznal vytvoření asi čtyřiceti slunečních hodin různých typů a projektů na šedesát. Protože byl skromný a svými úspěchy se nechlubil, nevíme přesně, kolik jich za svůj život vlastně zhotovil, obnovil a kolik jich zůstalo nerealizováno. Například jsme se doslechli, že byl ve spojení s umělecko-kovářskou a zámečnickou firmou z Plzně a společně vytvořili několikery sluneční hodiny. Víme také, že projektoval hodiny např. do Wiesba-



Obr. 1 — Negativní snímek Keenanova systému, na němž mezigalaktický most lépe vyniká. Převzato z [1].

tický most, jenž se na fotografiích vyjímá jako nápadná dlouhá a tenká stuha či vlákno, které obě galaxie propojuje. O způsobu jeho vzniku se zmíníme až po podrobnějším popisu obou galaxií.

## NGC 5216

Jižněji položená NGC 5216 (UGC 8528) se nalézá na souřadnicích:  $\alpha = 13^{\text{h}} 32^{\text{m}} 6.9^{\text{s}}$  a  $\delta = +62^\circ 42' 2.5''$ . Bývá klasifikována jako pekuliární eliptická galaxie typu E0p a má vizuální jasnost 12,6 mag. Optické úhlové rozměry její jasně části činí málo přes  $1' \times 1'$ , ovšem se započtením slabého hvězdného hala nabývá galaxie asymetrických rozměrů  $2.5' \times 1.5'$ . Velmi slabě zářící koróna dosahuje rozměrů snad až  $3.1' \times 2.1'$ , zatímco velmi jasný střed (jádro) má velikost

$0,35' \times 0,35'$ . Rudý posuv galaxie  $z = 0,009804 \pm 0,000087$  a radiální rychlost  $v_{\text{rad}} = 2939 \pm 26 \text{ km/s}$ . Z těchto údajů vyplývá, že leží ve vzdálenosti přibližně 136 milionů sv. r. a úhlový rozměr odpovídá průměru asi 100 tisíc sv. r.

Galaxie dlouho nebyla klasifikována, jako aktivní a její aktivita není zcela jasná. Podle některých výzkumů vykazuje ve spektru emisní čáry s širokou čarou  $H_{\alpha}$  Balmerovy série, a proto bývá v poslední době řazena do objektů typu BLAGN ((Optical) Broad-line Active Galactic Nuclei), tedy s aktivním jádrem (AGN) se širokými emisními čarami v optickém oboru spektra.

NGC 5216, jakožto eliptická soustava, téměř postrádá mezihvězdný plyn, horní limit pro obsah molekulárního vodíku  $H_2$  byl odhadnut na  $7 \text{ až } 8 \cdot 10^7 M_{\odot}$ . Průměrný věk hvězd v galaxii je přibližně 5 miliard roků a převážně se pohybuje v rozsahu mezi 10 miliardami a 20 milióny let. Ačkoli v centrální oblasti je galaxie červená a obsahuje velmi starou hvězdnou populaci (starší než 10 miliard roků), dále než 2 tisíce sv. r. od středu má na eliptickou galaxii nezvykle modrou barvu, značící mladou hvězdnou populaci, rozsetou rovnoměrně ve zbytku galaxie. Na základě výzkumů bylo zjištěno, že galaxie pravděpodobně podstoupila epizodu zvýšené tvorby hvězd před pouhými 40 milióny roků, trvající jen 10 miliónů roků. Úhrnná hmotnost hvězd při tom vzniklých byla asi  $2,5 \cdot 10^8 M_{\odot}$ .

## NGC 5218

Více studovaná NGC 5218 (UGC 8529) má souřadnice:  $\alpha = 13 \text{ h } 32 \text{ min } 10,5 \text{ s}$  a  $\delta = +62^{\circ} 46' 4''$ . Tato pekulární spirální galaxie s přičkou typu SBb/P dosahuje vizuální jasnosti 12,3 mag a úhlových rozměrů  $1,8' \times 1,3'$ . S vnější slupkou zčásti obkličující disk zabírá galaxie na obloze až  $2,1' \times 1,7'$ . Je mírně protáhlá ve směru východ-západ a sklon roviny disku k zornému paprsku činí  $49,5^{\circ}$ . Rudý posuv galaxie  $z = 0,009783 \pm 0,000072$  a vzdaluje se od nás tedy radiální rychlostí  $v_{\text{rad}} = 2933 \pm 22 \text{ km/s}$ . Proto leží jen v nepatrně menší vzdálenosti než NGC 5216. Skutečný průměr jejího disku vychází 70 tisíc sv. r.

Galaxie vykazuje ve spektru slabou aktivitu typu LINER (zcela ojediněle bývá uváděn i typ Seyfert). Výskyt emisních čar je však nejasný, jako LINER byla klasifikována až v roce 1995. Aktivita patrně nemusí být podmíněna překotným zrodem hvězd ve vnitřní oblasti galaxie, ale aktivním jádrem s černou dírou, ani to však není dosud vysvětlené. Obsahuje též jasný středový zdroj rádiového kontinua. V její vnitřní oblasti byl odhalen rotující prsteneц molekulárního plynu o poloměru několika tisíc sv. r.

U galaxie byla rozpoznána značně složitá struktura. Obsahuje poměrně výraznou výduť a jasnou přičku, jejíž fyzický poloměr dosahuje 11 tisíc sv. r. a s hlavní osou galaxie svírá úhel přibližně  $15^{\circ}$ . Spirální ramena naopak nejsou příliš zřetelná, v galaktickém disku se však vyjímá prsteneц hvězd o průměru téměř 45 tisíc sv. r. Ve vnějších částech nese galaxie stopy po interakci v podobě zmíněné, pro spirální soustavu netypické vnější „slupky“, šikmo skloněné vzhledem k rovině

střed desky je otvor se zapuštěnou stříbrnou miskou s vyrytou světovou růžicí a s kompasem pro přesné nasměrování k severu. Na přední hraně základní desky je na otočném závěsu přichycen prsteneц s vyrytými římskými číslicemi v rozsahu III–XII–IX hodin a se značkami pro půlky hodin. Ve vodorovné ose prstence je otočná hřídelka s ukazatelem (polosem), který se tak dá vyklopit do kolmé polohy vzhledem k prstenci. Přesné nastavení sklonu prstence do roviny s rovníkem je umožněno výklopnou úhlovou stupnicí na pravé hraně základny. Tato stupnice s číslováním po  $10^{\circ}$  v rozsahu  $20^{\circ}$  až  $90^{\circ}$  a s ryskami po dvou stupních v rozsahu  $16^{\circ}$  až  $98^{\circ}$ , umožňuje nastavení dle příslušné zeměpisné šířky. Přesné ustavení v horizontální rovině je zajištěno pomocí olovnice zavěšené na sklopném, bohatě vyřezávaném stojánku na zadní hraně základny.

**Rozměry.** Krabička má rozměry  $86 \times 86 \times 23 \text{ mm}$ , vnitřní/vnější průměr prstence číselníku činí  $55/61 \text{ mm}$ , výška ukazatele je  $26 \text{ mm}$ , výška ramínka olovnice  $30 \text{ mm}$ , průměr středového otvoru v základní desce  $37 \text{ mm}$ .



**Obr. 5** — Sluneční hodiny připravené k použití. Ze sbírek Slezského zemského muzea v Opavě.

**Manipulace s hodinami.** Po vyjmutí z pouzdra a ustavení na pevnou podložku nastavíme hodiny nejdříve pomocí kompasu ve směru sever-jih, poté vyklopíme rameno s olovnicí a provedeme ustavení do horizontální polohy. V dalším kroku vyklopíme boční rameno se sklonoměrem, podle kterého zvedneme prsteneц číselníku do požadované polohy dle zeměpisné šířky. V posledním kroku vyklopíme

## Sluneční hodiny ve Slezském zemském muzeu v Opavě.

Jaromír Ciesla

Ve sbírkách Slezského zemského muzea v Opavě se původně nacházely dvojice sluneční hodiny. Jedny byly svislé od Erasma Habermehla ze 17. století. ERASMUS HABERMEHL (1538–1606) byl dvorním mechanikem císaře Rudolfa II. Z jeho dílny vycházely precizní astronomické a geodetické přístroje. Hodiny byly před léty odcizené.

Druhé, rovníkové, jsou uschovány v depozitáři muzea. Do sbírky byly zakoupeny roku 1913. Jedná se o kapesní rovníkové sluneční hodiny s poloortojní stupnicí, označované jako hodiny augsburgského typu. Tyto hodiny patřily ve své době (17. až 18. století) k velmi oblíbenému typu, díky jejich jednoduché konstrukci, snadnému ovládnutí a možnosti použití v různých zeměpisných šířkách.

Hodiny pocházejí z druhé poloviny 18. století. Jsou poskládané v kartónové osmiboké krabičce. Ve věku je stříbrná tabulka s vyrytými souřadnicemi některých evropských měst (Elev Poli/Corfu, Madrid, Neapoli, Lion, Venedig, Wien, Prag, Cracaw, London) a signaturou LTM, podle které lze usuzovat na autora — s velkou pravděpodobností je jím LUDOVICUS THEODATUS MÜLLER (1710–1770) z německého Augsburgu. S hodinami od tohoto mistra se můžeme setkat ve sbírkách mnoha muzeí a v soukromých kolekcích.

**Popis.** Vlastní hodiny jsou vyhotoveny z pozlacené mosazi. Osmiboká, rokoková rytinami bohatě zdobená základna, je postavena na třech nožkách. Upro-



**Obř. 4** — Rovníkové sluneční hodiny před vyjmutím z krabičky. Ze sbírek Slezského zemského muzea v Opavě.

disku o zhruba  $38^\circ$ . Ve středové části o průměru 6 500 sv. r., vyplněné hvězdami 5 až 15 miliard roků starými, je galaxie neobvykle červená (dokonce více než její eliptická partnerka), což je ovšem způsobeno velkým množstvím prachové složky. Naopak její vnější oblasti mají modrou barvu a stáří hvězd zde se vyskytujících se odhaduje na 200 až 400 miliónů let.

## Prostorové a kinematické rozdělení molekulárního a atomárního plynu v NGC 5218

NGC 5218 je na galaxii typu SBb velmi bohatá na molekulární plyn, jehož rozložení je silně zhuštěno k centru. Hmotnost vodíku  $H_2$  činí  $6,9 \cdot 10^9 M_\odot$ , přitom ve středovém kiloparseku je to  $1,5 \cdot 10^9 M_\odot$ . Galaxie má velmi vysokou středovou hustotu molekulárního plynu, a to i v rámci příčkových galaxií: v oblasti o průměru 1 kpc přes  $1 800 M_\odot/pc^2$ , podle některých údajů až  $3 000 M_\odot/pc^2$ , z toho plošná hustota  $H_2$  činí přibližně  $1 300 M_\odot/pc^2$ .

Pokud jde o obsah atomárního vodíkového plynu HI, dříve uváděná hmotnost až  $7,8 \cdot 10^9 M_\odot$  byla zřejmě velmi nadhodnocena. Novější výzkumy udávají celkovou hmotnost neutrálního vodíku  $2,8 \cdot 10^9 M_\odot$ . Z tohoto množství je to v samotné galaxii jen  $8,4 \cdot 10^8 M_\odot$  (tj. zhruba 30 % z celkového obsahu) a zbytek připadá na severní slapový výběžek (ohon), jak je to ostatně obvyklé u takto interagujících systémů v této fázi jejich vývoje.

Z nových měření tedy vidíme, že poměr hmotnosti plynu molekulárního  $H_2$  ku atomárnímu HI (i se započtením slapového ohonu) je značný, podstatně větší než u normálních i pekuliárních galaxií typu SBb. Takovéto systémy totiž mívají obvykle méně  $H_2$  než HI (a to i přes to, že příčkové galaxie obecně charakterizuje nižší celková hmotnost HI než bývá v galaxiích bez příčky), zatímco NGC 5218 má zdá se nejméně dvakrát více plynu  $H_2$ .

Původcem velké hmotnosti molekulárního plynu v centru galaxie je především příčka.<sup>4</sup> Mechanismus jejího vzniku úzce souvisí se slapovou poruchou během interakce s NGC 5216 a sama pak má značný vliv na vývoj galaxie. Výrazná příčka, jakou NGC 5218 vlastní, je značně efektivní při usměrňování plynu k centru. Patrně způsobila přenos obou plynných komponent ( $H_2$  i HI) během doby od posledního dosažení perigalaktika z disku do středu a následnou přeměnu HI na  $H_2$  v těchto místech. Z pozorování jasně plyne, že příliv plynu do centrální oblasti pokračuje.

## Tvorba hvězd v NGC 5218

Celková zářivost galaxie je  $1,8 \cdot 10^{10} L_\odot$ . Podle barvy se v ní vyskytuje směsice hvězd starých přes 5 miliard roků a mladých o věku zhruba 200 miliónů roků. Prachoplynné komplexy obřích molekulových oblaků, z nichž se hvězdy rodí, jsou

<sup>4</sup> Obecně mají spirální galaxie s příčkou (obzvlášť časného typu) zvýšenou koncentraci molekulárního, ale i atomárního plynu, hlavně ve středových oblastech o rozměrech jednoho kiloparseku.

nejvíce přítomny ve středové oblasti galaxie, a dále pak v přechodném regionu na rozhraní mezi začátkem spirálních ramen a oběma konci příčky a též ve východním spirálním rameni, které na sebe upozorňuje tím, že v něm tvorba hvězd nyní hojně probíhá.

Podle výzkumů se v galaxii udál hlavní překotný zrod hvězd před nějakými 200 milióny roků a mohl trvat přibližně 100 miliónů roků. Byl evidentně zapříčiněn posledním blízkým míjením s NGC5216. Nové hvězdy mají celkovou hmotnost  $3,2 \cdot 10^9 M_{\odot}$ .

Současná rychlost tvorby hvězd odvozená ze svítivosti galaxie v daleké infračervené oblasti spektra vychází rovněž značně vysoká: nejméně 2 až  $3,9 M_{\odot}/\text{rok}$ , podle některých jiných měření až  $5,3 M_{\odot}/\text{rok}$ . Menší hodnoty rychlosti tvorby hvězd udávají data zjištěná z emise v rádiové oblasti ( $3,4 M_{\odot}/\text{rok}$ ) a data získaná ze slabého  $H_{\alpha}$  toku (pouze  $0,05 M_{\odot}/\text{rok}$ ). Nejvyšší podíl tvorby probíhá v prašné středové části s velmi velkou hustotou molekulárního plynu: nejméně 75 % tvorby hvězd v galaxii pochází ze středové kiloparsekové oblasti.

Galaxie vykazuje poměrně velkou zářivost v dalekém infračerveném oboru ve srovnání s galaxiemi podobného Hubbleova typu (více jak trojnásobnou než je běžná v jiných studovaných spirálních typu Sb–Sbc), ačkoliv ji ještě nemůžeme klasifikovat jako zářivou infračervenou galaxii (LIRG, Luminous Infrared Galaxy). Nelze vyloučit, že aktivita jádra galaxie cloněného velkým množstvím prachu vede k nadhodnocení rychlosti hvězdné tvorby odvozené ze zářivosti v dalekém infračerveném oboru. Každopádně je však rychlost zrodu hvězd v současnosti relativně vysoká ve srovnání s nedávnou.

Naproti tomu účinnost tvorby hvězd (vyjadřující poměr současné rychlosti tvorby k hmotnosti molekulárního plynu, v tomto případě odvozená z rychlosti dle infračervené zářivosti a celkové hmotnosti plynu) je srovnatelná s normálními galaxiemi stejného morfologického typu. Je tedy poměrně nízká na tak velkou naměřenou plošnou hustotu plynu. Celková účinnost v některých systémech s přibližně  $8 \cdot 10^{-10}/\text{rok}$ , což je pod 30 % hodnoty zjištěné v některých systémech s přibližnou tvorbou hvězd. Pouze v centrální oblasti (o průměru do 10 tisíc sv. r.) dosahuje účinnost asi trojnásobku celkové hodnoty, v důsledku čehož již může být NGC5218 řazena na spodní hranici systémů klasifikovaných jako *galaxie s přibližnou tvorbou hvězd v jádře*.

Zdá se, že NGC5218 je v současnosti v rané fázi příčky řízené hvězdné evoluce, snad je teprve na pokraji neaktivnějšího období tvorby hvězd. Je možné, že hustota molekulárního plynu v centru ještě přece jen nemusí být dostatečně velká, aby spustila etapu překotné tvorby, vše však nasvědčuje tomu, že v blízké budoucnosti se tak stane. Napovídá tomu, kromě beztak vysoké koncentrace molekulárního plynu ve středové oblasti, hlavně skutečnost, že proces přenosu plynu k centru galaxie stále trvá.

bovalo v intervalu zhruba jedné vteřiny přepínání obrazu mezi oběma deskami. Pokud byl tedy na snímcích pohybující se objekt, projevil se to poskakováním jednoho bodu tam a zpět. Těto práci se intenzivně několik let věnoval astronom Clyde Tombaugh, kterému se za tu dobu podařilo objevit 14 asteroidů a 18. února 1930 pak těleso, které ho proslavilo — devátou planetu sluneční soustavy, pojmenovanou později Pluto a ještě později klasifikovanou na trpasličí planetu.



**Obř. 3** — Přístroj na obrázku, blink komparátor, byl použit k objevu Pluta astronomem Clydem Tombaugh na Lowellově observatoři v severní Arizoně v roce 1930.

- [1] *Giant Magellan Telescope* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://www.gmto.org>).
- [2] *Kitt Peak* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://www.noao.edu/kpno>).
- [3] *Large Binocular Telescope* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://medusa.as.arizona.edu/lbto>).
- [4] *Lowell Observatory* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://www.lowell.edu>).
- [5] *Magellan* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://www.ociv.edu/Magellan>).
- [6] *Mirror Lab* [online]. [cit. 2008-02-28]. (<http://mirrorlab.as.arizona.edu>).

## Morfologie, struktura, dynamika a časový vývoj interakce NGC 5216 a NGC 5218

V *Atlasu a katalogu pekulárních galaxií*, sestaveném Haltonem C. Arpem v roce 1966, nese Keenanův systém označení Arp 104. Najdeme ho zde v kategorii „Eliptické a elipticky vyhlížející galaxie propojené se spirálami“ (jež je velmi podobná skupině „Spirální galaxie s eliptickými společníky“). Relativně velká vzdálenost mezi oběma galaxiemi Keenanova systému napovídá, že jsou do sud v časnějším stádiu interakce. Ta, jak se zdá, probíhá hlavně v rovině kolmé na zorný směr, neboť obě soustavy mají velmi podobné radiální rychlosti.

Galaxie jsou vzájemným gravitačním působením poněkud deformované. Především NGC 5218 má v jeho důsledku složitý asymetrický tvar a narušenou strukturu.<sup>5</sup> Slapová porucha vzniknuvší díky blízkému setkání galaxií v minulosti podle všeho rozrušila disk NGC 5218 a iniciovala v něm tvorbu hvězd. Též podmníla u takto postižené galaxie vznik vnější slupky, o čemž svědčí především její velký sklon k rovině disku.

Jak již bylo zmíněno, interakce měla vliv na nestabilitu v galaktickém gravitačním potenciálu a na vznik a vývoj přičky v NGC 5218.<sup>6</sup> V galaxii časnějšího typu s relativně výraznou výduť je právě slapová porucha zapříčiněná interakcí nejpravděpodobnějším důvodem vzniku přičky. Výduťová složka s nezanedbatelnou hmotností totiž hraje důležitou roli při stabilizaci galaxie proti spontánní tvorbě přičky — pro galaxie s výraznější výduť je tak možná vnější spouštěč nezbytnou podmínkou vytvoření přičky. Přibližný poměr hmotností NGC 5218 ku NGC 5216 je pouze 2:1. Ukazuje se, že při tak nízkém poměru je k produkci slapové poruchy dostatečně velké k nastartování procesu vytvoření přičky třeba malá perigalaktická vzdálenost, což je v souladu se simulacemi orbitálního vývoje (viz dále).

Vlivem interakce došlo u galaxií ke vzájemnému odstraňování plynu a mladých hvězd (samozřejmě převážně ze spirální NGC 5218) a tyto „vyvrženiny“ se poté formovaly do slapových struktur:

(1) *Slapového mostu*, prostírajícího se mezi galaxiemi. Vychází z NGC 5218 kolmo na její disk. Dále je orientován téměř přesně severojižně zděli 4,05' až k NGC 5216, prochází očividně přes její jádro a poté se objevuje jakožto obloukovitě zakřivený „chochol“ mířící směrem na jihozápad od NGC 5216 (obr. 1, 8). V op-

<sup>5</sup> Důvod, proč mívají slapové interakce větší vliv na změnu morfologie u spirálních galaxií, lze spatřovat v tom, že na rozdíl od eliptických relativně rychle rotují. Mějme na paměti, že v eliptických galaxiích zcela převládá náhodný pohyb hvězd a hvězdy neobíhají spořádaně okolo centra.

<sup>6</sup> N-částicové modely ukazují na to, že slapové způsobená nestabilita může ovlivnit tvorbu a vývoj galaktické přičky řadou rozličných způsobů: může spustit její tvorbu v jinak stabilní galaxii; urychlit tento proces v již nestabilním systému; zesílit nebo zeslabit existující přičku; případně regenerovat zaniklou nebo zeslabenou přičku. Všechny tyto možnosti s výjimkou zeslabení přičky připadají v úvahu i v případě NGC 5218.

Na závěr bych rád uvedl několik velkých moderních dalekohledů, jejichž zrcadla byla vyrobena v Mirror Labu: Magellan (dva spolupracující 6,5 m dalekohledy, Las Campanas, Chile, [5]), Large Binocular Telescope (dalekohled se dvěma 8,4 m zrcadly, Mount Graham, Arizona, [3]) a Giant Magellan Telescope (dalekohled se sedmi 8,4 m zrcadly, s ekvivalentním průměrem 22 m, Las Campanas, Chile, předpokládané dokončení roku 2016, [1]).

## Lowellova observatoř

Lowellova observatoř je umístěna na malém vrchu (2175 m n. m.) nad městečkem Flagstaff. Areál observatoře je velmi zajímavý, neboť se nachází v nízkém borovicovém lese. Místní dalekohledy sice nepatří mezi největší ani nejmodernější jako třeba na Kitt Peaku, zato však už mají jistou historickou hodnotu a především se mohou pyšnit slavnými objevy. Lowellova observatoř byla založena roku 1894 bostonským matematikem Percivalem Lowellem, který byl dostatečně bohatý, že si v té době mohl dovolit z vlastních zdrojů financovat výstavbu čisté soukromé observatoře. Něco podobného by v dnešní době obřích a moderních dalekohledů asi již nebylo pro jednotlivce finančně možné. Posláním observatoře dle svého zakladatele bylo a stále je věnovat se intenzivně a nezištně vědeckému bádání i popularizaci astronomie pro širokou veřejnost. Percival Lowell má v areálu hvězdárny malou hrobku.

Nejvýznamnějším dalekohledem na observatoři je 61 centimetrů velký refraktor Alvana Clarka, uvedený do provozu v roce 1896. Tento velký čočkový dalekohled používal k pravidelnému pozorování sám Percival Lowell, především pak k kreslování povrchových struktur (hlavně domnělých kanálů) na Marsu, o kterých tehdy panoval názor, že mohly být vytvořeny inteligentními bytostmi obývajcími Mars v dávné minulosti. Po smrti Percivala Lowella roku 1916 se stal ředitelem observatoře Vesto Melvin Slipher, který pomocí tohoto dalekohledu objevil jako první rudý posuv spektrálních čar vzdálených galaxií, což dokazovalo jejich vzdalování se od nás. Tento objev později vyústil v obecný závěr o rozpínání našeho vesmíru formulovaný Edwinem Hubblem roku 1929. Refraktor je i po více než století stále funkční a nyní se používá k pozorování nebeských objektů při večerním programu pro veřejnost.

Druhým významným dalekohledem je 33 cm Pluto Discovery Telescope. Jak sám název napovídá, tento dalekohled byl využit k objevu Pluta. Přesněji řečeno, dalekohled se mnoho let používal k pořizování fotografií (tehdy ještě na skleněné desky) oblohy kolem ekliptiky s cílem najít další planetu sluneční soustavy, která údajně gravitačně ovlivňovala Neptun. Aby bylo možné na fotografiích identifikovat těleso sluneční soustavy, bylo nutné pořídit s určitým časovým odstupem alespoň dva snímky stejné oblasti a najít na nich polybující se objekt. K tomuto účelu sloužil blink komparátor. Na tento přístroj se upevnily zkoumané skleněné desky, které se pozorovaly přes společný okulár, a malé otočné zrcátko způso-

tickým oboru má most šířku jen  $0,1'$  a celkovou úhlovou délku i s chocholem přes  $5'$ , odpovídající fyzické vzdálenosti 200 tisíc sv. r. Samotné prodloužení za NGC 5216 měří  $1,16' \times 0,14'$ , tj. má 45 tisíc sv. r. skutečné délky.

(2) *Slapového ohonu* v opačném směru, tj. na severovýchod od NGC 5218. Jde o typický rys interagujících galaktických dvojic (někdy se nazývá též protiohon). Rozprostírá se prstovité ve zhruba čtverhrubovém oblouku s poloměrem asi  $4'$ . Celkové dosahuje délky  $6,3'$ , což odpovídá bezmála 250 tisícům sv. r. Morfologii severního slapového ohonu však odhaluje především mapa rozložení atomárního vodíkového plynu HI (v optickém oboru totiž září extrémně slabě).

Fotometrické studie v optickém oboru dokazují, že popsané slapové jevy mají průkazně modřejší barvu než středové oblasti obou galaxií, nicméně mají podobnou barvu jako vnější oblasti disku NGC 5218. Středová část slapového mostu a chochol jihozápadně od NGC 5216 jsou podstatně modřejší než obě galaxie. Odhad věku hvězd v mostu vychází podle nezávislých studií na 200 až 400 miliónů let. V zakřiveném prodloužení jihozápadně od NGC 5216 se vyskytují povětšinou extrémně mladé hvězdy (s věkem kolem 20 miliónů roků), najdeme tam však i hvězdy velmi staré, pocházející pravděpodobně ze samotné NGC 5216.

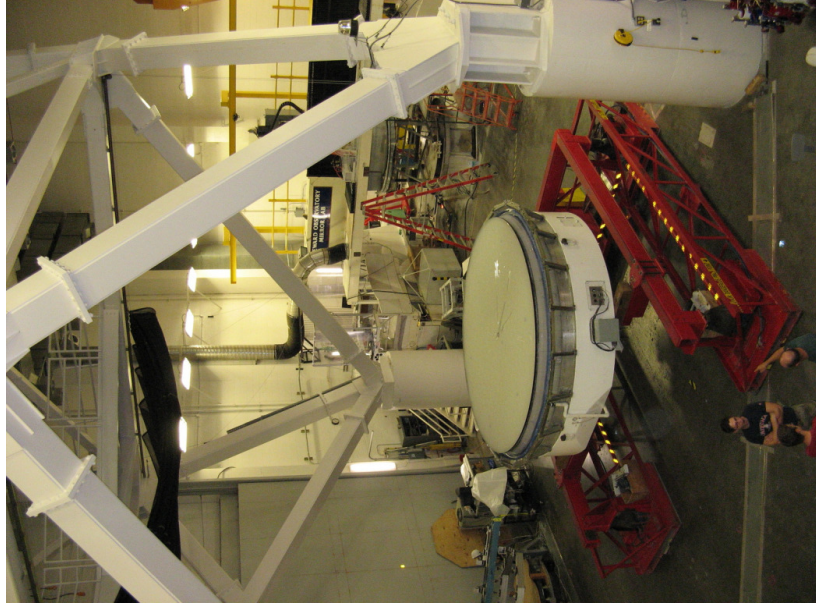
Studium prostorového rozsahu slapových struktur Keenanova systému umožňuje odhadnout *časovou škálu interakce*. Protiohon a most mají srovnatelné délky, což je příznakem obdobné doby jejich vzniku. Ze srovnání výsledků N-částicových simulací s pozorovaným rozsáhlým rozložením plynu HI můžeme odvodit okamžik, v němž došlo k poslednímu nejbližšímu setkání (perigalaktiku) obou galaxií. Jako nejlepší model se ukazuje parabolická dráha s minimální vzdáleností obou galaxií jen 40 tisíc sv. r. Časová škála od perigalaktika do bodu, v němž simulovaným datům nejlépe odpovídají současná pozorování HI, vychází řádově 300 miliónů roků.

Jakmile se galaxie na svých drahách po průchodu perigalaktikem od sebe odloučily a začaly se vzdalovat, NGC 5216 vytrhla z NGC 5218 nemalé množství plynu HI (o hmotnosti asi  $2 \cdot 10^8 M_{\odot}$ ) společně s nově vzniklými modrými hvězdami z vnější slupky nebo i z vnější oblasti disku. Doplnování plynu skrze následně vzniklý mezigalaktický most patrně vedlo k zmíněnému pozdějšímu krátkce trvajícím období zvýšené tvorby hvězd v NGC 5216, jež trvalo tak dlouho, dokud nebyl plyn zcela spotřebován. Část neutrálního vodíkového plynu však prošla galaxií a soustředila se hlavně do rozšířeného konce jihozápadního zahnutého chocholu.

Pro vrcholek chocholu je příznačné, že v něm tvorba hvězd zjevně pokračuje. Pokud je špička chocholu dostatečně hustá, takže má dostatečně velkou vlastní gravitační přitažlivost, je dokonce možné, že se tato oblast stává místem *slapové se tvorby trpasličí galaxie*, která je značně bohatá na plyn a v níž je dosud hvězdná tvorba ve velmi raném stádiu (hvězdy zde zatím vzniklé mají úhrnnou hmotnost jen asi  $10^7 M_{\odot}$ ).

Nakonec se musí na vyleštěné sklo metodou napařování nanést odrazivá hliníková vrstva. Ta je silná pouze zhruba desetinu mikrometru a použitý hliník váží jen několik gramů. Tato vrstva však teprve dělá daný kus skla tím, čím má být — totiž zrcadlem. Funkce nekolikatumového skla je pouze poskytnout pevný a stabilní základ udržující ideální parabolický tvar odrazivé vrstvy.

Když je zrcadlo vyrobeno, je nutné ho dopravit na cílovou observatoř, jež může být i na druhém konci světa. Jedná se o velmi složitou logistickou záležitost, jež by nejspíš vydala na samostatný článek. Pro zajímavost by bylo vhodné uvést alespoň fakt, že omezení velikosti zrcadel zhruba 9 metrů není dáno ani tak výrobními limity, jako spíš šířkou amerických dálnic, po nichž se pak hotová zrcadla musí přepravovat.



**Obř. 2** — Výrobní hala Mirror Labu na University of Arizona v Tucsonu. Na obrázku je vidět nekolikatumové vyleštěné zrcadlo (zatím bez odrazivé vrstvy) pod testovací věží, která dokáže určit odchylky povrchu od ideální parabolické plochy s přesností až 6 nanometrů.

krátkoohniskovému primárnímu zrcadlu a azimutální montáži se kopule zvenku zdá až podezřele malá na tak velký dalekohled. Ostatní kopule pak hostí dalekohledy od 2,1 do 0,4 m.

## Mirror Lab

Jak již bylo napsáno v úvodu, Mirror Lab je součástí University of Arizona a jde o velkou halu umístěnou pod univerzitním fotbalovým stadionem, kde se vyrábí největší a nejdokonalejší zrcadla na světě. Hlavním důvodem umístění na takto bizarním místě je dostatek prostoru pod šikým hledištěm obřího stadionu a též estetické hledisko. Daná hala je však oddělena od konstrukce stadionu, takže je možné pokračovat v jemném leštění zrcadel i při probíhajícím zápase. Mirror Lab byl založen v roce 1985 Rogerem Angelem, nadšeným vědcem, který se už od roku 1980 pokoušel o výrobu kvalitních zrcadel. Pod jeho vedením bylo v Mirror Labu vyrobeno již mnoho velkých zrcadel a souběžně s tím se zdokonalovala technika jejich výroby. A čím je vlastně technika výroby zrcadel v Mirror Labu revoluční?

Základní vlastností dříve vyráběných velkých zrcadel bylo, že byla vybroušena z jednoho kusu skla. Díky tomu jsou taková zrcadla velmi těžká (až několik desítek tun), což klade vysoké technické nároky, a tedy i vysoké výdaje na nosnou konstrukci dalekohledu. Navíc trvá několik hodin, než se tato zrcadla při pozorování přizpůsobí teplotě okolí, jejíž dosažení je důležité pro získání ostrých snímků. Při výrobě zrcadel v Mirror Labu se nejprve vytvoří ze šestibokých hranolů parabolická plocha ve tvaru včelí plástve, na kterou se pak rovnoměrně nakladou kusy borosilikátového skla. Toto je poté uzavřeno do velké elektrické pece. Při dosažení teploty zhruba 1 200 °C začne sklo tát, částečně zateče do spár mezi šestibokými hranoly a větší množství pak vytvoří jednolitou vrstvu na povrchu plástve. Vzhledem k pomalé rotaci celé pece vytvoří sklo na povrchu parabolickou plochu. Doba odlévání včetně pomalého chlazení trvá několik týdnů. Výsledné zrcadlo je pak několikrát souběžně ležící, dostane se do tepelné rovnováhy s prostředím zhruba za 20 minut a navíc je tímto způsobem relativně snadné vyrobit zrcadlo s velkým zakřivením, tedy s malou ohniskovou vzdáleností.

Další důležitou částí výrobního procesu je leštění zrcadel. K tomuto účelu se používá speciální leštící disk, jenž je na horní straně vybaven matiči senzorů řízených počítačem. Tyto senzory jsou schopné měnit tvar jednotlivých částí disku vzhledem k aktuálnímu umístění leštícího disku na skleněné ploše a též vzhledem k potřebné intenzitě broušení daného místa, a tak docílit dokonalé parabolické plochy. Kvalita parabolické plochy se pak testuje na velké testovací věži, kde se pomocí laseru a interferometrie vytvoří výšková mapa povrchu zrcadla, která dokáže odhalit i velmi jemné odchylky od ideální parabolické plochy. Inkriminovaná místa se pak odpovídajícím způsobem leští znova. Celý proces leštění a testování trvá zhruba jeden rok a výsledné zrcadlo má odchylku od ideální parabolické plochy menší než 20 nanometrů.

V několika příštích stovkách miliónech roků obě galaxie prodělají *další blízké setkání*, po kterém již možná dojde navíc k jejich kolizi a splynutí a rovněž snad k vymrštění konce chocholu, jenž se tak bude moci stát samostatnou trpasličí galaxií.

## Keenanův systém a jeho blízké okolí v dalekohledu

Za výchozí bod při hledání této dvojice na obloze se osvědčilo zvolit hvězdu  $\alpha$  Draconis (Thuban). Od ní vyjdeme západním směrem, cestou potkáme řetězec jasných hvězd (4,5 až 7 mag) a asi 4° daleko od  $\alpha$  Dra se zastavíme u nejjíznější z nich (6,5 mag), kterou ve stejném zorném poli doprovází dvě o něco slabší stálice. Od této jasné hvězdy se přesuneme necelý 1° na jihovýchod a ocitneme se v nevýrazném poli hvězd slabých jen kolem 13 mag.

Obě galaxie jsou ve velkém dalekohledu i na příměstské obloze nepřehlédnutelné, ale rozhodně nikoli příliš nápadné. Vyzbrojeni 42 cm Dobsonem, rozpoznáme u eliptické NGC 5216 spíše jen její jasnou část jako symetrickou bélavou skvrnku o rozměrech pouze 1'  $\times$  1'. NGC 5218 překvapivě vykazuje na první pohled podobnou jasnost a též i rozměry, přestože je ve skutečnosti celkově o něco jasnější a menší. Je to způsobeno tím, že nemá tak svítivou středovou část, ale jasnost je v ní rozložena rovnoměrněji. Teprve při déle trvajícím bočním pohledu její úhlová velikost poněkud „naroste“ a galaxie se již jeví jako mírně zploštělá s protažením ve východozápadním směru. Nečekejme, že při prohlédnutí galaxií objevíme nějaké další detaily, dojem příliš neumocní ani použití většího zvětšení. Rozhodně se vzdejme naděje, že se nám podaří spatřit i slapové jevy, na to září příliš slabě.

Jsmo-li již v této části oblohy, vyplatí se na chvíli Keenanův systém zrakem opustit a podívat se také na úhlově blízkou galaxii NGC 5205, ležící jen 20' jihozápadně. Mírně protáhlá spirála typu Sb až Sbc s náznačkami přičky a úhlovou velikostí 3,1'  $\times$  1,8' má sice celkovou vizuální jasnost 12,2 mag, ale vzhledem k nízké plošné jasnosti nás nezaskočí, že působí o dost mlhavěji než členy Keenanova systému. Bývá sice někdy řazena do stejné galaktické skupiny, jedná se však zřejmě o chybu, neboť její rudý posuv ( $z = 0,005891$ ) jasně svědčí o tom, že se nachází mnohem blíže (asi 82 miliónů sv. r. od naší Galaxie).

[1] *ARP Atlas of Peculiar Galaxies* [online]. [cit. 2007-12-29].

([http://nedwww.ipac.caltech.edu/Level15/Arp/Arp\\_contents.html](http://nedwww.ipac.caltech.edu/Level15/Arp/Arp_contents.html)).

[2] *Arp's Catalog of Peculiar Galaxies* [online]. [cit. 2007-12-29].

(<http://members.aol.com/arpgalaxy/>).

[3] CULLEN, H., ALEXANDER, P., GREEN, D. A., SHETH, K. *HI and CO Observations of Arp 104: A Spiral-elliptical Interacting Pair*. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **376**, s. 98–112, 2007.

[4] KEENAN, P. C. *An Unusual Pair of Nebulae: NGC 5216 and 5218*. *Astrophysical Journal*, **81**, s. 355, 05/1935.

- [5] Keenan's System. (*NGC 5216 and NGC 5218*). *The Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight* [online]. [cit. 2007-12-29]. ([http://www.daviddarling.info/encyclopedia/K/Keenans\\_System.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/K/Keenans_System.html))
- [6] NASA/IPAC Extragalactic Database [online]. [cit. 2007-12-29]. (<http://nedwww.ipac.caltech.edu/>).
- [7] *NGC 5216–18 Keenan's system. Astronomisches Institut von Stefan Heutz* [online]. [cit. 2007-12-29]. (<http://home.tiscali.de/heutz/ds/galaxien/ngc5216.htm>).
- [8] *NGC 5216/18: The Keenans System* [online]. [cit. 2007-12-29]. (<http://www.noao.edu/outreach/aop/observers/n5216.html>).
- [9] ROCHE, N. *Imaging and Spectroscopy of Arp 104: A Post-starburst, Interacting Pair with Cross-Fueling?* [online]. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 2007. [cit. 2007-12-29]. (<http://nsd1.org/resource/2200/20061006171533841T>).
- [10] *SIMBAD Astronomical Database* [online]. [cit. 2007-12-29]. (<http://simbad.u-strasbg.fr/Simbad>).
- [11] *SkyMap Software Home Page* [online]. [cit. 2007-12-29]. (<http://www.skymap.com/>).
- [12] *The STScI Digitized Sky Survey* [online]. [cit. 2007-12-29]. ([http://stduu.stsci.edu/cgi-bin/dss\\_form/](http://stduu.stsci.edu/cgi-bin/dss_form/)).

## Arizona — ráj astronomů

Pavel Chadima

Jižní část amerického státu Arizona se nachází v pouštní oblasti zvané Sonoran Desert, která zasahuje dál do severního Mexika. Slunečné počasí zde panuje více než 300 dní v roce a teploty v zimních měsících většinou neklesnou pod příjemných 20 stupňů Celsia (nutno podotknout, že uprostřed léta tu můžete zažít i více než 40 stupňů). Díky pouštnímu a zároveň hornatému charakteru krajiny a nadprůměrnému počtu slunečních dní v roce je tato oblast ideální pro astronomická pozorování. Na vrcholcích vysokých hor se zde proto nacházejí velké a slavné observatoře, z nichž nejslavnější je zřejmě observatoř Kitt Peak, kde je umístěn největší sluneční dalekohled na světě.

Výroba a transport obřích zrcadel pro velké dalekohledy umístěné na těchto (případně jiných světových) observatořích není velkým problémem, neboť na University of Arizona v jihoarizonském Tucsonu, jenž je po hlavním městě Phoenixu druhým největším městem Arizony, se nachází Mirror Lab. Jde o velkou halu, kde se odlévají a brousí ta největší zrcadla.

Když pojedete pár set mil na sever Arizony, krajina se radikálně změní a ocitnete se na náhorní plošině porostlé borovicovými lesy, kde leží městečko Flagstaff. To je mimochodem východiskem pro návštěvu legendárního Grand Canyonu. Astronomům je Flagstaff znám především díky Lowellově observatoři, neboť právě tam byla Clydem Tombaugh v roce 1930 objevena planeta Pluto.

Během svého studijního pobytu na University of Arizona jsem měl možnost navštívit všechny výše zmíněné astronomické zájmovosti. Rád bych je nyní představit podrobněji.

## Kitt Peak

Observatoř Kitt Peak leží na stejnojmenném vrcholu (2 096 m n. m.) vzdáleném 88 kilometrů jihozápadně od města Tucson. Byla založena roku 1958 a v současné době se zde nachází 25 optických a dva rádiové teleskopy (provzorkované osmi různými astronomickými institucemi), což z této observatoře dělá místo s největší a nejrozmantější sbírkou astronomických přístrojů na světě. Hned po příjezdu na veřejné parkoviště je návštěvník překvapen množstvím kopulí, které jsou rozestry všude kolem po zvlněném, nízkými stromy porostlém vrcholu Kitt Peaku. Vzhledem k umístění v poušti jsou teploty na vrcholu především v letních měsících velmi příjemné, občas zde však bývá dost větrno. Observatoř, podobně jako většina institucí ve Spojených státech, velmi dbá na svou propagaci, a proto zde najdete velké návštěvníké centrum s bohatou expozicí (včetně trojrozměrných modelů hlavních dalekohledů), malým promítacím sálem a obchůdkem nabízejícím nej-různější suvenýry s astronomickou tematikou. Můžete se též zúčastnit pravidelné prohlídky některého z velkých místních dalekohledů nebo si vzít plánek a udělat si vlastní procházku kolem kopulí.

Nejvýznamnějším astronomickým přístrojem na Kitt Peaku je McMath-Pierce Solar Telescope — největší sluneční dalekohled na světě postavený již v roce 1962. Kostra tohoto obrovského teleskopu připomíná skokanský můstek, a to nejen tvarem, ale i velikostí. Vertikální část slouží jako vzpěra a šikmá část rovnoběžná se zemskou osou tvoří samotný tubus dalekohledu, jenž pokračuje dále pod zem. Na vrcholu celé věže je 2 metry velké rovinné zrcadlo, které se neustále natačí za Sluncem a odráží jeho světlo do šikmého tubusu dlouhého i s podzemní částí úctyhodných 91,5 metru. Stěny tubusu jsou chlazeny vodou, aby se uvnitř udržovala teplota přibližně rovná venkovní teplotě, a tak se zamezilo zkreslení obrazu vlivem turbulence vzduchu uvnitř dalekohledu. Na spodním konci šachty dalekohledu je 1,5 metru velké primární zrcadlo, které odráží světlo do 85 metrů vzdáleného ohniska. Uprostřed tubusu je pak světlo odchýleno 1,2 m velkým rovinným zrcadlem do kolmé šachty vedoucí do podzemní laboratoře, kde se na velkém stole uprostřed místnosti nachází samotné ohnisko dalekohledu. Obraz Slunce vytvořený dalekohledem má 86 centimetrů v průměru a může být využit jednak pro fotografování různých slunečních struktur ve vysokém rozlišení nebo pro spektroskopii konkrétní oblasti. K tomu slouží 23 m dlouhý vakuovaný spektrograf umístěný vertikálně za ohniskem.

Největším hvězdným dalekohledem na observatoři je čtyřmetrový Mayall Telescope dokončený v roce 1970, jehož několik desítek metrů vysoká kopule stojí na samém vrcholu Kitt Peaku a je viditelná až z 88 kilometrů vzdáleného Tucsonu. Tato kopule je také první budova, která vítá návštěvníky přijíždějící na observatoř. Druhým největším dalekohledem je 3,5 metru velký WIYN Telescope. Jde o nejmladší dalekohled na observatoři (dokončen byl roku 1994) a díky mnoha moderním inovacím poskytuje ostřejší obraz než Mayall Telescope. Vzhledem ke