

## Obsah

	strana
Miroslav Brož: <i>Astronomický kurz (4) — Soustavy souhvězdí</i> .....	4
Miloš Boček: <i>Galaxie s polárním prstencem (2)</i> .....	10
Miroslav Brož: <i>Digitální sluneční hodiny (vyššíúroveň)</i> .....	19
Miloš Nosek: <i>Kulové sluneční hodiny</i> .....	22
Petr Horálek, Martin Cholasta: <i>Děná na obloze v dubnu 2007</i> .....	25
Michal Kittka: <i>Nocleh v Orlických horách</i> .....	27
Martin Lehký: <i>Ze starých tisků XI.</i> .....	28
Josef Kujal: <i>Finanční zpráva ASHK za rok 2006</i> .....	29
Petr Soukeník: <i>Revizní zpráva ASHK za rok 2006</i> .....	29
<i>Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové</i> .....	30

### Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové — duben 2007

Otvírací dny pro veřejnost jsou středa, pátek a sobota. Od 20:00 se koná večerní program, ve 21:30 začíná večerní pozorování. V sobotu je pak navíc od 15:00 pozorování Slunce a od 16:00 program pro děti. Podrobnosti o jednotlivých programech jsou uvedeny níže. Vstupné 10,- až 45,- Kč podle druhu programu a věku návštěvníka. Změna programu vyhrazena.

**Pozorování Slunce** soboty ve 15:00  
projekce Slunce dalekohledem, sluneční skvrny, protuberance, sluneční aktivita, při nepřiznivém počasí ze záznamu

**Program pro děti** soboty v 16:00  
jarní hvězdná obloha s astronomickou pohádkou **Veselý prodavač** v planetáriu, starší dětské filmy, ukázka dalekohledu, při jasné obloze pozorování Slunce

**Večerní program** středy, pátky a soboty ve 20:00  
jarní hvězdná obloha v planetáriu, výstava, film, ukázka dalekohledu, aktuální informace s využitím velkoplošné videoprojekce

**Večerní pozorování** středy, pátky a soboty ve 21:30  
ukázky zajímavých objektů večerní oblohy, *jen při jasné obloze!*

#### Přednášky

sobota 14. 4. v 18:00 — **Za zatměním Slunce 2006 do Turecka** (astronomický cestopis z oblasti Antalie) — přednáší Václav Knoll, Hvězdárna barona Arthura Krause  
sobota 21. 4. v 18:00 — **Můžeme si za to sami?** (beseda a filmy o klimatu ke Dni Země) — přednáší Mgr. Karel Bejček; HPHK  
neděle 29. 4. od 8:00 do 16:00 — **Automobilový výlet za slunečními hodinami** (HPHK – Kuks – ... – Svoboda nad Úpou – ... – HK) — provázřejí Ing. Miloš Nosek a Miroslav Brož; doprava vlastními auty účastníků

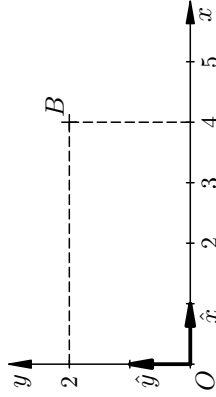


**Obr. 15** — Kometu McNaught viděná 18. 1. 2007 v 10 h 49 min UT z Nového Zélandu; odhadovaná jasnost byla –4 mag. Přístroj Olympus C360Z, expoziční doba 2 s,  $f/3,1$ , 400 ASA. Foto Milošlav Zejda.



Titulní strana: Kometu C/2006 P1 (McNaught) fotografovaná 10. ledna 2007 v 16 h 19 min světového času, od hvězdárny směrem na jihozápad. Použitý přístroj Canon Eos 350D, objektiv Sigma DC 18–200, ohnisková vzdálenost  $f = 200$  mm, expoziční doba 1/2 s, clona  $f/6,3$ , citlivost 800 ASA. Foto Josef Kujal.

Začneme jednoduchou souřadnicovou soustavou v rovině (např. v ploše tabule): máme zde počátek  $O$ , dvě souřadnicové osy svírající pravý úhel, určené dvěma jednotkovými *bázovými vektory*  $\hat{x}$  a  $\hat{y}$  (obr. 1). Jakýkoliv bod  $B$  ležící v této rovině pak můžeme vyjádřit jako  $B = O + x\hat{x} + y\hat{y}$ , přičemž čísla  $x$  a  $y$  nazýváme souřadnicemi bodu  $B \equiv (x, y)$ , například  $B = (4; 2)$ .



Obr. 1 — Bázové vektory a souřadnice v rovině.

Dvě elementární transformace, které budeme v následujícím potřebovat, jsou posunutí a otočení v rovině. Co se stane se souřadnicemi bodu  $B$ , když posuneme počátek  $O$  do nové polohy  $O' = (x_0, y_0) = (3; 5)$ ? Souřadnice bodu  $B = (x', y')$  v nové čárkované soustavě získáme snadno jako rozdíl souřadnic  $B$  a  $O'$  ve staré *nečárkované soustavě*, tedy

$$x' = x - x_0, \quad y' = y - y_0; \tag{1}$$

v našem případě  $B = (1; -3)_{O'xy}$ .

Co se stane při souběžném otočení obou pravoúhlých os o úhel  $\alpha = 20^\circ$  kolem počátku  $O'$ ? Z trojúhelníků naznačených v obr. 2 vidíme, že

$$x' = x \cos \alpha + y \sin \alpha, \tag{2}$$

$$y' = -x \sin \alpha + y \cos \alpha; \tag{3}$$

v našem případě  $B \doteq (4,44; 0,51)_{Ox'y'}$ . V polárních souřadnicích<sup>1</sup>

$$(r, \varphi) = \left( \sqrt{x^2 + y^2}, \arctg \frac{y}{x} \right) \tag{4}$$

by bylo otočení vyjádřeno přímočaře:  $r' = r$ ,  $\varphi' = \varphi + \alpha$ .

<sup>1</sup> Při praktickém výpočtu v počítačovém programu použijeme funkci `atan2(x,y)`, jejímž výsledkem je úhel v intervalu  $(0^\circ; 360^\circ)$ .

[1] JIRÁK, František *Přírodopisná čítanka: o hvězdách*. Brno: Benediktinská knihtiskárna, 1908. 166 s. Bibliotéka poučná a zábavná. Dědictvím sv. Cyrilla a Methoděje; sv. 60. [Čítováno ze stran 47–50].

## Finanční zpráva ASHK za rok 2006

Josef Kujal

Příjmy ASHK za rok 2006	
– převod finančního zůstatku z roku 2005	44 534,70 Kč
– předplatné Povětroň	2 950,00 Kč
– prodej Povětroň	1 125,00 Kč
– členské příspěvky a dary	7 500,00 Kč
– úroky z účtu	57,41 Kč
<b>Příjmy celkem</b>	<b>56 167,11 Kč</b>
Výdaje ASHK za rok 2006	
– platba za kolektivní členství v ČAS	1 000,00 Kč
– poplatky za vedení účtu	317,40 Kč
– poštovní ceny	3 006,00 Kč
– kancelářské potřeby	233,00 Kč
– ceny do soutěží	3 124,00 Kč
<b>Výdaje celkem</b>	<b>9 037,40 Kč</b>
– Celkový zůstatek na běžném účtu k 31. 12. 2006	40 827,91 Kč
– Celkový zůstatek na pokladně ASHK k 31. 12. 2006	3 301,80 Kč
<b>Celkové finanční prostředky ASHK</b>	<b>47 129,71 Kč</b>

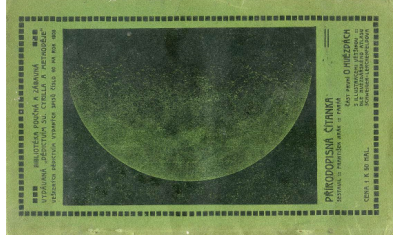
## Revizní zpráva ASHK za rok 2006

Petr Soukeník

Na začátku tohoto roku jsem provedl revizi účetnictví Astronomické společnosti v Hradci Králové. Pozornost jsem věnoval kontrole pokladních dokladů, pokladního deníku a pohyby na běžném bankovním účtu společnosti č. 692928001/2400 od 1. 1. do 31. 12. 2006. Zjištěný zůstatek v pokladně se shoduje s pokladním deníkem a na veškeré finanční transakce v hotovosti existuje řádný pokladní doklad. Částky uvedené na bankovních výpisech výše uvedeného účtu se shodují s pokladničkem vedenou evidenci běžného účtu a dalšími účetními doklady (fakturami, soupisy převodu a poštovních poukázek). Kontrolou jsem neshledal žádné výdaje nesouvisející s činností ASHK. Chci bych také jmenem našeho výboru poděkovat pokladníkovi za vzorné vedení účetnictví.

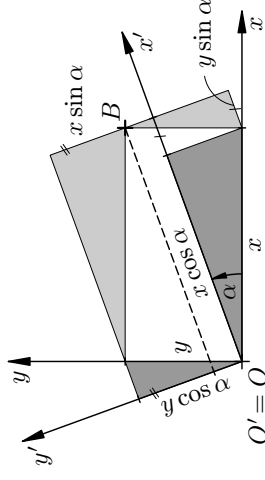
[.] Jest-li možno přitvořiti slunce k některému z děl lidských, přitvořil bych je k ohromnému parnímu stroji, který všemi ostatními v továrně hýbe, všechnu práci vlastně sám vykonává. I slunce jest jediný prazdroj všeho pohybu na zemi, i jemu dlužno všecku práci a každou sílu kdekoli působící v poslední příčině počítati. Ať máme na zřeteli práci rukou lidských, či sílu páry a vody anebo větru a elektriny — nic z toho nelze mysliti bez slunce. Jeho paprsky zajisté to byly, které v dávno minulých dobách působily vzrůst různých stromů a bylin, jež zuhelnatělé poskytují nám nyní kamenné uhlí, bez něhož průmysl nynější se svými stroji parními a elektrickými byl by nemožný. Slunce zdvihá v podobě par ohromné spousty vody z moří do výšky a vítr, nestejným zahrátím vrstev vzduchu — tedy opět sluncem páry na pevninu, kdež v podobě deště vše zúrodnujícího zase dolů padají. Ani v noci neobejdeme se bez slunce. Svítí-li měsíc, jest to vlastně světlo slunce od měsíce k nám se odrážející, zažehneme-li svíci nebo lampu ať petrolejovou či plynovou nebo elektrickou, jest to zase slunce, jež připravilo první podmínky k vytvoření látek, jimiž se svítí. Slunce jest tedy jako ohromný motor, který vše na zemi v pohyb uvádí a v pohybu, při životě, zachovává; jsme všichni v každém ohledu „dítětkami slunce“.

Na první pohled však nápadný jest rozdíl mezi dílem člověka a dílem přírody či lépe dílem Boha–Stvořitele. Jak těžkopádné, složité jsou stroje lidmi sestvořené, jak málo lze při nich dbáti pravidel krásy, zvláště mají-li velmi velikou práci vykonávat; co to koleček, pák všelijakých, nýtků, šroubů, a venku co to kouře a čmouda otravuje vzduch, pracuje-li stroj člověkem vytvořený! V přírodě však jaká krásá, jednoduchost, elegance, sloučeny s ohromnou velikostí, silou nepřekonatelnou, vahou všechny naše pomysly přesahující! Místo kol pronikavé skrýpajících, ohlušujícího šramotu, místo nehezky, neohrabaných tvarů, obtížného kouře a zápachu nepřijemného, zřís tu naprostý klid a nejlhubsí mír, podivuhodnou krásu a soulad pohybu, ohromnou ustavičnou a přece neunavující práci, neustálé vyrovnávání protiv, svorné působení sil nerozmanitějších, dějící se tak klidně a nepozorovaně, že bezděky vzpomene člověk na stavbu chrámu Salamonova, při níž prý nebylo hluku a klepotu kladiv, protože každý kámen už dříve byl dle přesných výpočtů otesán a připraven. Člověk sice dovede za dnešní doby přesně vypočítati, že všechno jest jen mohutným výsledkem zcela jednoduchých zákonů přírodních; proto však nebude u lidí klidně uvažujících menším obdiv a úcta před moudrostí a mocí Původce těchto zákonů, jejichž účinky sice chápeme, jichž však sami napodobiti nedovedeme. [.]



Obr. 2 — Otočení souřadnicové soustavy okolo počátku.

Připomeňme, že úhly nebo časy můžeme vyjadřovat v různých mírách:  $2\pi$  rad  $\hat{=}$   $360^\circ \hat{=}$  24 h  $\hat{=}$  1 den. To je takový „astronomický zlovvyk“, který si vynutila praktická pozorování v minulosti.



**Způsoby vyjádření.** Prostorové souřadnice nejčastěji definujeme třemi způsoby:

- *kartézské* (pravoúhlé)  $(x, y, z)$ ,
- *sférické* (kulové)  $(r, \vartheta, \varphi)$ ,<sup>2</sup>
- *cyklindrické* (válcové)  $(\varrho, \varphi, z)$ ,
- příp. užíváme souřadnice na elipsoidu  $(\lambda, \varphi, h)$  pro geografické aplikace.

Přepoččet mezi sférickými a kartézskými je následující:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \vartheta \cos \varphi \\ y &= r \cos \vartheta \sin \varphi \\ z &= r \sin \vartheta \end{aligned} \quad (5)$$

a přepoččet mezi válcovými a kartézskými:

$$\begin{aligned} x &= \varrho \cos \varphi \\ y &= \varrho \sin \varphi \\ z &= z. \end{aligned} \quad (6)$$

Další transformace snad nemusíme vypisovat.

Vyjádření souřadnic můžeme volit libovolně. Například sférické souřadnice jsou vhodné pro hledání objektů na obloze, protože obloha opravdu působí dojemem polokoule.<sup>3</sup> Samo měření polohy objektu znamená určovat směry, proto jsou vhodné úhly  $\vartheta, \varphi$ . Pravoúhlé souřadnice jsou třeba vhodné pro numerické výpočty

<sup>2</sup> V literatuře se užívají různé definice a pořadí  $\vartheta, \varphi$ .

<sup>3</sup> Možná přesnější je, že obloha působí dojemem elipsoidu; právě proto při odhadování výšky objektu nad obzorem používáme raději dlaně na natažené paži jako  $15^\circ$  úhlovému, jinak se může stát, že výšku nad obzorem velmi podceníme.

pohybu těles ve sluneční soustavě a snadno se v nich vyjadřují posunutí. Válcové souřadnice můžeme volit při výrazné osové symetrii studovaného systému, například při pohybu v plochém disku Galaxie.

Jak obecně vypadají bázové vektory těchto tří systémů? U kartézských  $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$  jde o tři *konstantní* navzájem kolmé vektory. Ale  $\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\varphi}$  ani  $\hat{\rho}, \hat{\varphi}$  konstantní nejsou, závisější totiž na konkrétních hodnotách souřadnic  $\theta, \varphi$ .

Existují různá ekvivalentní vyjádření základních směrů (bázových vektorů):

- 3 bázové vektory;
- 2 vektory (a jeden vektorový součín, s pravidlem pravé nebo levé ruky);
- 2 kolmé roviny (a smysl počítání);
- 2 kružnice (tj. průsečnice rovin s nebeskou sférou);
- 1 rovina a 1 bod;
- apod.

Ať zadáme souřadnicovou soustavu jakkoli, měli bychom být schopni ukázat její bázové vektory, nebo její základní roviny a směry.

**Počátky.** Astronomická soustava souřadnic může být podle užitého počátku:

- *topocentrická* (na povrchu Země, v oku pozorovatele);
- *geocentrická* (v hmotném středu Země);
- *heliocentrická* (v těžišti Slunce);
- *barycentrická* (v těžišti sluneční soustavy);
- *barycentrická* pro soustavu Země–Měsíc (tj. asi 4 000 km od středu Země);
- *galaktocentrická* (poloha rádiového zdroje Sgr A, která odpovídá poloze centrální černé díry);
- *jovicentrická* (v těžišti Jupitera);
- *selenocentrická* (v těžišti Měsíce);
- na povrchu Měsíce, Marsu, ...
- atd.

**Základní směry.** Nejčastější soustavy z hlediska základních směrů jsou:

- *obzorníková* (azimutální): základní rovinou je místní obzor (horizont) a základním směrem jižní bod na obzoru; souřadnice se nazývají *azimut*  $A$  a *výška nad obzorem*  $h$  (elevation, angl. altitude) nebo zenitová vzdálenost  $z = 90^\circ - h$ ; astronomický azimut počítáme od jihu (tam je roven  $0^\circ$ ) směrem na západ ( $90^\circ$ ); geografové používají azimut s nulou na severu, na což je třeba dát pozor.
- *rovníková I. druhu*: základní rovinami jsou zemský rovník a místní poledník; dvě sférické úhlové souřadnice se nazývají *hodinový úhel*  $t$  a *deklinace*  $\delta$  (výška nad rovníkem); rovník na našem stanovišti prochází východním a západním bodem a přibližně  $40^\circ$  nad jižním obzorem (přesněji  $90^\circ$  – zeměpisná šířka  $\varphi$ ); místní poledník (meridián) je svislá rovina procházející severním a jižním bodem; hodinový úhel počítáme kladně od jihu směrem na západ.



**Obr. 14** — Seskupení Měsíce, Venuše, hvězdy Aldebaran a Plejád 20. dubna večer. Mapky byly vytvořeny programem Stellarium [2].

## Nocleh v Orlických horách

Michal Kitta

Se zájmem jsem si přečetl v časopise Povětroň o večerních „spanilých jízdech“ hradeckých astronomů za pozorování do Orlických hor. Byl to pan Jiří Drbohlav jun. ze Rtyně v Podkrkonoší, koho napadla myšlenka, zda by nebylo možné nabídnout promrzlým a unaveným badatelům nocleh ve sborovém domě Českobratrské církve evangelické na Rzech. Nejde o pension ani turistickou ubytovnu; už od konce 19. století se zde scházejí evangelíci k bohoslužbám a jiným setkáním. Mnozí přicházejí pěšky a z daleka, a tak byly pro poutníky nachystány i hostovské pokoje. Tato tradice trvá doposavad, scházejí se zde po celý rok děti i mládež. K dispozici jsou postele, sprcha, kuchyňka i lednička.

Pokud byste po noční expedici dali přednost zahrátí a odpočinku, před okamžitým odjezdem do Hradce, domluvte se předem se správcem, panem Lubomírem Szczurkem, na tel. 491 665 140. Na ubytování se přispívá formou daru církvi, v topné sezóně 100 Kč na dospělého a mimo topnou sezónu 60 Kč. Je možné se zdržet a podniknout například výlet do okolí. Spacák sebou.

Sborový dům najdete na adrese: Českobratrská církev evangelická, Tis 19, 549 01 Nové Město nad Metují.

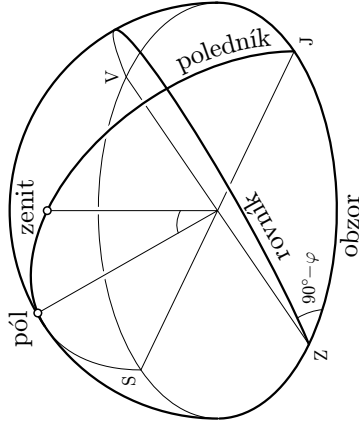
Při cestě z Nového Hrádku do Olešnice v Orlických horách odbočíte za továrnou Detecha po pravé straně prudce zpět na polní cestu, přejedete most přes Olešanku a jste tam! Souřadnice GPS:  $50^\circ 20' 49,2''$  s. š.,  $16^\circ 15' 32,3''$  v. d.; internetové odkazy: (<http://www.hronov.evangelnet.cz>), (<http://www.tis.evangelnet.cz>).

Dvě dubnové komety jsou pozorovatelné vždy za soumraku. První z nich je kometa známá svou nejkratší periodou oběhu — 2P Encke (3,3 let), jejíž pozorovací podmínky jsou letos poměrně příznivé. Kometa je též známá tím, že její vzhled je extrémně difúzní, takže i přes relativně velkou jasnost (v maximu asi 8. magnituda) je nutno použít větší přístroj. Pozorování navíc bude stěžovat soumrak. Kometa přechází z Ryb do Berana, kde se ztratí v záři Slunce (zhruba 18. dubna; toho dne bude asi 4° severně od ní Měsíc starý 33 hodin). Perihéliem projde 19. dubna. Je tedy pozorovatelná na večerní obloze. Od 2. do 12. dubna se nachází na ekliptice, v relativně stejné úhlové vzdálenosti od Slunce — okolo 23°. Její pozorování tak bude za dobrých podmínek narušovat jen zodiakální světlo. Obrovskou výhodou oproti předchozímu návratu (v roce 2003) je, že v době pozorování a výhledávací mapka je na stránkách Seiichi Yoshiy [4]. Zážítky jistě nabídnou i koronograf LASCO C3 — kometa bude jeho zorným polem procházet od 26. do 30. dubna. Pozorovat můžeme na stránkách SOHO [3].

Druhá kometa má pozorovací podmínky příznivější, avšak k jejímu pozorování si musíme přivstat; jde totiž o ranní kometu. Jedná se o 96P Machholz 1, jejíž perioda je jen asi 5,5 roku. Kometa je známá svou velmi malou periheliovou vzdáleností, což ji řadí do seznamu objektů pozorovatelných v koronografu LASCO C3 a C2 družice SOHO. (Letos k průchodu dojde v rozmezí 1. až 4. dubna 2007.) Okem kometu můžeme začít vyhledávat 10. dubna na ranní obloze. Bude „vcházet“ do Pegasova čtverce a v 5 h 30 min SEČ bude 7° nad obzorem v astronomickém azimutu 246°, tj. na severovýchodě. V té době by měla mít 5,5 až 5 mag. Den ode dne budou podmínky lepší, avšak kometa bude rychle slábnout (25. dubna bude mít už pouze 10 mag).

V dubnu upozorníme ještě na dvě konjunkce. 20. dubna na večerní obloze bude ke zhlédnutí seskupení Měsíce, Venuše, hvězdy Aldebaran a Plejád. Toto seskupení ukazuje obrázek 14. 25. dubna dojde k zákrytu Saturnu Měsícem, ale z našeho území nebude pozorovatelný, a proto budeme během celé noci sledovat pouze přibližování těles.

- [1] PŘÍHODA, P. aj. *Hvězdářská ročenka 2007*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2006. ISBN 80-86017-45-1.
- [2] *Stellarium* [online]. [cit. 2006-10-30]. <<http://www.stellarium.org>>.
- [3] *The very latest SOHO images* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://sohowww.estec.esa.nl/data/realtime-images.html>>.
- [4] YOSHIDA, S. *2P/Encke (2007)* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://www.aerith.net/comet/catalog/0002P/2007.html>>.
- [5] YOSHIDA, S. *96P/Machholz 1 (2007)* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://www.aerith.net/comet/catalog/0096P/2007.html>>.



Obr. 3 — „Polokulový“ obrázek souřadnicových soustav obzorníkové a rovníkové I. druhu.

– *rovníková II. druhu*: základní rovinou je rovník (tentýž jako u I. druhu) a základním směrem *jarní bod* (označuje se symbolem  $\gamma$  pro souhvězdí Berana, ale díky precesi se dnes na obloze nachází již v sousedním souhvězdí Ryb); souřadnice jsou *rektascenze*  $\alpha$  a *deklinace*  $\delta$  (stejná jako u I. druhu); rektascenze se počítá od jarního bodu směrem na východ, tedy v opačném smyslu než hodinový úhel; platí, že hvězdný čas (angl. sidereal time, ST):

$$ST = t + \alpha. \quad (7)$$

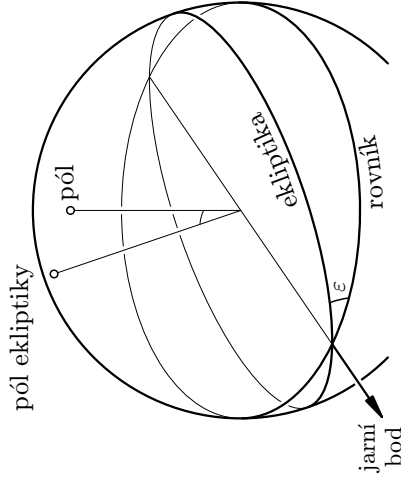
– *ekliptikální*: základní rovinou je ekliptika (rovina oběžné dráhy Země<sup>4</sup>) a základním směrem *jarní bod* (tentýž jako u rovníkového systému, leží totiž na průsečnici roviny ekliptiky a rovníku); souřadnice se nazývají ekliptikální délka  $\lambda$  a šířka  $\beta$ , přičemž smysl počítání délky je stejný jako u rektascenze  $\alpha$ , tedy na východ. Vzájemný sklon  $\varepsilon$  rovin ekliptiky a rovníku je přibližně roven 23,5°. Dvanáct souhvězdí nacházejících se podél ekliptiky nazýváme zvířetník (zodiak).<sup>5</sup>

– *galaktická*: základem je galaktická rovina a směr Slunce-galaktické centrum (přibližně poloha radiového zdroje Sagittarius A); sférické úhlové souřadnice se nazývají galaktická délka a šířka. Základní směry se definují pevným vztahem vzhledem k rovníkovým souřadnicím.

– *zeměpisná* (geografická): popisuje polohu na Zemi jako zeměpisnou délku  $\lambda$ , šířku  $\varphi$  a výšku  $h$  nad referenčním elipsoidem; nejčastěji se užívá soustava WGS-84 (šířená i družicovým navigačním systémem GPS).

<sup>4</sup> Původně byla rovina ekliptiky definována jako průměrná poloha roviny oběžné dráhy Země (vzhledem k lokální inerciální soustavě) za období od roku 1900 do 1950.

<sup>5</sup> Podle novodobé platné definice hranic souhvězdí ekliptika prochází i jižním cípem Hadonoše, což by mohlo být vlastně třinácté souhvězdí zvířetníku.



Obr. 4 — Soustavy rovníková II. druhu a ekliptikální.

– marsopisná: základními rovinami jsou rovník a nultý meridián Marsu (procházející kráterem Airy-0 v Sinus Meridiani); souřadnicemi jsou marsopisná délka a šířka.  
– atd.

Doporučujeme věnovat chvíli pozorování souřadnicových soustav na umělé obloze v planetáriu, na skutečné obloze mezi souhvězdími a nakonec i na zatažené obloze ve dne, kde je už třeba značná představitost.

**Realizace.** Souřadnice nebeských objektů obvykle měříme *relativně* vůči okolním hvězdám, jejichž rovníkové souřadnice ( $\alpha, \delta$ ) máme zapsané v astronomickém katalogu (např. GSC, USNO). Souřadnice ekliptikální nebo galaktické, geocentrické nebo heliocentrické pak lze z rovníkových topocentrických vypočítat.

Pro zaměřování objektů dalekohledem potřebujeme znát buď souřadnice rovníkové II. druhu ( $t, \delta$ ), v případě rovníkové montáže, nebo obzorníkové ( $A, h$ ), pro azimutální montáž. Ze souřadnic jiných soustav si je musíme opět vypočítávat.

Zeměpisné souřadnice pozorovacího stanoviště dnes nejčastěji určujeme pomocí přijímače družicového signálu GPS.

**Přesné definice.** Přesně jsou souřadnicové soustavy zaváděné tak, že velká soustava radioteleskopů (VLBI, Very Long Baseline Interferometry) přesně změřila vzájemné polohy velmi vzdálených kvasarů. U nich se jaksi předpokládá, že jsou v klidu, že se směry k nim nemění. Všechny ostatní souřadnicové soustavy jsou pak na tuto „kosmologickou“ soustavu navázané; přepočtení vztahy jsou samozřejmě definované tak, aby se tyto nové definice co nejvíce blížily starším, dříve užívaným.

**Ekvinokcia.** Ekvinokcium (epocha) je určitý časový okamžik, ke kterému se souřadnice vztahují. Například rovník a ekliptika se vůči sobě pomalu pohybují působením precese a nutace zemské osy; jejich vzájemná poloha, tedy i poloha jarního



Obr. 13 — Hodiny v Saint-Veran. Převzato z [2].

## Děňi na obloze v dubnu 2007

Petr Horálek, Martin Cholasta

V průběhu dubna se můžeme těšit na jeden známý meteorický roj a dvě perioidické komety pozorovatelné středně velkými dalekohledy.

Z meteorických rojů na sebe upozorní již v polovině dubna známý roj *Lyríd*. Jeho maximum nastane 22. dubna krátce před 23. hodinou středoevropského letního času. V té době bude bohužel radiant jen 20° nad obzorem a na jihozápadě bude poměrně vysoko rušit Měsíc dva dny před první čtvrtí (v souhvězdí Blíženeců). Nicméně maximum bývá poměrně ploché, takže se dá pozorovat celou noc a v druhé polovině noci budou podmínky podstatně lepší. Zenitová frekvence dosahuje kolem 12 meteorů v hodině, ale vlivem poruch vlákna gravitačním polem Saturnu může dojít k setkání s větším uzlem meteoroidů, což způsobuje frekvenci i přes 600 meteorů v hodině. Meteory jsou poměrně rychlé (49 km/s), často na zelenalé barvy. Jejich mateřským tělesem je kometa 1861 I (Tchatcher), která má periodu 415 let. Záznamy o zvýšených frekvencích roje známe už z čínských spisů z roku 15 př. n. l.

V jiném případě není ukazatelem kovový prstenec, ale rovnoměrně po obvodu rozmístěné očíslované hřeby (obr. 12). Ten hřeb, kterému přísluší nejkratší stín, vyznačuje aktuální hodinu.



Obr. 12 — Kulové hodiny s hřeby. Převzato z [6].

Na povrchu koule mohou být vyznačeny jednotlivé kontinenty a hodiny mohou být zhotoveny jako zmenšený model Země. Tak je tomu například v Saint-Véran, musée Sionm (obr. 13). Glóbus pak umožňuje sledovat, která část planety je v konkrétním okamžiku osvětlena Sluncem — na které části zeměkoule je den a kde je noc. Hodiny mohou navíc fungovat jako světové (polední) hodiny. Z délky stínu jednotlivých hřebů zjišťujeme nejen kolik hodin pravého místního času nyní je u nás, ale i na kterém poledníku je právě pravé poledne.

- [1] BĚTÍK, Z. *Nabídka Královských slunečních hodin* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://www2.webpark.cz/hodiny/slunezni/Page/nabidka.html>>.
- [2] *Cadrams solaires du Queyras* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://www.astrosurf.com/thizy/queyras/queyras.htm>>.
- [3] HOMMET, J.-M., ROZET, F. *Les cadrams solaires du Queyras*. EdiSud, 2000.
- [4] POLÁK, B. *Glóbusové sluneční hodiny v pražské Královské oboře*. Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky, 9. Historický ústav ČSAV, Praha, Nakladatelství Čs. Akademie věd 1964, s. 231.
- [5] PŘÍHODA, P. *Sluneční hodiny*. Praha: Horizont, 1983.
- [6] *Sundials* [online]. [cit. 2007-04-02]. <<http://homepage.mac.com/sundials/PhotoAlbum2.html>>.

bodou na obloze a sklon  $\varepsilon$  se mění, stejně tak se mění rovníkové a ekliptikální souřadnice — musíme je tedy vztáhnout k určitému ekvinoctiu. V současnosti užíváme zejména standardní ekvinoctium J2000,0 (1. ledna 2000 12 h TT = JD 2451545,0 TT terestrického času); před rokem 1984 se užívalo B1950,0.

Když chcí dnes večer namířit dalekohled na rovníkové montáži, zřejmě potřebují znát souřadnice objektu pro ekvinoctium dnešního večera.  $\alpha_{J2000,0}$  a  $\delta_{J2000,0}$  pro standardní ekvinoctium tak musíme na *ekvinoctium daného data* přepočítávat. Shrňme nakonec vyjádření, počátky a směry do přehledné tabulky 1.

kartézská	topocentrická	obzorníková
sférická	geocentrická	rovníková I. druhu
válcová	heliocentrická	rovníková II. druhu
⋮	barycentrická	ekliptikální
⋮	barycentrická pro Země–Měsíc	galaktická
⋮	galaktocentrická	zeměpisná
⋮	jovícentrická	marsopisná
⋮	selenocentrická	⋮
⋮	na povrchu Měsíce, Marsu, ⋮	⋮

Tab. 1 — Různé kombinace vyjádření, počátků a základních směrů souřadnicových soustav.

Pamatujme, že kombinace vyjádření–počátek–směr mohou v principu volit *libovolně* a libovolně je přepočítávat. Tyto přepočty však nemusí být zcela jednoduché. Například obzorníková soustava se otáčí se Zemí, kdežto rovníková II. druhu je spojená s hvězdnou oblohou. Přepočít mezi nimi závisí na aktuálním úhlu natočení Země vzhledem ke hvězdám, ale ten závisí netriviálně na čase. Přesný přepočít mezi geocentrickou a heliocentrickou soustavou zas musí zohledňovat složitý pohyb Země okolo Slunce, který je rušený ostatními planetami, takže jeho závislost na čase není vyjádřitelná jednoduchou analytickou funkcí. Právě zde čas vstupuje do transformační souřadnic!

Teoreticky bychom si mohli vytvořit velmi exotické soustavy (např. galaktocentrickou azimutální cylindrickou, jovicentrickou galaktickou kartézskou), ale asi nám nebudou příliš užitečné.

Velmi obvyklé soustavy jsou:

- sférické topocentrické obzorníkové,
- sférické topocentrické rovníkové I. druhu,
- sférické geocentrické rovníkové II. druhu,
- kartézské heliocentrické ekliptikální,
- sférické heliocentrické galaktické.

Příště se budeme zabývat přepočty souřadnic mezi těmito soustavami.

- [1] PŘÍHODA, P. aj. *Hvězdářská ročenka 2007*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2006. ISBN 80-86017-45-1
- [2] SEIDELMAN, P. K. Editor *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*. U. S. Naval Observatory, Washington, 1992.
- [3] WOLF, M. aj. *Astronomická příručka*. Praha: Academia, 1992. ISBN .

## Galaxie s polárním prstencem (2)

Miloš Boček

### DOKONČENÍ

V prvním díle jsme se seznámili s vlastnostmi a modely vzniku zvláštních galaxií, které zdobí polární prstenc skloněný kolmo nebo téměř kolmo k rovině jejich disku. Jako typický příklad byla uvedena NGC 4650A, která však září v té části jižní oblohy, jež je nedostupná pozorovatelům v našich zeměpisných šířkách (vlastně se v nejpříznivějším případě nachází těsně pod ideálním horizontem).

Náštesti můžeme v našich podmínkách pohodlně pozorovat hned dvě jiné galaxie s polárním prstencem: NGC 2685 a NGC 660 (jedná se o dvě nejbližší PRGs).

V náznačce si je lze prohlédnout i středně velkým dalekohledem, a samozřejmě naprosto lehce „společenským“ Dobsonem o průměru 42 cm — o tom si podrobněji povíme na konci článku. Neradujeme se však předčasně: jde spíše jen o pozorování hostitelských galaxií; jejich polární prstence jsou bohužel velmi špatně viditelné.

### NGC 2685

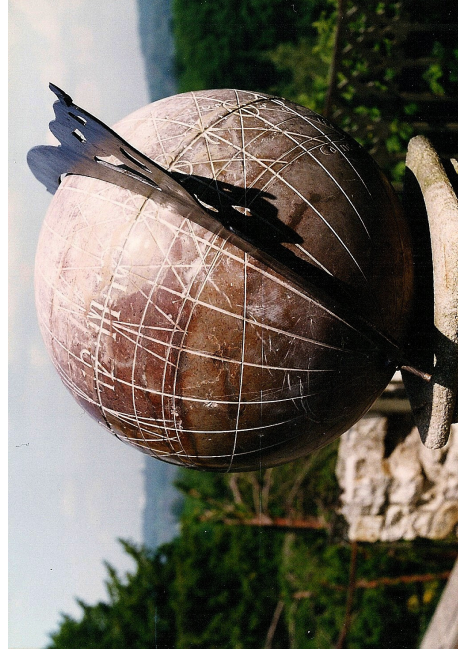
První z nich, NGC 2685 (UGC 4666, Arp 336) se nachází v západní části souhvězdí Velké medvědice, na souřadnicích  $\alpha = 8\text{ h }55\text{ min }34,8\text{ s}$  a  $\delta = +58^\circ 44' 3,9''$  (pro epochu 2000). Má vizuální jasnost 11,1 až 11,3 mag a optickou úhlovou velikost asi  $4,6' \times 2,3'$ , i se slabými okraji až  $5,2' \times 3'$ . Na obloze je orientována ve směru severovýchod–jihozápad.

Je to relativně malá galaxie, ze zdánlivých rozměrů vyplývá skutečný průměr zhruba 60 tisíc sv. r. Rudý posuv byl změřen na  $z = +0,002945 \pm 0,00001$  a galaxie se od nás proto vzdaluje radiální rychlostí  $v = (883 \pm 4)\text{ km/s}$ . To odpovídá vzdálenosti asi 41 miliónů sv. r.

Podle Hubbleovy klasifikace je nejčastěji řazena k morfologickému typu S0 (pec) nebo SB0 (pec); někdy však bývá považována za přechodovou ke spirální SB0-a, nebo přímo za spirální Sa/Sbp, podobně jako NGC 4650A. Tento velmi zvláštní objekt má navíc aktivní, slabě ionizované jádro typu LINER (Low-Ionization Nuclear Emission-line Region). Jedná se však o netypického zástupce (slabé emisní čáry vyzářují v optickém, nikoli infračerveném oboru spektra) a někdy bývá uváděna i jako Seyfertova galaxie II. typu.

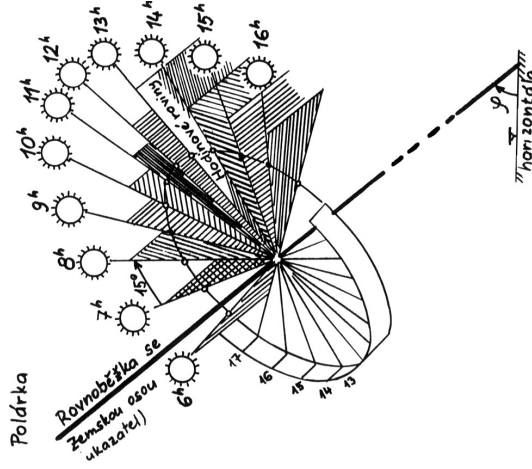


Obr. 10 — Kulové sluneční hodiny v Novosedlicích na Moravě.



Obr. 11 — Sluneční hodiny u Místodržitelského letohrádku v Praze.

Sluneční hodiny ve tvaru koule jsou u nás málo obvyklé. Na území naší republiky jsou známy jen dvoje. Jejich princip je odvozen z toho, že poloha Slunce na obloze při denním pomyslném pohybu Slunce závisí na *hodinovém úhlu* (viz obr. 9).



Obr. 9 — Denní pohyb Slunce po obloze a příslušné hodinové roviny.

Číselník bývá na kouli umístěn kolmo vůči rovnoběžce se zemskou osou, po obvodu koule. Hodiny v „globusovém“ provedení jsou například umístěny v Novosedlích na Moravě (obr. 10). Sklon osy glóbu vůči horizontále odpovídá zeměpisné šířce stanoviště (neboť je rovnoběžná se zemskou osou). Na glóbu jsou vyneseny poledníky po 15°, které fungují jako hodinové rysky. Navíc jsou zde vyznačeny ryskami půlhodiny. Na číselníku jsou vyznačeny tři kružnice — prostřední pro rovnodennost a krajní pro obratníky. Ukazatelem je polovina *prstence*, která je otočná kolem osy glóbu. Prstenec se při slunečním svitu natočí tak, aby jeho stín byl co nejúžší (takž stín je přímo pod ním). Poloha prstence pak udává *pravý místní sluneční čas*. Hrot na prstenci se využívá jako ukazatel pro určení kalendářního období.

Druhé jsou umístěny v Praze, v rohu terasy u Místodržitelského letohrádku (obr. 11). Ty jsou gnomonicky bohatší. Kromě poloornojního času jsou hodiny vybaveny dvěma časovými systémy s *nestejnými* (temporálními) *hodinami*. Dále je na nich vyznačeno sedm kalendářních čar pro datумы vstupu do zvířetnických znamení, symboly zvířetnickových znamení, značky těles sluneční soustavy, letopočet vzniku 1698 a letopočet renovace 1772.

NGC 2685 je zajímavý příklad PRG. Přestože byla úplně zpočátku některými badateli považována i za pár kolidujících galaxií, její neobvyklá prstencová struktura byla rozpoznána brzy. Ve Whitmoreově katalogu polárních galaxií z roku 1990 je to jedna ze šesti PRGs zařazených do kategorie A (obsahující nejpravděpodobnější, kinematicky potvrzené PRGs). Bývá dokonce považována, a to stejně často jako NGC 4650A, za prototypového člena třídy PRGs. Jak však uvidíme později, situace ohledně jejího polárního prstence není zdaleka jednoznačná.

Podobně jako u NGC 4650A, i u této galaxie se vyskytují dvě navzájem kolmé roviny, reprezentující pravděpodobně dva dynamické systémy. NGC 2685 má však mnohem složitější strukturu. Jeden z hlavních rozdílů spočívá v tom, že její polární prstenec je velikostí srovnatelný s diskem hostitelské galaxie; v tomto ohledu vlastně představuje opačný extrém než NGC 4650A. Velmi často navíc bývá označována za prototyp *dvouprstencové PRG*. Dvouprstencový systém se projevuje:

- (1) vnitřním, *polárním prstencem*, který je široký a několikanásobný (proto bývá někdy označován i v množném čísle jako „polární prstence“) a který obtáčí jasnou část středové složky. Obsahuje temné pásy, jež se promítají před hlavním středovým tělesem; tím prstenec připomíná spirální strukturu (obr. 6). Díky tomuto fenoménu získala galaxie své první populární jméno *Spirála* (Helix).
- (2) *vnějším* prstencem, resp. *diskem*, který leží přibližně v jedné rovině se středovým tělesem (diskem hostitelské galaxie), takže je kolmý na spirálovitý polární prstenec.

I základní složka systému — *hostitelská galaxie* — tedy obsahuje dvě složky. Jasná hvězdná část má na pohled „doutníkovitý“, vřetenovitý tvar, odtud pochází druhý (pozdější) název galaxie *Vřeteno*. Zpočátku se někteří badatelé domnívali, že se jedná opravdu o elipsoid ve tvaru doutníku, proto byla výjimečně řazena i mezi eliptické galaxie typu E6/E7. Později však vyšlo najevo, že středová složka vykazuje rychlou rotaci diskového tělesa (s přibližující se severovýchodní stranou) a že tedy jde s největší pravděpodobností o čočkovou galaxii S0, viděnou téměř zboku. To určilo galaxii její třetí, snad nejpřesnější populární jméno *Lívanec* (Placka). Na tuto jasnou složku navazuje na větších poloměrech zmíněný vnější, málo svítivý hvězdný prstenec či disk, který rotuje rychlostí zhruba 150 km/s.

O struktuře NGC 2685 panují stále značné nejasnosti. Je zřejmé, že některými charakteristikami připomíná spirální galaxie s malou hmotností. Hostitelská galaxie vlastně vykazuje i globální vlastnosti spirální galaxie s nízkou plošnou jasností (LSB, Low Surface Brightness): jasná středová složka S0 s převahou hvězd a malým obsahem plynu a prachu připomíná středovou výduť, zatímco relativně rozsáhlý vnější disk obsahuje mnoho mezihvězdné látky (podobně jako kolmý polární prstenec).

*Polární prstenec* spirálovitého vzhledu obíhá centrálního tělesa, jak už bylo řečeno, na dost malém poloměru a obtáčí především celou jeho severovýchodní část.

Tato část jasně složky hostitelské galaxie je tudíž zastíněna strukturou čtyř asymetrických temných prachových pásů (znovu si prohlédneme obr. 6). V prstenci je rovněž vidět několik tenkých vláknitých pramenů lemujících tmavé pásy, jež sestávají z mnoha chomáčů svítivých oblastí tvorby hvězd a ionizovaného vodíkového plynu (HII). V jihozápadní části prstence oblasti hvězdné tvorby prakticky chybí.

Jak uvidíme později, důležité je rozložení neviditelného neutrálního vodíkového plynu (HI) v NGC 2685. Tento plyn je soustředěn především v obou navzájem kolmých prstencích: jednak sleduje strukturu prachových pásů v polárním prstenci (podobně jako spirální ramena ve spirálních galaxiích), jednak tvoří na velkých poloměrech rozsáhlý vnější disk HI, v jedné rovině se středovým hlavním tělesem S0 (díky tomu má hostitelská galaxie větší obsah plynu ve srovnání s typickými čočkovými galaxiemi). Tento disk HI je úzce spjatý s vnějším hvězdným diskem. Celkový obsah plynu HI v galaxii dosahuje  $10^9 M_{\odot}$ , z čehož asi čtvrtina sídlí v polárním prstenci a zbytek ve vnějším disku.

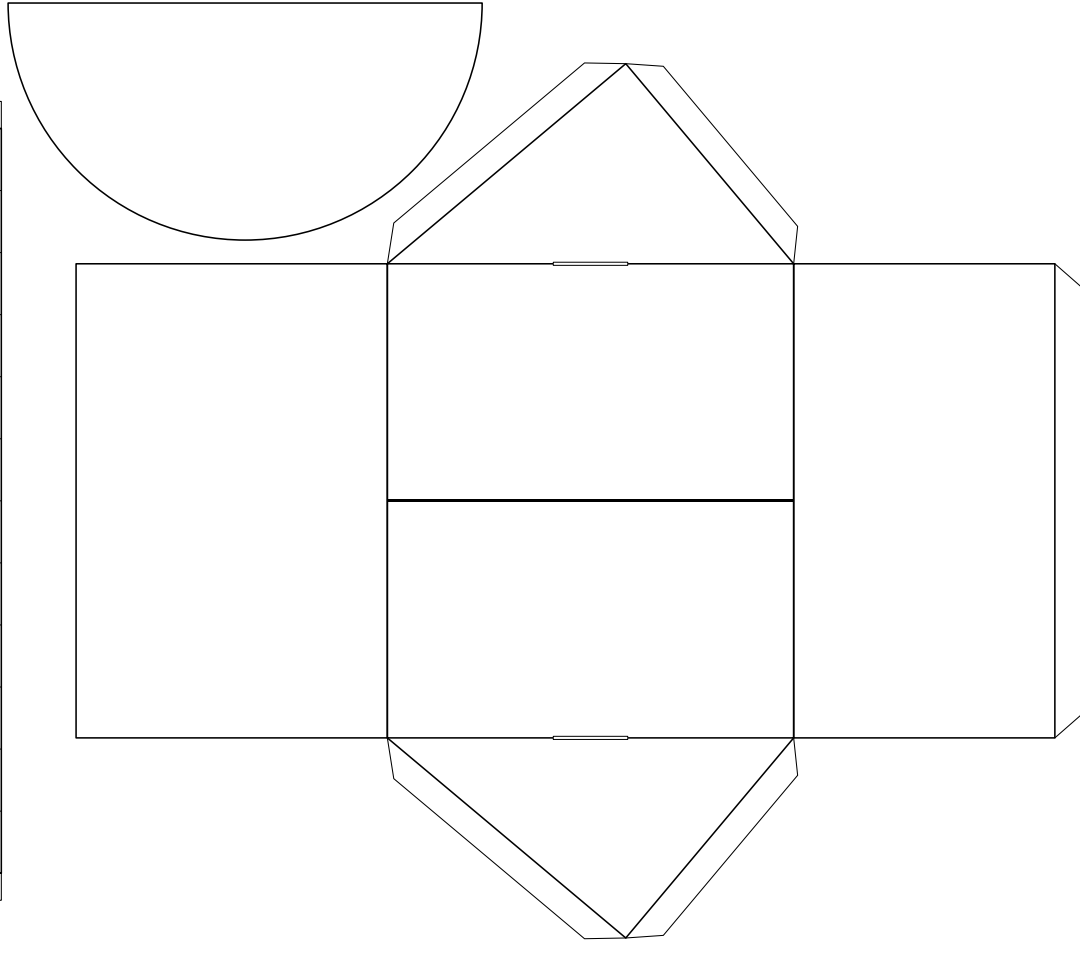
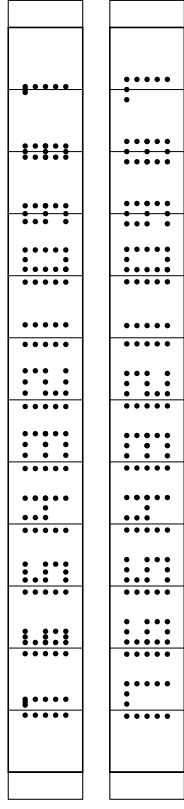
Ohledně stáří polárního prstence existují značné rozporuplná data. Podle některých výzkumů je barva prstence typická pro spirální ramena galaxií typu Sbc–Sc a přestože je prstencem o něco červenější než u NGC 4650A, neobsahuje staré hvězdné populace, např. červené obry. Metalicita mladých hvězd se zdá být nízká, stejně jako je tomu v nepravidelných galaxiích. Všechny tyto vlastnosti jsou obvyklé u typických PRGs.

Jiná pozorování naopak ukázala, že barva polárního prstence je podobná jako u hostitelské galaxie, tedy docela červená<sup>6</sup> (odpovídá spíše galaxiím časnějšího typu S0/a–Sa), a že historií tvorby hvězd v něm připomíná galaxii typu Sa–Sab. Podle barvy hvězdných populací byl průměrný věk prstence odhadnut na 5 až 6 miliard let, a jeho mladé hvězdy by tak měly být dostatečně obohacené o kovy. Spektroskopický výzkum odhalil mnohem větší metalicitu oblastí HII než jaká bývá obvyklá v galaxiích typu dIrr. Polární prstencem se navzdory své složitosti zdá být velmi stabilní a dlouho žijící, ale ne extrémně starý. Patrně se chemicky vyvíjel dlouhou dobu, jako typické galaktické disky.

Přestože se barva polárního prstence jeví červenější než u nepravidelných galaxií, obsahem neutrálního HI plynu se naopak může srovnávat s galaxiemi typu (d)Irr nebo Sm. Avšak poměrem molekulárního vodíku  $H_2$  ku atomárnímu HI se prstencem zase podobá diskovým galaxiím časného typu.

Polární prstencem obsahuje hojně populace oblastí HII a je též značně bohatý na molekulární plyn (má ho dostatek pro tvorbu hvězd). V prstenci byly objeveny kompaktní, ale i rozlehlejší oblasti HII, o rozměrech asi 65 sv. r. S oblastmi HII

<sup>6</sup> Tento rozpor by se možná dal částečně vysvětlit poměrně vysokým obsahem prachu v polárním prstenci (jeho množství odpovídá spíše nepravidelné galaxii), který svou extinkcí způsobuje mezihvězdné zčervenání.



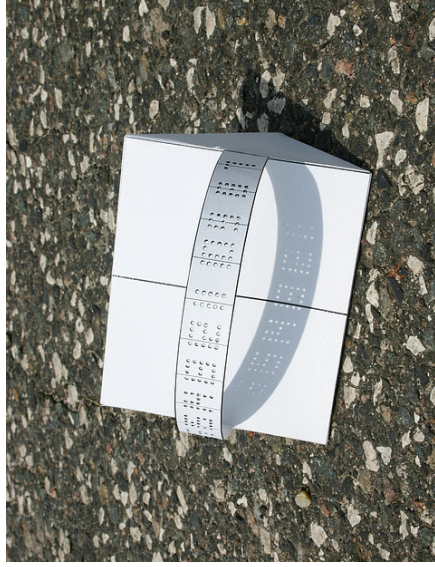
uspořádání je výhodné zvláště proto, že hodinová stupnice je zcela jednoduchá — dělená rovnoměrně po 15°.

U digitálních slunečních hodin si prstenec a ukazatel takřikajíc „vymění role“. Číselník je zde tvořen tlustším perforovaným prstencem, kterým prosvítají sluneční paprsky a posléze dopadají na šikmou polární rovinu, kde ve stínu prstence dobře vidíme jednotlivé svítící číslice. Správný časový údaj označuje úsečka na rovině nakreslená, tj. osa prstence rovnoběžná se zemskou osou.

Druhá varianta prstence má číslice, které se k okrajům zužují jako kosinus hodinového úhlu, takže jejich průmět v polární rovině není pro ramí a večerní hodiny zbytečně roztažený.

Pro stavbu papírových hodin doporučujeme následující postup: (i) zkopírujeme a zvětšíme vystřihovanku na papír formátu A4; (ii) podlepíme čtvrtkou, zatížíme a necháme dobře vysušit; (iii) vystříháme jednotlivé díly, před ohýbáním hran je lehce nařízneme žiletkou; (iv) papírový prstenec položíme na měkké dřevě a jehlou vhodně tloušťky propícháme všechny otvory znázorňující číslice; (v) půlkruh použijeme pro správné zakřivení prstence po jeho zalepení do bloku, případně si jej ponecháme pro přepravu modelu.

Model je navržen pro severní zeměpisnou šířku 50°; na území České republiky nepřesáhnou odchylky od PMSC několik minut. Pro stanoviště více vzdálená od 50. rovnoběžky, bychom museli podstavec naklonit tak, aby byla zachována podmínka rovnoběžnosti úsečky s osou Země.



Obr. 8 — Splepená vystřihovanka digitálních slunečních hodin.

[1] SABANSKI, C. *The Sundial Primer* [online]. [cit. 2005-07-05]. ([http://www.mysundial.ca/tsp/tsp\\_index.html](http://www.mysundial.ca/tsp/tsp_index.html)).

[2] SABANSKI, C. *The Sundial Primer. Digital Equatorial Sundial* [online]. [cit. 2005-07-05]. ([http://www.mysundial.ca/tsp/digital\\_equatorial\\_sundial.html](http://www.mysundial.ca/tsp/digital_equatorial_sundial.html)).

korresponduje výskyt modrých obrů a veleobrů, které mají tendenci se shlukovat do hvězdných asociací (vyskytují se tu i rozsáhlé hvězďokupy o velikosti 25 až 33 sv. r.). Výzkumy ukazují, že proces hvězdné tvorby probíhá v polárním prstenci nepřetržitě během desítek milionů let. Poslední vzplanutí tvorby nastalo dříve než v NGC 4650A — nejmladší objevené hvězdy jsou staré zhruba 9 milionů roků.

**Původ struktury PRG.** Pochopit původ polární struktury u NGC 2685 není vůbec jednoduché. Nejčastěji bývá uváděn scénář *splynutí galaxie s menším společníkem typu dIrr*, který byl kdysi zachycen na její polární dráhu. Jeho hvězdy se posléze měly smístit s těmi v hostitelském systému, zatímco z mezihvězdného prostředí se nakonec měl zformovat polární prstenec s novými generacemi hvězd. Ve skutečnosti je to však se vznikem galaxie složitější. Je tu mnoho nejasností vyplývajících z dvouprstencové struktury a také z rozporuplných údajů týkajících se stáří polárního prstence, jak bylo naznačeno výše.

Podívejme se také na možný vznik galaxie pouhou *akrecí plynu* ze společníka bohatého na mezihvězdnou látku. Tento nejčastější scénář vzniku PRGs bývá některými výzkumníky upřednostňován i v případě NGC 2685.

NGC 2685 je patrně dominantním členem malé řdké galaktické skupiny. V nejbližším okolí je řada menších objektů, o některých by se snad dalo uvažovat jako o možných dárčích plynu, který mohl být během interakce zachycen a vytvořit polární prstenec. Za bližší pozornost však stojí jen čtyři galaxie, neboť mají podobnou radiální rychlost jako NGC 2685, a leží tedy blízko sebe nejen úhlově, ale i prostorově.

Dvě stejně velké, velmi těsné a pravděpodobně splyávající galaxie LSB neznámého morfologického typu leží 24,7' severovýchodně od NGC 2685 (tj. zhruba 300 tisíc sv. r.). Jsou však velmi malé a slabě svítící, proto nepripadají v úvahu. Důležitější jsou zbývající dvě trpasličí nepravidelné galaxie. UGC 4683 (14,8 mag) září 27,5' severovýchodně (což odpovídá asi 330 tisícům sv. r.). Pro nás je nicméně nejzajímavější slabší galaxie **PGC 25002** (MCG +10–13–030; 16,4 mag), která se nachází 16,9' severoseverozápadně od NGC 2685 (zhruba 205 tisíc sv. r.). Je totiž ze čtveřice nejmasivnější (dosahuje 1/10 hmotnosti NGC 2685, což je pro zámavost zhruba stejný poměr jako u Velkého Magellanova oblaku a naší Galaxie) a navíc má takovou pozici vzhledem k vedlejší ose hlavního disku NGC 2685, že mohla uložit jisté množství plynu na její polární dráhu. Přestože nebyl zaznamenán žádný důkaz pro vzájemnou interakci mezi oběma galaxiemi (nebylo zjištěno například spojení mezigalaktickým mostem plynu HI), stopy dávné interakce již nemusí být z důvodu relativně vysokého stáří polárního prstence patrné (je známo, že okolní prostředí současných PRGs může být z tohoto hlediska podobné jako u normálních galaxií).

Nicméně žádán z uvažovaných galaxií zdá se není dostatečně velká ani dynamicky zajímavá a spíše za vznik polárního prstence zodpovídat nemohou. Navíc mají-li hvězdy polárního prstence poměrně vysokou metalicitu, typickou pro velké

spirální galaxie a neobvyklou u dlrr galaxií, nastávají pro akreční scénář potíže. Aby galaxie získala těžší chemické prvky, musela by akreovat plyn buď z málo svítivého objektu typu dlrr již obohaceného (takové ovšem v dnešním vesmíru chybí), nebo z objektu dostatečně masivního. NGC 2685 ale není obzvlášť velkou či hmotnou galaxií a těžko by mohla akreovat plyn bohatý na kovy z potenciálové jámy masivnějšího spirálního disku. Bez tak galaxie ani blízké masivní společnosti nemá. Pokud jsou data o vysoké metalicitě polárního prstence korektní (což ovšem nejnovější výzkumy nepotvrdily), NGC 2685 by mohla být jedním z nejzávažnějších případů PRGs, které samy sebe chemicky obohatily při následném hvězdném vývoji.

Jisté výzkumy podporují model splynutí s jinou galaxií, nikoli však s nepravdělnou. Na základě numerických simulací by mohlo jít o výsledek *sloučené dvou plynem bohatých spirálních galaxií* pozdního typu. Pokud by menší „vetelecká“ galaxie pronikla kolmo diskem větší, dvakrát tak hmotné sousedky, hvězdný disk „obětí“ by při takovéto počáteční konfiguraci před srážkou nebyl zcela zničen, ale mohl by se z něj vyvinout široký, morfologicky neobvyklý („spirálovitý“) polární prsteneček. Obklopoval by původně „veteleckou“ galaxii, která by se změnila na centrální galaxii čočkového typu S0.



**Obr. 5** — NGC 2685 na snímku z Kitt Peak National Observatory: (a) z roku 1975, Mayallovým dalekohledem o průměru 4 m; (b) 0,9 m dalekohledem z listopadu 1998. Převzato z [7], © AURA/NOAO/NSF, N.A. Sharp.

**NGC 2685 není PRG?** Aby to nebylo s polární strukturou NGC 2685 tak jednoduché, přišli nedávno vědci zabývající se průzkumem této dynamicky pekuliární galaxie s návrhem, že její struktura a kinematika by se dala jednodušeji vysvětlit bez předpokladu, že NGC 2685 je PRG [3]. Na základě rozsáhlého a detailního studia plynné složky HI došli k závěru, že galaxie má mnoho vlastností typických

v tom, že je malý (je na hostitelskou galaxii příliš těsně navinut) a slabý, patrně jej od středového tělesa nelze odlišit. Úspěch by se snad mohl dostavit v místě vzdáleném od výrazného světelného znečištění.

NGC 660 leží asi 2,6° jihovýchodně od M 74, zhruba na přímce spojující hvězdy  $\eta$  Psc, 101 Psc a hvězdu asi 7. magnitudy. V zorném poli Dobsona objevíme také spíše jen její středovou složku, jako protáhlou skvrnu, která je však poměrně málo výrazná a rozhodně není nápadnější než u NGC 2685. Zřetelněji se jeví až po adaptaci oka a pouze bočním pohledem. Spatření slabě zářícího polárního prstence s velmi nízkou plošnou jasností je v příměstských podmínkách, a patrně nejen tam, velmi obtížné. Jen část prstence přimykající se k hostitelské galaxii na jihu je v náznačku za vynikající viditelnosti při použití periferního vidění částečně rozeznatelná.

Přes tyto zjevné těžkosti určitě stojí za to alespoň jasnější složky těchto zamavých a neobvyklých galaxií vidět na vlastní oči.

- [1] ESKRIDGE, P. B., POGGE, R. W. *H II Region Abundances in the Polar Ring of NGC 2685. Astrophysical Journal*, **486**, s. 259–267, 1997.
- [2] *Helix Galaxy (NGC 2685). The Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight* [online]. [cit. 2007-04-02]. ([http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/Helix\\_Galaxy.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/Helix_Galaxy.html)).
- [3] JÓZSA, G., OOSTERLOO, T., KLEIN, U. *The warped Spindle NGC 2685*. Proceedings of „Baryons in Dark Matter Halos“, Proceedings of Science, SISSA, **14**, s. 108, 2004. ([http://pos.sissa.it/archive/conferences/014/108/BDMH2004\\_108.pdf](http://pos.sissa.it/archive/conferences/014/108/BDMH2004_108.pdf)).
- [4] KARATAEVA, G. M. aj. *The Stellar Content of the Polar Rings in the Galaxies NGC 2685 and NGC 4650A. Astronomical Journal*, **127**, s. 789–797, 2004.
- [5] KARATAEVA, G. M. aj. *The Stellar Population Study of the Polar Rings in the Galaxies NGC 2685 and NGC 4650A* [online]. [cit. 2007-04-02]. ([http://www.astron.ru/maas/RMxAC..17/PDF/RMxAC..17\\_gkarataeva.pdf](http://www.astron.ru/maas/RMxAC..17/PDF/RMxAC..17_gkarataeva.pdf)).
- [6] *NASA/IPAC Extragalactic Database* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://nedwww.ipac.caltech.edu>).
- [7] *NGC 2685. The Messier Catalogue* [online]. [cit. 2007-04-02]. (<http://www.seds.org/~spider/spider/Misc/n2685.html>).
- [8] *Polar-Ring Galaxies* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://www.astron.spbu.ru/EduTech/prg.html>).
- [9] *SIMBAD Astronomical Database* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://simbad.u-strasbg.fr/Simbad>).
- [10] *SkyMap Software Home Page* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://www.skymap.com>).

## Digitální sluneční hodiny (vystřihovánka)

Miroslav Brož

Zde prezentovaná vystřihovánka je zajímavou variantou *polárních prstencových hodin*. Jde vlastně o jeden ze základních typů slunečních hodin, který se vyznačuje číselníkem na nízkém válci (prstenci), jehož osa je stínovým ukazatelem rovnoběžným se zemskou osou. Ukazatel tedy musí ležet v rovině sever–jih a svírat s vodorovnou rovinou úhel  $\varphi$ , rovný zeměpisné šířce stanoviště. Toto

(z níž se momentálně vytváří polární prsteneček). Předpokládá se, že hostitelská galaxie by mohla být transformována do galaxie typu S0 během následujících asi jedné miliardy let. S takovýmto scénářem vznikou PRG je konzistentní i zjištěná skutečnost, že v této fázi slučování se u obou komponent NGC 660 neobjevují příliš výrazné slapové ohony.



Obr. 7 — Snímek NGC 660 z přehlídky Sloan Digital Sky Survey. Převzato z [8], © Sloan DSS.

**Možnosti vizuálního pozorování.** Na závěr si stručně povězme o možnostech vizuálního pozorování obou galaxií v podmínkách královéhradecké oblohy. NGC 2685 se hledá snadno, neboť je situována téměř uprostřed mezi dvěma hvězdami 6. až 7. magnitudy, které jsou od sebe vzdálené přesně  $1^\circ$  a jejichž spojnice je orientována ve směru severoseverozápad–jihovýchod (přesněji, galaxii objevíme  $28'$  jihovýchodně od severnější, jasnější z obou hvězd). Ve 42 cm Dobsoum při zvětšení 80 krát je jasná složka hostitelské galaxie S0 velmi zřetelná i za průměrných podmínek; za dobrých podmínek můžeme rozpoznat i to, že se její středová část mírně rozšiřuje. Bohužel, o poznání méně nápadný polární prsteneček není patrný ani za výborného stavu atmosféry a při zvětšení 160 krát. Důvod lze spatřovat

pro malou spirální galaxii a že neobsahuje polární prsteneček v klasickém smyslu, ale pouze *extrémně zakřivený* či *deformovaný vnitřní disk*. Jasně středové těleso by snad mohlo představovat rychle rotující protáhlou výduť nebo velkou příčku. Je tedy možné, že galaxie nemá dva oddělené prstence (polární a vnější), ale jen jeden spojitý, silně zakřivený disk a „dvouprstencový“ vzhled je pouze výsledkem efektu průmětu, kdy zorný paprsek protíná tento disk vícekrát v několika pozicích. NGC 2685 je tak možná velmi výrazně deformovaná spirální (nikoli čočková) galaxie raného typu (Sa) nebo pozdního typu s příčkou (SBc), s dvěma spirálními rameny o nízké plošné jasnosti.

Na druhou stranu, z kinematického hlediska NGC 2685 nevykazuje několik znaků typických pro deformované galaxie. To je možná způsobené tím, že hvězdný disk je příliš lehký. Galaxie nadále zůstává dynamickou záhadou a o podstatě a původu zakřivení zatím nelze podat žádný konečný úsudek. Ať už galaxie ve skutečnosti je či není PRG, zůstává velmi zajímavým objektem hodným dalšího bádání.



Obr. 6 — Galaxie NGC 2685 (Helix) zachycená 1 m dalekohledem Jacobus Kapteyn. © Isaac Newton Group of Telescopes, N. Szymanek.

Jako vzácný příklad spirální galaxie s polárním prstencem, navíc snadno viditelné, nám může sloužit NGC 660 (UGC 1201). Protože patří do galaktické skupiny M 74 v souhvězdí Ryb, nalézá se na obloze poměrně blízko jejího známého hlavního zástupce. Najdeme ji na souřadnicích  $\alpha = 1\text{ h }43\text{ min }1,8\text{ s}$  a  $\delta = +13^\circ 38' 37''$ . Tato pekuliární galaxie dosahuje velmi podobné celkové vizuální jasnosti jako předchozí NGC 2685: asi 11,2 mag. Shodou okolností vykazuje rovněž velmi podobný rudý posuv  $z = +0,002835 \pm 0,00001$ , a tudíž i radiální rychlost  $v = (850 \pm 1)\text{ km/s}$ , a vzdálenost přibližně 39 miliónů sv. r.

Galaxie je morfologického typu s přičkou SBap (nověji je označována SBa/PR), ovšem vzhledem ke značnému obsahu plynu v disku vykazuje globální charakteristiky pozdnějšího typu Sb až Sc. Má celkové optické úhlové rozměry  $8' \times 2,9'$ , včetně slabých okrajů až  $9,1' \times 3,2'$ . Také bývá řazena mezi aktivní galaxie typu LINER, což souvisí s hvězdnou tvorbou v jejím jádře. (I když není zcela běžným zástupcem, neboť má ve spektru širokou, ale extrémně slabou vodíkovou čáru  $H_\alpha$  a úzké čáry mají neobvykle malou šířku).

NGC 660 patří sice mezi galaxie s překotným zrodem hvězd (obsahuje mnoho oblastí HII), přesto je v ní celková účinnost hvězdné tvorby nižší než u klasických galaxií tohoto typu. Je také značně bohatá na atomární vodík — oblasti HI dosahují celkové hmotnosti  $8,5 \cdot 10^9 M_\odot$ .

Ačkoli se ve Whitmoreově katalogu polárních galaxií objevila v kategorii C (tzn. možný kandidát na PRG), dlouho astronomové nevěděli jistě, zda její vnější, slabě zářící část představující delší úhlový rozměr je opravdu skloněná, zbokou viditelný polární prsteneц obklopující základní složku, nebo jde jen o silně deformovaný vnější disk s dvěma difúzními, velmi rozsáhlými a hladce navinutými spirálními rameny. Teprve poměrně nedávno, asi v polovině 90. let, byla galaxie potvrzena jako PRG.

*Hostitelská galaxie*, která má přibližné úhlové rozměry  $3,5' \times 1,5'$  (odpovídající průměru zhruba 40 tisíc sv. r.) je k nám natočena téměř bokem ve směru severovýchod–jihozápad (to je další podobnost s NGC 2685). Její disk je silně slabě narušený, hlavně ve vnitřní oblasti. V jádře galaxie dochází k bouřlivému zrodu hvězd, což dokazuje jasný zdroj infračerveného záření v oblasti menší než 10 tisíc sv. r. (hostitelská složka je vůbec dost svítivá v dalekém infračerveném oboru) a též rozsáhlá kompaktní hvězdokupa s několika tisíci hvězdami spektrálního typu O. Jádro má také na spirální galaxii velmi vysoký výkon v rádiovém oboru. V optickém oboru je však středové těleso jako celek poměrně málo svítivé a obsahuje nápadný prachový pás.

Impozantní *polární prsteneц*, který se na obloze promítá přes hlavní složku zhruba ve směru severojihním, dosahuje průměru asi 100 tisíc sv. r. Je vícenásobný, silně zakřivený a značně skloněný vzhledem k pólu hostitelské galaxie — s její hlavní osou svírá úhel pouze  $55^\circ$ . Nevidíme ho zcela zbokou, takže z našeho pohledu

jeho přední část nekříží díky perspektivě rovinu hlavního disku ve středu, ale směrem k východní straně (obr. 7). Patrné jsou i nevýrazné slapové ohony na severním a jižním prodloužení prstence.

Prsteneц obsahuje hojné množství prachu a především molekulárního plynu  $H_2$  — až  $3,7 \cdot 10^9 M_\odot$ , tj. 20 % z celkového množství v galaxii. Obsah HI v prstenci činí  $5,4 \cdot 10^9 M_\odot$ , což představuje přibližně 65 % z celkového obsahu v galaxii.<sup>7</sup>

Barva polárního prstence je modrá a jeho hvězdná populace dosahuje stáří maximálně jedné nebo dvou miliard let. Také v něm můžeme spatřit zřetelný prachový pás (na obr. 7 pěkně vidíme jeho křížení s pásem ve vnitřní složce), lemovaný několika jasnými „chomáči“, které indikují překotný zrod hvězd. V prstenci bylo objeveno mnoho stovek modrých veleobrů a jejich výzkum naznačuje, že proces tvorby hvězd byl plynulý, přičemž věk nejmladších objevených je kolem 7 miliónů let. V polárním prstenci byl také zjištěn náznak velkorozměrového magnetického pole.

Očividná stabilita takto silně skloněného prstence je udivující. Mohl by ji vysvětlit fakt, že je značně velký a těžký (jeho hmotnost dosahuje 75 % hmotnosti disku, k čemuž přispívá velký obsah mezihvězdné látky), to se projevuje deformováním potenciálu hostitelské galaxie. Z jeho rotační rychlosti navíc plyne, že obsahuje dodatečnou skrytou hmotu.

**Mechanismus vzniku.** Mechanismus vzniku polární struktury NGC 660 je zatím také nejistý. V blízkém okolí galaxie září tři objekty s podobným rudým posuvem, přičemž dvě nepravidelné galaxie LSB (patřící také do skupiny M74) by mohly být kvůli příhodné úhlové orientaci vhodnými dárci v případě slapového zachycení látky původní galaxii. Nejbližší, na plyn bohatá UGC 1195 je pekuliární deformovaná galaxie typu Irp (13,2 mag, s úhlovou velikostí  $3' \times 1,1'$ ). Nachází se 22' severoseverozápadně (což ve skutečnosti odpovídá asi 260 tisícům sv. r.) a tvoří s NGC 660 dvojičku; není však jisté, zda navzájem interagují. Menší a slabší UGC 1200 (14 mag,  $1,5' \times 0,8'$ ) je od NGC 660 vzdálená 29' (tj. asi 340 tisíc sv. r.), téměř jižně.

Většinou se však badatelé domnívají, že se jedná o důsledek srážky a následného *splývání dvou galaxií*. Má se za to, že by v tomto případě mohlo jít o vzácný případ ještě nedokončeného splynutí vedoucího ke zformování PRG. Morfologie dvou „disků“ NGC 660 je totiž překvapivě podobná dočasnému vzhledu při dosud probíhající fúzi mezi dvěma masivními, na kovy bohatými spirálními galaxiemi pozdního typu (Sc), a to v době, kdy o málo menší „vetřelecká“ (nyní hostitelská) galaxie mající původní hmotnost 70 % hmotnosti „oběti“ pronikla diskem té větší

<sup>7</sup> Z toho vyplývá, že i hlavní středová složka má značné množství plynu. Tato skutečnost však není v rozporu s faktem, že hostitelské galaxie PRGs bývají obecně chudé na mezihvězdnou látku. Nezapomeňme, že hostitelské galaxie naproste větší PRGs jsou na rozdíl od NGC 660 čochového typu.