

8. Hvězdné ostrovy



praktikum

Vzdálenost středu Galaxie

„Připomínám každému, kdo bude měřit hvězdný vesmír, že hvězdné kupy jsou signální světla. Ukazují cestu do centra Galaxie i na její okraje ... Kulové hvězdokupy jsou svého druhu kostra - vágní kostra celé Galaxie, první a stále nejlepší indikátory jejího rozsahu a tvaru.“

Harlow Shapley (1914)

H. Shapley určil rozborem vzdáleností a poloh 69 kulových hvězdokup vzdálenost středu Galaxie asi na 15 kpc. Jeho práce z počátku dvacátého století přesvědčivě ukázaly, že Slunce není poblíž středu Galaxie, jak se až do té doby většinou soudilo. V praktiku budeme opakovat Shapleyho postup, využijeme však moderních fotometrických dat. Vyjdeme z předpokladu, že kulové hvězdokupy jsou v Galaxii rozloženy *středově symetricky*. Zjistíme-li prostorové rozložení hvězdokup, můžeme určit také vzdálenost středu Galaxie od našeho pozorovacího stanoviště.

U kulových hvězdokup jsou všechny hvězdy hvězdokupy od nás prakticky stejně daleko. Budeme-li znát vzdálenosti byt' jen některých hvězd hvězdokupy, známe vlastně vzdálenost celé hvězdné soustavy.

Na obr. 1 je schematicky zakreslen barevný diagram kulové hvězdokupy. Pro náš úkol je důležitá zejména horizontální větev, neboť v ní se nacházejí pulzující hvězdy typu RR Lyrae. Pro své změny jasnosti obvykle do diagramu nebývají zakreslovány, což se projeví jako mezera v horizontální větvi. Tato mezera nám tudíž prozrazuje, jakou pozorovanou (střední) hvězdnou velikost mají hvězdy typu RR Lyrae. Protože jejich absolutní hvězdná velikost je pro všechny tyto hvězdy přibližně stejná ($M = 0,6$ mag), lze vypočítat vzdálenost hvězd a tedy i celé hvězdokupy.

Poněvadž známe směry, v nichž se na naší hvězdné obloze hvězdokupy nacházejí, můžeme (při známé vzdálenosti) zjistit prostorové rozložení hvězdokup.

Pracovní postup:

1. Pro 20 vybraných kulových hvězdokup je v tabulce 1 uvedena pozorovaná hvězdná velikost hvězd typu RR Lyr, která byla zjištěna z barevných diagramů (z polohy horizontální větve a mezery v ní, podobně

8. Hvězdné ostrovy

jak bylo vysvětleno v souvislosti s obr. 1). V sousedním sloupci je uvedena velikost extinkce světla, způsobená mezihvězdnou látkou. Pozorovanou hvězdnou velikost opravte o vliv extinkce (uvažte: přičtete nebo odečtete hodnotu extinkce?).

2. Znáte-li pozorovanou hvězdnou velikost m hvězd typu RR Lyr, vypočítejte vzdálenost r

$$r = 10^{(m+5-M)/5},$$

kde $M = 0,6$ mag. Výsledky poznačte do tabulky 1.

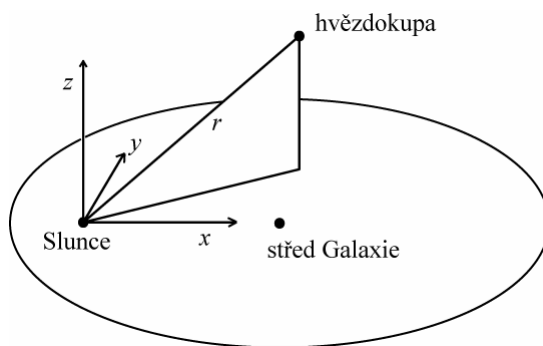
3. Z galaktických souřadnic l , b a vzdálenosti r vypočítejte pravoúhlé souřadnice x , y , z , které budete nadále používat. Potřebné vztahy pro výpočet:

$$x = r \cos l \cos b,$$

$$y = r \sin l \cos b,$$

$$z = r \sin b.$$

Výsledky zapište do tabulky 1.



4. Do řezu v rovině x - z (obr. 2) vynesete ve vhodném měřítku souřadnice x , z všech hvězdokup z tab. 1. Z grafu stanovte střed rozložení bodů nějakou jednoduchou grafickou metodou, např. dělením na symetrické části. Takto najdete střed Galaxie, takže můžete určit vzdálenost Slunce od tohoto středu. Odpovídá hodnotám přijatým v současné době?

5. Do téhož grafu vynesete souřadnice 12 kulových hvězdokup, ležících poblíž galaktického rovníku (tabulka 2). Všimněte si zastínění, které způsobuje jádro Galaxie. Kdybyste pro určení vzdálenosti Slunce od středu Galaxie vzali v úvahu také tyto hvězdokupy, vzdálenost byste podcenili.

6. Postup popsaný v bodech 4 a 5 opakujte i pro řez v rovině x - y (obr. 3). Změní se výsledek?

Praktikum bylo připraveno s použitím článku A. Hirshfelda: *Laboratory Exercises in Astronomy – How Far is the Galactic Center?* (Sky and Telescope 68, 1984, č. 6, 498-502).

8. Hvězdné ostrovy

Vstupní data, výsledky:

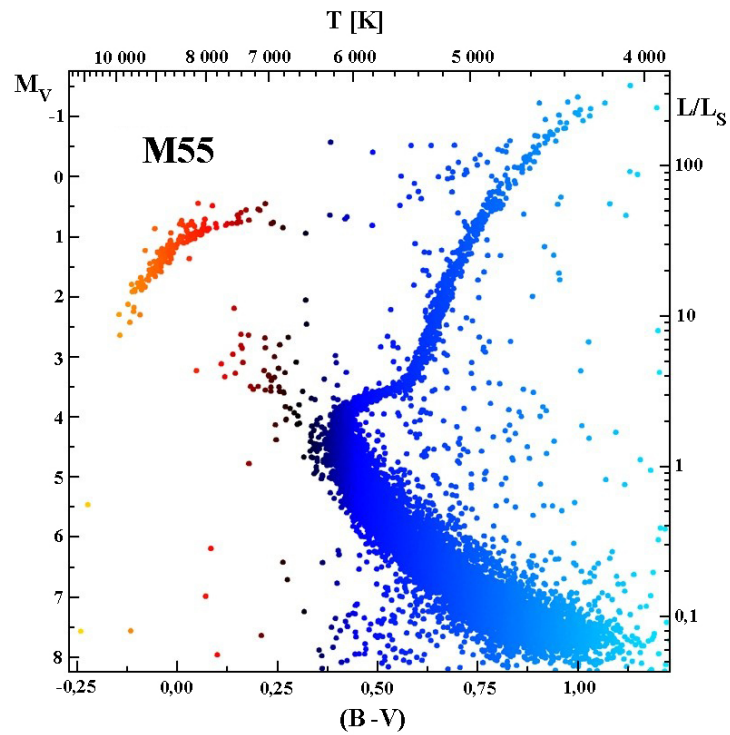
Tabulka 1

<i>Hvězdokupa</i>	<i>Hv. vel. RR Lyr</i>	<i>Extinkce (mag)</i>	<i>Vzdálenost (kpc)</i>	<i>Galakt. souřadnice</i>		<i>Pravouhlé souřadnice</i>		
				<i>l (°)</i>	<i>b (°)</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
47 Tucanae	14,0 mag	0,13		305,9	-44,9			
NGC 288	15,3 mag	0,10		149,7	-89,4			
NGC 2298	16,4 mag	0,36		245,6	-16,0			
M 68	15,6 mag	0,10		299,6	36,0			
NGC 5466	16,5 mag	0,17		42,1	73,6			
IC 4499	17,7 mag	0,79		307,4	-20,5			
NGC 5824	17,9 mag	0,46		332,6	22,1			
Palomar 5	17,3 mag	0,10		0,9	45,9			
NGC 5897	16,2 mag	0,20		342,9	30,3			
M 5	15,1 mag	0,10		3,9	46,8			
M 80	15,9 mag	0,69		352,7	19,5			
M 13	14,9 mag	0,07		59,0	40,9			
NGC 6356	17,7 mag	0,90		6,7	10,2			
M 54	17,7 mag	0,46		5,6	-14,1			
NGC 6723	15,3 mag	0,03		0,1	-17,3			
M 75	17,4 mag	0,56		20,3	-25,8			
M 72	16,9 mag	0,10		35,2	-32,7			
NGC 7006	18,7 mag	0,43		63,8	-19,4			
M 15	15,8 mag	0,38		65,0	-27,3			
M 30	15,2 mag	0,03		27,2	-46,8			

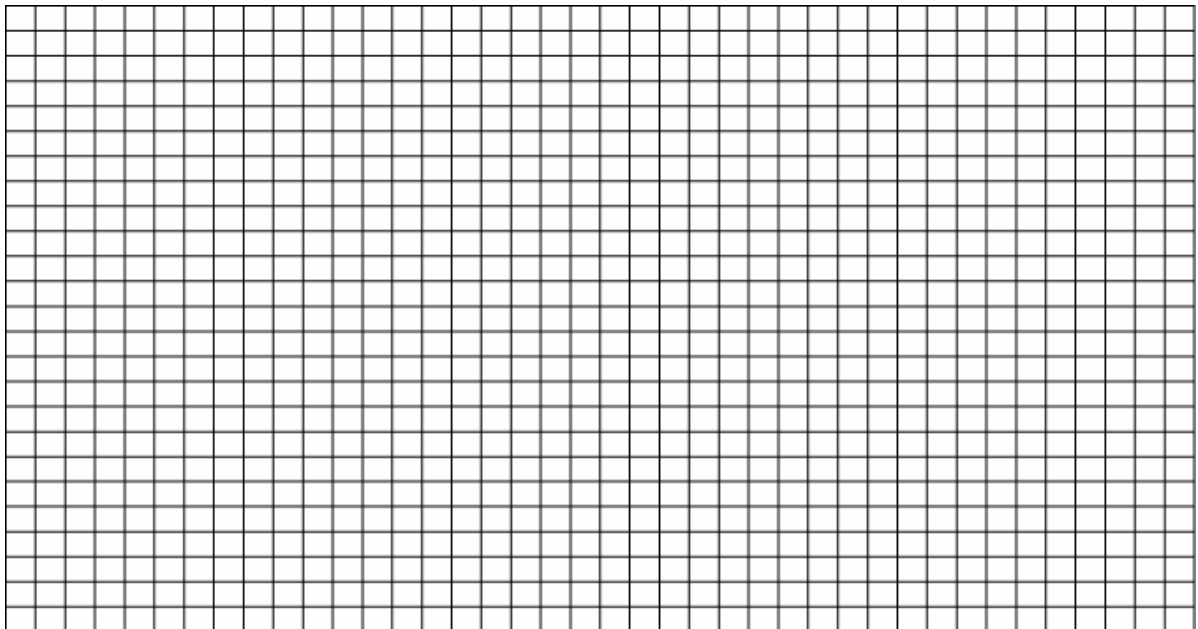
Tabulka 2. Kulové hvězdokupy poblíž galaktického rovníku

<i>Hvězdokupa</i>	<i>Pravouhlé souřadnice (kpc)</i>		
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
NGC 5286	5,7	-6,5	1,6
NGC 6139	8,5	-2,7	1,1
M 10	3,9	1,0	1,7
M 62	5,8	-0,7	0,8
NGC 6304	5,2	-0,4	0,5
NGC 6401	6,3	0,4	0,4
NGC 6517	6,9	2,4	0,9
NGC 6541	6,6	-1,2	-1,3
NGC 6569	7,6	0,1	-0,9
NGC 6642	5,2	0,9	-0,6
NGC 6760	3,1	2,2	-0,3
M 71	2,2	3,3	-0,3

8. Hvězdné ostrovy



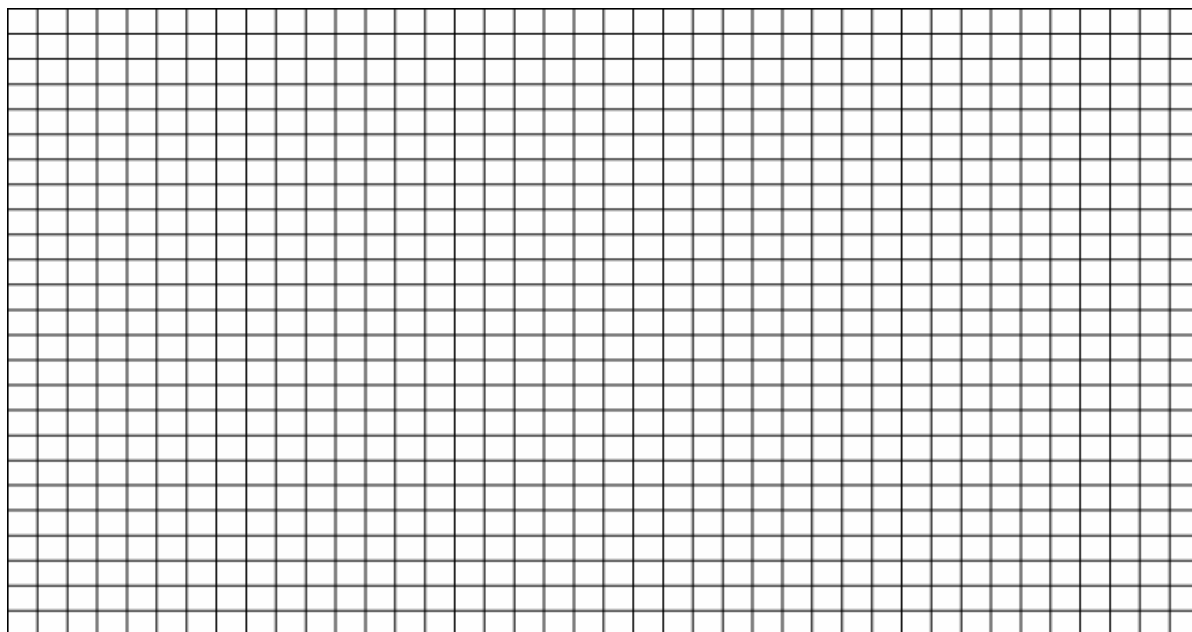
Obr. 1. Barevný diagram kulové hvězdokupy (schéma).



Obr. 2. Řez v rovině x-z.

Vzdálenost Slunce – střed Galaxie: _____ (kpc)

8. Hvězdné ostrovy



Obr. 3. Řez v rovině x-y.

Vzdálenost Slunce – střed Galaxie: _____ (kpc)