

ZÁKLADY ASTRONOMIE 1

Praktikum 2.

MAPKA PLEJÁD

1 Úvod

Mapa hvězdné oblohy a dalekohled jsou dvě pomůcky, které jsou neodmyslitelně spjaty s astronomy nebo i jen milovníky astronomie. V této praktické úloze se zaměříme na hvězdné mapy. V minulosti bylo vytvoření kompletní mapy hvězdné oblohy velice časově i technicky náročné. Proto je z předpočítačového období tak malý počet kvalitních atlasů hvězdné oblohy. K nejlepším dílům světové kartografie patří v tomto smyslu atlasy Antonína Bečváře (Atlas Coeli, Atlas Borealis, Atlas Eclipticalis a Atlas Australis). Dnes převzal tuto práci počítač, který na základě našich příkazů vykreslí jakoukoli mapu. Nicméně autor mapy musí mít stále na paměti stejné zásady, jaké dodržovali kreslíři map dříve. Mapa by měla být dobře čitelná, mít správně orientované souřadnice, velikosti kotoučků hvězd apod. Proto se pokusíme vykreslit mapu malé části hvězdné oblohy obsahující otevřenou hvězdokupu Plejády. Nejprve to zkusíme ručně ať již bráno doslova a mapku budeme ručně kreslit nebo si vše připravíme a využijeme pro vytvoření mapky nějaký grafický program nebo vlastnoručně napsanou proceduru. Poté náš výsledek porovnáme vykreslením stejné oblasti hvězdné oblohy pomocí některého z dostupných programů zobrazujících hvězdnou oblohu jako Stellarium, Guide, Megastar, WorldWideTelescope, Aladin nebo jiného zdroje.

2 Pracovní postup

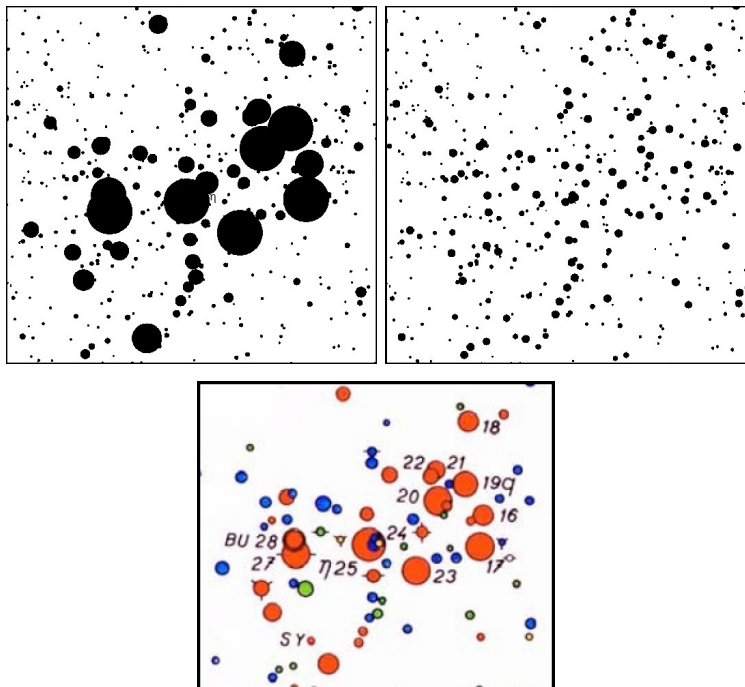
V oblasti otevřené hvězdokupy Plejády se nachází přes dvě desítky hvězd jasnějších než 7,0 mag. V tabulce 2 jsou vypsány jejich rovníkové souřadnice (rektascenze α a deklinace δ) vztažené k ekvinokciu 2000.0) a hvězdné velikosti. Naším úkolem je vytvořit ze zadaných hodnot mapku Plejád. Níže uvedený postup je primárně určen pro ty, kdo si chtějí vyzkoušet opravdu klasickou cestu výroby mapky – tedy ruční vykreslení. Jen pro jednoduchost inkoust či tuš nahradíme tužkou. Samozřejmě řada zásad je platná i moderní způsob, kdy využijeme výpočetní techniku a mapku vykreslíme na počítači. Při využití počítače je možné využít jakýkoli software vhodný pro vykreslování grafů, případně si takový program napsat. Při sestavení mapky musí být použito údajů z tabulky. Pro úspěšné splnění první části úlohy není dovoleno využívat speciální programy pro tvorby hvězdných map, různých planetárií a podobně. Ty využijeme až následně pro porovnání našeho výsledku.

Postup:

1. Nejprve určete rozsah souřadnic v rektascenzi α a deklinaci δ , aby byly v grafu vykresleny všechny hvězdy tabulky 2. Protože jsou Plejády blízko světového rovníku a zobrazujeme jen malou část hvězdné oblohy lze použít nejjednodušší možné zobrazení, tedy pravoúhlé se stejným měřítkem v obou osách ($1^h = 15^\circ$). Pozor na orientaci os! Rektascenze narůstá směrem doleva. Stanovené rozsahy запиšte do řádků pod tabulkou 2.
2. Pro všechny hvězdy z tabulky 2 vypočítejte pravoúhlé souřadnice x, y s přesností na desetinu milimetru a výsledky запиšte do tabulky.¹

¹Pokud využíváte např. Excel jde o velmi jednoduchý a rychlý úkol. Výsledné hodnoty samozřejmě nebudete ručně přepisovat do protokolu, ale tabulku vytisknete a přiložíte.

3. Aby byla mapka dobře čitelná, je třeba věnovat pozornost škále velikostí kotoučků hvězd na mapce. Praxe ukázala, že je výhodné, když rozdíly ve velikostech kotoučků hvězd jsou větší u hvězd málo jasných než u hvězd jasných. Pokud bychom použili stejné poměry průměrů nebo ploch kotoučků u slabých i jasných hvězd (při stejném rozdílu hvězdných velikostí 1 mag), byly by kotoučky jasných hvězd příliš veliké. Mapka je pak hůře čitelná a velké kotoučky jasných hvězd jsou na ní velmi rušivé. Špatně čitelná je mapka i v opačném případě, kdy by naopak byly rozdíly ve velikostech kotoučků malé (viz obr 1).

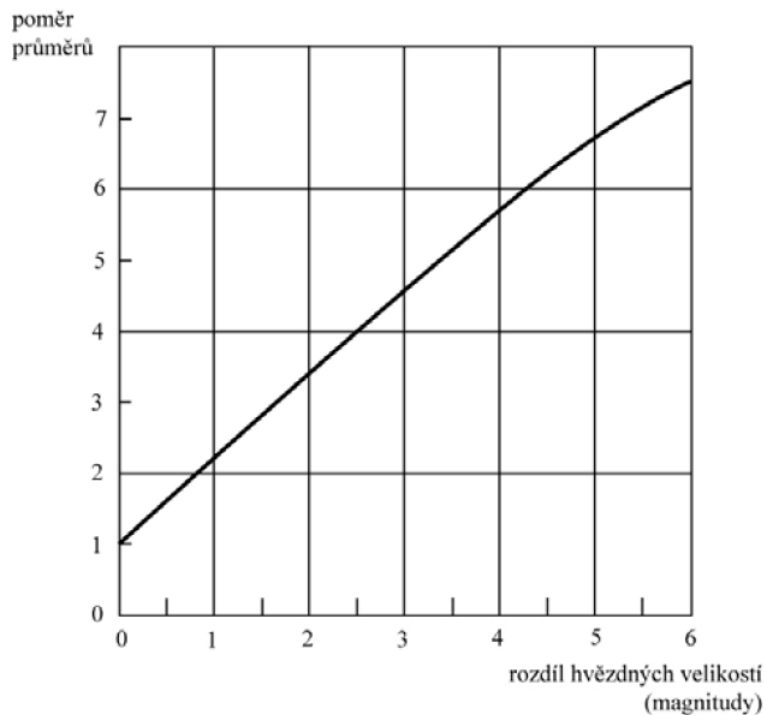


Obr. 1: Příklady nevhodně zvolených kotoučků hvězd při vykreslení mapky ve srovnání s korektním řešením - oblast Plejád z Bečvářova atlasu.

Na obr. 2 je graficky znázorněn doporučený poměr velikostí kotoučků. Čistě matematicky lze závislost aproximovat vztahem $f(x) = -0,0077378x^3 + 0,037263x^2 + 1,1416x + 1,0603$. Číslo na svislé ose udává průměr kotoučku hvězdy vyjádřený v jednotkách průměru nejmenšího kotoučku. Na vodorovné ose je uvedeno, o kolik magnitud je hvězda jasnější než nejslabší zakreslovaná hvězda. Tak např. hvězda o 2,0 magnitudy jasnější bude mít průměr kotoučku 3,3krát větší. Nejmenší průměr kotoučku doporučujeme zvolit v intervalu 1,0 až 1,5 mm. Škála velikostí kotoučků hvězd bude odstupňována po půl magnitudě.

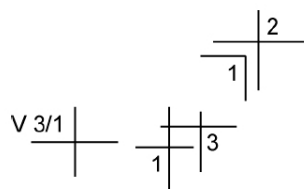
Z obr. 2 případně pomocí výše uvedeného vztahu odvoďte průměry kotoučků hvězd s přesností na desetiny milimetru a zapište do tabulky 2. Pro názornost: pokud zvolíme průměr kotoučku č. 1 například 1,5 mm, budou hvězdy s kotoučkem č. 5 o 2 magnitudy jasnější než s kotoučkem č. 1 a z obr. 2 odečteme, že pro hvězdy s rozdílem jasností odpovídajícím 2 magnitudám je doporučený poměr průměrů 3,3. Průměr kotoučku č. 5 bude tedy $1,5 \times 3,3 = 5,0$ mm. Po vyplnění celé tabulky 2 si ověřte, že poměr průměrů (i ploch) kotoučků hvězd lišících se o 1 magnitudu je jiný u hvězd slabých a jasných.

4. Podle údajů z tabulky 2 nyní doplňte pořadová čísla kotoučků hvězd do tabulky 2.
5. Nyní už můžeme přejít k vlastnímu vykreslení mapky. Pokud budete kreslit ručně, použijte ostrou tvrdou tužku (tvrdost 3H až 5H) a snažte se zakreslovat polohy hvězd (v pravoúhlých souřadnicích x, y) s přesností 0,1 až 0,2 mm. Kreslit můžete na čistý nebo milimetrový papír. Hvězdu zakreslete jako malý křížek, u něhož uvedete pořadové číslo kotoučku. Někdy nelze vykreslit křížek celý (zasahoval by do křížku hvězdy v těsném sousedství). Zakreslete proto jen část křížku, ale hlavně dbejte na to, aby se nezaměnila pořadová čísla kotoučků (jsou-li různá). U proměnných hvězd uveďte pořadová čísla kotoučků odpovídající hvězdným velikostem v maximu a minimu jasnosti, hvězdu označte písmenem



Obr. 2: Doporučená škála velikostí kotoučků hvězd.

V (viz příklad na obr. 3). Po skončení práce, zakreslené polohy ještě jednou zkontrolujte. Tradiční postup tvorby mapky by nyní velel připevnit k papíru se zákresy poloh hvězd pauzovací papír a pomocí nulátka vykreslovat tuší kotoučky hvězd. Pro jednoduchost však použijeme původní papír se zákresy poloh a do něj pomocí měkké tužky (tvrdost B) budeme vykreslovat kotoučky stanovené velikosti. Kotoučky hvězd, které by se překrývaly, nekreslete celé, podívejte se do některého z atlasů hvězdné oblohy a použijte vhodný způsob oddělení.



Obr. 3: Zakreslování křížků poloh hvězd.

Pokud se rozhodnete kreslit mapku s pomocí počítače, bude postup samozřejmě odlišný. Například v excelu je vhodné zvolit pro vykreslení bublinový typ grafu. Není třeba nejprve vykreslovat polohy a pak kotoučky hvězd. Vše je možné udělat najednou. Bohužel není možné korektně odlišit a zakreslit hvězdy v těsném sousedství, kdy se kotoučky překrývají. Vlastní program by si ale s takovou nástrahou poradit mohl. V každém případě dbejte na to, aby výsledné velikosti kotoučků na vytištěné mapce odpovídaly zvolené škále.

6. Každá mapka má být řádně popsána. Doplňte popisy os (v astronomických souřadnicích), jména nebo označení jasných hvězd, orientace mapky.
7. V současné době je k dispozici velké množství nejrůznějších programů pro zobrazení, vykreslení map celé hvězdné oblohy nebo jejích částí. Pomůže vám malý přehled v tabulce 1, který však ani zdaleka není kompletní. Vaším úkolem je zvolit si dva z těchto programů a s jeho pomocí vykreslit stejnou oblast hvězdné oblohy - vytvořit tedy opět mapku Plejád. Tyto programy za vás ohlídnou například správný chod souřadných os ale v řadě z nich je

Tabulka 1: Přehled nejrozšířenějšího softwaru k tvorbě map a tzv. planetárií.

Název	Typ	Umístění, www
Coelix	freeware	http://www.ngc7000.com/en/coelix
WorldWideTelescope	freeware	www.worldwidetelescope.org/
Stellarium	freeware	http://www.stellarium.org
Aladin	free online	http://aladin.u-strasbg.fr/
Your Sky	free online	http://www.fourmilab.ch/yoursky/
Cartes du Ciel	freeware	http://www.ap-i.net/skychart/
Guide	placený	http://www.projectpluto.com
Megastar	placený	http://www.willbell.com/software/megastar/index.htm
The Sky	placený	http://www.bisque.com/sc/pages/thesky6family.aspx
Xephem	freeware	http://www.clearskyinstitute.com/xephem/xephem.html
Celestia	freeware	http://www.shatters.net/celestia/
Starry Night	placený	http://www.starrynight.com/
SkyORB	freeware	http://www.realtech-vr.com/skyorb/index.html

třeba se přece jen zamyslet nad správným nastavením velikosti kotoučků hvězd. Výsledné mapy vytiskněte a přiložte k protokolu.

Shrnutí úkolů:

Úkol 1. Určete rozsah kreslené oblasti dle postupu bod 1 a запиšte do následujících řádků

$$\alpha_{\text{začátku}} = \text{---}^{\text{h}} \text{---}^{\text{m}} = \text{---}^{\circ}; \alpha_{\text{konce}} = \text{---}^{\text{h}} \text{---}^{\text{m}} = \text{---}^{\circ};$$

$$\text{rozdíl } \alpha_{\text{konce}} - \alpha_{\text{začátku}} = \text{---}^{\circ} = \text{---} \text{ mm};$$

$$\delta_{\text{začátku}} = \text{---}^{\circ}; \delta_{\text{konce}} = \text{---}^{\circ}; \text{rozdíl } \delta_{\text{konce}} - \delta_{\text{začátku}} = \text{---}^{\circ} = \text{---} \text{ mm}.$$

Úkol 2. Do tabulky 2 vepište spočtené pravoúhlé souřadnice x, y .

Úkol 3. Určete velikosti kotoučků vykreslovaných hvězd a výsledky запиšte do tabulky 2, 2.

Úkol 4. Vykreslení poloh hvězd, velikostí kotoučků. Vytvoření mapky Plejád. Popisky mapky. Vykreslenou nebo vytištěnou mapku přiložte. Pokud použijete kreslení s pomocí počítače, nezapomeňte napsat jaký software jste použili a jak jste postupovali, případně přiložit výpis vlastního programu.

Úkol 5. Vyberte si z programů v tabulce 1, případně i z jiných podobných programů dva a s jejich pomocí vytvořte mapku stejné oblasti, jakou jste vykreslovali ze zadaných dat. Vždy uveďte s pomocí jakého programu mapka vznikla a případně i jaké nastavení jste při tvorbě použili. Proveďte srovnání a diskutujte výsledek. Vytvořené mapky přiložte k protokolu.

Použité zdroje a další materiály ke studiu

Bečvář, A., Atlas Coeli

Guide 8.0, <http://www.projectpluto.com>

Pokorný, Z., Vademecum. Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně, 2006
internetové zdroje – viz tabulka 1

Tabulka 2: Hvězdy v otevřené hvězdokupě Plejády jasnější než 7,0 mag.

α [h m s]	δ [°]	x [mm]	y [mm]	Hv. vel. [mag]	Pořad. č. kotoučku	Poznámka
3 44 48	24 17 22			5,45		16 Tau
3 44 53	24 06 48			3,70		17 Tau
3 45 10	24 50 21			5,65		18 Tau
3 45 12	24 28 02			4,30		19 Tau
3 45 49	23 08 48			6,85		
3 45 50	24 22 04			3,88		20 Tau
3 45 54	24 33 17			5,76		21 Tau
3 46 03	24 31 40			6,42		22 Tau
3 46 20	23 56 57			4,18		23 Tau
3 46 59	24 31 13			6,81		
3 47 21	23 48 13			6,99		
3 47 21	24 06 58			6,30		
3 47 29	24 06 18			2,87		25 η Tau
3 47 29	24 17 19			6,81		
3 48 07	24 59 19			6,46		
3 48 21	23 25 16			5,44		
3 48 30	24 20 43			6,94		
3 48 57	23 51 26			6,6		
3 49 10	24 03 12			3,63		27 Tau
3 49 11	24 08 12			4,9–5,3		28 Tau = BU Tau
3 49 22	24 22 50			6,62		
3 49 44	23 42 42			6,16		
3 49 58	23 50 55			6,74		
3 50 52	23 57 43			6,93		

Tabulka 3: Velikosti kotoučků hvězd na mapce.

Pořadové číslo kotoučku	Hvězdná velikost (mag)	Průměr (mm)
1	6,76 – 7,25	
2	6,26 – 6,75	
3	5,76 – 6,25	
4	5,26 – 5,75	
5	4,76 – 5,25	
6	4,26 – 4,75	
7	3,76 – 4,25	
8	3,26 – 3,75	
9	2,76 – 3,25	