

# PRAKTICKÁ ČÁST

## Úloha: Hertzsprungův-Russellův diagram

Jméno: Anton Gocdičov

Datum odevzdání: 12.03.22

### Shrnutí úkolů:

Grafy jsou přiloženy na samostatných listech.

- Vyneste do grafu 22 nejjasnějších hvězd naší oblohy z tabulky 1 a 26 nám nejbližších hvězd z tabulky 2.<sup>2</sup> Graf nezapomeňte přiložit k protokolu. Body z obou vynášených souborů dat odlište barevně nebo použitými symboly. Například pro označení polohy nejjasnějších hvězd zvolte malý prázdný kroužek, zatímco pro označení polohy hvězd nejbližších plný kotouček. Pokud hvězda patří mezi nejjasnější i nejbližší, vyplňte jen polovinu kotoučku.
- Prohlédněte si ještě jednou tabulku 1 a napište, jak jsou hvězdy řazeny v této tabulce. Pokud si nevíte rady s odpovědí, vyhledejte si jednotlivé hvězdy na mapě hvězdné oblohy. Na levé straně tabulky jsou uvedeny hvězdy ze severní polokoule a na pravé straně hvězdy z jižní polokoule.
- Zjistěte spektrální typ Slunce a jeho absolutní hvězdnou velikost a vyznačte polohu Slunce v HR diagramu.

Spektrální typ Slunce: G2V, absolutní hvězdná velikost 4,83 mag

Údaje byly převzaty z wikipedia.com/sun

- Doplňte v tabulce 1 vzdálenosti uvedených hvězd. Výpočet bude jistě snadnou záležitostí, vše potřebné máte přímo v tabulce. Zapište, jaký vztah budete používat při výpočtu:  
$$\frac{m-M}{5} + 1$$
  
 $d [pc] = 10$
- Pro nejbližší hvězdy předpokládejte, že střední hodnota paralaxy hvězd z tabulky 2 je přibližně  $\pi = 0.3''$ . Porovnejte rozdělení (histogram) vzdáleností nejjasnějších hvězd s touto vzdáleností. Graf histogramu přiložte k praktiku.

Výsledné hodnoty:

- Střední vzdálenost nejbližších hvězd  $r_{blízké} = .3,33 pc$
- Střední vzdálenost nejjasnějších hvězd  $r_{jasné} = .30,36 pc$
- Počet nejjasnějších hvězd se vzdálenostmi menšími než  $r_{blízké} = .2.$

Diskuse:

Z výsledku je patrné, že jasné hvězdy jsou většinou zvážené. A jejich rozložení v galaxii je mnoho hrubé.

- Doplňte HR diagram o body nejdůležitějších částí HR diagramu, které naleznete v tabulce 3. Po zakreslení spojte tyto body plynulou čárou a označte názvem příslušnou větev diagramu.

<sup>2</sup>Slunce tady neuvažujeme. Máme na mysli hvězdy noční oblohy.

7. Dvě z uvedených nejbližších hvězd jsou bílé trpaslíci. Odhadněte jejich svislou vzdálenost od hlavní posloupnosti.

Bílé trpaslíci se typicky nacházejí  $\approx 8$  mag pod hlavní posloupností.

8. Vytvořte barevný diagram Plejád a hvězdokopy NGC 188. Data k vytvoření grafu naleznete taky v souborech M45gaia.txt a NGC188gaia.txt. Pro Plejády vynášejte do grafu  $M_G$  místo  $G$ .
9. Grafem Plejád posouvejte ve směru osy  $y$  až se budou hlavní posloupnosti obou grafů překrývat, respektive plynule přecházet jedna v druhou. Shodovat by se měly především v oblasti chladnějších hvězd. Odečtěte vzájemný posun škál hvězdných velikostí na ose  $y$ , který představuje modul vzdálenosti pro hvězdokupu NGC 188 a z něj vypočtěte vzdálenost této hvězdokupy. Diskutujte přesnost určení vzdálenosti touto metodou.

Výsledné hodnoty:

- $(m - M) = (V - M_V) \approx 11$  mag
- vzdálenost hvězdokupy NGC 188  $r \approx 1585$  pc

Diskuse:

Získané výsledky se s malou chybou shodují s údaji uvedenými ve veřejných databázích (např. 1,66 kpc, [wikipedia/en/pleiades](#)).  
To naznačuje, že počítané hodnoty je poměrně dobrá.

10. Porovnáním barevných diagramů Plejád a NGC 188 určete, která z těchto otevřených hvězdokup je starší a svou odpověď zdůvodněte. Nalezněte v astronomické literatuře nebo na internetu běžně udávané stáří hvězdokup a uveďte přesnou citaci.

Tvar „okam“ NGC-188 naznačuje, že je mnohem starší než M45.  
To potvrzuji údaje z nasledujících zdrojů:  
„wikipedia / en / pleiades“  
„britannica. com / topic / NGC-188“

11. Spočítejte barevný index  $(B-V)$  a absolutní hvězdnou velikost  $M_V$  pro vybrané hvězdy z Plejád a výsledky doplňte do tabulky 4. Vykreslete si tento barevný diagram Plejád a předpokládejte, že se jedná o osamocené hvězdy. Za předpokladu, že by hvězda ( $V = 9.0$  mag,  $B = 9.5$  mag) byla souputníkem těchto hvězd, vypočítejte jasnosti takových dvojhvězd ( $V_b, B_b$ ) a vykreslete je do stejněho grafu (ten přiložte k praktiku). Diskutujte vzhled vzniklého barevného diagramu – zaměřte se především na  $y$ -ovou vzdálenost mezi těmito dvěma populacemi hvězd.

S rostoucím  $B-V$  se dvojhvězdy a jednotlivé hvězdy rozcházejí v magnitudě  $V$ .  
U dvojhvězd s rostoucím  $B-V$  růste magnituda  $V$  paralelně, na rozdíl od jednotlivých hvězd.

12. K praktiku ještě přiložte barevné diagramy  $(B_P - R_P, G)$  obou hvězdokup. Úsečkou vyznačte váš odhad polohy hlavní posloupnosti v grafu, pak jinou barvou vyznačte polohu větve dvojhvězd. Odhadněte, jaký je typický rozdíl ve hvězdné velikosti těchto dvou větví barevného diagramu?

Rozdíl měl být asi 0,5 mag.

Tabulka 1: 22 nejjasnějších hvězd

Hvězda	$m$ [mag]	$M$ [mag]	Sp	$r$ [pc]	Hvězda	$m$ [mag]	$M$ [mag]	Sp	$r$ [pc]
$\alpha$ Eri	0.5	-2.2	B 5	<b>34,67</b>	$\alpha$ Cru	0.9	-3.5	B 2	<b>75,86</b>
$\alpha$ Tau	0.9	-0.7	K 5	<b>20,89</b>	$\beta$ Cru	1.3	-4.7	B 0	<b>131,82</b>
$\alpha$ Aur	0.1	-0.6	G 8	<b>263,03</b>	$\alpha$ Vir	1.0	-3.4	B 1	<b>75,86</b>
$\beta$ Ori	0.1	-7.0	B 8	<b>263,03</b>	$\beta$ Cen	0.6	-5.0	B 1	<b>131,82</b>
$\alpha$ Ori	0.8	-6.0	M 2	<b>229,09</b>	$\alpha$ Boo	-0.1	-0.2	K 2	<b>10,47</b>
$\alpha$ Car	-0.7	-4.7	F 0	<b>63,05</b>	$\alpha$ Cen	-0.1	4.3	G 2	<b>1,32</b>
$\alpha$ CMa	-1.5	1.4	A 1	<b>2,63</b>	$\alpha$ Sco	1.0	-4.7	M 1	<b>138,04</b>
$\epsilon$ CMa	1.5	-5.0	B 2	<b>199,53</b>	$\alpha$ Lyr	0.0	0.5	A 0	<b>7,94</b>
$\alpha$ CMi	0.4	2.7	F 5	<b>3,47</b>	$\alpha$ Aql	0.8	2.3	A 7	<b>5,01</b>
$\beta$ Gem	1.2	1.0	K 0	<b>10,86</b>	$\alpha$ Cyg	1.3	-7.3	A 2	<b>527,81</b>
$\alpha$ Leo	1.4	-0.6	B 7	<b>25,12</b>	$\alpha$ PsA	1.2	1.9	A 3	<b>7,24</b>

Tabulka 2: 26 nejbližších hvězd

Hvězda	$M$ [mag]	Sp	Hvězda	$M$ [mag]	Sp
HD 1326 A	10.3	M 1	Proxima Cen C	15.5	M 5
HD 1326 B	13.3	M 6	$\alpha$ Cen A	4.3	G 2
L 726-8	15.3	M 5	$\alpha$ Cen B	5.7	K 5
UV Cet	15.8	M 6	Barnardova	13.3	M 5
$\tau$ Cet	5.7	G 8	HD 173739 A	11.2	M 4
$\epsilon$ Eri	6.1	K 2	HD 173740 B	11.9	M 5
$\alpha$ CMa A	1.4	A 1	Ross 154	13.3	M 4
$\alpha$ CMa B	11.6	A	61 Cyg A	7.6	K 5
$\alpha$ CMi A	2.6	F 5	61 Cyg B	8.4	K 7
$\alpha$ CMi B	13.0	F	$\epsilon$ Ind	7.0	K 5
Wolf 359	16.7	M 8	L 789-6	14.6	M 7
HD 95735	10.5	M 2	HD 217987	9.6	M 2
Ross 128	13.5	M 5	Ross 248	14.8	M 6

Tabulka 3: Větve HR diagramu.

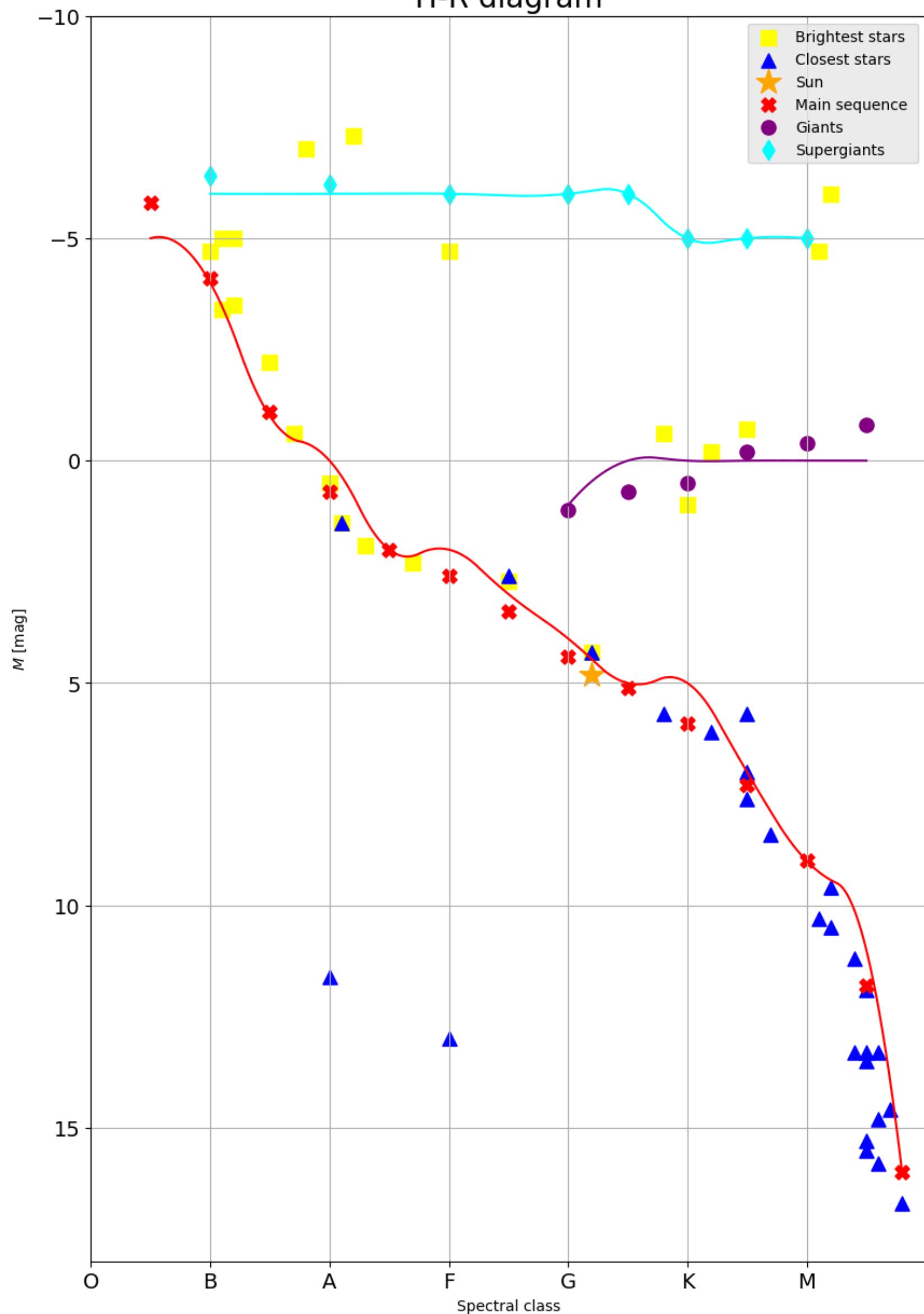
Hlavní posloupnost		Obři		Veleobři	
Sp	$M$ [mag]	Sp	$M$ [mag]	Sp	$M$ [mag]
O 5	-5.8	G 0	1.1	B 0	-6.4
B 0	-4.1	G 5	0.7	A 0	-6.2
B 5	-1.1	K 0	0.5	F 0	-6.0
A 0	0.7	K 5	-0.2	G 0	-6.0
A 5	2.0	M 0	-0.4	G 5	-6.0
F 0	2.6	M 5	-0.8	K 0	-5.0
F 5	3.4			K 5	-5.0
G 0	4.4			M 0	-5.0
G 5	5.1				
K 0	5.9				
K 5	7.3				
M 0	9.0				
M 5	11.8				
M 8	16.0				

Tabulka 4: Fotometrie hvězd v Plejádách. Převzato z Brück (1990).

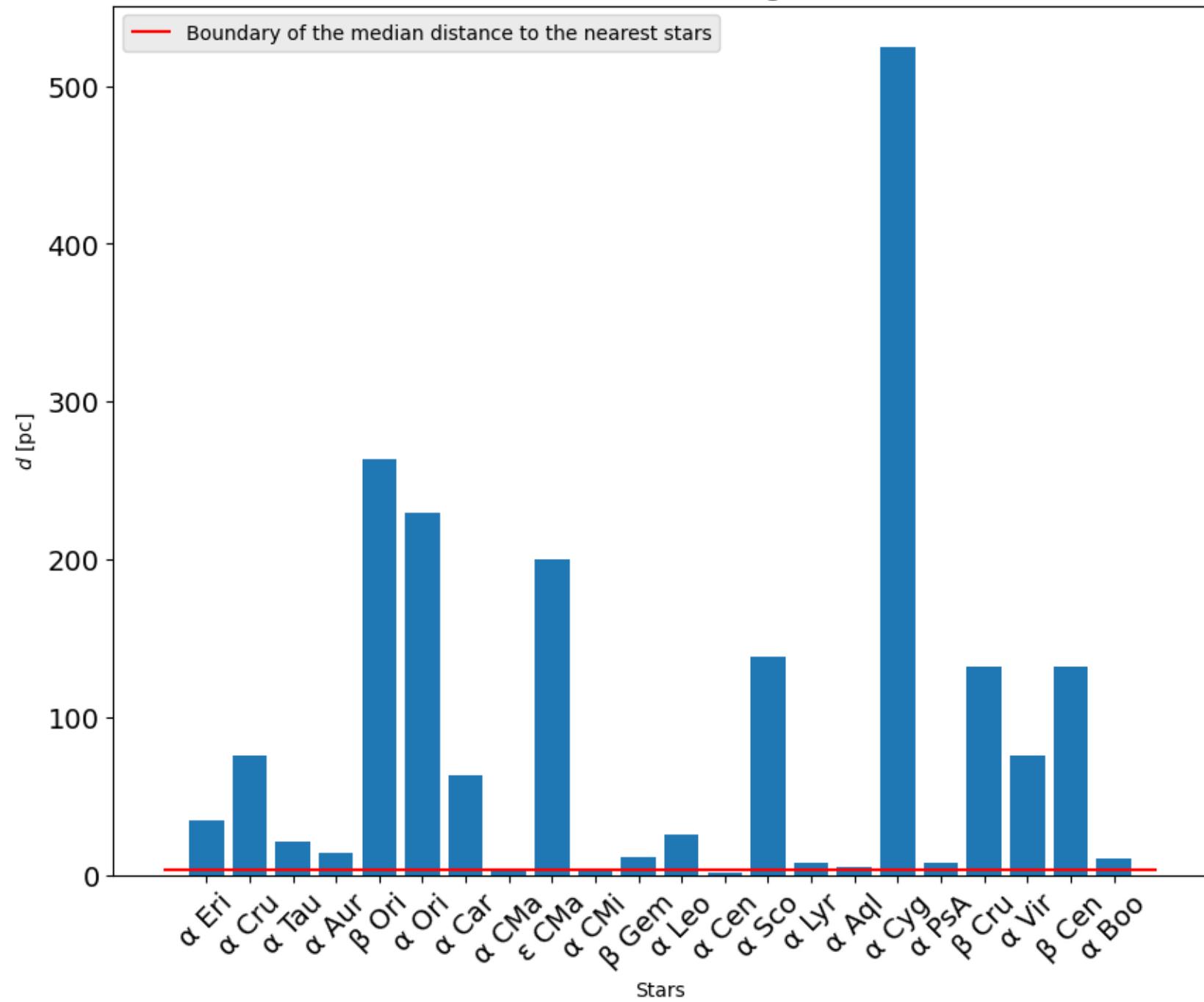
$B$ [mag]	$V$ [mag]	$(B - V)$ [mag]	$M_V$ [mag]
2.78	2.87	-0,03	-2,80
3.56	3.64	-0,08	-2,03
3.60	3.71	-0,11	-1,96
3.81	3.88	-0,07	-1,73
4.12	4.18	-0,06	-1,43
4.20	4.31	-0,11	-1,36
5.01	5.09	-0,08	-0,58
5.38	5.45	-0,07	-0,22
5.72	5.76	-0,04	0,03
6.31	6.29	0,02	0,62
6.84	6.82	0,02	1,15
7.02	6.99	0,03	1,32
7.45	7.35	0,10	1,68
7.87	7.66	0,21	1,93
8.05	7.85	0,20	2,18
8.34	8.12	0,22	2,45
8.63	8.27	0,36	2,60
8.67	8.37	0,30	2,70
9.15	8.69	0,46	3,02
9.80	9.25	0,55	3,58
9.97	9.45	0,52	3,78
10.42	9.88	0,54	4,21
10.75	10.13	0,62	4,46
11.12	10.48	0,64	4,81
11.63	10.83	0,80	5,16

↑  
 Za předpokladu, že průměrná vzdálenost  
 každé hvězdy je rovna průměrné vzdálenosti  
 hvězdokupu M45  $\rightarrow d \approx 136,34$  pc  
 (asymetrický průměr vzd. z M45guia.txt)  
 (viz.  $M_v[\text{mag}] = m_v - 5 \cdot \log(d - 1)$ )

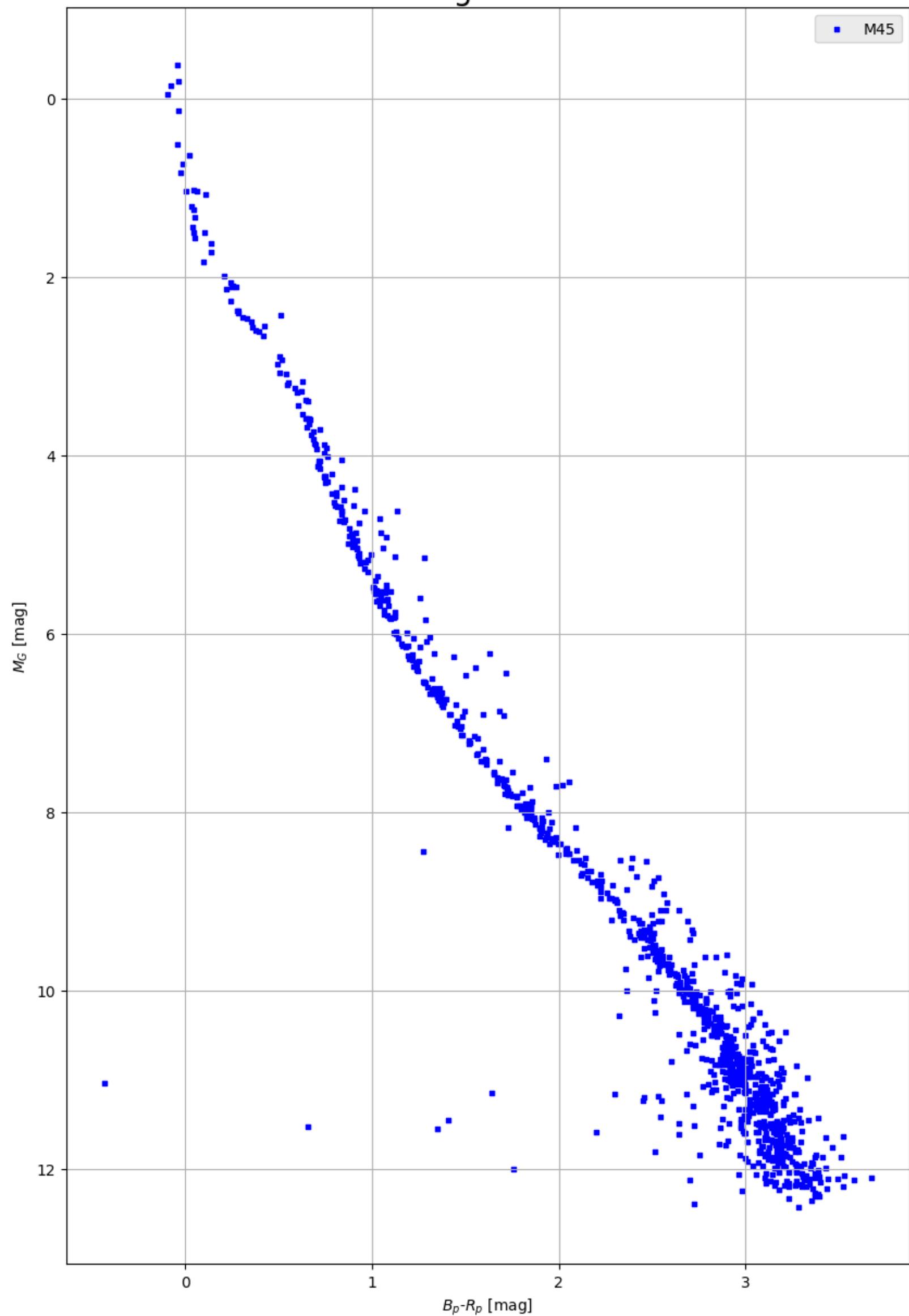
# H-R diagram



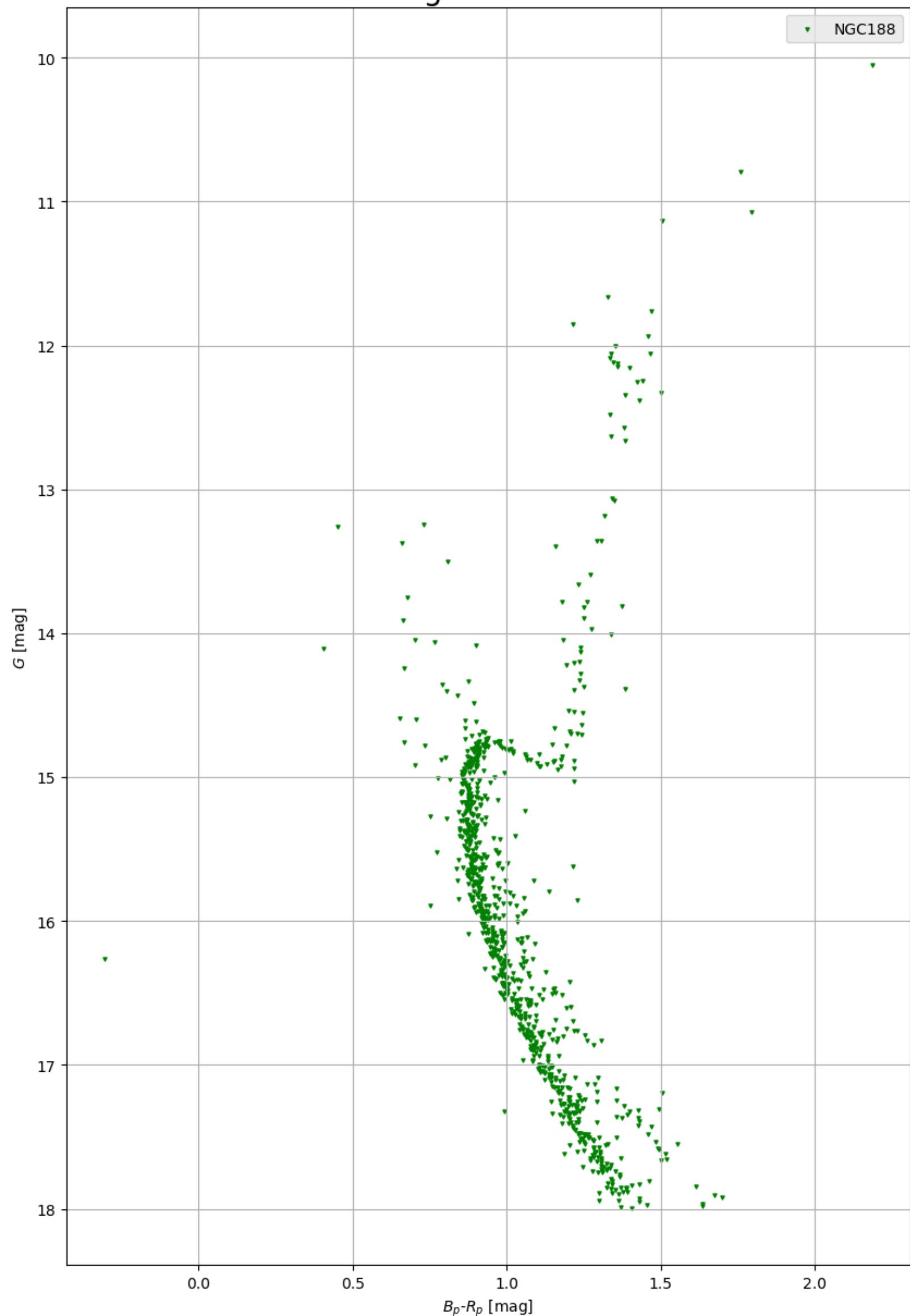
# The difference in the distances of the brightest to the nearest stars



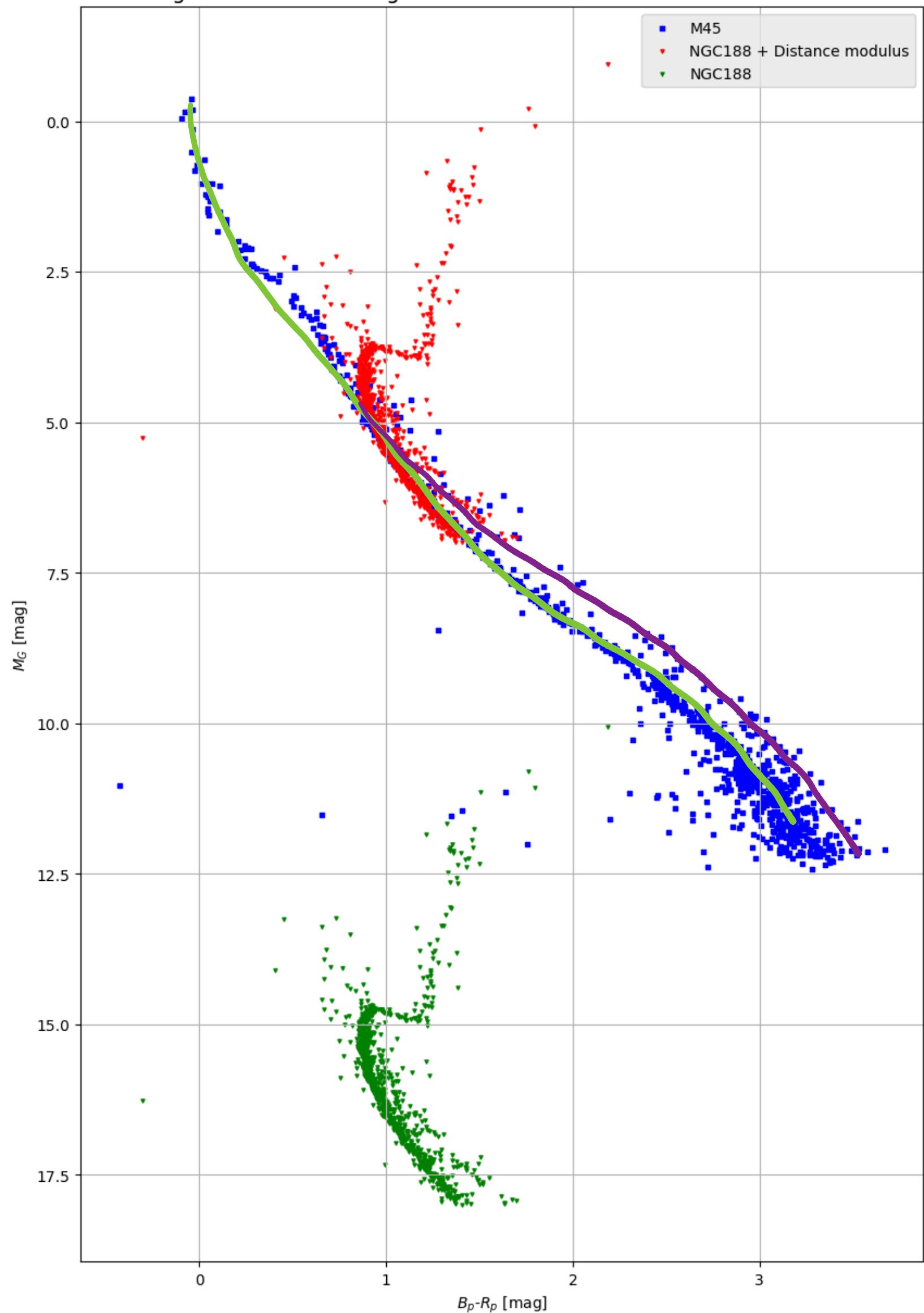
# Color diagram for M45



# Color diagram for NGC188



Color diagram for determining the distance modulus between M45 and NGC188



# B-V, V diagram

