

Astronomické praktikum

Refrakce

Petr Šafařík

Verze vytvořena 15. prosince 2006

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Zadání	3
1.2	Informace o objektu	3
1.3	Teorie	3
2	Měření	5
2.1	Shrnutí	5
3	Grafické vyhodnocení	6
3.1	Závislost výšky na azimutu	6
3.2	Závislost refrakce na výšce	6
3.3	Závislost odchylky refrakce na výšce	7
4	Závěr	7
5	Dodatky	8
5.1	Zdrojové kódy	8

Abstrakt

Snázili jsme se určit polohu zapadající hvězdy Arcturus. Měření probíhalo na hvězdárně v Brně a v pěkné kose, ale příjemné atmosféře. Ačkoli je psaní protokolů radostná událost, tak stejně jako při svatbě všichni doufáme, že ji nikdy nebudeme muset absolvovat vícekrát, proto se budu fakt snažit, aby to vypadalo hezky (nebudu to psát ve wordu). Doufám, že tenhle pracovní abstrakt nezapomenu zapoznámkovat, než to odevzdám, stejně jako odpoznámkovat hyperref balíček. . .

1 Úvod

1.1 Zadání

Úkolem je určit polohu zapadajícího nebo vycházejícího tělesa. A to měřením a výpočtem. My jsme měřili západ hvězdy Arcturus (o hvězdě více v sekci 1.2).

- Teodolitem jsme zaměřili hvězdu Arcturus.
- Vyneste měřená data do grafu azimut – zenitová vzdálenost společně s vypočítanými obdobími těchto veličin.
- Vyneste rozdíl mezi spočtenými a naměřenými daty a otestujte na nich několik modelů atmosferické refrakce.

1.2 Informace o objektu

Získáno z internetu [2], [3]:

Jméno: ARCTURUS

Označení: α Bootes

Flamsteed: 16 Bootes

Číslo v Bright Star Catalogue: 5340

Číslo v Henry Draper catalogue: 124897

Souhvězdí : Pastýř (Bootes)

$RA = 14^h 15^m 39.7^s$

$Dec = 19^\circ 10' 57.0''$

1.3 Teorie

Celou teorii si můžete přečíst v sriptech k tomuto předmětu[1]. Já se to tu pokusím jen shrnout. Hodnotu refrakce jsme s to určit s pomocí několika vztahů, přičemž každý je zatížen nepřesností. Záleží jen na tom, jak velkou nepřesnost si můžeme dovolit, neboť například vztah 1, který budu používat pro výpočet refrakce je sice použitelný pro libovolnou zenitovou vzdálenost, ovšem s různou chybou. Chyba tohoto vztahu (pro jistotu zopakují, že to je vztah č. 1) má největší chybu pro zenitovou vzdálenost 78° a to $\delta_R = 0,07'$

$$R = \frac{1}{\tan\left(h + \frac{7,31}{h+4,4}\right)} \quad (1)$$

Tento vztah můžeme zpřesnit přičtením (resp. odečtením) členu:

$$-0,06 \cdot \sin(14,7 \cdot R + 13)$$

Získáme tak přesnější rovnici 2:

$$R = \frac{1}{\tan\left(h + \frac{7,31}{h+4,4}\right)} - 0,06 \cdot \sin\left(\frac{14,7}{\tan\left(h + \frac{7,31}{h+4,4}\right)} + 13\right) \quad (2)$$

Dalším možným vztahem je vztah číslo 3:

$$R = 58,2'' \cdot \tan z \quad (3)$$

kde z je velikost zenitové vzdálenosti (ve stupních)

Pokud bychom chtěli (a to my chceme) získat srovnání naměřených dat s těmi spočítanými, museli bychom (a to taky uděláme) přepočítat vztahy mezi obzorníkovými souřadnicemi a rovníkovými souřadnicemi II. druhu.

K tomu použijeme následující soustavu rovnic¹, kterou jsem označil číslem 4:

$$\begin{aligned} \sin z \cos A_z &= -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos h_a \\ \sin z \sin A_z &= \cos \delta \sin h_a \\ \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos h_a \end{aligned} \quad (4)$$

Nyní již snad mám veškeré teoretické podklady k tomu, abych mohl vynést jednotlivá data. Proto můžeme přistoupit k další části, a to: 2 *Měření a zpracování dat*

¹kde jednotlivé neznámé jsou:

z ... zenitová vzdálenost

A_z ... azimut

φ ... zeměpisná šířka

δ ... deklinace pozorovaného (počítaného) objektu

h_a ... hodinový úhel objektu, který spočítáme jako rozdíl místního hvězdného času t_s a rektascenze objektu α ... $h_a = t_s - \alpha$

2 Měření

Jak jsem již předesílal v části 1.2, měřili jsme západ hvězdy Arcturus.

Data jsem rozdělil podle toho, jestli byla spočtena teoreticky nebo pochází z pozorování. Data z pozorování jsem označil indexem p a data teoretická indexem t .

2.1 Shrnutí

Skoro celé měření se dá shrnout do tabulky 1:

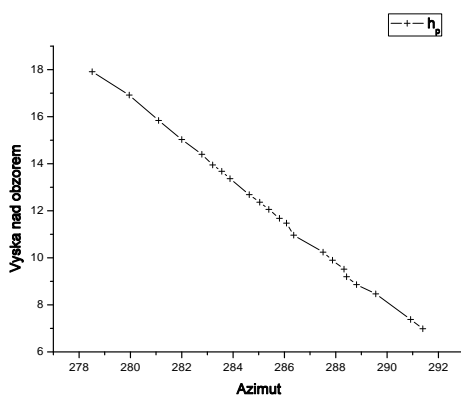
$\frac{Time}{[UT]}$	Naměřené hodnoty			Spočtené hodnoty		
	z_p [°]	h_p [°]	R_p [']	A_z [°]	h_t [°]	R_t [']
0,78819	80,1	17,90928	29,17192	278,5116	17,857	29,22677
0,7927	81,2	16,91927	30,21738	279,9562	16,94361	30,19151
0,79708	82,4	15,83926	31,37433	281,0993	15,92967	31,2768
0,80056	83,3	15,02925	32,25385	282,0028	15,13017	32,1437
0,80358	84	14,39924	32,9452	282,7881	14,4365	32,90414
0,8052	84,5	13,94924	33,44306	283,2091	14,06581	33,31377
0,80655	84,8	13,67924	33,74342	283,5609	13,75653	33,65731
0,80779	85,15	13,36423	34,09543	283,8826	13,47414	33,97241
0,81068	85,9	12,68923	34,85561	284,6343	12,81611	34,71209
0,81226	86,26	12,36522	35,2234	285,0432	12,4592	35,11653
0,81361	86,6	12,05922	35,57253	285,3951	12,15275	35,46564
0,8152	87,02	11,68122	36,00623	285,8072	11,79469	35,87575
0,81625	87,25	11,47421	36,24487	286,081	11,55734	36,14894
0,8186	87,82	10,96121	36,83985	286,3665	10,95131	36,85138
0,69675	88,62	10,2412	37,68366	287,5115	10,32461	37,58538
0,82315	89	9,8992	38,08814	287,8763	10,01239	37,95401
0,82487	89,42	9,5212	38,53802	288,3259	9,62897	38,40945
0,82622	89,78	9,19719	38,92602	288,4227	9,19153	38,93283
0,82771	90,15	8,86419	39,32715	288,813	8,86097	39,33104
0,82961	90,59	8,46818	39,80731	289,562	8,58286	39,66791
0,83479	91,8	7,37917	41,14588	290,9202	7,44872	41,05958
0,8366	92,24	6,98317	41,63943	291,3944	7,05697	41,54717

Tabulka 1: Tabulka shrující veškeré měření a utrpení na střeše hvězdárny dne 19. října 2006.

3 Grafické vyhodnocení

3.1 Závislost výšky na azimutu

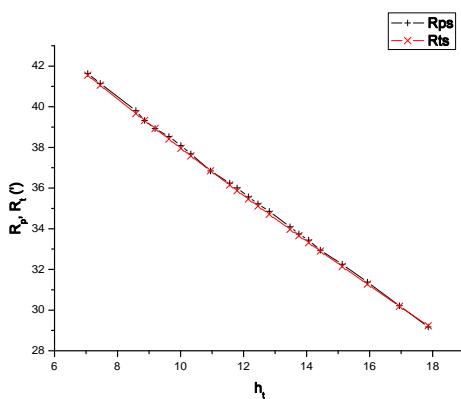
V této části se budeme věnovat grafickému vyhodnocení úlohy. V grafu číslo 1 je vynesena závislost výšky na azimutu (resp. čase).



Obrázek 1: Závislost výšky na azimutu

3.2 Závislost refrakce na výšce

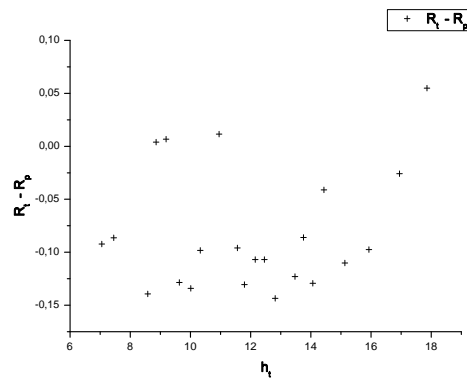
Graf 2 zobrazuje hodnoty refrakcí nad obzorem v závislosti na výšce nad obzorem.



Obrázek 2: Závislost refrakce na výšce

3.3 Závislost odchytky refrakce na výšce

Poslední graf 3 v této části nám ukazuje rozdíly mezi refrakcí spočítanou a refrakcí naměřenou v závislosti na výšce nad obzorem.



Obrázek 3: Závislost odchytky refrakce na výšce

4 Závěr

V podvečer 19. října 2006 jsme měřili a naměřili refrakci při západu hvězdy Arcturus (více v části 1.2). Mým úkolem bylo následně tato data zpracovat a porovnat s teoretickými výpočty, které jsem taky provedl. Celé měření bylo velice úspěšné, neboť výsledky pozorovaných hodnot vyšly velice podobně s výsledky, které jsem spočetl teoreticky. V grafu 2, kde je vynesena závislost refrakce na výšce určená jak teoreticky (R_t), taky z pozorování (R_p), si jsou jednotlivé křivky velice blízké. Pro určení průměrné odchytky jsem vytvořil graf číslo 3, kde jsou vyneseny rozdíly R_t a R_p . Průměrná hodnota tohoto rozdílu byla 0,08175 s chybou 0,01219, neboli: $(0,08 \pm 0,01)$.

5 Dodatky

5.1 Zdrojové kódy

```

Script pro Octave   hod = 18 # Hodina
mnt = 55 # Minuta
sec = 00 # Vteřina
y=2006
m=10
den=19
d=((hod-2) + (mnt + (sec/60))/60)/24 + den
phi = 49 + (12+14.9/60)/60

if ( y < 0 ) then
y=y+1
endif
if (m<=2) then
y = y-1
m = m+13
else
m=m+1
endif

t1 = fix(365.25*y) + fix(30.6*m)+d+1720994.5
a = fix(y/100)
tjd = t1 + 2 - a + fix(a/4)
nu = (tjd - 2451545)/36525
ts1 = 24110.54841 + 8640184.812866*nu + 0.093104*nu**2 - 0.0000062*nu**3
ts2 = ts1/3600 + 24*((tjd-fix(tjd)) + 0.5) + (16+35/60)/15
ts = mod(ts1,24)

alpha = 14+(15+57.7/60)/60
delta = 19+(9+5.9/60)/60
ha1 = ts - alpha
ha=15*ha1
r = 180/pi
z = r*acos(sin(phi/r)*sin(delta/r) + cos(delta/r)*cos(phi/r)*cos(ha/r))
az = r*atan2(cos(delta/r)*sin(ha/r),
- cos(phi/r)*sin(delta/r)+sin(phi/r)/cos(delta/r)*cos(ha/r))

```

Reference

- [1] F. Hroch: *ASTRONOMICKÉ PRAKTIKUM*, Př.F Masarykova Univerzita, Brno (PDF ze dne 24. října 2006)
- [2] <http://www.roman-britain.org/astromy/astro.htm>
- [3] Program WinStar

Seznam obrázků

1	Závislost výšky na azimutu	6
2	Závislost refrakce na výšce	6
3	Závislost odchylky refrakce na výšce	7

Seznam tabulek

1	Tabulka shrující veškeré měření a utrpení na střeše hvězdárny dne 19. října 2006.	5
---	---	---