

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum
Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica

Bohumil Hacar

Pozorování cefeidy RW Cassiopeiae a jejich výsledky

Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium. Mathematica-Physica-Chemica, Vol.
5 (1964), No. 1, 69--75

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/119811>

Terms of use:

© Palacký University Olomouc, Faculty of Science, 1964

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

*Katedra teoretické fyziky a astronomie přírodovědecké fakulty
Vedoucí katedry: Prof. RNDr. Bedřich Havelka, doktor věd*

POZOROVÁNÍ CEFEIDY RW CASSIOPEIAE A JEJICH VÝSLEDKY

BOHUMIL HACAR
(Došlo dne 15. května 1963)

$$\begin{aligned} \text{Poloha: } 1855,0 &= 1^{\text{h}}27^{\text{m}}49^{\text{s}}, = +57^{\circ}0,9' \\ 1900,0 &= 1^{\text{h}}30^{\text{m}}43^{\text{s}}, = +57^{\circ}14,9' \end{aligned}$$

Podle katalogu Bonner Durchmusterung (BD) je označení hvězdy BD +57°342 (9,4^m). Její měnlivost objevila pí Ceraská na moskevských snímcích, a to v mezích 8,0^m—11,0^m. S. Blažko potvrdil její měnlivost a odvodil ze svých pozorování první elementy

$$\text{Max} = 2417062,5 + 14,80^{\text{d}} \cdot E$$

Hvězdou se pak zabývali Seares (USA), Hartwig (Německo), Enebo-Einbu (Norsko) a u nás dr. L. Pračka (Nížbor v Čechách), dále podali o hvězdě rozsáhlejší studie zejména B. V. Kukarkin (SSSR), K. Lassovszky (Budapest) a M. Beyer (Hamburg) a j.

Blažkovy elementy byly také převzaty do katalogů každoročně vydávaných ve Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft v Lipsku, avšak ve Schnellerevové efemeridě K.u.E (Katalog und Ephemeriden) od r. 1931 nahrazeny novějšími

$$\text{Max} = 2419651,941 + 14,800676 E$$

R. 1933 byl uveden v téže efemeridě poprvé výsledek, k němuž dospěl Kukarkin na základě čtených pozorování vlastních i cizích, vizuálních i fotografických:

$$\text{Max} = 2421353,695 + 14,80076 E$$

platný pro fotografická maxima. Vizuální maximum nastává podle něho později o 0,052^d, takže

$$\text{Max}_{\text{vis}} = \text{Max}_{\text{ph}} + 0,052^{\text{d}}$$

R. 1935 upravil Kukarkin znovu výraz pro maximum pozměniv jak hlavní epochu, tak periodu. Kromě toho připojil k výrazu ještě kvadratický člen $-0,314 \cdot 10^{-6} \cdot E^2$. Výraz pro maximum zní pak

$$\text{Max} = 2421354,222 + 14,801043 - 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot E^2$$

V tomto tvaru byl výraz uveřejněn v časopise *Pereměnyje zvězdy* 1935, 4, 393 a byl převzat do eferidy Obšij katalog pereměnych zvězd 1948 (B. V. Kukarkin a P. P. Parenago, zkr. O.K.).

Srovnávací hvězdy. Hvězdy používané při srovnávání Argelanderovou metodou jsou sestaveny v následující tabulce:

Tab. I.

| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 |
|------|------|----------------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|----------|
| Sig. | BD | | Graff AN 5091 | Lassovszky AN 5896 | Beyer AN 6030 | H | | Δ |
| a | -56° | 301 8,4 ^m | 8,17 ^m | — | — | 0,0 ^a | 8,10 ^m | -0,07 |
| b | 57 . | 346 8,6 | 8,61 | 8,63 | 8,72 | 6,7 | 8,72 | +0,11 |
| m | 57 . | 362 9,0 | — | — | — | 11,7 | 9,19 | — |
| n | 57 . | 353 9,5 | — | — | — | 17,2 | 9,70 | — |
| c | 57 . | 337 9,3 | 10,01 | 9,96 | 9,79 | 20,2 | 9,98 | -0,03 |

Sloupec 1 udává označení (Sig) srovnávacích hvězd, sloupec 2 označení a hvězdné velikosti těchže hvězd podle katalogu Bonner Durchmusterung. Při sestavování stupnice srovnávacích hvězd jsem použil hvězdných velikostí, které určil fotometricky K. Graff v Bergedorfu (*Astr. Nachrichten*, Bd. 213, 3, N° 5091) a to v harvardské soustavě. Graffovy velikosti udává sloupec 3. V dalších dvou sloupcích (4, 5) jsou uvedeny hvězdné velikosti, k nimž dospěli při svých pozorováních Lassovszky a Beyer — usnadňují poněkud posouzení přesnosti pozorování. Poznámávám, že Beyer používal 4 palcového, Lassovszky 8 palcového refraktoru, tedy přístrojů značně větších nežli byl můj (Zeiss 7 cm).

Sloupec 6 udává jasnosti srovnávacích hvězd odvozené z mých pozorování, a to jednak v Argelanderových odhadních stupních (g), jednak ve hvězdných velikostech (^m).

Jako u všech dříve publikovaných pozorování, tak i v této práci byla při odvozování stupnice srovnávacích hvězd používána výhradně ta pozorování tvaru $axVy b$, u nichž x a y jsou čísla od nuly různá (a , b jsou srovnávací hvězdy, V je proměnná, x a y jsou odhady vyjádřené ve stupních). Při sestavování stupnice nebylo tedy vůbec používáno pozorování tvaru $aO Vy b$ nebo $axVO b$. Tímto postupem se zmenší vliv intervalové chyby. Pomocí Graffových velikostí (sloupec 3) a z pozorování odvozených jasností v odhadních stupních g (sl. 6) sestaveny pak 3 rovnice

$$x + 0,0y = 8,17$$

$$x + 6,7y = 8,61$$

$$x + 20,2y = 10,01$$

Tab. II. Pozorování

| Datum | U. T. | J. D. | Ph | Pozorování | g | m | Poznámky | |
|-------|-------|-----------|---------|----------------|------------------------|------|----------|--|
| 1925 | h m | 2424000 + | d | | | | | |
| IX. | 5. | 20 46 | 399,365 | 9,618 | V = e | 20,2 | 9,98 | mračno mraky ruší mraky mraky, <i>M</i> <i>M</i> <i>M, T</i> <i>M</i> |
| | 7. | 19 44 | 401,322 | 11,575 | b 5 V 2 c | 15,5 | 9,54 | |
| | 8. | 19 33 | 402,315 | 12,568 | b 0 V c | 6,7 | 8,72 | |
| | 9. | 20 33 | 403,355 | 13,608 | a 5 V 2 b | 4,8 | 8,55 | |
| | 10. | 19 33 | 404,315 | 14,568 | a 5 V 2 b | 4,8 | 8,55 | |
| | 11. | 19 28 | 405,311 | 0,764 | b 0 V 5 e | 6,7 | 8,72 | |
| | 13. | 18 57 | 407,290 | 2,743 | b 3 V 3 c | 13,3 | 9,34 | |
| | 14. | 19 56 | 408,330 | 3,783 | b 3 V 3 c | 13,3 | 9,34 | |
| | 15. | 19 12 | 409,300 | 4,753 | b 5 V 3 c | 14,6 | 9,45 | |
| | | 55 | 409,330 | 4,783 | m 3 V 3 n | 14,4 | 9,44 | |
| | 16. | 20 49 | 410,367 | 5,820 | b 5, m 4 V 0 n. 2 c | 16,0 | 9,59 | |
| | 17. | 19 30 | 411,312 | 6,765 | b 5 V 2 c m 4 V 0 e | 16,0 | 9,59 | |
| | 18. | 19 23 | 412,308 | 7,761 | n 2 V 2 e | 18,6 | 9,83 | |
| | 19. | 19 40 | 413,319 | 8,772 | n 2 V 0 e | 19,6 | 9,92 | |
| | 20. | 19 02 | 414,293 | 9,746 | n 2 V 0 e | 19,6 | 9,92 | |
| | 22. | 18 51 | 416,285 | 11,738 | m 5, n 0 V 2 c | 17,6 | 9,73 | |
| | 23. | 19 00 | 417,292 | 12,745 | b 0 V 4 m | 7,2 | 8,77 | |
| 24. | 20 21 | 418,348 | 13,801 | V 0 b | 6,7 | 8,72 | | |
| 25. | 20 20 | 419,347 | 0,000 | a 6 V 1 b | 5,8 | 8,64 | | |
| 28. | 19 00 | 422,292 | 2,945 | b 5 V 1 m | 11,2 | 9,14 | | |
| | 19 48 | 422,315 | 2,968 | b 4 V 1 m | 10,7 | 9,10 | | |
| 29. | 19 55 | 423,330 | 3,983 | m 4 V 3 c | 15,4 | 9,54 | | |
| | 20 25 | 423,350 | 4,003 | m 3 V 4 c | 15,3 | 8,52 | | |
| X. | 3. | 18 20 | 427,264 | 7,917 | V 1 c | 19,1 | 9,88 | <i>M</i> <i>M, T</i> <i>T</i> mlhavo <i>M, mrak</i> mraky velmi jasno |
| | 4. | 21 14 | 428,472 | 9,152 | n 2 V 1 c | 19,1 | 9,88 | |
| | 5. | 18 10 | 429,257 | 9,910 | n 1 V 2 e | 18,1 | 9,78 | |
| | 6. | 19 04 | 430,294 | 10,947 | M 3 V 1 n, 3 c | 16,0 | 9,59 | |
| | 7. | 18 57 | 431,290 | 11,943 | m 4 V 2 n, 3 c | 15,4 | 8,55 | |
| | 8. | 20 20 | 432,347 | 13,000 | a 5 V 2 b | 4,8 | 8,55 | |
| | 9. | 19 04 | 433,294 | 13,947 | a 5 V 2 b | 4,8 | 9,55 | |
| | 14. | 19 01 | 438,292 | 4,145 | m 3 V 1 n, 3 c | 15,4 | 9,54 | |
| | 15. | 18 12 | 439,258 | 5,111 | m 3 V 1 n, 3 c | 15,4 | 9,54 | |
| | 16. | 20 16 | 440,344 | 6,197 | m 4 V 2 n | 15,4 | 9,54 | |
| 20. | 17 55 | 444,246 | 10,099 | n 0 V 2 c | 17,6 | 9,74 | | |
| 22. | 17 42 | 446,237 | 12,090 | m 3 V 3 c, 3 n | 14,4 | 9,44 | | |
| 23. | 19 31 | 447,312 | 13,165 | a 4 V 2 b | 4,3 | 8,50 | | |
| 27. | 18 29 | 451,270 | 2,323 | b 2 V 2 m | 9,2 | 8,96 | | |
| XI. | 18. | 17 33 | 473,231 | 9,484 | m 3, n 1 V 1 c | 18,6 | 9,83 | |
| XII. | 4. | 17 13 | 489,217 | 10,670 | m 4 V 2 n, 4 c | 15,4 | 9,54 | <i>T</i> |
| | 8. | 16 57 | 493,206 | 14,659 | V 0 b | 6,7 | 8,72 | |
| | 9. | 17 19 | 494,222 | 0,875 | b 1 V 3 m | 8,2 | 8,86 | |
| | 16. | 17 15 | 501,219 | 7,872 | n 0 V 2 e | 17,6 | 9,74 | |
| 1926 | | | | | | | | |
| I. | 16. | 20 23 | 532,349 | 9,402 | n 2 V 1 c | 19,1 | 9,88 | mlha -12 °C |
| | 17. | 19 17 | 533,303 | 10,356 | n 1 V 1 c | 18,6 | 9,83 | |
| III. | 7. | 19 27 | 582,310 | 0,163 | a 5 V 1 b | 5,3 | 8,59 | mráz |

z nichž odvozeny metodou nejmenších čtverců normální rovnice

$$3,0x + 26,9y = 26,79$$

$$26,9x + 452,9y = 259,39$$

nebo

$$x + 8,97y = 8,93$$

$$x + 16,83y = 9,66$$

Z těchto rovnic dostáváme pro nulový bod velikostí $x = 8,10''$ a pro hodnotu stupně $y = 0,093^m$. Odtud plyne lineární vztah mezi hvězdnými velikostmi m (magnitudo) a Argelanderovými stupni g (gradus)

$$m = 8,10 + 0,093 g$$

Sloupec 7 udává rozdíl Δ mezi velikostmi sloupce 6 a sloupce 3. Plyne z něho postačitelně dobré připojení mezi fotometrickými velikostmi a velikostmi stupnice. Bohužel pro hvězdy m a n nebylo po ruce fotometrických velikostí.

Při výpočtu fází (tab. II, sloupec Ph) jsem použil periody Kukarkinovy $P = 14,801043$, kterou shodně uvádějí K.u.E. 1943 i O.K. 1948. Za nulový bod počítání fází bylo vzato juliánské datum 2424419,347 odpovídající pozorování vykonanému dne 1925, IX. 25. Toto datum je sice zvoleno zcela libovolně, nieméně bylo přihlíženo k tomu, že je očividně blízké maximu a přibližně položeno uprostřed pozorovací řady.

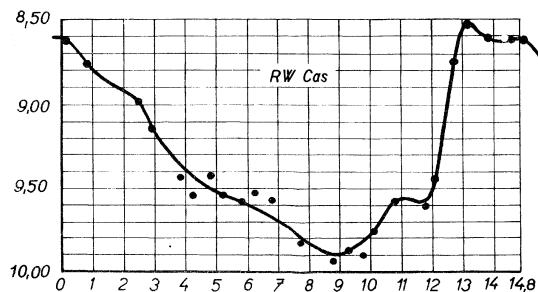
Zkratky ve sloupci „Poznámky“: M značí rušivý vliv Měsíce, T turbulentní stav atmosféry.

Střední křivka. Pro sestrojení střední světelné křivky byla perioda $P = 14,8^d$ rozdělena na 30 intervalů, z nichž 29 po $0,5^d$ a jeden $0,3^d$. Pro jednotlivé intervaly

Tab. III. Střední křivka.

| Int. No | n | Ph. int. | Ph. | m | Int. No | n | Ph. int. | Ph. | m |
|---------|---|----------|-------|------|---------|---|-----------|--------|------|
| 1 | 2 | 0,0–0,5 | 0,081 | 8,61 | 16 | 3 | 7,5–8,0 | 7,850 | 9,82 |
| 2 | 2 | 0,5–1,0 | 0,819 | 8,79 | 17 | — | 8,0–8,5 | — | — |
| 3 | — | 1,0–1,5 | — | — | 18 | 1 | 8,5–9,0 | 8,772 | 9,92 |
| 4 | — | 1,5–2,0 | — | — | 19 | 3 | 9,0–9,5 | 9,346 | 9,86 |
| 5 | 1 | 2,0–2,5 | 2,323 | 8,96 | 20 | 3 | 9,5–10,0 | 9,758 | 9,90 |
| 6 | 3 | 2,5–3,0 | 2,885 | 9,16 | 21 | 2 | 10,0–10,5 | 10,227 | 9,79 |
| 7 | — | 3,0–3,5 | — | — | 22 | 2 | 10,5–11,0 | 10,808 | 9,57 |
| 8 | 2 | 3,5–4,0 | 3,883 | 9,44 | 23 | — | 11,0–11,5 | — | — |
| 9 | 2 | 4,0–4,5 | 4,074 | 9,53 | 24 | 3 | 11,5–12,0 | 11,752 | 9,60 |
| 10 | 2 | 4,5–5,0 | 4,768 | 9,45 | 25 | 1 | 12,0–12,5 | 12,000 | 9,44 |
| 11 | 1 | 5,0–5,5 | 5,111 | 9,54 | 26 | 2 | 12,5–13,0 | 12,656 | 8,75 |
| 12 | 1 | 5,5–6,0 | 5,820 | 9,59 | 27 | 2 | 13,0–13,5 | 13,082 | 8,52 |
| 13 | 1 | 6,0–6,5 | 6,197 | 9,54 | 28 | 3 | 13,5–14,0 | 13,785 | 8,61 |
| 14 | 1 | 6,5–7,0 | 6,765 | 9,59 | 29 | — | 14,0–14,5 | — | — |
| 15 | — | 7,0–7,5 | — | — | 30 | 2 | 14,5–14,8 | 14,613 | 8,63 |

pak vypočteny průměry z pozorovacích okamžiků a příslušných hvězdných velikostí. Tyto výsledky jsou sestaveny v tab. III a z nich sestrojen graf světelné změny. V prvním sloupci této tabulky (int. N°) jsou udána pořadová čísla intervalů periody, ve druhém (n) počet pozorování připadajících do příslušného intervalu, ve třetím (Ph. int.) fázový interval, ve čtvrtém fáze a v pátém příslušná hvězdná velikost (m).



Výsledky

Z grafu lze odvodit maximum připadající na J. D. 2424432,429. V následující tab. IV. jsou s tímto výsledkem srovnána data získaná výpočtem z některých efemerid.

Tab. IV.

| Autorita | Hl. epocha | Perioda | Kor. člen | O—C |
|--|-------------|--------------------|---|--------|
| K. u. E. 1927 (Blažko) | 2417062,5 | 14,80 ^a | — | -0,122 |
| K. u. E. 1931 | 2419651,941 | 14,800676 | — | -0,181 |
| A. N. 5896 (Lassovszky) | 2426208,382 | 14,800093 | — | +0,039 |
| K. u. E. 1933 | 2421353,695 | 14,80076 | — | +0,124 |
| A. N. 6030 (Beyer) | 2426563,63 | 14,80076 | — | -0,107 |
| O. K. 1948 (Kukarkin, Peremennye zvezdy 4, 1935) | 2421354,222 | 14,801043 | -3,14 · 10 ⁻⁶ · E ² | -0,326 |

Uvedené elementy, kromě Lassovszkého a Beyerových, jsou vesměs fotografické. K této okolnosti bylo při srovnávání přihlíženo a rozdíly O—C byly opraveny o 0,052^d.

Světelná křivka ukazuje maximum 8,52^m ve fázi 13,082, minimum 9,90^m ve fázi asi 8,772, amplituda je tedy 1,38^m, což je více než udává většina pozorovatelů.

Lassovszky i Beyer našli shodně $1,02^m$, Kukarkin udává (O. K. 1948) pro fotografickou amplitudu $1,7^m$. Pro časový rozdíl maxima a minima vychází $M - m = = 4,3^d$ neboli $0,29$ periody.

Světelná křivka jeví zřetelnou zastávku na vzestupné části, přibližně mezi fázemi 11 až 12, čímž vzniká jakýsi „schod“ na této větvi křivky. Týž úkaz konstatovali také Lassovszky i Beyer a také Robinson se o něm zmiňuje (Bull. of the Harvard Coll. Obs. 871). Tato zastávka trvá přibližně 1 den, načež následuje vzestup se zvýšenou prudkostí. O reálnosti tohoto zvláštního jevu není tedy pochyby. Podobně souhlasí také zvláštní tvar vrcholu křivky, jak jej udávají oba pozorovatelé, s mým pozorováním: na sestupné větvi se jeví asi 1 den po dosažení maxima zvolnění poklesu, které trvá skoro 2 dny, načež se pokles opět zrychluje.

O spektru hvězdy je známo, že se periodicky mění mezi $G2$ v maximum až M v minimum. Také to je zvláštnost: spektrum M dosahují zpravidla jen cefeidy s periodou kolem 1 měsíce. V této okolnosti lze možná spatřovat příčinu zmíněného rozdílu amplitudy z mých pozorování a pozorování Beyera a Lassovszkého: oba tyto pozorovatelé používali značně větších a tudíž i značně světelnějších přístrojů, při nichž účinek barevné změny musil být patrnější, což, jak známo, ztěžuje srovnávání zdrojů. Následující přehled podává srovnání velikostí v maximum a minimum odvozených ze tří vizuálních pozorovacích řad.

| Pozorovatel | Otvory | Max. | Min. | Amplituda | Poznámka |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| K. Lassovszky | 21 cm | 8,44 ^m | 9,46 ^m | 1,02 ^m | Ve 2. sloupci „Otvory“ jsou udány otvory užitých dalekohledů |
| M. Beyer | 11 cm | 8,86 | 9,88 | 1,02 | |
| B. Haear | 7 cm | 8,52 | 9,90 | 1,38 | |

Jak patrně, je maximální jasnost plynoucí z mých pozorování jen nepatrně — o $0,08^m$ — rozdílná od výsledku fotometrického měření Lassovszkého. V minimum pak souhlasí můj výsledek s výsledkem Beyerovým téměř dokonale — rozdíl je toliko $H - B = 0,02^m$. Zato v maximum je rozdíl $H - B = -0,34^m$.

Nakonec bych se ještě zmínil o nepravidelnostech — jakémsi plochem zvlnění — které se jeví na sestupné linii světelné křivky. Také Lassovszky se zmiňuje v citované své práci o tomto úkaze. Práví o tom: „Zda ploché vlny na sestupné větvi jsou reálné, či zda jsou pouze výsledkem nepřesnosti pozorování lze stěží rozhodnout“. U Beyera je podobná plocha vlna položena výše. Myslím, že zatím lze pouze zvláštní útvar vrcholu křivky, jakož i „schod“ na vzestupné větvi považovat za dokázaný. Bylo by však jistě zajímavé sledovat sestup fotoelektrický a zjistit, do jaké míry souhlasí křivky jednotlivých epoch mezi sebou. Zajímavá je také podobnost vrcholu křivky RW Cas s vrcholem cefeidy S Sagittae, jejíž křivku jsem odvodil r. 1926 z pozorování člena seky pozorovatelů proměnných hvězd při ČAS VI. Šedého v Jimramově. Je otištěna v roč. VII časopisu Říše hvězd 1926, str. 63.

Резюме

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЦЕФЕИДЫ RW КАССИОПЕИД

БОГУМИЛ ГАЦАР

В настоящей работе приводятся результаты наблюдений, которые автор провел в 1925 году и в начале 1926 году с помощью метода Аргеланда, описание этих наблюдений, выводы средней линии, время нормального максимума и минимума и звездные размеры в максимуме и минимуме. Таблица IV. дает разность $O-C$, полученную из сравнения результатов с некоторыми эфемеридами. Разность $M-m = 4,3^d = 0,29^p$ получается немного меньше чем у Кукаркина. Звезда заслуживает дальнейшего внимания.

Zusammenfassung

BEOBACHTUNGEN DES DELTA CEPHEI STERNES RW CASSIOPEIAE UND IHRE RESULTATE

BOHUMIL HACEK

In der vorliegenden Arbeit wurden bisher unveröffentlichte Beobachtungen des Delta Cephei Sternes RW Cassiopeiae, welche im Jahre 1925 und Anfangs 1926 angestellt wurden einer Reduktion unterzogen und die Resultate dh. die mittlere Lichtkurve, die Augenblicke der Extremhelligkeiten und die Helligkeiten selbst mit einigen Ephemeriden verglichen (Tafel IV). Die Differenz $M = m = 4,3^d = 0,29^p$ ergab sich etwas kleiner als die von Kukarkin angegebene. Beim Beobachten wurde die Argelandersche Stufenschätzungsmethode angewandt. Der Stern verdient jedenfalls eine dauernde Überwachung.