



Változócsillagok

AF Cygni (1952–2005)

A népszerűségi ranglistán a Z UMa után következő változó az AF Cyg, ami fényes félszabályos (SRB) változó pár fokra a δ Cygni-től. 1952 és 2005 között 272 észlelőtől 9612 db megfigyelést tartalmaz szakcsoportunk számítógépes adatbázisa, azaz egy-két éven belül az AF Cyg is bekerülhet a „tízezresek” táborába. A fénygörbe legrészletesebb feldolgozását Gál János és Szatmáry Károly végezte el, melynek eredményeiről az 1993. szeptemberi Meteorban számoltak be. Az alábbiakban részben az ő munkájukra támaszkodva tekintjük át az AF Cyg fél évszázados történetét – a magyar észlelések tükrében.

A csillag fényváltozásaira vonatkozó ismereteink a fotografikus égboltfelmérő programoknak köszönhetően a 19. század legvégéig nyúlnak vissza, onnan számítva gyakorlatilag folytonos fénygörbe rajzolható. Az utóbbi 5–6 évtizedben azonban szinte kizárólag vizuális fényességbecslések készültek. Fénygörbéje klasszikus félszabályos változócsillag képét rajzolja elénk: bonyolult változások, szinte soha nem ismétlődő lefutású ciklusokkal, ugyanakkor hosszabb-rövidebb időkre mindig feltűnnek szabályosabb fénygörbeszakaszok. Ilyenkor a legnagyobb a teljes fényváltozási amplitúdó, ami $6^m,0$ és $8^m,0$ közötti hullámmázzsal jár együtt. Ennek megfelelően a teljes fényváltozás nyomon követhető a legkisebb binokulárokkal is, akár fényszennyezett városi környezetből.

Az AF Cygni legfontosabb katalógusadatai:

2000-es koordináták: RA = $19^h30^m12^s,85$, D = $+46^\circ08'52,1$

Galaktikus koordináták: l = $78^\circ43$, b = $+13^\circ00$

Sajátmozgás (mas/év): $\mu_{RA} = 46,50$, $\mu_D = -4,94$

Spektráltípus: M4, B–V = $+1^m,4$

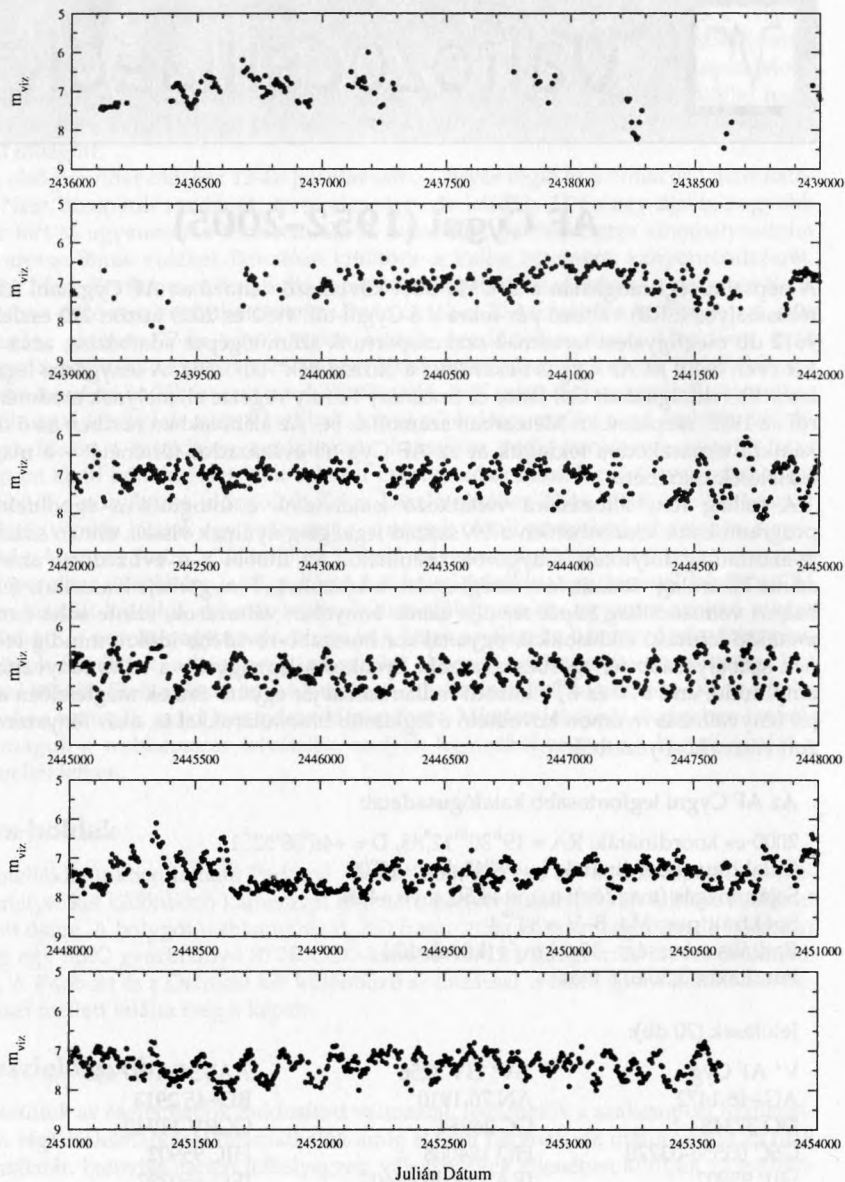
Radiális sebesség: $-15,0$ km/s (közeledik)

Parallaxis: $3,30 \pm 0,6$ mas

Jelölések (20 db):

V* AF Cyg	SV* HV 3256	AAVSO 1927+45
AG+46 1472	AN 70.1910	BD+45 2913
DO 37348	GC 26954	GCRV 11940
GSC 03556-03770	HD 184008	HIC 95902
HIP 95902	IRAS 19287+4602	IRC +50297
PPM 58415	RAFGL 2407	SAO 48521
SKY# 36325	TYC 3556- 3770-1	

AF Cyg 1958 - 2005



Az AF Cyg átlagolt fénygörbéje magyar adatok alapján

Számítógépes adatbázisunk első megfigyelését Bartha Lajos végezte 1952. április 19-én ($7^m,1$), míg jelen feldolgozás utolsó adata Balogh Istvántól származik, aki 2005. augusztus 31-én $7^m,4$ -ra becsülte az AF Cyg fényességét. A legtöbb észlelést Mizser Attila végezte, aki 1976. október 9-én kapcsolódott be az AF Cyg titkainak kifürkészésébe. A részletes észlelőlista tömörített változatát az alábbi táblázat tartalmazza, amiben az észlelőket csak névkódjaikkal szerepeltetjük – a hárombetűs azonosítókhoz tartozó nevek a szakcsoporti honlapról kinyomozhatók (<http://vcssz.mcse.hu>).

Mzs 855, Too 763, Pps 512, Stz 475, Kka 363, Fid 315, lbq 273, Ngy 266, Ksl 241, Fkj 175, Hdh 171, Hen 155, Thk 154, Dom 153, Bhd 129, Krt 128, Ksz 126, Kvi 125, Tey 122, Bli 112, Hag 104, Bgh 89, Son 84, Siv 79, Csg 79, Tuv 78, Zag 76, Snt 76, Pir 76, Jht 76, Rep 75, Kvd 75, Erd 75, Mpt 74, Ttk 73, Mrl 70, Koc 67, Ffe 64, Wst 61, Nyz 59, Soz 58, Ckm 58, Rei 57, Tim 56, Sur 56, Mez 56, Sgi 54, Fei 54, Szn 51, Dan 50, Nma 46, Nba 44, Kat 44, Men 43, Bar 43, Szy 41, Sbt 39, Ile 39, Bgb 39, Rlr 37, Uha 33, Zal 32, Ost 31, Slv 30, Sed 29, Sri 28, Smi 28, Kid 28, Sca 27, Osi 27, Fny 27, Szm 26, Kcn 26, Szg 25, Kot 25, Hev 25, Neu 24, Het 24, Tol 23, Ser 23, Pzz 23, Tot 22, Ptk 22, Azo 22, Cti 21, Bil 21, Sil 20, Vow 19, Srb 18, Sch 18, Hop 18, Pin 17, Jzs 17, Ppp 16, Moh 16, Msz 15, Bag 15, Szu 14, Cas 14, Stp 13, Ngb 13, Mur 13, Tch 12, Mcs 12, Vii 11, Ric 11, Nay 11, Kai 11, Szv 10, Ksf 10, Kll 10, Hvi 10, Fod 10, Fdr 10 + 158 észlelő 10 észlelésnél kevesebbel.

A fénygörbe zajosságának csökkentése érdekében 5 napos átlagpontokat számítottunk, és a kapott adatsor rajzolja ki a mellékelt fénygörbét. A gyors oszcillációk ábrázolhatóságához 3000 napos darabokra osztottuk a görbét, illetve elhagytunk az ábráról az 1958 előtti 6 fénygörbepontot.

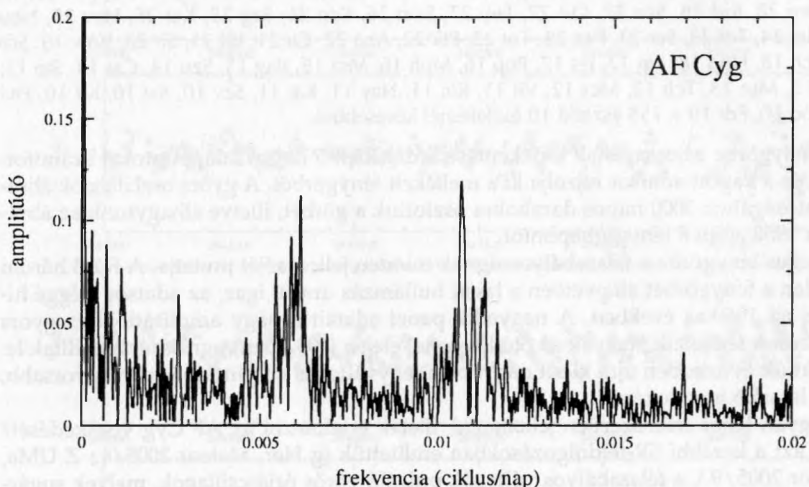
A teljes fénygörbe a félszabályosságnak minden jellemzőjét mutatja. A felső három panelen a fénygörbét alapvetően a lassú hullámmás uralja, igaz, az adatsor eléggé hiányos az 1960-as években. A negyedik panel adatait a nagy amplitúdójú és gyors változások fémjelzik, melyek az ötödik panel elején (1992-ben) ugrásszerűen álltak le. Az elmúlt évtizedben újra kicsit nagyobb a fényváltozás amplitúdója, néha gyorsabb, néha lassabb ingadozással.

Hogyan lehet számszerűen jellemezni, illetve értelmezni az AF Cyg viselkedését? Mint azt a korábbi SR-feldolgozásokban említettük (g Her, Meteor 2005/4.; Z UMa, Meteor 2005/9.), a félszabályos változók pulzáló vörös óriáscsillagok, melyek sugárirányú kitágulásban és összehúzódásban megtestesülő rezgéseket mutatnak. A félszabályos jeleget részben a többmódusú pulzáció (azaz az egyidőben gerjedő különböző rezgési állapotok), részben pedig a csillag belsejében működő „zajforrások” (pl. a nagy gázbuborékok mozgásával járó konvektív energiaterjedés) felelősek. A pulzációs módusok a csillag természetes sajátfrekvenciáinak felelnek meg, így rájuk vonatkozóan a fénygörbéből kinyerhető legközvetlenebb információ a pulzációs periódus(ok) értéke(i).

A Változócsillagok Általános Katalógusa (GCVS) több periódust is felsorol az AF Cyg-re: 92,5 nap, 175,8 nap és 941,2 nap. Gál és Szatmáry feldolgozása ezek közül a két rövidebbet erősítette meg az 1967 és 1992 közötti magyar adatok elemzésével: 93,3 nap, 163,7 nap, illetve 167,8 nap. Analízisük még egy hosszú periódust is sugallt (8–18 ezer nap), azonban a hosszabb fénygörbe alapján úgy tűnik, hogy ez leginkább az átlagfényesség lassú változásával volt kapcsolatos. Az elmúlt közel ötven évben az AF Cyg átlagfényessége $6^m,9$ -ról egyenletesen csökkent $7^m,3$ -ra, ami a legtöbb periódus-meghatározó módszernél egy nagyon hosszú „periódusként” jelentkezik. Az átlagfényesség ilyen változásait nem igazán értjük, de több csillagnál a vörös óriást

övező kiterjedt légkörben beinduló porképződéssel, illetve a por fényelnyelő hatásával magyarázták (pl. L² Puppis).

A közel kétszer hosszabb adatsor birtokában pontosíthatjuk az 1993-as feldolgozás eredményeit. Ehhez a változócsillagászat egyik leggyakrabban használt perióduskereső módszerét, a Meteorban is sokszor emlegetett Fourier-analízist lehet segítségül hívni. Az eljárás lényege egy egyszerű számítás, aminek eredménye a frekvenciaspektrum. Ez azt mutatja, hogy a különböző frekvenciájú (frekvencia = 1/periódus) szinuszhullámok milyen súllyal vesznek részt a fénygörbe alakjának meghatározásában. A domináns frekvenciáknál a spektrumban egy csúcsot kapunk, ami nagyon hosszú adatsor és abszolút stabil jelalak mellett éles „tűként” jelenik meg. Ha időben változik a fénygörbe periodicitása, akkor a spektrum képe „elromlik”, és jól definiált csúcsok helyett szorosan elhelyezkedő csúcs-csoportok jelentkeznek.

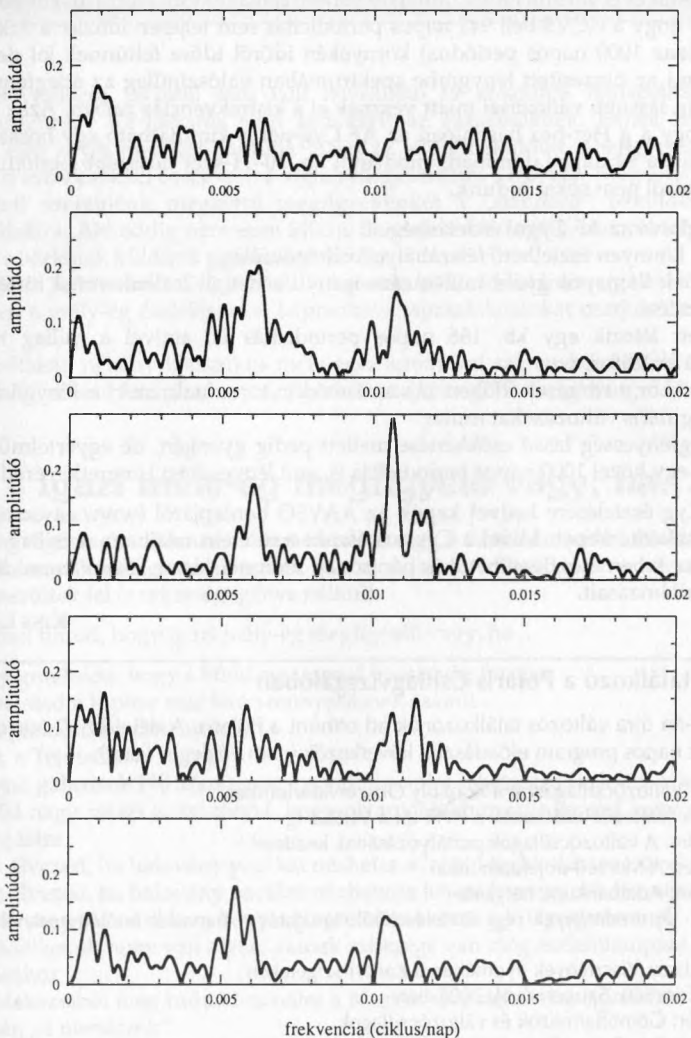


Az AF Cyg teljes fénygörbéjének frekvenciaspektruma

Következő ábránkon a teljes magyar adatsor frekvenciaspektrumát mutatjuk be. Éles csúcsok helyett – a félszabályosságának köszönhetően – több széles, de azért jól elkülönülő csúcs-csoport látszik. Az ábra bal oldalán, a kisfrekvenciás tartományban az átlagfényesség lassú ingadozásait leíró csúcsok vannak, melyek tehát nem valódi periodicitást jeleznek, hanem az átlagszint változásait írják le. Két frekvencia viszont nagyon jellegzetes: a 0,006 ciklus/nap és a 0,0106 ciklus/nap környéke, amelynek a közelében lévő csúcsok a korábbi vizsgálatokból is ismert 166 és 94 napos periódusoknak felelnek meg. A kiszélesedett csúcseloszlás jól modellezhető véletlenszerű fázisugrásokkal, ami azt eredményezi, hogy egy éles csúcs helyett jellegzetes alakú, ún. Lorentz-profilú burkoló alatt szóródnak a csúcsok egy-egy adott pulzációs módus frekvenciájának közelében.

A két domináns periódus aránya 1,766, ami azt jelenti az elméleti számítások, illetve a Nagy Magellán-felhő vörös óriás változócsillagaira vonatkozó eredmények

alján, hogy a 166 napos periódus az alaplódusnak, a 94 napos periódus pedig az első felhangnak felel meg. Ezek a rezgési állapotok azonban korántsem annyira stabilak időben, mint pl. a klasszikus pulzáló változóknak (cefeidák, RR Lyrae-k). Ennek illusztrálására mutatjuk be az első ábrán látható fénygörbe öt jól észlelt szegmensének frekvenciaspektrumait.



Az AF Cyg 3000 nap hosszú fénygörbe-szegmenseinek frekvenciaspektrumai. Legfölül a JD 2 439 000–2 442 000, legalul a JD 2 451 000–2 454 000 közötti adatok spektruma látható

Néhány egyszerű következtetés azonnal levonható. Egyértelmű, hogy a fénygörbe egyáltalán nem írható le időben állandó frekvenciájú függvényekkel, hiszen jól látszik, hogy néha a 166 napos (pl. felülről a 2. panel), néha meg a 94 napos periodicitás erősebb (pl. középső panel). Ugyanakkor a szétkenődött csúcs-csoportok átlagos frekvenciái stabilak, időben nem változnak, nagyjából mindig ugyanott gerjednek a rezgések (amit el is várunk az asztrofizikát ismerő csillagoktól). Harmadszor pedig az is sejthető, hogy a GCVS-beli 941 napos periodicitás sem teljesen illúzió: a 0,001 ciklus/nap (azaz 1000 napos periódus) környékén időről időre feltűnnek jól definiált csúcsok, ami az összesített fénygörbe spektrumában valószínűleg az átlagfényesség sokszorosán lassúbb változásai miatt vesznek el a kisméretű zajban. Azaz elképzelhető, hogy a g Her-hez hasonlóan az AF Cyg-nél is kimutatható egy hosszú másodperiódus, a 94 napos domináns módustól kb. 10–11-szer hosszabb periódussal – aminek okairól nem sokat tudunk.

Összefoglalva az AF Cygni érdekességeit:

- fényes, könnyen észlelhető félszabályos változócsillag,
- amelynek 94 napos gyors hullámmozgása igényli a heti 1–2 alkalommal történő fényességbecslést;
- emellett létezik egy kb. 166 napos periodicitás is, amivel a csillag tipikus kétmódusú pulzátor;
- ugyanakkor a rezgések időben zajszerű módon torzulnak, ezért a fénygörbe látszólag irreguláris változásokat mutat;
- az átlagfényesség lassú csökkenése mellett pedig gyengén, de egyértelműen kimutatható egy közel 1000 napos periodicitás is, ami lényegében ismeretlen eredetű.

Az AF Cyg észlelésére kedvet kapók az AAVSO honlapjáról (www.aavso.org) letölthetik észlelőterképét. Mivel a Cygnus északi területein található, a csillag lényegében egész évben megfigyelhető, és pár hónap után már észre fogjuk venni fényességének hullámmozgásait.

KISS LÁSZLÓ

Változós találkozók a Polaris Csillagvizsgálóban

Február 18-án újra változós találkozónak ad otthont a Polaris. A délelőtt 10 órakor kezdődő egész napos program előadásai a következők (nem végleges lista!):

Szeidl Béla: Változócsillagászat a Konkoly Obszervatóriumban

Mizser Attila: Változós találkozók a PVH-tól a VCSSZ-ig

Zsoldos Endre: A változócsillagok osztályozásának kezdetei

Kóspál Ágnes: A McNeil-objektum titkai

Kovács István: Adatbankunk helyzete

Kiss László: Új eredmények régi észlelésekből: látogatás a harvardi fotólemezeknél és az AAVSO-nál

Dianiska Balázs: Visszfények nyomában a Kanári-szigeteken

Sárnecky Krisztián: Szupernóvák 2005-ben

Székely Péter: Gömbhalmazok és változócsillagok

Rezsabek Nándor: Fejezetek az (első) MCSE VCSSZ történetéből

Már András: Neutroncsillagok

Szalai Tamás: Fedési exobolygók