

# Változócsillagok

## RV Tauri változócsillagok

**Definíció:** Radiálisan pulzáló szuperóriások, színekük maximumban F–G, minimumban K–M. A fénygörbe alakja egy dupla hullám alternáló fő- és másodminimumokkal; ezek mélysége változó, így főminimumból lehet mellékminimum és fordítva. A fényváltozás amplitúdója V-ben elérheti a 3–4 magnitúdót is. Két főminimum között a távolság (a „formális periódus”) 30 és 150 nap között van.

### 1. Történetük

Az első RV Tauri változót *E. Pigott* fedezte fel még a 18. században (1795). Ez volt a tizenkettedikként megtalált változócsillag (a P Cyg-et is beleszámítva): az R Scuti, a legfényesebb és a legkevésbé tipikus RV Tauri csillag. A múlt században további négy RV Tauri változót fedeztek fel: R Sge (1861, *J. Baxendell*), U Mon (1879, *B. A. Gould*), RU Cen (1896, *J. C. Kapteyn*) és V825 Ara (1898, *S. I. Bailey*). Magát az RV Taurit csak 1905-ben találta meg *L. Ceraski*.

RV Tauri változókról nyilván nem lehetett beszélni a névadó csillag felfedezése előtt. Sőt, a pulzációelmélet is csak *H. Shapley* és *A. S. Eddington* munkái után vált ismertté és elfogadottá az 1910-es években. Így nem meglepő, hogy eleinte ezeket a csillagokat fedési változóknak ( $\beta$  Lyrae típus) vélték. *F. H. Seares* volt az első, aki észrevette az R Sge, V Vul és az RV Tau hasonlóságát és a  $\beta$  Lyr-től való különbözőségüket. Amennyire meg tudtam állapítani, *S. Enebo* használta először az „RV Tauri típus” kifejezést 1912-ben. A típust a 20-as évek végén *B. P. Geraszimovics* definiálta, s ez teljesen megegyezik a jelenlegi definíció fotometriai részével.

Jelenleg 125 csillagot tartanak RV Tauri változóknak, de ezekből sok biztosan nem az. A GCVS számos csillagot klasszifikál RV Taurinak M színképpel és 200–300 napos periódussal, pedig ezek nem teljesítik a definíció követelményeit. Valószínűbb, hogy e csillagok vörös szíregeológus változók.

### 2. Fényváltozás

Az 1. ábra öt RV Tauri változó fénygörbéjét mutatja. A fotoelektromos észlelések Piszkéstetőn, az 1 m-es és 50 cm-es távcsővel és a Szabadság-hegyen, a 60 cm-es távcsővel készültek. Az AC Her, az R Sge és a V Vul valószínűleg minden amatőr csillagász számára jól ismert (és szívüknek kedves!). Ez az öt csillag jól mutatja a különféle RV Tauri fénygörbéket. Az AC Her és az R Sge szabályos, „tankönyvbe illő” csillag. A V Vul másodminimuma nagyon kicsi, míg az SS Gem-nél a két minimum elég hasonló. A TW Cam erősen változtatja a fénygörbe alakját, a szórás ezért nagyobb. A régi vizuális észlelések szerint ezek a jellemzők nem állandók: pl. a V Vul-nál a két minimum egyenlő mélységű volt a század elején.



Szutor Péter üstököszerű objektuma. A felső kép 1991. okt. 29-én, az alsó dec. 3-án készült, 2,8/180-as teleobjektívvel, Fuji Neopan 1600 filmre, 2 perces expozícióval. A diffúz foltot nyilak jelölik.





Az Androméda-köd -- négy különböző fotón

Balra Szeiber Károly felvétele (1989.07.07., 23 perces expozíció Ilford HP 5-re, 4/300-as Sonnarral)

Balra lent Gieler Zoltán fotója (1991.09.08., 12 perces expozíció Fortepan 400-ra, 4,5/300-as Tair teleobjektívvel)

Jobbra lent Iskum József M31-felvételén egy kb. 0 magnitúdós meteor is látható (1987.07.23. 00:57-01:12 UT, ORWO NP 27 film, 1,8/80-as Pancolar objektív)





M31: Szutor Péter fotója 250/1500-as  
Newton-reflektorral készült, Fuji  
Neopan 1600 filmre, 8 perces  
expozícióval

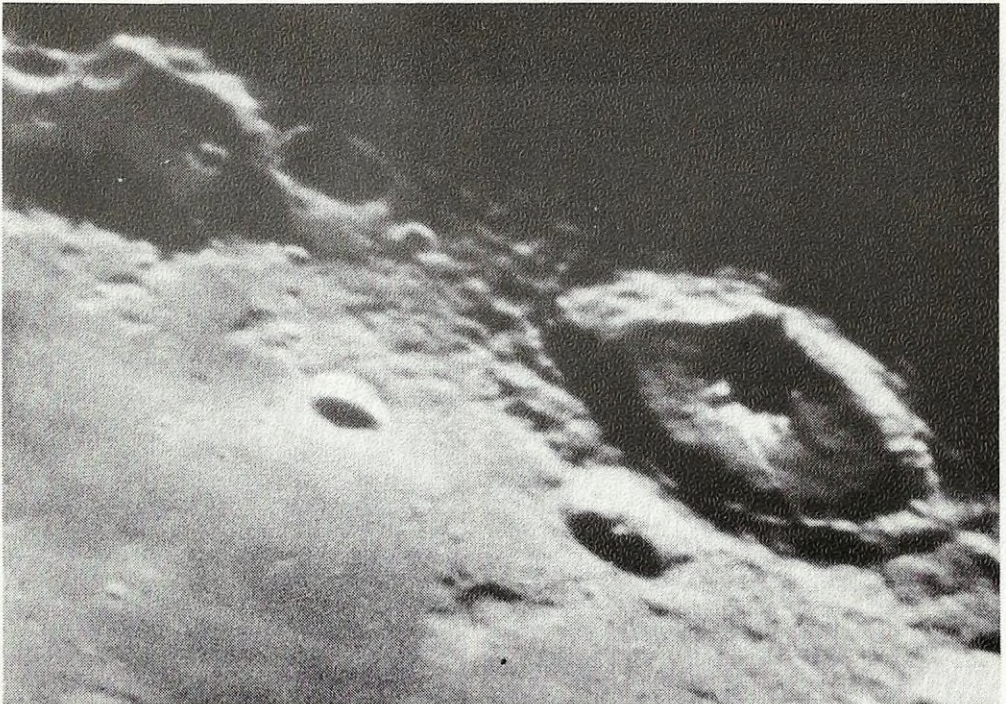
Az 1991. november 8-i sarki fény.  
A felvételt Sebők György készítette  
Ráktanyán, 22:30 UT-kor. Jól lát-  
hatók az Ursa Major csillagai.  
A fotó Fujicolor 1600-ra készült,  
1,4/50-es objektívvel, 30 másod-  
perces expozícióval. A színes ne-  
gatívról fekete-fehér nagyítást  
készítettünk.

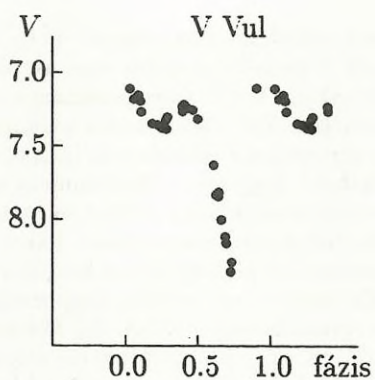
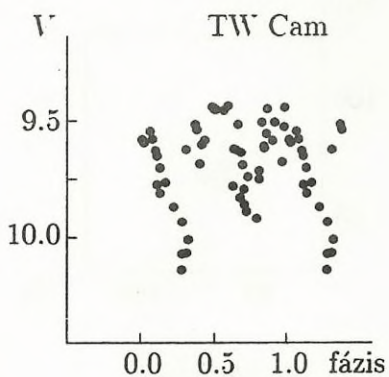
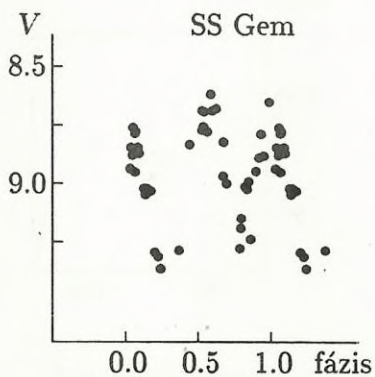
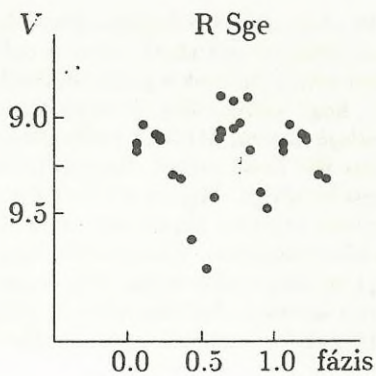
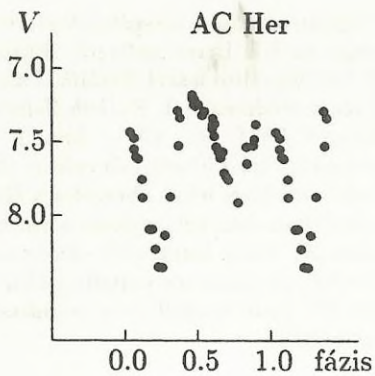




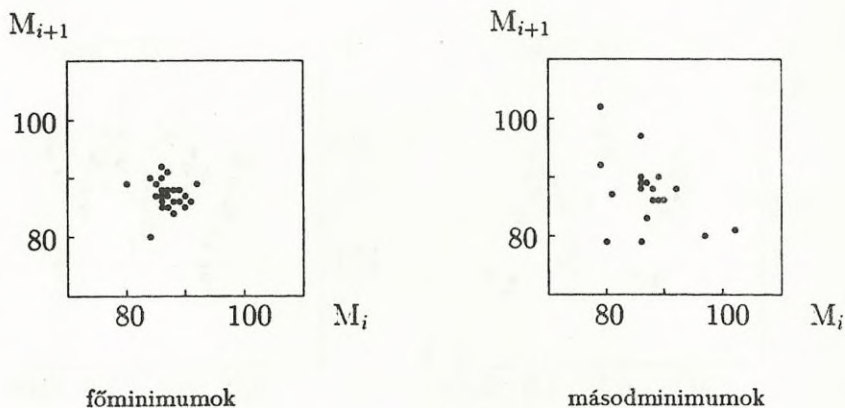
A dorpati csillagvizsgáló  
dobkupolája. A felvételt  
Kász László készítette

A Petavius-kráter és környezete.  
Iskum József felvétele 1988.  
09.28-án készült 04:00 UT-kor,  
100/1000-es refraktorral,  
Kodak DX filmre, 4 s expozícióval.  
Használtsuk össze Mogyorósi  
Imre felvételével, mely az  
1991/9-es Meteorban jelent meg.





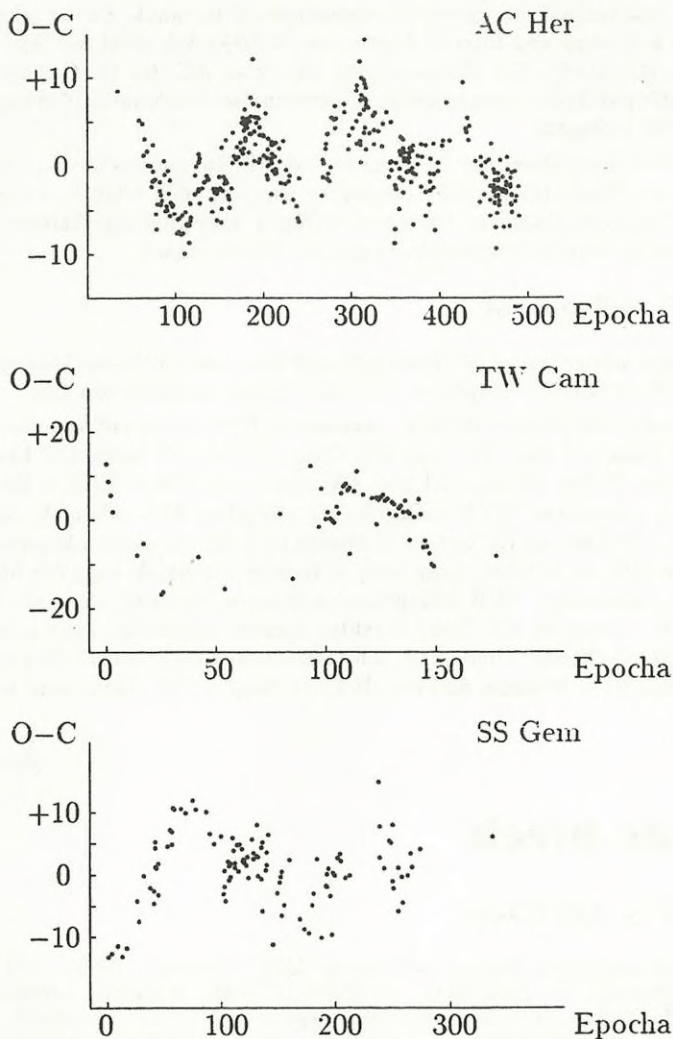
Mi okozza ezt a jellegzetes fényváltozást? Spektroszkópiai vizsgálatok szerint az RV Tauri csillagok pulzálnak, mint a cefeidák vagy az RR Lyrae csillagok. Ennél sokkal többet nem is tudunk a pulzációjukról. Az R Sct fényváltozásáról *Kolláth Zoltán* kimutatta, hogy valószínűleg alacsony dimenziójú káosz eredménye (l. *Kolláth Zoltán: Káosz a csillagászatban, Meteor csillagászati évkönyv 1991, 112. o.*), — de az R Sct nem tipikus RV Tauri csillag. Nagyon hosszú a periódusa ( $\approx 140$  nap) és erősen változik a fénygörbe alakja. Míg az AC Her *összes* vizuális észlelését lehet ábrázolni a fázis függvényében egyetlen ábrán, ezt az R Sct-nál általában már két egymás utáni ciklusnál sem lehet megtenni. Valószínűbb, hogy a tipikus RV Tauri fénygörbét rezonancia okozza (pl. az alapl módus és egy felharmonikus közötti), de pulzációs számításokkal ezt nem sikerült igazolni. Jelenleg nincs is elfogadható RV Tauri modell — a számítások jóval kisebb periódust adnak, mint amekkorát megfigyelünk.



2. ábra

Nehezíti a helyzetet, hogy nem tudjuk százszázalékos biztonsággal, hogy mi is az alapl módus periódusa az RV Tauri csillagoknál. A formális periódus vagy annak a fele? Régebbi modellek az utóbbit részesítették előnyben. A TW Cam minimumai azonban az első esetet támasztják alá. A 2. ábra mutatja a TW Cam vizuális minimumainak úgynevezett „első visszatérési térkép”-ét. Ez egyszerűen a ciklushosszt ( $M_{i+1}$ ) mutatja az előző ciklushossz ( $M_i$ ) függvényében. Jól látható, hogy míg a főminimumok aránylag szabályosan követik egymást, addig a másodminimumok nagy szórást mutatnak. Mit jelent ez? Tegyük fel, hogy a formális periódus fele a pulzációs periódus. Ekkor az ábra alapján azt tapasztaljuk, hogy a TW Cam minimumai szabálytalanul követik egymást, azaz a csillag nem tartja jól a periódusát. Ha azonban azt nézzük, hogy mekkora két egymásutáni ciklus hosszának összege, akkor igencsak meglepődünk. Ha főminimumtól számoljuk, akkor ez az összeg nagyjából állandó; ha egy másodminimumtól, akkor erősen változik. Mivel feltettük, hogy a pulzációs periódus a formális periódus fele, így az fő- és mellékminimum megkülönböztetésének semmi jelentősége nincs. Ez viszont azt jelenti, hogy feltevésünk ellentmondást eredményezett — mégis jelentősége van annak, amiről azt hittük, hogy nincs. Egyszerűbb a helyzet, ha a formális periódus a pulzációs periódusa. Ekkor azt látjuk, hogy két főminimum között a távolság nagyjából állandó, míg a másodminimumok változnak (ennek az oka egyelőre nem ismert).

Az RV Tauri csillagok periódusa aránylag stabil. A 3. ábra mutatja az AC Her, az SS Gem és a TW Cam O–C diagramját. Az AC Her esetében szép hullámokat láthatunk, melyek egy negatív parabolára rakódnak. Hasonlóan hullámos a másik két csillag O–C diagramja is, de mivel jóval kevesebb adat áll rendelkezésre, így ezekről nem lehet sokat mondani. Bár a változások nagyok látszanak, valójában kicsik, az AC Her esetében pár tized naposak csupán.



3. ábra

### 3. Az RV Tauri csillagok fizikai jellemzői

Az RV Tauri csillagok fizikai paraméterei (pl. tömeg, sugár stb.) lényegében ismeretlenek. Amit biztosan tudunk róluk: általában fémben szegényebbek, mint a Nap és sokuknak infravörös excesszusa van. Ezek alapján általánosan elfogadott nézet, hogy az RV Tauri csillagok öreg, kis tömegű ( $M_{RV} \leq 1 M_{\odot}$ ) objektumok, melyek túl vannak már az aszimptotikus óriáságon. Erre az infravörös excesszus utal, melyet a vörös óriás állapotban bekövetkező tömegvesztés eredményének tartanak. Ez azt jelenti, hogy e csillagok most a *Hertzsprung-Russell diagramon (HRD)* a kék oldal felé fejlődnek (azaz hőmérsékletük növekszik). Ezt alátámasztani látszik az AC Her O–C diagramja által mutatott negatív parabola — pontosan ilyen perióduscsökkenés várható el egy, a HRD-n a kék felé fejlődő csillagtól.

Pontos értékek hiányában csak becsülni tudjuk a fizikai paramétereket. Mint láttuk: a tömeg kicsi, az effektív hőmérséklet (a színkép alapján) 4000–6000 K, a sugár néhány százszorosa a Napénak. Sajnos az RV Tauri csillagok nagy többsége halvány, így nagyfelbontású spektroszkópiai vizsgálatokra egyelőre alkalmatlanok.

### 4. Az RVB csillagokról

A definícióból kihagytam az RV Tauri csillagok felosztását RVA-ra (közepes fényesség állandó) és RVB-re (közepes fényesség változik). Ennek az alábbi oka van.

A GCVS és az azóta kiadott névlisták összesen 16 RVB típusú csillagot tartalmaznak: LX And, TW Cam, IW Car, SX Cen, DF Cyg, CU Del, SU Gem, BT Lac, EP Lyr, U Mon, AR Pup, R Sge, RS Sge, AI Sco, RV Tau és DZ UMA. Ezek is két csoportra bonthatók — a „klasszikus” RVB csillagok és a valójában RVA csillagok. Az utóbbiak közé tartozik a TW Cam, az EP Lyr, az U Mon és az R Sge. Ezeknél a közepes fényesség változása minimális, az is lehet, hogy csak a vizuális észlelések nagyobb hibája miatt mutatkozik. A „klasszikus” RVB csillagoknál a közepes fényesség változása nagy, több magnitúdós. Itt viszont az RV Tauri karakter egészen minimális, azaz a minimumok mélysége nagyjából állandó. Mivel kevés a fotoelektromos észlelés ezekről a csillagokról, így egyelőre nem lehet biztosan állítani, de lehet, hogy az RV Tauri nem is RV Tauri típusú csillag.

*Zsoldos Endre*

## Változós hírek

### Az 1989/90-es AAVSO-év

December első napjaiban kaptuk kézhez az AAVSO Journal 1990. évi mindkét számát. A Journal a brüsszeli AAVSO-találkozó anyagát tartalmazza (a rövidebb előadásokat és a szervezetek beszámolóit). A hosszabb, egy-egy témakört felölelő előadásokat a Cambridge University Press külön könyvben jelenteti meg, melyet valamennyi brüsszeli résztvevő megkap.

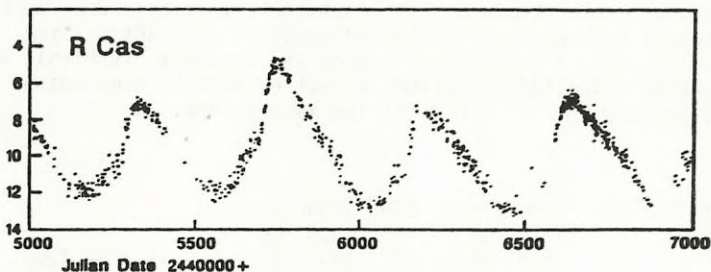
Az AAVSO Journal legfrissebb számaiban kapott helyet a három magyar beszámoló is (Mizser A.: Változócsillagászat Magyarországon, Mizser A., Szatmáry K. és Tepliczky I.: A magyar változóészlelők néhány eredménye és Szatmáry K.: Pulzáló változócsillagok kettős rendszerekben).

Különösen részletes képet kapunk az egyes nemzeti változós szervezetek munkájáról (összesen 18-ról, beleértve az AAVSO-t is).

Az 1989/90-es időszakról természetesen Janet Mattei számol be. Ez volt eddigi legeredményesebb évük, hiszen 573 észlelő 260318 megfigyelést küldött be. A legtöbb adat az USA-beli amatőröktől érkezett, összesen 93578 (195 észlelő). Őket követik a franciák 27176 adattal (47), a Dél-Afrikaiak 20672-vel (10), mi vagyunk a negyedik 18967 észleléssel (68!). Az igazat megvallva ezt az értéket illenék megtoldani a három romániai észlelő munkájával (Ckm, Kka, Stz — 5363 adat), hiszen ők teljesen a magyarországi változózáshoz kapcsolódnak. Ennek szellemében az AAVSO-lista szerint a következők végezték a legtöbb magyar észlelést: Sajtz András (3534), Papp Sándor (2820) és Kósa-Kiss Attila (1798).

Ismerős neveket találunk a legszorgalmasabb AAVSO-észlelők sorában. A legtöbb megfigyelést ismét az utolérhetetlen Danie Overbeek végezte (17290), őt követi Gerry Dyck (10108), majd Wayne Lowder (8740). Inner sanctum téren Gerry Dyck az első 6303 adattal (összes észleléseinek 62%-a), őt Michel Verdenet (2779 — 54%), majd Michael Idem (1896 — 44%) követi.

Janet Mattei bemutatja az AAVSO nyolc évtizedes fejlődését — hogyan vált az 1911-ben csak 6000 észlelést végző baráti közösségből mára teljesen önálló egyesületté, melynek "üzemeltetése" évi 500 ezer dollárba kerül. Ismét igen részletesen olvashatunk a vizuális AAVSO-adatok tudományos hasznosításáról a különféle őrtafcsoves programok keretében (Hipparcos, ROSAT, IUE, Astro-1, HST).



Az R Cas mira változó AF0EV-fénygörbéje

Jó hír, hogy többé nem osztják el 10-zel az Orion-kód változóiról érkezett adatok számát. (Ez a gyakorlat minden bizonnyal abból az időből ered, amikor az egyik észlelő egyetlen szezon alatt több mint 10 ezer becslést végzett ezekről a változókról, ezáltal — úgymond — jogtalan előnyökre tett szert a többi észlelőhöz képest). Újabb sokan nehezményezték ezt a hátrányos megkülönböztetést, hiszen az Orion-kód változóit nem könnyebb attól észlelni, mert kis égiterrületen vannak. Sőt, a fényes, kusza ködösség és a szétszórt összehasonlító csak nehezítenek az észlelő dolgán. Egyébként az egykori szorgalmas Orion-kód észlelő neve David Levy...

MIZSER ATTILA