

RV Tauri – egy furcsa változóosztály furcsa névadója

E havi változócsillag-észlelési ajánlatunk egy klasszikus változócsillag, az RV Tauri osztály névadója. Nem az RV Tauri volt az első ilyen típusú csillag, hiszen a jóval fényesebb R Scutit és U Monocerotist sokkal korábban felfedezték, viszont az RV Tau vizsgálatával vált bizonyossá, hogy egy teljesen elkülönülő csillagtípus létezik a pulzáló változók között. Felfedezése óta némiképp elvesztette a kutatók érdeklődését, mivel túlságosan „szabályos”. Az utóbbi egy-két évtizedben újra a szakma érdeklődésének előterébe kerültek az RV Tauri típusú változók, mivel vizsgálatukkal a saját Napunkhoz hasonló csillagok életéről, illetve haláláról tudhatunk meg többet.

Az RV Tauri észlelési története meglehetősen egyszerűen kezdődött több mint 100 éve, 1905-ben, Lydia Ceraskaya rövid és tömör közleményével. Az írásban három új változócsillag felfedezéséről számol be egy Blazskó által készített fotólemezen (a másik két változócsillag a mira típusú RY And és a cefeida RW Cas volt). Ceraskayának mindössze néhány fényességérték állt rendelkezésre körülbelül féltucat fotólemezről, de ennek ellenére tisztán látszott, hogy a csillag valóban változtatja fényességét, méghozzá 1 magnitúdót meghaladó amplitúdóval. Ceraskaya közleményének megjelenését követően F.H. Seares és E.S. Haynes (Missouri Egyetem) az RV Tau rendszeres észlelésébe kezdett, melynek során 1906 novembere és 1907 áprilisa között 160 fényességértéket rögzített. Az adatsorokból immár tisztán látszott, hogy a csillag kétféle, eltérő mélységű minimumba merül, az egyes minimumfényességek értéke pedig látszólag szabálytalan módon változott. Az eltérő mélységű minimumok akár fedési kettősre is utalhatnak, így az RV Tau-t mint lehetséges β Lyrae (Algol) típusú változót kezelték. Mindazonáltal a minimumfényességek változatossága arra mutatott, hogy valami más folyamatról van szó.

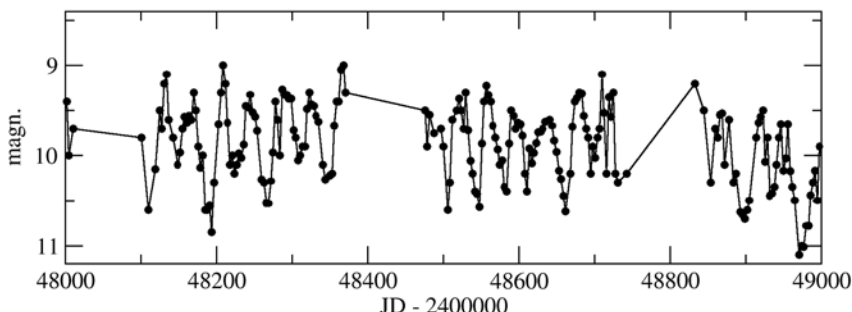
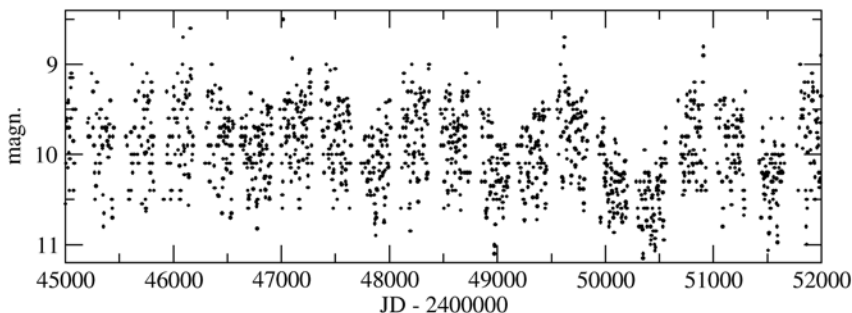
1916-ban J. van der Bilt (Utrechti Csillagvizsgáló) az RV Tauriról készült fotometriai adatok részletes elemzését tette közzé, amelyben megerősítette, hogy a fénygörbe valóban szabálytalan változásokat mutat. A szabálytalanságok mellett azonban statisztikai elemzésekkel hasonlóságokat talált az RV Tauri és a β Cephei csillagok között. Bár van der Bilt nem ismerte fel a változás pontos mechanizmusát, a javasolt hasonlóság valóban helytálló. Ma már tudjuk, hogy mind az RV Tauri, mind pedig a cefeida változók valójában pulzáló csillagok. Van der Bilt közleménye további két csillaggal is foglalkozott (R Sgr – mira; V Vul – RV Tau), de a hangsúlyt mindenképpen az RV Tau fénygörbéjének szabálytalanságaira helyezte, részben az általa megfigyelt, a maximumfényességben hosszú időskálán észlelt modulációk miatt. Harlow Shapley 1918-ban megjelent tanulmányában az RV Tauri csillagok már mint a halmazokban levő cefeidák külön alosztályaként szerepeltek, majd Russell, Dugan és Stewart „Csillagászat” című 1926-ban megjelent művében már teljesen külön változócsillag-osztályként találhatók meg.

Az RV Taurik – változó változók

Bár az RV Taurik viselkedésében a szabályos és szabálytalan jegyek keveredése szinte felfedezésük óta ismert, egy évszázad után sem teljesen tisztázott ezek pontos oka. Igen sok dolgot tudunk az RV Taurik fizikai jellemzőiről, és valószínűleg helyes elméletek is léteznek viselkedésük magyarázatára. John Percy nemrégiben megjelent változócsillagászati monográfiájában (Understanding Variable Stars) igen jól összefoglalja jelenlegi ismereteinket. Az RV Taurik óriás és szuperóriás csillagok, amelyek tömege közelítőleg megegyezik Napunk tömegével, maximumban spektráltípusuk a korai F típustól a késői G, illetve korai K típusig terjed, fémesség-

gük pedig valószínűleg alacsony, bár néhányuk minden bizonnyal első populációs, azaz fémeiben gazdag csillag. Infravörös tartományban igen fényes források, a részletes vizsgálatok pedig jelentős mennyiségű poranyagot tártak fel környezetükben. Majdnem teljesen bizonyos, hogy az aszimptotikus óriáságon már túljutottak, életük végső

tomány). Az RV Tauri csillagok valószínűleg ezen fejlődés során áthaladnak a cefeidákra jellemző instabilitási sáv nagy luminozitású tartományán, ahol mindössze néhány ezer évig tartózkodnak. Ez azt jelenti, hogy az RV Tauri csillagokat életük nagyon rövid szakaszában figyelhetjük meg, ami magyarázatot ad ritkaságukra is.



Felül: Az RV Tauri vizuális fénygörbéje JD 2 445 000 és 2 452 000 (1982 és 2001) között. Alul: Ezer napnyi időszak kinagyítva a felső görbéből. Feltűnnek az egyedi pulzációs ciklusok, melyek szabálytalan ismétlődése szépen illusztrálja az RV Tau típus minden jellemzőjét (3 napos átlagpontok az AAVSO adatai alapján).

stádiumában vannak, nem sokkal planetáris köddé való fúvódásuk, illetve magjuk fehér törpévé való zsugorodása előtt. Amikor egy csillag eléri az aszimptotikus óriáság tetejét a Hertzsprung–Russell-diagramon, azaz a felfúvódott vörös óriás csillagok állapotát, az erős tömegvesztéssel járó további fejlődés során szinte állandó abszolút fényesség mellett egyre növekvő hőmérséklettel elfejlődik innen, miközben külső rétegeit leveti magáról (ez az ún. poszt-AGB fejlődési tar-

Az RV Tauri csillagok kétféle rendszer szerint csoportosíthatók. Az elterjedtebb fotometriai osztályozás szerint léteznek RVa és RVb csillagok, annak megfelelően, hogy maximumfényességükben hosszú periódusú változás megfigyelhető (RVb) vagy sem (RVa). A jól észlelt R Scuti az RVa típus egyik szép példája, melynek maximumfényessége szinte tökéletesen konstans 4,7 magnitúdónál. Az U Mon ezzel szemben az RVb típus példája: maximumfényessége időnként

majdnem két magnitúdóval is alacsonyabb lehet, tehát maximumban a csillag 5,3 és 7,0 magnitúdós, vagy még halványabb állapotba is kerülhet. Maga a névadó RV Tau az RVb osztályba tartozik, a maximum változásának periódusa közelítőleg 1100 nap.

Az RV Tauri csillagok spektroszkópai osztályozása szintén fontos, mert elárulja, hogy az RV Tauri állapot a csillagok populációba tartozásától függetlenül minden kis és közepes tömegű csillag élete során bekövetkezik. A rendszerben A, B vagy C jelzéssel látják el a különféle alosztályokat hőmérsékletük, illetve egyes spektrumvonalak megléte és erőssége alapján. Az A osztályba tartozó objektumok maximumban G és K színképosztályú, hűvösebb csillagok, amelyekben a fémek aránya arra mutat, hogy első populációs csillagok (a fémek előfordulása a Naphoz hasonló). A B és C osztályba tartozó példányok forróbb csillagok F színképtípussal. A B osztályú RV Taurik igen erős CH és CN vonalakat mutatnak, amelyek alacsonyabb fémtartalomra engednek következtetni ezeknél az első populációs csillagoknál. A C alosztály tagjai ellenben gyenge CH és CN vonalakat mutatnak, ezek második populációs, fémszegény csillagok. G. Wallerstein rámutat arra, hogy az A és B típusok sajátmozgási adatai szerint ezek az objektumok Tejútrendszerünk vastag korongjához tartozó populációhoz tartoznak. Ezek a csillagok viszonylag fémgazdag, de idős csillagok, melyek Tejútrendszerünk korongjában keletkeztek, majd galaktikus keringésük során vándoroltak el a fősíktól távolabbra. A második populációs, gömbhalmazokban található RV Tauri csillagok C típusúak. Amennyiben az A és B osztályú csillagok hasonló fémséget és tömeget mutatnak, mint saját Napunk, minden bizonnyal kissé idősebbek nála. A Naphoz hasonló csillagok fejlődését leíró modellek szerint körülbelül 10 milliárd évre van szüksége egy Nap tömegű csillagnak ahhoz, hogy elérje az aszimptotikus óriáságot. A második populációs RV Tauri csillagok valószínűleg kisebb tömegűek, mint Napunk. Egy pontosan egy naptömegű csillag alacsony fémtartalommal gyorsabban fej-

lődik, mint a hasonló tömegű, de fémgazdag példányok, így az egy naptömegű, második populációs csillagok, melyek régebben születtek a Galaxis történetében, már rég fehér törpékké fejlődtek.

Az RV Tauri fénygörbéje: szabályosság és összetettség (és káosz?)

Mellélt ábránk az RV Tauri JD 2 440 000 óta eltelt időszakra vonatkozó fénygörbéjét mutatja. Bár felismerhető egy valamennyire állandó pulzáció a teljes fénygörbére nézve, nem mondható szabályosnak. Ennél sokkal több minden történik. A két megfigyelhető jelenség a periódus hosszának (két minimum közötti idő) felénél (39,25 nap) fellépő gyors pulzációs változás, illetve a teljes 78,5 napos periódus. Nyilvánvaló, hogy ez a változás nem igazán szabályos. Egyrészt a minimumok mélysége nem egyenletes az egyes periódusokban, amely a pulzáció instabilitását, vagy egy, másodlagos pulzáció meglétét jelzi. Másrészt leolvasható, hogy a csillag RVb osztályú változó, amely a maximum fényességében is hosszú, 1100 nap körüli periódusú változást mutat

Mivel az RV Tauri és az RV Tau csillagok nem szigorúan szabályosak, a szabályosan változó cefeidák, RR Lyrae, □ Scuti és mira típusú csillagok statisztikai elemzésénél lényegesen nehezebb feladat tanulmányozásuk. John Percy és számos tanítványa vizsgálta például az AAVSO adatbázisában fellelhető RV Taurik adatait statisztikai korrelációs módszerekkel. Eredményeik szerint az RV Tau fénygörbéjét nem lehet egyetlen rezgési állapottal és annak változásaival magyarázni, a csillag pulzációja mindenképpen összetettebb. Ennek azonban pontos magyarázata meglehetősen bizonytalan. A szakirodalomban két, egymást nem okvetlenül kizáró magyarázat létezik: (a) a csillagban többszörös pulzációk zajlanak le, mint például maga az alapmódus és az első felhang, ahogyan az igen sok kétmódusú cefeida-változónál, □ Scuti, illetve RRd csillagnál is megfigyelhető. Másrészt, (b) nemlineáris, kaotikus jelenség-

gek is közrejárásnak. 1996-ban R. Buchler, Kolláth Zoltán, T. Serre és Janet Mattei (az AAVSO előző igazgatója) publikálták az R Sct részletes analizisét, amellyel arra mutatnak rá, hogy az R Scuti viselkedését a determinisztikus káosz megjelenése magyarázza – a változásokban nem ismerhető fel szabályszerűség, de a változásokat egy determinisztikus rendszer szabályozza. Tanulmányukban a fenti két elméletet ötvözték, rámutatva, hogy a rendszer viselkedését valószínűleg mindössze két parameter határozza meg – a csillag két pulzációs módusának periódusa, miközben az R Scuti észlelhető fénygörbéjét a két módus szoros kölcsönhatása teszi bonyolulttá. Az RV Tau kapcsán mindeddig nincsenek hasonlóan részletes tanulmányok, ám az R Sct esete valószínűsíti, hogy hasonló lehet a helyzet.

Az RV Tauri megfigyelése

Bár a csillag a róla elnevezett osztály névadója, nem ez a legfényesebb RV Tauri változó. Még csak nem is a legjobban észlelt: mind az R Sct, mind az U Mon esetében hosszabb és több adatpontot tartalmazó fénygörbe található. Az RV Tau észlelését tovább nehezíti a Nap közelségéből adódó adathiány, amelynek részben az is az oka, hogy halványabb, mint az említett két csillag. Mindazonáltal az AAVSO észlelői az 1940-es évek óta figyelemmel kísérik, egyes adatok pedig egészen nem sokkal a felfedezését követő időkhöz, a huszadik század elejéig nyúlnak vissza.

Az RV Tauri elhelyezkedése az égbolton tökéletes az északi félgömb észlelői számára a téli hónapok alatt. 2000-es koordinátái: RA=04^h47^m06,7^s, D= +26°10'46" (J2000). A déli féltéke észlelői számára kissé túl északon van, de +26 fokos deklinációjával igen sok észlelő számára elérhető. Bár a fénygörbe éves szakadásai igen kicsik, a fénygörbe-űrök minimalizálásához egészen az év közepéig, már szürkületben végzett megfigyelésekkel is hozzájárulhatunk. Az RV Tauri észleléséhez igen sokfajta térkép elérhető. A változócsillag vörös árnyalatú,

minimumában pedig akár az M2 színképosztályt is elérheti, ami meglehetősen vörös szintet jelent. Fényessége 9,5 és 13,5 magnitúdó között változik, ami a legtöbb vizuális észlelő számára megfelelő a teljes fényváltozási tartományban.

*Variable Star of the Season, January 2009: RV Tauri (M. Templeton, AAVSO)
Ford.: Molnár Péter*

A változócsillag-típussal foglalkozó korábbi cikkek a Meteorban:

Zsoldos Endre: RV Tauri változócsillagok. Meteor 22. 1992. 1. sz. pp. 24–28.

Zsoldos Endre: Az RV Tauri változó periódusváltozásai. Meteor 26. 1996. 2. sz. pp. 40–44.



Makszutov.hu
Távcső- és mikroszkóp bolt
1096 Budapest, Thaly Kálmán u. 34.
Nyitva: H-P 11:00-17:00
www.makszutov.hu Tel: 20/5-981-941

Autoguider csomag



98 000 Ft

A csomag tartalma:

- ALCCD5 Guider kamera (1280x1024 pixel)
- 70/500 vezetőtávcső
- vezetőtávcső-gyűrűk extra aluicsavarral

CELESTRON
MEADE
Sky-Watcher
TELEVIEW