



Változócsillagok

Változócsillag-észlelés: mit, hogyan, miért? I.

Utoljára 1991-ben jelent meg a Meteorban kezdők számára útmutató a változós rejtelméről, így az eltelt hat év indokoltá teszi, hogy az azóta „felőtt” amatőrök számára is elérhető legyen egy rövid bevezetés a témába. A készülő kézikönyv remélhetőleg sokak számára elérhetővé teszi a szükséges információkat, de addig is a következők néhány Meteorban áttekintjük a változós legfontosabb alapfogalmait, a Magyarországon hagyományosan észlelt csillagok főbb jellemzőit, az észlelések mikéntjét, stb. Emellett szeretnénk elhelyezni a változósást az amatőr- és profi csillagászat közötti határterületre, amelyet ezen észlelési ág fontos tudományos vonatkozásai tesznek lehetővé.

Cikkünkben az MCSE Változócsillag Szakcsoportja észlelési programját tekintjük át, illetve rövid magyarázatot fűzünk a megfigyelt változócsillag típusokhoz.

Hagyományos értelemben változócsillagnak azokat a csillagokat tekintjük, melyek megfigyelhető fizikai paramétereik közül a fényességüket változtatják, alapvetően emberi léptékű időskálán. Az első megszorításra (a fényesség változása) egyrészt történelmi okok adnak magyarázatot — hiszen sokáig csak a fényesség volt az egyetlen megfigyelhető jellemző —, másrészt az, hogy az amatőrök még ma is lényegében csak ezt tudják észlelni. Az emberi léptékű időskála kihangsúlyozására azért van szükség, mert fejlődése során minden csillag változtatja kisugárzott fényteljesítményét — adott esetben évmilliók, évmilliárdok alatt.

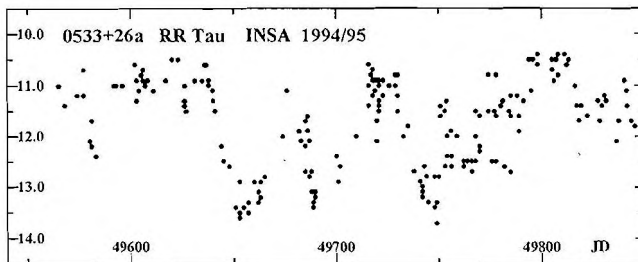
A megfigyelési technikák fejlődésével egyre kisebb fényváltozások váltak kimutathatóvá. Míg az emberi szem néhány tizedmagnitúdós érzékenysége erősen korlátozza az új változók felfedezésének esélyét, addig ma a legjobb asztroklimájú és jól felszerelt obszervatóriumok az ezredmagnitúdós tartományt is ellenőrizni tudják.

A vizuális fényességbecslés viszonylag kis pontossága miatt szakcsoportunk észlelési programjának egyik kritériuma a legalább egy magnitúdónyi változás. Másik szempont pedig, hogy észleléseink kiegészítő jellegűek legyenek a profi csillagászok méréseihez. Ez utóbbi szempont megértéséhez tudni kell azt, hogy a szakcsillagászok hosszútávú megfigyelési programokat (több hónap, vagy év, esetleg évtized) csak a legkritikább esetben választanak kutatásaik céljául. Általában néhány éjszakányi távcsőidő áll rendelkezésükre, így egy több hónapos változásokat mutató csillag gyakorlatilag teljesen kivülesik a profik lehetőségein. Pl. a 200–300 napos periódusú változókról az amatőrök fénybecslései szolgáltatják az egyetlen információforrást! Programcsillagaink egy része teljesen előrejelezhetetlen változású, azaz minden éjszakáról szükség van fényességbecslésre. Márpedig a jól szervezett és lelkes amatőrök képesek csak „biztosítani” azt, hogy valakinél valahol mindig legyen derült ég és szülessen is megfigyelés.

A fentieket szem előtt tartva alakult ki az elmúlt húsz évben a magyar amatőrök által hagyományosan észlelt változócsillagok köre. Az alábbiakban röviden áttekintjük ezeket (sokkal részletesebb forrást nyújt egyrészt W.A. Cooper és E.N. Walker *Csillagok távcsővégen* c. könyve, ill. a *Változócsillag katalógus* II. kiadása; mindkettő megrendelhető az MCSE-től. A Csillagok távcsővégen könnyen érthető stílusban ismerteti a változások fizikai magyarázatát is, így itt — főleg terjedelmi okok miatt — csak nagyon érintőlegesen foglalkozunk a fényváltozások pontos okaival).

1. Eruptív változók

Ezek olyan változók, amelyeknél a csillagok kromoszférájában és koronájában lejátszódó heves folyamatok és flerek okozzák a fényváltozást. A változások általában együtt járnak héjledobással, a csillagot körülvevő interstelláris anyaggal való kölcsönhatással. Ide tartoznak pl. az Orion-változók (jelölésük: IN), gyors irreguláris változók (IS), R Coronae Borealis típusú változók (RCB, l. Meteor 1996/12, 45. o.) és még néhány egyéb, amatőr szempontból kevésbé jelentős változócsillag típus. Előrejelezhetetlen, gyakran nagyon gyors változások jellemzik őket, amelyeket nagyon különböző fizikai hatások okoznak. Mindennapos észlelésük hálás és izgalmas feladat, amít jól mutat az RR Tau magyar adatok alapján megrajzolt fénygörbéje. Szédítő ugrások, akár egyik napról a másikra!



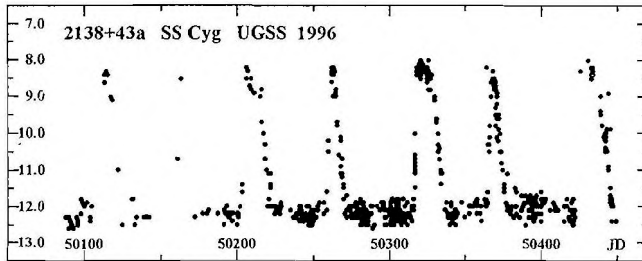
2. Katakлизмikus változók (explozív és nóvaszerű változók)

Olyan kitöréseket mutató csillagok tartoznak ide, melyeknél a felszín közelében (nóvák) vagy a csillag belsejében (szupernóvák) lejátszódó termonukleáris folyamatok okozzák a változásokat. A nóvaszerű változóknál szintén kitörések figyelhetők meg, csak ott a kitörés energiája gyorsan eloszlik a környezetben (törpe nóvák), vagy pedig spektrális jellemzőik hasonlítanak az explozív változók minimumbeli jellemzőihez.

Az explozív és nóvaszerű változók többsége szoros kettős rendszer, melyek komponensei erősen befolyásolják a másik csillag fejlődését. A forró törpe komponens körül gyakran akkréciós korong figyelhető meg, amely a másik csillag elvesztett anyagából alakult ki.

Ebbe a csoportba tartoznak a nóvák (N), nóvaszerű változók (NL), visszatérő nóvák (NR), szupernóvák (SN), törpe nóvák (UG) és szimbiotikus változók (ZAND). A nóvák szoros kettősök, amelyek néhány nap alatt 7–19 magnitúdót is felfényesedhetnek, majd fokozatosan visszahalványodnak eredeti állapotukba. A szupernóvák

akár 20 magnitúdónyit is kifényesedhetnek, a csillag szerkezete pedig a kitörés következtében teljesen megváltozik, akár meg is semmisülhet. A törpe nívók az akkréciós korong instabilitásainak köszönhetően viszonylag gyakran (néhány naptól néhány ezer napig) mutatnak néhány magnitúdós felfényesedéseket (l. Meteor 1996/4, 29. o.), míg a szimbiotikus változók szabálytalan változásokat mutatnak lényegében az összes időskálán (másodpercestől az évtizedesig). „Kedvcsináló” gyanánt az SS Cyg 1996-os fénygörbéjét mutatjuk be szakcsoportunk adatai alapján.



3. Pulzáló változók

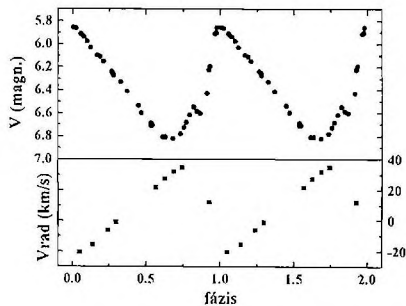
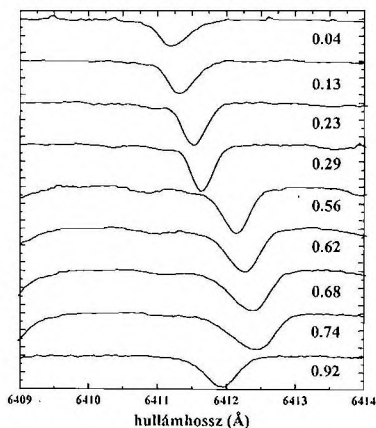
A pulzáló változók azok a csillagot, amelyek felszíni rétege periodikusan kitágul és összehúzódik. A pulzáció lehet radiális (sugárirányú) és nemradiális. Ez utóbbi esetben a csillag alakja periodikusan eltér a gömbtől, a felszín különböző zónái akár elmentéses pulzációs fázisban is lehetnek.

Mivel a szerzőnek már gyakran feltették a kérdést a pulzáló változókkal kapcsolatban, hogy honnan ismerjük a fényváltozást előidéző mechanizmust, indokoltnak tűnik egy kis kitérőt tenni a rendelkezésre álló megfigyelési háttér irányába.

A nagyfelbontású spektroszkópia hadrendbe állításáig nagyon népszerű volt a szabályos fényváltozású pulzáló változók kettőscsillag-elmélete, miszerint nagyon speciális geometriájú fedési kettősök lennének, azaz a feltételezett két csillag kölcsönös fedései okoznák a megfigyelt változásokat. Századunk első felében sikerült azonban kimutatni a csillagok színképében levő sötét vonalak periodikus hullámhossz-változásait. Az elnyelési vonalak a csillagok légkörében jönnek létre; a pulzáció során ez a légkör táguláskor közeledik felénk, az összehúzódás alatt pedig távolodik tőlünk, azaz, a Doppler-effektusnak köszönhetően más hullámhossznál fogjuk detektálni ugyanazt a spektrumvonalat (közismert, hogy a Doppler-hatás révén halljuk magasabbnak a közeledő, mélyebbnek a távolodó mentőautó szirénáját). Természetesen a fedési kettősökben is fellép a pályamenti mozgás során a Doppler-hatás, csak éppen az esetek többségében a két csillag vonalai külön-külön is megfigyelhetők. Ennél sokkal fontosabb, hogy, mint az egyszerűen belátható, a fedési kettősökben a minimális (nulla) Doppler-eltolódásnál van a fényesség minimuma, maximális eltolódásnál pedig a fényesség maximuma, míg a pulzáló változóknál ez nem így van.

A fentieket az X Cyg 16 nap periódusú cefeida típusú változócsillaggal illusztráljuk. A mellékelt spektrum-sorozat a vas 6411,66 Å hullámhosszú vonalának a pulzáció során végbemenő változásait mutatja. Az egyedi spektrumok alatt a hozzájuk tartozó fázisok értékeit tüntettük fel. Jól látszik, hogy a különböző okok miatt meglehe-

tősen kiszélesedett spektrumvonal igen széles hullámhossz-határok között mozog. A $\Delta\lambda/\lambda = V_{rad}/c$ (V_{rad} a látóirányú sebesség, c a fénysebesség, $\Delta\lambda$ a vonal hullámhosszbeli eltolódása, λ pedig a spektrumvonal laboratóriumi hullámhossza) összefüggésből meghatározható a radiális sebesség, amely a bemutatott fénygörbe alatt látható radiálissebesség-görbe tanúsága szerint közel 60 km/s amplitúdóval változik!



Ennyi kitérő után lássuk az amatőr szempontból érdekes változókat. Első helyen említendőek a mirák (M), amelyek fényváltozási amplitúdója 2,5–11 magnitúdó közé esik, 80 és 1000 nap közötti periódussal. Viszonylag szabályos fényváltozású vörös óriások, periódusuk hossza miatt tipikus amatőr-objektumok. A Meteorban is gyakran találkozhattunk mira-fénygörbékkel, hiszen a vizuális fényességbecslés ezeknél a csillagoknál engedi meg a legnagyobb jel/zaj viszonyt. Mellettük még nagyon népszerűek a félszabályos változók (SR), melyek kisebb amplitúdóval és kevésbé szabályosan változtatják fényességüket. A szabálytalan változók (L) lassan, nem egyértelműen periodikusan változnak. Az egzotikus RV Tauri típusú változók (RV) viszonylag szabályosan pulzáló szuperóriások, jellegzetes fő- és mellékminimumokat mutató fénygörbével.

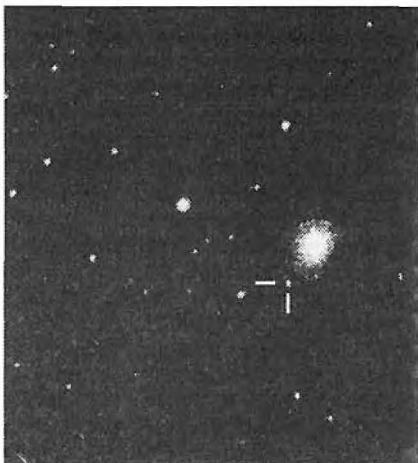
Mindaddig, amíg a vizuális fényességbecslés lesz az egyeduralgó megfigyelési módszer a magyar amatőrök között, addig a kisebb amplitúdójú pulzálók, fedési kettősök kívül esnek a hatókörünkön. A cikk következő részében a meghonosodott techniká(ka)t, az észlelések nyilvántartását és az egyéb megfigyelési követelményeket tekintjük át.

KISS LÁSZLÓ

Változós hírek

SN 1997bq

Stephen Laurie (Church Stretton, Shropshire, Nagy-Britannia) fedezte fel az NGC 3147-ben április 7,95 UT-kor készített CCD felvételén (az alkalmazott távcső egy 25 cm-es reflektor volt). A felfedezéskor 16^m1-nak becsült szupernóva 2000-es koordinátái: RA = 10^h17^m04^s,0, D = +73°23'03", a galaxis magjától 1'-re DK-re van egy



halvány spirálkarban. Egy 18 magnitúdós csillag található alig néhány ívmásodpercre a szupernóvától. Február 27-én és március 24-én még semmi nem látszott az SN helyén. A Multiple Mirror Telescope-pal (MMT) felvett spektrum alapján Ia-típusú szupernóva, kevéssel a maximuma előtt felfedezve. S. Pesci (Olaszország) máj. 2,8 UT-kor 15,1-nek becsülte vizuálisan, míg Sármezczy K. és Kiss L. CCD felvételei alapján máj. 2,93 UT-kor 15^m,0 adódott az SN fényességére. Az itt látható kép szegedi CCD felvételekből lett összerakva (C-11 + szűrő nélküli ST-6-os CCD, 80 mp. expozíció). A szupernóvát a Kés rövid szakasz jelzi. (IAUC 6616, 6646 — Ksl)

AFOEV 1996

Áprilisban kaptuk meg francia testvérszervezetünk, az Association Française des Observateurs d'Etoiles Variables (AFOEV) 79-es számú bulletinjét, amelyben a társaság 1996-os észlelési eredményeit közlik. A nagy hagyományú francia változós szervezet tavaly összesen 19 országból 234 észlelő 130 ezer megfigyelését gyűjtötte össze. Magyarország minden tekintetben előkelő helyezést ért el, ui. 80 megfigyelő 19 452 észlelése jutott el Strassbourgba, az AFOEV központjába. Ez az észlelők számában első helyezést jelent (Németország és Franciaország 37-37, Ukrajna pedig 26 amatőrt tudott felmutatni), az észlelések vonatkozásában pedig másodikat (német amatőrök 23 345, a belgák pedig 16 588 adatot továbbítottak).

Láthatóan jelentősen különböznek az észlelési szokások, hiszen a németek kb. kétszer „hatékonyabban” változóztak tavaly, mint a magyarok. Szakcsoportunk egyik feladata éppen az, hogy a szükséges biztatás mellett további növekedést mutathassunk fel, amit tavaly pl. az igen rossz időjárás nagyon megnehezített.

Még néhány jellemző szám: az AFOEV legaktívabb észlelője az angol Gary Poyner lett, aki egy év alatt 12 672 észlelést végzett. Szentaskó László a hatodik helyet „észlelte össze” a tavalyi év alatt kijutatott 4174 becsülésével. Az AFOEV Interneten is elérhető adatbankja (<ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/aftev>) a tavalyi adatokkal kiegészítve immáron 1 596 905 egyedi adatot tartalmaz 1921-től kezdődően.

Terveink szerint megfigyeléseinket a továbbiakban is kiküldjük az AFOEV-nek és az AAVSO-nak. Mindkét szervezet visszajelzett, hogy nincs szükség az egyedi adatkijelzésre, így észlelőinktől „csak” a határidők pontos betartását kérjük. (Ksl)

Változócsillag Atlasz

Jelenleg a következő VA füzetek állnak rendelkezésre: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13. Az A/5-ös térképfüzetek ára darabonként 100 Ft. A VA-k a rovatvezetőtől rendelhetők meg, rózsaszín postautalványon történő befizetéssel (Kiss László, 6701 Szeged, Pf. 596).