



# Változócsillagok

## TX Draconis 1900–1994

A gyanútlan olvasó meglepetten kérdezheti: hát már 1900-ban is létezett az MCSE? Természetesen nem, a korai észleléseket külföldi adatbázisokból vettük, így alaposabban tanulmányozható a TX Draconis SRb típusú változócsillag fényváltozása mint ha csak magyar adatokat használnánk. Másrészt a változócsillag-megfigyelők számára is lényeges lehet, hogy észleléseik, több ezer korábbi megfigyeléssel együtt, nagyon fontos következtetések levonását teszik lehetővé.

A vörös óriás változócsillagok kutatása — az infravörös tartománybeli megfigyelési módszerek térhódításának köszönhetően — napjainkra az asztrofizika igen dinamikus fejlődő területévé vált. A különböző típusú vörös változók közötti eltérések kimutatásához nagyon jól használhatók a közeli infravörös tartományban végzett megfigyelések. A mire csillagokra vonatkozó legújabb eredményeket hamarosan egy összefoglaló cikk keretében ismertetjük a Meteor olvasóival, most pedig megragadjuk az alkalmat, hogy a félszabályos csillagokra vonatkozó legfrissebb eredményeket bemutathassuk.

Úgy tűnik, hogy a GCVS-beli, a fénygörbe alapján történő besorolás többé-kevésbé a csillagok fizikai paraméterei alapján is jogosnak tűnik. Kerschbaum és Hron osztrák csillagászok kimutatták, hogy az SRa típusú csillagok infravörös jellemzőik alapján is egy átmeneti csoportot képeznek a mire és a félszabályos csillagok között. Az SRb típusú változók azonban nem alkotnak homogén csoportosulást, ún. „kék” és egy „vörös” csoportra választhatók szét. A „kék” csoportba a rövidebb periódusú csillagok tartoznak ( $P < 150$  nap), és ezeknek a csillagoknak a tömegvesztése nem jelentős. Ezzel szemben az úgynevezett „vörös” csoportba tartozó hosszabb periódusú változók ( $P > 150$  nap) kiterjedt cirkumsztelláris burokkal rendelkeznek (emiat infravörösben intenzívebben sugároznak), és tömegvesztésük nagyságrendileg megegyezik a mirák tömegvesztésével (átlagosan néhányszor  $10^{-7} M_{\odot}$  évente). Erdemes megemlíteni, hogy ez a tömegvesztés kisebb, mint amit korábban feltételeztek. Mivel a fehér törpecsillagok általában  $0,6 M_{\odot}$  körüliek, így egy átlagos, naptömegű csillagnak kb.  $0,4 M_{\odot}$  tömeget kellene veszítenie a vörös óriás fázisban. A megfigyelések szerint azonban csak  $0,1 M_{\odot}$  a tömegvesztés. Ez arra utal, hogy a fejlődés végső fázisában jelentős tömegtől kell még a csillagnak megszabadulni. Szintén az infravörös, illetve a rádiócsillagászati kutatások révén sikerült felfedezni az OH/IR csillagokat, amelyek tömegvesztése 1000-szerese a „normális” vörös változókéinak. Jelenleg úgy tűnik, ezek a csillagok jelentik a végső fázist a vörös óriáscsillagok evolúciójában.

A fenti séma alapján arra is gondolhatnánk, hogy a különböző típusok egy adott csillag különböző fejlődési állapotait adják meg, a helyzet a valóságban azonban valószínűleg nem ilyen egyszerű. Statisztikai vizsgálatok arra utalnak, hogy a 100 és 150 nap közé eső periódusú félszabályos csillagok ugyanahhoz a populációhoz tar-

toznak, mint a 300 és 400 nap közötti periódusú mira csillagok. Ha ez valóban így van, akkor a különbség a félszabályos és mira csillagok között a pulzáció módusában van. Nevezetesen a mirák alapl módusban, vagy első felharmonikusban pulzálnak, míg a félszabályos csillagokban a magasabb módusok gerjesztődnek. Bár ez az elmélet a megfigyelések oldaláról meglehetősen gyengén bizonyított, elvetni ezt az elképzelést sem lehet.

Ennyi kitekintés után térjünk vissza eredeti témánkhoz, és nézzük meg, hogy a TX Dra fénygörbéjének analízise segíthet-e a fent vázolt problémák jobb megértésében! A TX Dra fényváltozását Mrs. Annie J. Cannon fedezte fel a Harvard Obszervatóriumban, 1910-ben. Az első periódusmeghatározást Kanda végezte, aki 1928-ban 76,57 napos periódust közölt a csillagról. Később Sergei Gaposchkin is megerősítette ezt az értéket és megjegyezte, hogy a TX Dra átlagfényessége is változik kb. 650 napos periódussal. A TX Dra 1974–1985 közötti magyar megfigyeléseinek eredményeit Kovács István ismertette a Meteor 1986/5-ös számában, majd egy előzetes feldolgozás készült (Szatmáry–Bakondi–Kovács) az 1987/3-as számban.

### A csillag fontosabb adatai:

163360 TX Dra (SRb) HD 150077, SAO 17155  
RA= 16<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, D= +60°28' (2000), Spektrum: M4e-M5 III

### Megfigyelések

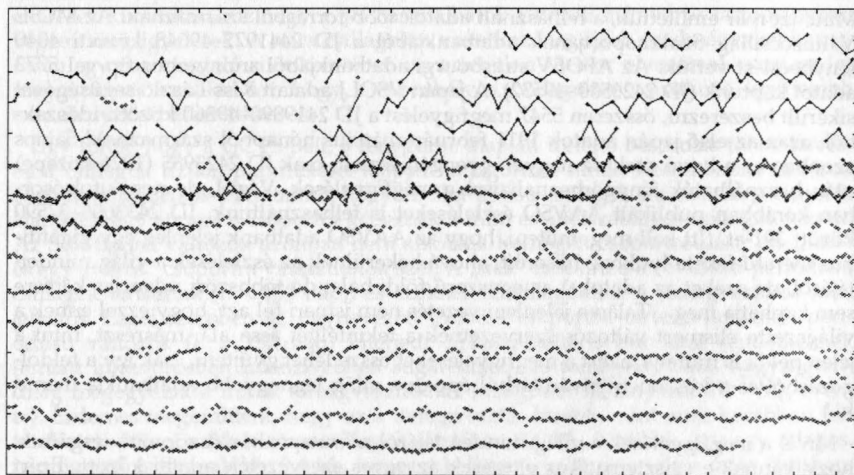
Mint azt már említettük, a felhasznált adatok több forrásból származnak. Az MCSE Változócsillag Szakcsoportjának adatbankjából a JD 2441972–49648 közötti 4040 fénybecslést vettük. Az AFOEV strasbourgi adatbankjából anonymous ftp-vel 5773 adatot kaptunk (JD 2426580–49532). A japán VSOLJ adatait Kiss László segítségével sikerült beszerezni, összesen 5547 megfigyelést a JD 2419090–49360 közötti időszakból, azaz az első japán adatok 1911 február–március hónapból származnak! Sajnos azonban ez a korai szakasz nagyon gyengén észlelt, csak JD 2423985 (1924 közepe) után használhatók fénygörbeanalízisre a megfigyelések. Végül, de nem utolsósorban korábban publikált AAVSO észleléseket is felhasználtunk, JD 2433606–37590 között 391-et. (Itt kell megemlíteni, hogy az AAVSO adatbank jelenleg egy gigantikus méretű fekete lyukhoz hasonlít, ahová bekerülnek az észlelések a világ minden tájáról, de ezeket az adatokat az egyszerű földi halandó többszöri udvarias kérésre sem kaphatja meg... Talán a jelenlegi vezetés nem ismeri fel azt, hogy ezzel ennek a világszerte elismert változós szervezetnek a tekintélyét ássa alá, másrészt, mint a jelen példa is mutatja, azért a megfigyeléseket össze lehet gyűjteni, csak így a feldolgozásból és a köszönetnyilvánításból éppen a világ legnagyobb adatbankja marad ki.)

Mivel a megfigyelések a világ minden tájáról származnak, először azt vizsgáltuk, hogy vannak-e szisztematikus eltérések az egyes szervezetek adatai között. Ezért minden adatsort külön-külön átlagoltunk, majd egyetlen ábrán ábrázoltunk. Általánosan megállapítható, hogy jelentős szisztematikus hiba nincs az egyes adatsorok között, ami megerősíti azt, hogy a vizuális megfigyelések igenis alkalmazhatók a fénygörbe periodicitásainak vizsgálatára. Sajnos a JD 2436000–37000 közötti AAVSO és a VSOLJ értékek között jelentős az eltérés, van ahol ellentétes fázisban halad a két fénygörbe... Mivel az amerikai adatok 6–10 napos átlagok (vagyis az eredeti észlelések nincsenek meg), így nehéz eldönteni a mutatkozó eltérések okait. Másutt viszont szépen együtt haladnak a különböző helyről származó megfigyelések.

A különböző források alapján szerkesztett fénygörbe az **1. ábrán** látható. A fénygörbe elején (JD 2415010–29770) szaggatott vonallal összekötött pontok Sergei Gaposchkin fotografikus megfigyelései alapján számolt maximum- ill. minimum időpontok. A közös részeken láthatóan jól illeszkednek a fotografikus és vizuális megfigyelések (a fotografikus átlag  $9^m,2$ , a vizuális  $7^m,6$ , ezeket minden adatból levontuk).

### Periódusok meghatározása

A teljes fénygörbe alapján számolt amplitúdóspektrum a **2. ábrán** látható. Érdeemes megfigyelni, hogy három periódus tűnik számottevőnek a vizsgált időszakban. Ugyanilyen hármas szerkezetet mutat a fotografikus adatokból számolt amplitúdóspektrum is. Mivel azonban a Fourier-módszer nem tud számot adni a periódus és az amplitúdó változásairól, ezért hat darabra vágtuk fel a fénygörbét és az egyes részeket külön-külön analizáltuk. Az egyes darabokat függőleges vonalakkal választottuk el egymástól a fénygörbén. A hat rész-szegmens amplitúdóspektruma a **3. ábrán** látható. Az adatszegmenseket úgy igyekeztünk megválasztani, hogy a különböző jellegű szakaszokat egymástól elválasszuk. Mivel az egyes adatsorok hossza nem egyforma, ezért a csúcsok alakja változó a spektrumokban; a rövidebb adatsorokhoz szélesebb csúcsok tartoznak. Az egyes spektrumok alapján az alábbi megállapítások vonhatók le.



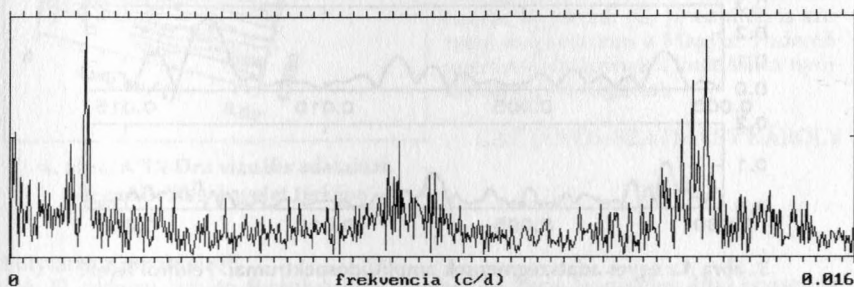
**1. ábra** A TX Dra fénygörbéje JD 2413600–50000 között. A függőleges tengelyen a beosztások távolsága  $2^m$ . Egy szegmens 2600 nap hosszú

Az átlagfényesség kb. 700 napos periódussal történő változása végig kimutatható. Ez rendkívül fontos eredmény, mivel sok félszabályos csillagnál találtak ilyen jellegű változást. Több kutató azonban kétségbe vonja, hogy az ilyen átlagfényességváltozás periodikus jellegű lenne. Sok esetben valószínűleg nem is az, de a TX Dra egy fontos kivétel. Meg kell jegyezni, hogy a széncsillagok esetében gyakoribb

az ilyen átlagfényesség változás, a V Hya esetében pl. 18 éves periódussal és mintegy 3 magnitúdós amplitúdóval változik a csillag átlagfényessége, emellett a pulzációs periódus (530 nap) 1 magnitúdós amplitúdója szinte eltörpül... T. Lloyd Evans dél-afrikai csillagász legújabb kutatásai szerint az ilyen hosszú időskálán lejátszódó fényesség-ingadozás a csillag tömegvesztésével kapcsolatos.

A két rövidebb periódus (136 és 76 nap) értéke és amplitúdója igen erőteljes változásokat mutat. Mint az jól megfigyelhető, különösen a rövidebb, 76 nap körüli periódus amplitúdója változik, a csúcs magassága időnként megegyezik a 136 napos periódusúéval, néha azonban kétszer-háromszor nagyobb. A fénygörbe alapján is elmondható, hogy a rövid periódus időnként meghatározó szerepet játszik a fénygörbe jellegének alakításában, máskor viszont szinte kimutathatatlan. Emellett esetenként hosszabb-rövidebb ideig tartó fényállandósulások is bekövetkeznek. Ezek természetéről ma még sajnos nem sokat tudunk.

A különféle ciklusok időnkénti megjelenése-eltűnése legjobban a wavellet (frekvencia-idő-amplitúdó) térképen látható, a **4. ábrán**. Az adatsor elején és az üröknél (főleg a JD 2438530–39200 közötti időszakban) a térképen az adatok hiánya miatt csökken le teljesen az amplitúdó.

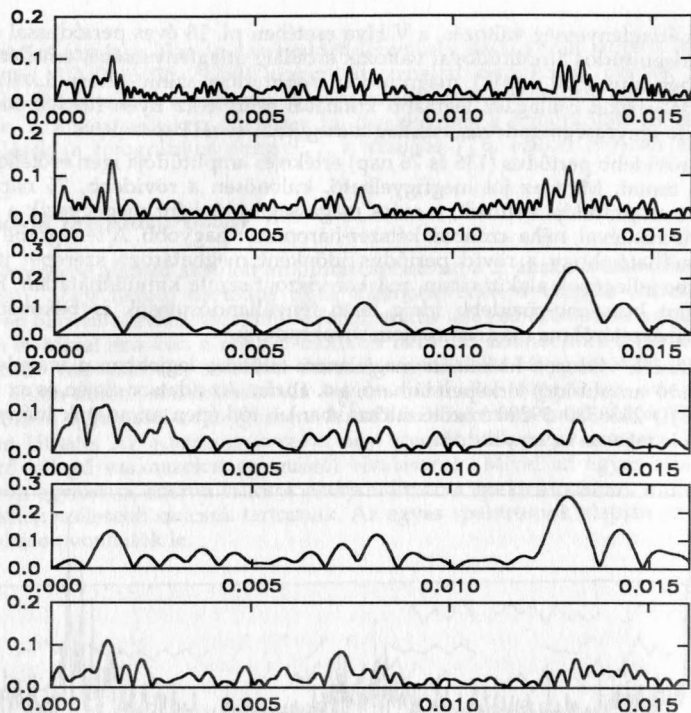


2. ábra. A TX Dra vizuális adatsorának amplitúdóspektruma. A függőleges tengelyen a skála A = 0–0,1 magnitúdó

### **Fizikai paraméterek meghatározása**

A fenti eredmények alapján a következőkben összegezhetjük a TX Dra jellemzőit:

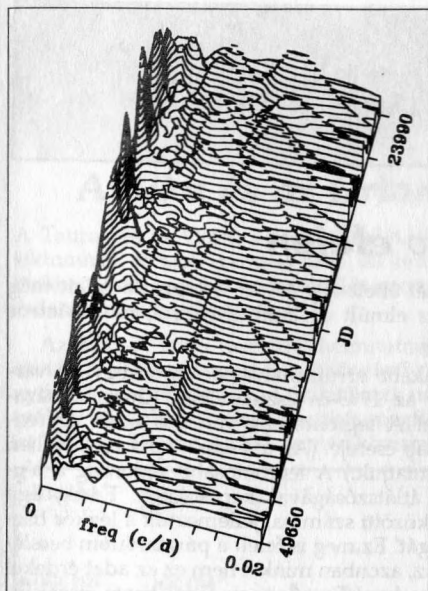
- Az átlagfényesség ingadozása nem ritka jelenség a félszabályos változócsillagok körében, különösen a széncsillagok (C-típus) esetében gyakori, azonban nagyon ritka az olyan csillag, ahol a TX Dra-hoz hasonlóan az átlagfényesség eléggé szabályosan változik.
- Vörös változócsillagokra készített pulzációs modellek alapján a két rövidebb periódus pulzációs eredete nagyon valószínű. A két periódus arányának ismeretében lehetőségünk van a csillag rezgési módusainak meghatározására. Ezek szerint a 136 napos periódus az alpmódusnak, a 76 napos pedig az első felharmonikusnak felel meg. Ez szintén nagyon fontos eredmény. Az irodalomban ugyanis régóta heves vita dúl azon, hogy a pulzáló vörös csillagok melyik módus(ok)ban pulzálnak. Mira csillagok esetében, ahol a fényváltozás monoperiodikus, igen nehéz a módus azonosítása, így csak nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre. A megfigyelésekből mind az alpmódus, mind az első felharmonikus valószínűnek tűnik. A



3. ábra Az egyes adatszegmensek amplitúdóspektrumai. Felülről lefelé haladva: JD 24970–31960; 32210–38530; 39970–41500; 41510–44490; 44500–45990; 46000–49440

félszabályos csillagok vizsgálata azért fontos, mert ha két vagy több periódust sikerül kimutatni, a periódusok aránya segíthet a módusazonosításban.

● A rövid periódus amplitúdójának változása az úgynevezett módusváltással magyarázható, azaz elképzelhető, hogy a pulzáció energiája oszcillál az egyes módusok között. Meg kell azonban jegyezni, hogy a jelenségre más magyarázat is elképzelhető. Mivel a félszabályos csillagok igen kiterjedt, és kis tömegű légkörral rendelkeznek, illetve felszíni gravitációjuk kicsi, ezért a mélyebb rétegekből a felszín felé haladó lökeshullámok és a konvekció „elronthatja” a rezgés szabályosságát. Hasonló jellegű fényváltozást talált R.R. Cadmus az RV And, U Boo és az S Aql esetében, azonban itt a módusváltás során a rövidebb periódus amplitúdója sokkal kisebb volt mint a hosszabb periódusé. A mi esetünkben éppen fordított a helyzet: amikor a rövidebb periódus a meghatározó, akkor tűnik a legnagyobbak a fényváltozás amplitúdója. Mindez arra utal, hogy ezekről a kérdésekről ma még nagyon kevés információ áll rendelkezésre, emiatt fontos a félszabályos csillagok rendszeres megfigyelése!



4. ábra. A TX Dra vizuális adatainak perspektivikus wavelet térképe

● A pulzációs modellekből a csillag fizikai paramétereire a következő értékeket kaptuk:  $P_0 = 136 \pm 4$ ;  $P_1 = 76 \pm 2$ ;  $T = 3000 \pm 200$  K;  $M = 1,5 \pm 0,6 M_\odot$ ;  $R = 180 \pm 30 R_\odot$ ;  $L = 2300 \pm 600 L_\odot$ ;  $d = 530 \pm 140$  pc (a Sky Catalogue szerint a csillag távolsága csak 48 pc!)

Végezetül szeretnénk megköszönni a magyar és a külföldi megfigyelők munkáját, abban reménykedve, hogy a jövőben is hasonlóan jó minőségű megfigyeléseket végeznek erről az érdekes csillagról. Külön köszönettel tartozunk az AFOEV és a VSOLJ vezetőinek, akik adataikat hozzáférhetővé tették számunkra. A magyar adatok naprakész összegyűjtését Kiss Lászlónak köszönhetjük. Egyikünk (G. J.) ez úton is szeretné megköszönni a Magyar Tudományért Alapítványnak a kutatáshoz nyújtott anyagi támogatást.

GÁL JÁNOS-SZATMÁRY KÁROLY

#### Folytatás a 33. oldalról!

A 33. oldalon látható ábránk a Bob Linsford és Peter Jenniskens által november 17-én 12,6–13,9 UT között végzett ZHR-becsléseket mutatja, melyek a rossz észlelési körülmények folytán csupán hozzávetőlegesek. Ezek alapján november 18-án 14 óra UT-ra ( $235,4^\circ$  SL, 1950,0) tehető a maximum, nagyjából 70-es ZHR-rel, ami 2–3-szorosra a szokásos értéknek. A személyes vélemények közül egyedül David Swannét idéznénk, aki sok éves amatőrvétekenységet tudhat maga mögött, és már 17–18 alka-lommal észlelte a Leonidákat. Eszerint 1968 óta (két évvel az előző maximum után) a jelenlegi volt az áramlat legerősebb jelentkezése. A tetőzés időpontját rádiós megfigyelések is alátámaszthatják, néhány órányi emelkedést követően nagyjából 13:00–13:30 UT között következett be. Akadt olyan megfigyelő is, aki a rádiós jelentkezést egy átlagos Geminida- vagy Perseida-maximumhoz hasonlította, ami már jelent valamit! Biztosat egyelőre nem állíthatunk a kitörés mibenlétéről, reméljük azonban, hogy ez már a nagy 1999-es hullás előszele volt. (A WGN 1994. decemberi száma alapján — Kru)

### Konkoly Thege Miklós emlékezete

A Csillagásztörténeti Adatgyűjtő Csoport kiadványa Konkoly Thege Miklós, a modern magyar csillagászat úttörőjének, az ógyallai csillagvizsgáló alapítójának életútját, legfontosabb eredményeit mutatja be 32 oldalon, korabeli metszetekkel, fényképekkel illusztrálva. Megrendelhető az MCSE címén (1461 Budapest, Pf. 219) rózsaszín postautalványon. Ára 66 Ft, tagok számára 55 Ft.