4. FEJEZET – A VÁLTOZÓCSILLAGOKRÓL

A változócsillagok elnevezése

A változócsillag neve általában egy vagy két nagybetűből, vagy egy görög betűből áll, amelyhez a csillagkép hárombetűs rövidítése társul. Egyes csillagképek esetében (amelyekben a betűkből álló elnevezési rendszer már kimerült) előfordulnak olyan nevek is, mint pl. V746 Oph, vagy V1668 Cyg. Itt a V746 Oph név az Ophiucus csillagképben 746-dikként felfedezett változót jelöli.

A változók elnevezésének rendszeréről a jobb szélen levő szöveg tartalmaz részletes leírást.

Példák: SS Cyg
Z Cam
Alf Ori
V2134 Sgr

A 4.1 táblázatban megtalálhatjuk a csillagképek hivatalos neveinek rövidítéseit.

Néhány esetben a fenti rendszertől eltérő csillagnevekkel is találkozunk. Az újonnan felfedezett, valószínűsíthetően változó csillagok ideiglenes nevet kapnak addig, amíg a *General Catalogue of Variable Stars* (Változócsillagok Általános Katalógusa) szerkesztői nem adnak végleges nevet a csillagnak. Ilyen például az N Cyg 1998 – ez az 1998-ban, a Cygnus (Hattyú) csillagképben felfedezett nóva. Hasonló a helyzet, ha egy csillag valószínűsíthetően változócsillag. Ezen csillagok neve például NSV 251 vagy CSV 3335, ahol a nevek első része azonosítja az objektumot tartalmazó katalógust, második része pedig a katalógusban használt azonosító.

Az elmúlt években igen sok változócsillagot sikerült felfedezni automatizált fotometriai égboltfelmérések, más programok adatbázisainak elemzése vagy egyéb eljárások révén. Bár ezen új változók némelyike már bekerült a GCVS katalógusba, az újonnan felfedezett változókra a felfedező által adott vagy a felfedezést eredményező projektre utaló jelével is hivatkozhatunk. A különféle katalógusokról és jelölési rendszerükről a 4. függelékben olvashatunk.

Változócsillagok elnevezésének konvenciói

A változócsillagok elnevezésével a moszkvai Sternberg Csillagászati Intézetben dolgozó csoport foglalkozik. A neveket az adott csillagképen belüli felfedezések sorrendjében osztják ki. Az elnevezési rendszer történeti okok miatt kissé bonyolult. Amennyiben egy görög betűvel (Bayer-jelöléssel) ellátott csillagot változónak találnak, a csillagra eredeti nevével hivatkoznak. Egyébként egy csillagképben az elsőként felfedezett változócsillag az R jelet kapja, a következő az S-t, és így tovább egészen a Z-ig. Az ezt követően felfedezett csillag neve RR, azután RS, és így tovább RZ-ig; majd SS-től SZ-ig, TT-től TZ-ig, egészen az YY, YZ, ZZ jelekig. Ezután az elnevezési rendszer az abc elejéről ismét újraindul, kihagyva a J betűt: AA, AB ... AZ, BB, BC, ... BZ, egészen QZ-ig. Így összesen 334 változó elnevezésére van mód. Főleg a Tejútban elhelyezkedő csillagképekben azonban olyan sok változó lehet, hogy további csillagok elnevezésére már nem volt mód. A QZ után felfedezett változókat – elkerülve a rendszer további bonyolítását – sorra a V335, V336, és hasonló nevekkel látják el. Az így előállt megjelölést összekapcsoljuk a csillagkép latin nevének birtokos esetben álló alakjával, amelyek a 4.1 táblázatban láthatók.

A rendszer alapjait az 1800-as évek közepén dolgozta ki Friedrich Argelander. Két oka volt annak, hogy nagy R betűvel kezdte jelölni a változókat. Egyrészt a kisbetűk és a nagybetűs abc első része már foglalt volt más jellegű csillagok jelölésére, másfelől Argelander úgy vélte, hogy a csillagok fényváltozása viszonylag ritka jelenség, tehát nem valószínű kilencnél több változó felfedezése egy csillagképben (ma már tudjuk, ez nyilvánvalóan nem így van).

A GCVS katalógusa elérhető az Interneten: http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm

AUID

Az AAVSO Unique Identifier (AAVSO Egyedi Azonosító) egy 000-XXX-000 formában megjelenő katalógusszám, ahol a ‘0’ helyén számjegyek, az ‘X’-ek helyén pedig betűk szerepelhetnek. A rendszerben így összesen 17,5 milliárd csillag jelölésére van mód. Az AAVSO adatbázisában levő összes csillagot ellátták már AUID-számmal, az újonnan bekerülő csillagok is folyamatosan kapnak AUID jelölést.

4.1. Táblázat — *Csillagképek nevei és rövidítései*

Az alábbi lista az IAU által elfogadott csillagképeket tartalmazza. Minden csillagképnél megtalálható a latin név, a birtokos eset, illetve az elfogadott három betűs rövidítés.

Alanyeset	***Birtokos eset***	***Rövidítés***	***Alanyeset***	***Birtokos eset***	***Rövidítés***
Andromeda	Andromedae	And	Lacerta	Lacertae	Lac
Antlia	Antliae	Ant	Leo	Leonis	Leo
Apus	Apodis	Aps	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi
Aquarius	Aquarii	Aqr	Lepus	Leporis	Lep
Aquila	Aquilae	Aql	Libra	Librae	Lib
Ara	Arae	Ara	Lupus	Lupi	Lup
Aries	Arietis	Ari	Lynx	Lyncis	Lyn
Auriga	Aurigae	Aur	Lyra	Lyrae	Lyr
Bootes	Bootis	Boo	Mensa	Mensae	Men
Caelum	Caeli	Cae	Microscopium	Microscopii	Mic
Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Monoceros	Monocerotis	Mon
Cancer	Cancri	Cnc	Musca	Muscae	Mus
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Norma	Normae	Nor
Canis Major	Canis Majoris	CMa	Octans	Octantis	Oct
Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph
Capricornus	Capricorni	Cap	Orion	Orionis	Ori
Carina	Carinae	Car	Pavo	Pavonis	Pav
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Pegasus	Pegasi	Peg
Centaurus	Centauri	Cen	Perseus	Persei	Per
Cepheus	Cephei	Cep	Phoenix	Phoenicis	Phe
Cetus	Ceti	Cet	Pictor	Pictoris	Pic
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Pisces	Piscium	Psc
Circinus	Circini	Cir	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA
Columba	Columbae	Col	Puppis	Puppis	Pup
Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Pyxis	Pyxidis	Pyx
Corona Austrina	Coronae Austrinae	CrA	Reticulum	Reticuli	Ret
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Sagitta	Sagittae	Sge
Corvus	Corvi	Crv	Sagittarius	Sagittarii	Sgr
Crater	Crateris	Crt	Scorpius	Scorpii	Sco
Crux	Crucis	Cru	Sculptor	Sculptoris	Scl
Cygnus	Cygni	Cyg	Scutum	Scuti	Sct
Delphinus	Delphini	Del	Serpens	Serpentis	Ser
Dorado	Doradus	Dor	Sextans	Sextantis	Sex
Draco	Draconis	Dra	Taurus	Tauri	Tau
Equuleus	Equulei	Equ	Telescopium	Telescopii	Tel
Eridanus	Eridani	Eri	Triangulum	Trianguli	Tri
Fornax	Fornacis	For	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA
Gemini	Geminorum	Gem	Tucana	Tucanae	Tuc
Grus	Gruis	Gru	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa
Hercules	Herculis	Her	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi
Horologium	Horologii	Hor	Vela	Velorum	Vel
Hydra	Hydrae	Hya	Virgo	Virginis	Vir
Hydrus	Hydri	Hyi	Volans	Volantis	Vol
Indus	Indi	Ind	Vulpecula	Vulpeculae	Vul

Az AAVSO által karbantartott összes adatbázisban minden egyes objektumnak egyedi AUID-száma van. Az adatbázisok szemszögéből nézve az AUID az objektumok neve, amelyek a különböző adatállományokban azonosítják őket.

Észlelőként valószínűleg sosem találkozunk az AUID-számokkal, vagy nem kell foglalkoznunk vele, hogy például az SS Del AUID száma 000-BCM-129. Ahogyan azonban a csillagászat világában is egyre fontosabb szerepet kapnak a hatalmas adatbázisok, egyre nagyobb szükség van olyan egyedi azonosítókra, amelyekkel az objektumok a számtalan különböző rendszerben megtalálhatók.

Az International Variable Star Index (Nemzetközi Változócsillag Index, VSX)

A VSX segítségével egyes csillagokról bővebb információkhoz juthatunk. Használatakor egyszerűen írjuk be a csillag nevét a „Star Finder” mezőbe az AAVSO honlapján a jobb felső sarokban, és kattintsunk a „Search VSX” gombra. A megjelenő listában a csillag nevére történő kattintással elérhetővé válnak a csillag részletes adatai: pozíciója, egyéb jelölései, periódusa, spektráltípusa, illetve a kiválasztott csillagra vonatkozó hasznos referenciák.

„Bátorság! Minden egyes lépés közelebb visz a célhoz, és ha el nem is érhetjük, munkálkodhatunk rajta, s így az utókor nem vádolhat sem lustasággal, sem azzal, hogy nem igyekeztünk előttük az utat elegyengetni.”

– Friedrich Argelander (1844), *a változócsillagászat atyja*

Görög betűk és a csillagok neveinek használata az AAVSO-nál

(Elizabeth O. Wagen és Sara Beck, AAVSO-munkatársak)

A változócsillag adatbázisokban való kereséskor, vagy a fényességbecslések beküldésekor nem lehetséges általában a görög betűk használata azokban az esetekben sem, amikor a csillag elfogadott nevében található is görög betű – például az adatbázisokban nem kereshetünk „μ Cep”-re vagy „v Pav”-ra. A görög betűk kiejtése sem egyértelmű sok esetben, kiváltképpen a μ és v esetében.

Miért számít, hogyan ejtjük?

Az Argelander-féle névvel ellátott csillagok között számos olyan van, amely leírva igen hasonlít görög betűvel ellátott, de valójában más csillagokhoz, különösképpen, ha a kis- és nagybetűket figyelmen kívül hagyó rendszerrel dolgozunk. Például, a „mu Cep” (μ Cep) visszakeresve igen hasonló a „MU Cep”-hez (M-U Cep, Argelander-féle jelölés), hasonlóképpen leírva a „nu Pav” (valójában v Pav) is igen hasonló a „NU Pav” (N-U Pav) csillaghoz.

Hogyan különböztethetők meg egyértelműen?

A félreértések elkerülése érdekében az AAVSO hárombetűs jellel látja el, az orosz kiejtésnek megfelelően a görög betűket. Ez a három betűs rövidítés a mellékelt táblázatban látható AID. Ennek használatával a görög μ betűből „miu” lesz, a görög v betűből „niu”, és a „chi Cyg” „khi Cyg”-re változik. Használjuk az AID jelölést a görög betűkhöz, és így biztonsággal használhatjuk például a „MU” és „NU” jelöléseket az Argelander-féle rendszerben elnevezett csillagokhoz. Ellenkező esetben észleléseink más csillagokhoz kerülhetnek, vagy éppen más térképet generálhatunk, mint amit szerettünk volna.

Egy kis kavarodás

Mindazonáltal a VSX használatakor azt vehetjük észre, hogy a görög betűs csillagokhoz, például a „μ Cep”-hez rendelt név „mu. Cep” (figyeljük meg a pontot a mu után). Számos másféle jelöléssel is találkozhatunk, mint például „* mu Cep”, „HR 8316” vagy „SAO 33693”. Ezek ugyanannak a csillagnak másféle katalógusbeli jelölései, és teljesen elfogadott ezek használata mind adatbeküldés, mind térképkészítés során. Mindazonáltal az adatbeküldésnél buzdítunk mindenkit az AID használatára (így a „miu Cep” használatára), mivel ez egyszerű, félreérthetetlen, és nem tűnik első ránézésre gépelési hibának

Még egy apróság

Hasonló probléma merült fel például az „u Her” és az „U Her” esetében. Mivel adatbázisunk nem tesz különbséget a kis- és nagybetűk között, az „u Her” csillagra vonatkozó adatokat kérjük „u. her” vagy „68 Her” néven beküldeni.

	AID	**magyar**	**angol**
α	alf	alfa	alpha
β	bet	beta	beta
γ	gam	gamma	gamma
δ	del	delta	delta
ε	eps	eps	epsilon
ζ	zet	zeta	zeta
η	eta	eta	eta
θ	tet	teta	theta
ι	iot	iota	iota
κ	kap	kappa	kappa
λ	lam	lambda	lambda
μ	miu	mu	mu
ν	niu	nu	nu
ξ	ksi	ksi	xi
ο	omi	omicron	omicron
π	pi	pi	pi
ρ	rho	rho	rho
σ	sig	sigma	sigma
τ	tau	tau	tau
υ	ups	upsilon	upsilon
φ	phi	phi	phi
χ	khi	khi	chi
ψ	psi	psi	psi
ω	ome	omega	omega

Változócsillag típusok

Alapvetően kétféle változócsillagot különböztethetünk meg: a **belső**, **valódi** okok miatt **változó csillagokat** (ezekben a változásért a csillagban végbemenő valódi fizikai folyamatok felelősek); és **külső** okok miatt **változó csillagokat** (a változást külső okok, például csillagok egymás közötti fedései, vagy a csillag forgása okozzák). A változócsillagokat általában öt nagy osztályba sorolják: **pulzáló**, **kataklizmikus** és **eruptív** változók (ezek a belső fizikai folyamatok miatt változó csillagok), illetve a **fedési kettősök** és **forgó** csillagok (ezek a külső körülmények miatt változást mutató csillagok).

Az alábbiakban a különféle típusok jellemző tulajdonságait ismertetjük. A változócsillagok típusainak és alosztályainak részletes listája és ismertetése a GCVS honlapján elérhető: http://www.sai.msu.su/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt

Minden egyes változócsillagnál megtalálható a jellemző spektráltípus. Amennyiben komolyabban érdeklődünk a csillagok színképei, illetve a csillagfejlődés tudománya iránt, a 3. mellékletben felsorolt forrásokban gazdag anyagot találhatunk.

Általánosságban a hosszú periódusú és félszabályos változók ajánlhatók észlelési programunk megkezdéséhez. Nagy amplitúdójuk miatt ideálisak kezdőcélpontnak. Elég sok csillag tartozik ebbe a csoportba ahhoz, hogy fényes csillagok közelében is kiszemelhessük célpontjainkat, ami a változó megtalálásakor jelent könnyebbséget.

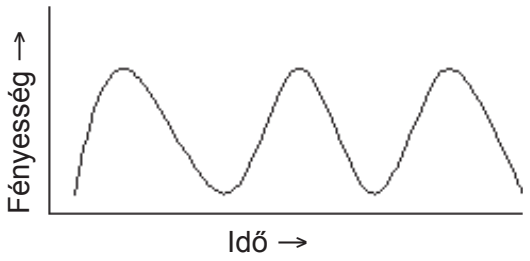
PULZÁLÓ VÁLTOZÓK

A pulzáló változók felszíni rétegei típustól függő periodicitással összehúzódnak, illetve kitágulnak. Ez a pulzáció lehet radiális (sugárirányú), vagy nemradiális. A radiálisan pulzáló csillagok gömb alakúak maradnak, míg a nemradiális pulzációt mutató társaik periodikusan eltérnek a gömbtől. Az egyes pulzáló változócsillag-típusokat a pulzáció periódusa, a csillag tömege, illetve a csillagfejlődés útján elfoglalt pillanatnyi helyzete alapján lehet megkülönböztetni.

<u>Cefeidák</u> — A cefeida változók tipikusan 1 és 70 nap közötti periódussal pulzálnak, fényességváltozásuk 0,1 és 2 magnitúdó között van. Ezek az igen nagy tömegű csillagok jelentős felületi fényességűek, maximumban F, minimumban pedig G vagy K színképtípusúak. Minél későbbi színképtípusú egy adott cefeida, annál hosszabb a pulzáció periódusa. A cefeidák esetében jól meghatározható, úgynevezett periódus-fényesség reláció áll fenn. A cefeida változók rövid periódusuk révén csillagászati tanulmányokat folytatók számára is jó kutatási célpontot jelentenek.

Mi a fénygörbe?

Egy adott változócsillagról készült észlelések általában a fénygörbének nevezett grafikonon jelennek meg, amelyen a csillag látszó fényességét (magnitúdóban) az általában Julián-dátumként megadott (JD) idő függvényében ábrázoljuk. A magnitúdó-skálán a nagyobb fényességértékek az Y tengely mentén felfelé haladva találhatók, az idő pedig balról jobbra telik.

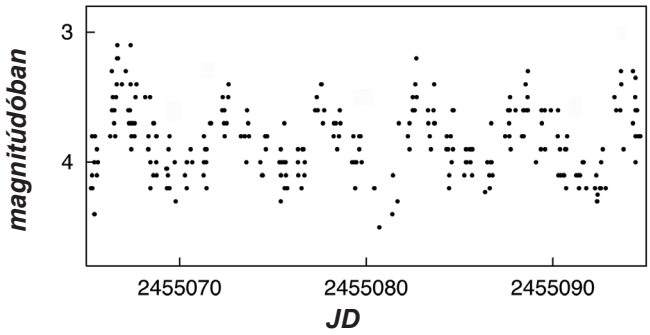


Számos adat, mint például a csillagra jellemző periodicitás, fedési változók esetében a keringés ideje, a megfigyelhető kitörések szabályossága vagy szabálytalansága, mind meghatározható a fénygörbéből. A fénygörbe ennél mélyrehatóbb elemzése segítségével az adott csillag tömege és átmérője is meghatározható. Több évtizedes adatsorok felfedhetik a csillag viselkedésében fellépő változásokat is, amelyek arra mutathatnak, hogy a csillag belső szerkezete változik meg.

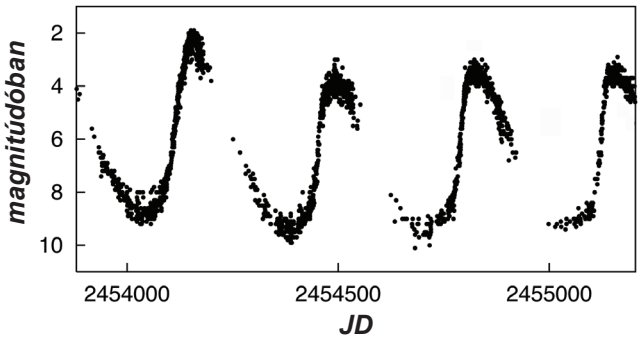
Fázisdiagramok

A fázisdiagram (más néven: „feltekert fénygörbe”) hasznos segédeszköz a cefeidákhoz és a fedési változókhoz hasonló periodikus változásokat mutató csillagok viselkedésének tanulmányozására. A fázisdiagram több ciklus adatait mutatja egymásra vetítve. Ahelyett, hogy a fényességértékeket az idő függvényében ábrázolnánk, mint egy hagyományos fénygörbe esetén, az egyes észleléseket annak függvényében ábrázoljuk, hogy milyen messze találhatók az adott ciklus egy kitüntetett pontjától. A legtöbb változó esetén a ciklus a maximális fényesség időpontjától (fázis=0) kezdődik, és a minimumon át a következő maximumig (fázis=1) tart. Fedési változók esetében a 0-ás fázis a fedés közepét (vagyis a minimumot) jelzi. A későbbiekben bemutatjuk a béta Persei fényváltozásának fázisdiagramját.

Cefeida – delta Cep



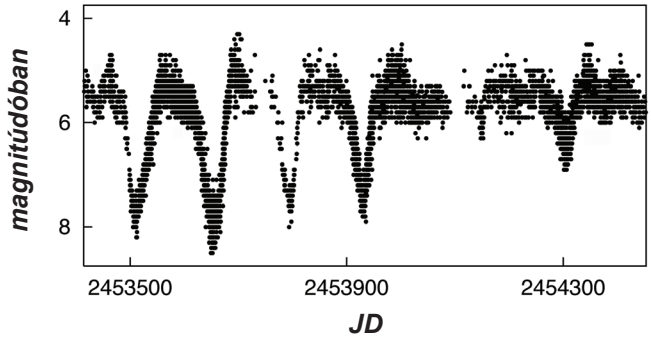
Mira (omikron Ceti)



<u>RR Lyrae csillagok</u> — Ezek a csillagok rövid periódusú (0,05-1,2 nap) pulzáló kékesfehér óriáscsillagok, általában A színképtípussal. Idősebbek és valamivel kisebb tömegűek, mint a cefeidák. Fényváltozásuk amplitúdója általában 0,3 és 2 magnitúdó közötti.

<u>RV Tauri csillagok</u> — Ezek a sárga szuperóriás csillagok igen jellemző fényváltozást mutatnak, amelynek során egy mély (fő-) és egy kevésbé mély (mellék-) minimum váltogatja egymást. A két főminimum közötti idő alapján meghatározott periódusuk 30 és 150 nap közötti. Fényváltozásuk elérheti a 3 magnitúdót is. Néhány csillag hosszú időskálán további szabályos változásokat is mutat, amelynek jellemző időtartama néhány száz-néhány ezer nap közötti. Spektráltípusuk általában G és K közötti.

RV Tauri típus: R Sct

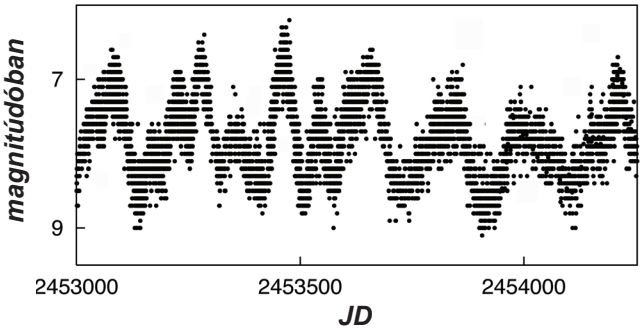


<u>Hosszúperiódusú változók</u> — A hosszúperiódusú változók (LPV, Long Period Variables) pulzáló vörös óriás vagy szuperóriás csillagok, 30 és 1000 nap közötti periódussal. Általában M, R, C vagy N színképtípusúak. Két alosztályuk ismeretes: a Mira és a félszabályos változók.

Mira — Ezek a periodikusan változó vörös óriások 80 és 1000 nap közötti periódusúak, fényváltozásuk pedig meghaladja a 2,5 magnitúdót.

Félszabályos — Ezek az óriás vagy szuperóriás csillagok könnyen észrevehető szabályosságot mutatnak fényváltozásuk során, amelyet félszabályos, vagy szabálytalan fényváltozási periódusok tarkítanak. Periódusuk általában 30 és 1000 nap közötti, fényváltozásuk pedig kisebb, mint 2,5 magnitúdó.

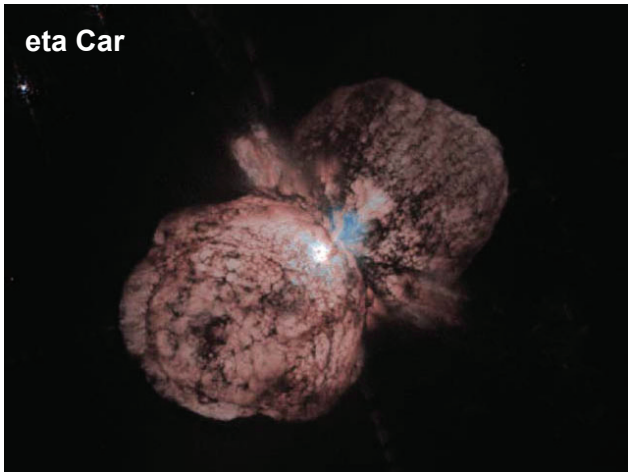
Félszabályos típus: Z UMa



<u>Szabálytalan változók</u> — Ezek a leggyakoribb vörös óriás pulzáló változók. Ahogyan nevük sugallja, fényváltozásuk egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mértékben mutat periodicitást. A legújabb kutatások szerint nincs lényegi különbség a kisamplitúdójú félszabályos és a szabálytalan változók között.

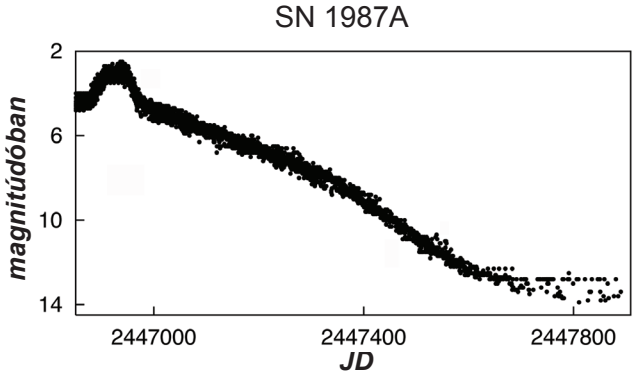
KATAKLIZMIKUS VÁLTOZÓK

A kataklizmikus változók időnként hatalmas robbanásokat szenvednek el belsejük mélyén, vagy felszíni tartományaikban. A legtöbb ilyen rendszer valójában szoros kettős, amelyekben a tagok kölcsönösen jelentős hatást fejtenek ki egymásra. Gyakran megfigyelhető, hogy a forró törpecsillagot akkréciós korong veszi körül, amelyet a kitágult társcsillagról áramló anyag alkot.

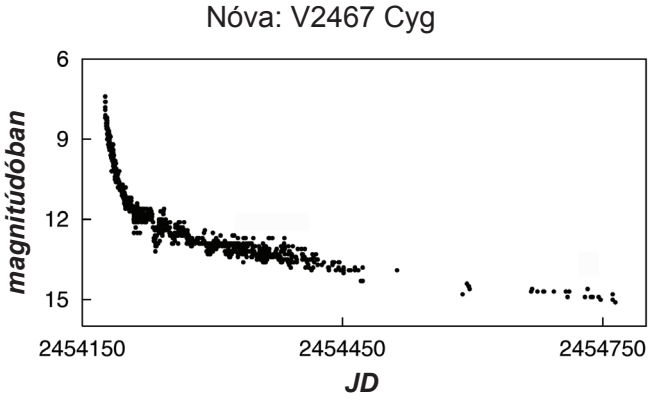


A NASA Hubble Űrtávcsövének lenyűgöző képén a rendkívül nagy tömegű eta Carinae csillag által kidobott hatalmas gáz- és porfelhő látható. A csillagban közel 150 évvel ezelőtt hatalmas robbanás zajlott le, amikor egy ideig a déli égbolt egyik legfényesebb csillagává vált. Bár a csillag egy szupernóvával összemérhető fényt sugárzott ki, mégis túlélte a kitörést.

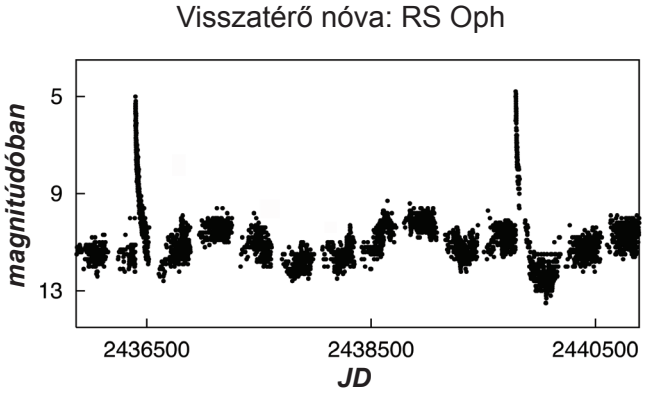
Szupernóvák — Ezek a nagy tömegű csillagok életük végén egy heves robbanás következtében pusztulnak el, amelynek során akár 20, vagy még több magnitúdós fényességnövekedést mutatnak.



Nóvák — Ezek a szoros kettős rendszerek egy anyagot befogadó fehér törpe főcsillagból és egy kisebb tömegű, fősorozati (a Napnál valamivel hűvösebb) csillagból állnak. A fehér törpe felszínén a társcsillagtól befogadott, ott felgyülemlő anyagban bekövetkező nukleáris robbanások eredményeképpen a rendszer időnként 7-16 magnitúdót fényesedik 1 és néhány száz nap közötti idő alatt. A kitörés után a csillag lassan eredeti állapotába halványodik vissza a következő hónapok, évek, évtizedek során. A maximális fényesség körül a csillag óriáscsillagokhoz hasonló A vagy F színképet mutat.



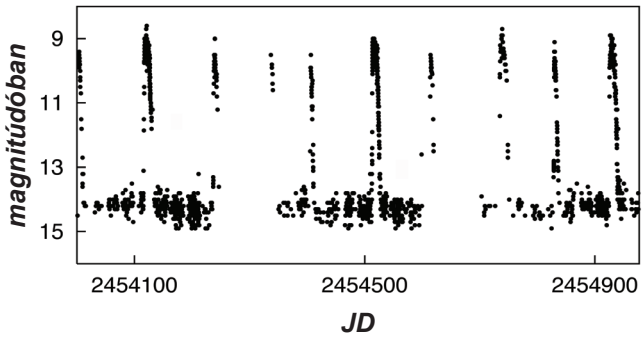
Visszatérő nóvák — Ezek az objektumok sok szempontból a nóvákhoz hasonlóak, de legalább kettő, vagy több, a nóváénál valamivel kisebb intenzitású kitörésük ismeretes.



Törpenóvák — Ezekben a szoros kettős rendszerekben egy vörös törpe – a Napunknál valamelyest hidegebb csillag -, és egy akkréciós koronggal övezett fehér törpe kering egymás körül. A társcsillagról átáramló anyag által táplált akkréciós korongban időnként instabilitások lépnek fel, melyek következtében az anyag nagy része a fehér törpe felszínére zuhan. A jelenséget 2 és 6 magnitúdó közötti felfényesedésként észlelhetjük. A törpenóvák három alcsoportja ismeretes: az U Gem, a Z Cam és az SU UMa típus.

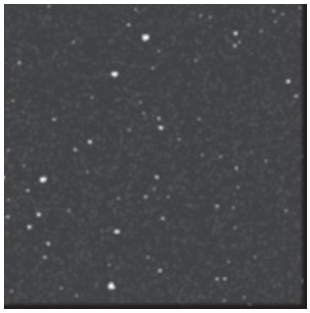
U Geminorum — Az ebbe a típusba tartozó változócsillagok minimumfényességben eltöltött nyugodt időszakok után hirtelen fényesednek. Az adott csillagtól függően a kitörések 30 és 500 nap között ismétlődnek, és általában 5 és 20 nap közötti időtartamig tartanak.

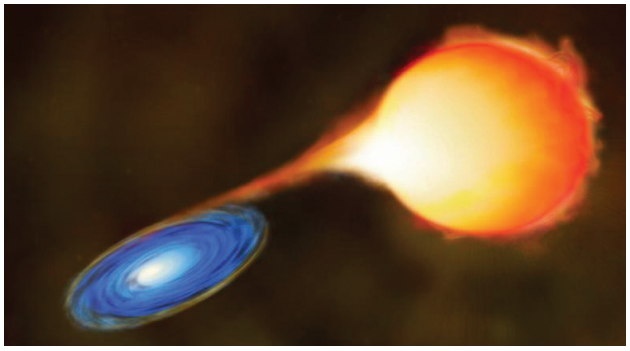
U Gem



U Geminorum

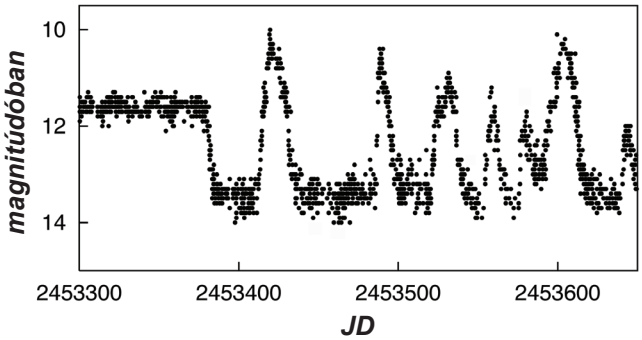
Az alábbiakban az U Geminorumról készült két, egyenként 20 másodperces expozíciós idejű felvétel látható. A bal oldali képen a változó környezete a kitörés előtt, a másikon a kitörés kezdete után figyelhető meg. A felvételeket Arne Henden, az AAVSO igazgatója készítette az US Naval Observatory által üzemeltetett flagstaffi (Arizona) 1 méteres távcsőre szerelt CCD kamerával, V szűrőn keresztül. A fotók alatt Dana Berry fantáziaképe látható az U Gem rendszeréről. Figyeljük meg a jobbra látható, Naphoz hasonló csillagot, és a törpét a körülötte elhelyezkedő akkréciós koronggal bal oldalon.





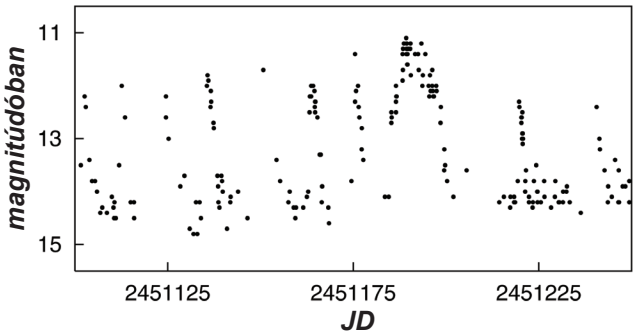
Z Camelopardalis — Az U Gem csillagokhoz fizikailag hasonló rendszerek. Ciklikus fényváltozást mutatnak, de fénygörbéjüket időnként rövidebb-hosszabb állandó fényességű időszakok szakítják meg. Ezekben a több ciklushosszig is tartó, fényállandósulással járó periódusokban a csillag „beragad” a maximumtól a minimum felé vezető út körülbelül harmadánál.

Z Cam



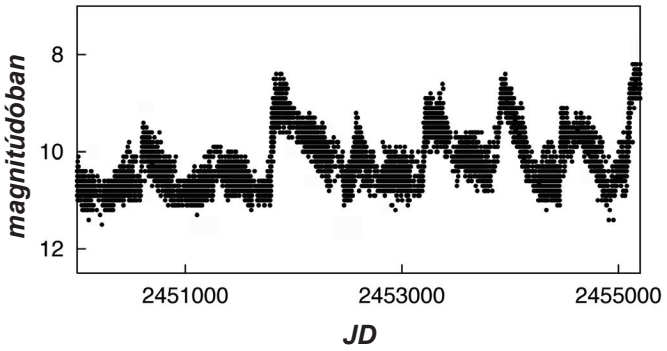
SU Ursae Majoris — Szintén fizikailag hasonlóak az U Gem csillagokhoz, de ezekben a rendszerekben két, jól elkülöníthető kitörés figyelhető meg. Egyikük viszonylag halvány, gyakran előforduló és rövid, alig 1-2 napos időtartamú, míg a szuperkitörésnek („superoutburst”) nevezett jelenségek igen fényes és hosszú kitörések, amelyek időtartama akár 10-20 nap is lehet. A szuperkitörések alatt kis amplitúdójú periodikus modulációk (szuperpúpok, „superhumps”) jelennek meg a csillag fénygörbéjén.

SU UMa



<u>*Szimbiotikus csillagok*</u> — Ezek a szoros kettősök egy-egy ködösségbe ágyazott vörös óriásból és forró kék csillagból állnak. Félszabályos, nóvaszerű kitöréseket mutatnak egészen 3 magnitúdós amplitúdóig.

Szimbiotikus változó: Z And

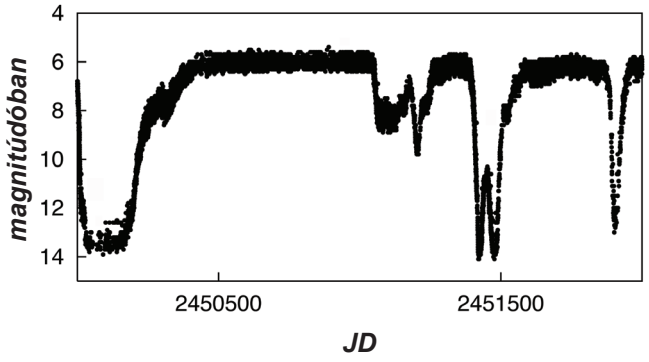


ERUPTÍV VÁLTOZÓK

Az eruptív változók kromoszférájukban és koronájukban lejátszódó különféle heves folyamatok és flerek következtében mutatnak fényváltozásokat. A fényváltozásokat általában a külső héjban bekövetkező folyamatok során keletkező, különböző intenzitású csillagszél formájában megjelenő és a csillagközi anyaggal kölcsönható anyagkidobódások okozzák.

R Corona Borealis — Ezek a ritka, fényes, hidrogénben szegény, de szénben gazdag szuperóriások az idő nagy részében maximumfényességgel ragyognak, szabálytalan időközökben azonban viszonylag hirtelen akár 9 magnitúdót is halványodhatnak. Ezután lassan, néhány hónap vagy akár több év alatt nyerik csak vissza maximumfényességüket. F és K, illetve R színképtípusú csillagok.

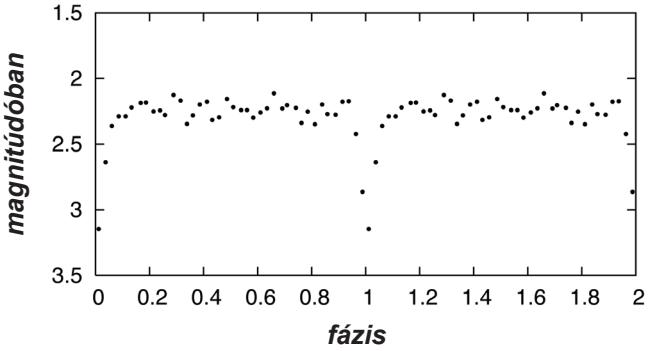
R CrB



FEDÉSI KETTŐS RENDSZEREK

Ezek olyan kettős rendszerek, amelyekben a csillagok keringésének pályasíkja közel esik a megfigyelő látóirányához. Ennek megfelelően a társak periodikusan elfedik egymást, ami a látszó fényesség átmeneti csökkenéséhez vezet. A rendszer keringési idejétől függően az egyes fedések között eltelt idő néhány perc és sok év között lehet.

Fedési kettős: béta Per (Algol)



FORGÓ CSILLAGOK

A forgó csillagok a felszínükön levő sötét vagy világos foltok révén kismértékű fényváltozást mutatnak. Gyakran kettős rendszerek tagjai.