



Változócsillagok

Vörös változócsillagok — feketén-fehéren

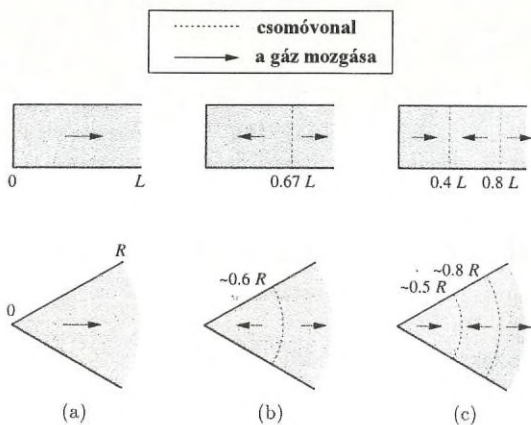
Bevezetés

A mirák (M) és félszabályos változók (SRA, SRB, SRC) pulzáló, kis és közepes tömegű vörös óriáscsillagok, melyek az asztrofizika legfontosabb állapotdiagramján, a Hertzsprung–Russell-diagramon az ún. aszimptotikus óriáságon helyezkednek el. Az itt elhelyezkedő csillagok jellemzően néhány naptömegű csillagok, magjuk szénben és oxigénben feldúsult, körülötte pedig hélium- és hidrogén-égető héjak helyezkednek el. Fejlődésük során különböző pulzációs fejezeteken esnek át, míg életük végén a planetáris köd fázison átesve a csillagközi anyag egyik legfontosabb forrásává válnak.

Amatőrcsillagászati szempontból sokkal fontosabb, hogy jól megfigyelhető és feltűnő fényváltozással bírnak, mely tipikusan néhány száz napos időskálán történik. Emiatt észlelésüket a szakcsillagászok véges távcsőidőjüket (és élettartamukat...) figyelembe véve gyakorlatilag teljesen átengedték az amatőröknek. Jelen cikkünk célja azon eredmények bemutatása, melyet 110 félszabályos változócsillag évtizedes adatsoraiknak elemzése révén értünk el. Mindenképpen ki kell hangsúlyozni, hogy ezek kizárólag amatőrcsillagászok vizuális fényességbecsléseinek alapulnak, ami reményeink szerint jól mutatja ezen észlelési ág fontosságát.

A Változócsillagok Általános Katalógusa (GCVS) szerint a félszabályos változók vizuális tartományban 2^m -nál kisebb amplitúdóval, tipikusan 25-től néhány száz napig terjedő periódussal változnak. Fénygörbéjük sokkal szabálytalanabb a gyakorlatilag monoperiodikus mira változókéénál, így általában különválasztják a két típus vizsgálatait. Az utóbbi néhány évben viszont egyes kutatások arra mutattak, hogy a helyzet közel sem olyan egyszerű. Szatmáry és munkatársai (1996) a V Boo, míg Bedding és munkatársai (1998) az R Dor esetében mutattak ki olyan drámai amplitúdócsökkenést, mely leginkább a mira \rightarrow félszabályos átmenetet sugallja. Beddingék elméleti számításokkal is alátámasztották magyarázatukat, melyből az következne, hogy mind a mirák, mind a félszabályos csillagok asztrofizikai szempontból azonos csoportba tartoznak, és pusztán pulzációs tulajdonságaik különböznek.

A megfigyelt fénygörbék értelmezéséhez alapvető paraméter az ún. pulzációs módus, amely azt határozza meg, hogy pontosan hogyan zajlik a csillag rezgése. A hétköznapi életből (és ágasvári nyári táborok Kolláth Zoltán-féle pulzációs előadásából) is ismert tapasztalati tény, hogy a sípot különböző erősséggel megfújva más és más magasságú hang varázsolható elő a csőben rezgő hangoszlop segítségével. A csillagokat is másképpen „megfújva” másmilyen rezgést kapunk. Monoperiodikus rezgést (síp: tiszta hangot) vizsgálva elképzelhető az is, hogy nagyjából ugyanazt a periódust (síp: hangmagasságot) kaphatjuk a különbözőképpen berezgetett (síp:



1. ábra. A sípban rezgő légoszlop és egy pulzáló csillag összehasonlítása. (a) alaplódus, (b) első felhang, (c) második felhang

van egy csomófelület valahol $2/3$ csillagsugárnál, amelyen kívül és belül eső régiók ellentétes fázisban végzik mozgásukat (1. ábra). Alapvető paraméterek szempontjából ez olyan következményekkel bír, hogy pl. az ugyanolyan periódusú, de alaplódusban és első felhangban pulzáló mirák abszolút fényessége között akár kétszeres különbség is lehet. Tehát a kérdés eldöntése, ill. félszabályos változókra való kiterjesztése roppant fontos feladat.

Ennyi — remélhetőleg nem elriasztó hatású — bevezetés után lássuk a konkrét eredményeket, melyeket a „Többszörös periodicitás félszabályos változócsillagokban” alcímmel lehetne tömören jellemezni.

Észlelések

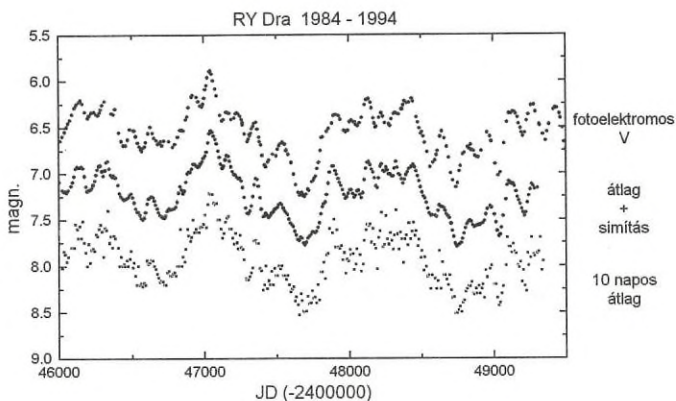
A felhasznált amatőr észlelések többsége három nemzetközi számítógépes adatbankból származik, jelesül az MCSE Változócsillag Szakcsoport (<http://www.mcse.hu/vcssz>), a francia AFOEV (<ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/pub/af0ev>), ill. a japán VSOLJ (<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/gcvs>) interneten elérhető adatbázisaiból. 11 csillagról megkaptuk az amerikai AAVSO adatbankjában szereplő adatokat is, amiért Janet A. Mattheinek tartozunk köszönettel.

A csillagok kiválasztásában a legfontosabb szempont az adatsorok hosszúsága és folyamatossága volt. Ennek hátterében az áll, hogy a fő célkitűzés periodikuságok keresése és azonosítása volt, tehát az adatsorok hosszával fordítottan arányos frekvencia meghatározási pontosságot minél nagyobb értékre kellett beállítani. 10 évnél lett meghúzva az alsó határ, míg az átlagos hossz 50 év körüli, néhány 70–80 éves adatsorral megtűzdelve. Így a végső minta 110 félszabályos csillagot tartalmaz, kb. 450 ezer egyedi észleléssel, ami majd' 5000 év hosszú idősort jelent egymás után összefűzve!

A vizuális észlelések viszonylag nagy (legalább $\pm 0^m.3$) egyedi hibájának hatását a fénygörbék átlagolásával lehet csökkenteni. Az átlagpontok hibája az átlagértéket megadó egyedi észlelések számának négyzetgyökével arányosan csökken, így ha

megfűjt), egymástól teljesen eltérő (más tömeg, sugár, hőmérséklet stb.) csillagok esetében. Így a fénygörbék periódusa mellett ismernünk kell a rezgés mélységét is, azaz a pulzáció módusát. Ez azonban nehezen meghatározható paraméter. A mira változók „tisztá hangú”, azaz monopériodikus (egy periódussal jellemezhető) pulzációjára jelenleg az alaplódus és az első felhang elmélete verseng egymással. Első esetben a csillag belsejében nincs csomófelület, az egész csillag egyszerre tágul és húzódik össze, míg az első felhang azt jelentené, hogy

legalább 10 pontot átlagolunk össze, akkor az átlagérték várható hibája $\pm 0,3/\sqrt{10} \approx \pm 0,1$ magnitúdó lesz. Ez a feltétel a feldolgozott csillagok többségénél teljesül is.



2. ábra. Az RY Dra fotoelektromos mérései és a magyar észlelések átlaggörbéje

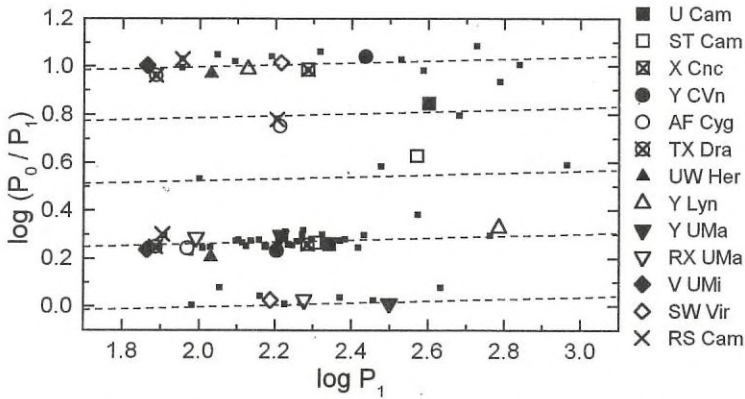
Két megbízhatósági tesztet végeztünk el, melyek a vizuális adatok megbízhatóságával és a belőlük kinyerhető periódusok pontosságával kapcsolatosak. Ezek közül most csak a megbízhatósági tesztet illusztráljuk, ami egyszerűen abból állt, hogy irodalmi fotoelektromos V méréseket hasonlítottunk össze a vizuális észlelésekkel. Sajnos a 0,01 magnitúdó pontosságú és megfelelően hosszú fotoelektromos V mérésorozatok félszabályos változókra még ama bizonyos fehér madárnál is ritkábbak. A Hipparcos szonda Tycho projektjének V adatai nagyon jók, de csak 4 évre vonatkoznak. A 2. ábrán R.R. Cadmus amerikai csillagász RY Dra-méréseit hasonlítjuk össze a pusztán magyar adatokból számolt átlaggörbével és annak Gauss-simított változatával. Jól látszik, hogy az egyezés még a tizedmagnitúdós kis hullámok szintjén is lényegében tökéletesnek nevezhető, melyhez hasonló eredményre vezetnek a jóval rövidebb Tycho-V mérések is. Kézenfekvő a következtetés, hogy pusztán a periódikusságok keresésére a vizuális adatok tökéletesen felhasználhatók. Ugyanerre juthatunk mesterséges zajjal elrontott teszt-adatsorok periódus-analízisével is, azonban jelen cikk keretei nem engedik meg a részletesebb ismertetést.

Eredmények

Az átlagolt fénygörbék periodicitásait a Meteorban is sokszor taglalt hagyományos Fourier-analízissel vizsgáltuk. A már eddig eljutott Tisztelt Olvasó kedvéért túlzott mélységekbe nem ereszkedve annyit lehet összefoglalásképpen megjegyezni, hogy a fénygörbékre egy matematikai műveletet elvégezve kapunk egy frekvencia ($=1/\text{periódus}$)–amplitúdó diagramot, amit Fourier-spektrumnak hívunk, és amelyben a különböző frekvenciákhoz tartozó amplitúdók azt mutatják, hogy az adott frekvenciájú periodicitás milyen súllyal vesz részt a fénygörbében. Monoperiodikus folyamatnál egyetlen frekvenciánál kapunk egy nagy csúcsot, míg a többinél kis amplitúdókat, azok gyakorlatilag 0 súlyának megfelelően.

Mivel a félszabályos csillagoknál gyakran tapasztalhatunk ciklusról ciklusra történő változásokat, „löttyenéseket” a ciklushosszban), a Fourier-spektrum összes

csúcsának elfogadása hamis eredményekre vezethetne. Ezért analizisünkben csak a legszignifikánsabb periódusokat fogadtuk el, melyeket különböző statisztikai módszerekkel ellenőriztünk.



3. ábra. Periódusarányok a hányados nevezőjében levő rövidebb periódus függvényében

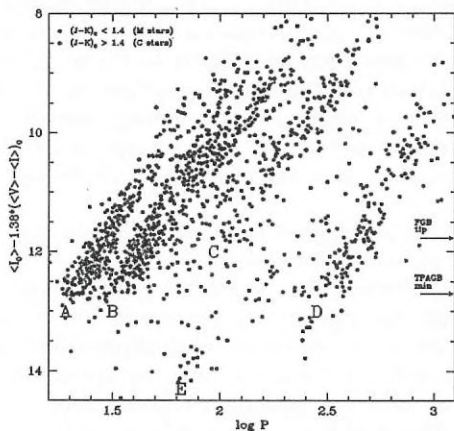
Eredményeink szerint a 110 csillagból 33 monopériodikus, 65 legalább két periódussal jellemezhető, míg ezekből 13 háromszorosan periódikus. 12 csillagnál a tiszta zajon kívül semmit nem találtunk. A háromszorosan periódikus változókat az I. táblázatban foglaltuk össze. Az amplitúdóknak pusztán tájékoztató jellege van a fentebb is említett ciklusról ciklusra történő ugrásszerű változások miatt.

I. táblázat. Az oszlopok jelentése: $\langle m \rangle$: átlagfényesség, ΔT : az analizált adatsor hossza, P_i, A_i : periódusok és amplitúdók, zárójelben a periódus bizonytalansága

Csillag	$\langle m \rangle$	ΔT	P_0	A_0	P_1	A_1	P_2	A_2
U Cam	8.2	26800	2800 (100)	0.13	400 (30)	0.09	220 (5)	0.09
RS Cam	8.7	25000	966 (10)	0.17	160 (1)	0.15	90 (1)	0.12
ST Cam	7.3	28000	1580 (10)	0.10	372 (3)	0.12	202 (2)	0.08
X Cnc	6.7	25800	1870 (10)	0.08	350 (3)	0.08	193 (1)	0.09
Y CVn	5.7	28500	3000 (100)	0.08	273 (3)	0.06	160 (2)	0.05
AF Cyg	7.2	26600	921 (10)	0.08	163 (1)	0.11	93 (1)	0.11
TX Dra	7.6	26800	706 (2)	0.10	137 (1)	0.06	77 (3)	0.07
UW Her	8.1	8600	1000 (10)	0.09	172 (1)	0.08	107 (1)	0.09
Y Lyn	7.5	8500	1300 (50)	0.41	611 (10)	0.13	134 (2)	0.12
Y UMa	8.6	32000	324 (1)	0.16	315 (1)	0.09	164 (2)	0.06
RX UMa	10.6	33200	201 (1)	0.37	189 (1)	0.26	98 (0.5)	0.16
V UMi	8.1	29000	737 (10)	0.06	126 (2)	0.04	73 (0.5)	0.06
SW Vir	7.6	8500	1700 (50)	0.15	164 (1)	0.13	154 (1)	0.20

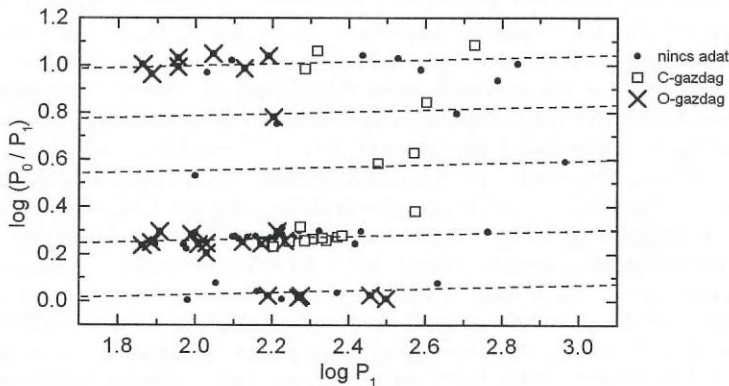
Érdekes eredményre jutunk, ha a többszörös periodicitású csillagoknál periódusarányokat képezzünk és ezek értékeit ábrázoljuk az arányokban szereplő rövidebb periódusok függvényében, $(P_0/P_1, P_1)$ diagram alakjában. Ez látható a 3. ábrán, amely a háromszorosan periódikus csillagokat külön is feltünteti.

Jól láthatóan elkülönülő szekvenciák láthatók (szaggatott vonalakkal is bejelölve), melyek közül 3 statisztikailag is szignifikáns, míg kettő a mi adatainkból csak gyenge bizonyossággal bír. Az ábra legkézenfekvőbb értelmezése a különböző pulzációs módusok jelenlétével történhet, amit a háromszorosan periodikus csillagok elhelyezkedése is alátámaszt, tekintve, hogy ugyanazokat a szekvenciákat jelölik ki magukban is.



4. ábra. Az LMC vörös változócsillagainak periódus-fényesség relációi

Több fontos következménye is van az ilyen interpretációnak. A korábbi szerzők általában azt tételezték fel, hogy a félszabályos csillagokban is az alpmódus és az első felhang gerjesztettsége a valószínű. Így azonban legalább 5 különböző módusról is beszélhetünk, tehát a kép sokkal bonyolultabb, mint azt eddig feltételezték. Másrészt a periódusarányok szerinti különválás azt mutatja, hogy ha azonosítani tudnánk valamelyik módust, akkor a többit is nagy valószínűséggel azonosítani lehetne, azaz, valószínűségi válhatna a csillagok teljes pulzációs leírása, és pontosabb fizikai paraméterek lennének meghatározhatók.



5. ábra

Természetesen nem zárhatók ki alternatív magyarázatok sem. Ciklikus változásokat ugyanis nem csak pulzáció okozhat, hanem pl. kettősség, vagy kölcsönhatás a csillagkörülí porfelhővel.

Folytatás a 34. oldalon!

Meteoritkráterek a Földön

Az elmúlt évtizedekig meteoritkrátereket főleg a Holdon láttunk, ha ráirányítottuk távcsövünket. A bolygókutató szondák azonban megmutatták, hogy a Naprendszerben gyakorlatilag minden szilárd felszínű objektum — természetesen a Föld is — rendelkezik becsapódásos kráterekkel. A kráterképződés tehát jelentős hatással van az égitestekre. A becsapódások összetörik az objektum kőzetburkának egy részét, finom törmeléktakarót (regolitot) alakítanak ki, átkeverik a felszín anyagát, esetleg kirepítik az űrbe. A nagy becsapódások szétrobbanthatják az égitesteket, vagy a kérget átszakítva utat nyithatnak a vulkánoknak. A kisbolygóövbén és a Kuiper-öv belső részén ma is fontos tényezők a becsapódások, ütközések.

A Naprendszer életének korai szakaszában a jelenleginél több mint százszor gyakoribbak voltak a becsapódások. Ez az ún. nagy bombázási időszak mintegy 3,9 milliárd évvel ezelőtt csengett le. Addig azonban kráter kráter hátán képződött, a becsapódások következtében gázok jutottak a bolygók légkörébe, ugyanakkor a meteoritok új anyaggal gyarapították az égitesteket. Gigantikus ütközések véglegesen megváltoztathatták az égitestek életútját. Egy hatalmas becsapódásból születhetett a Hold, ugyanilyen esemény felelhet a Merkúr nagy sűrűségéért, és talán egy gigantikus ütközés „fújta el” a Mars légkörének jó részét is. A bombázási időszak alatt a Föld is másként festett, meteoritkráterek lyuggatták fiatal, forrongó felszínét. Bolygónk ma is aktív égitest. A belső és a külső erők, valamint az élővilág folyamatosan újraformálják a felszínt, és eltüntetik a krátereket. Napjainkban mintegy 150 meteoritkrátert ismerünk bolygónkon, többségüket a kontinensek stabil ősmasszívumainak területén. A nagyobb kráterek helyzete az M3 ábrán látható. Ma a nagy becsapódások viszonylag ritkák, de néha mégis előfordulnak. A nagy becsapódások a légkört porral telítik, és megváltoztatják az éghajlatot. Ezzel az élővilágot is befolyásolják, néha elég drasztikus módon. Nem véletlen tehát, hogy a földszűről kisbolygók kutatása napjaink egyik legfrekvenciáltabb területe.

M1: Az egyik legnagyobb földi meteoritkrátert, a Chicxulub-krátert (é.sz. 21°20', ny. h. 89°30', Yucatán-félsziget) nem láthatjuk a felszínen, mert vastag üledékes réteg borítja. A hamisszínes kép a gravitációs anomáliák segítségével feltérképezett szerkezetet mutatja, a nagyobb gyűrű átmérője 170 km. A kb. 10 km-es kisbolygó vagy üstökös-mag kénben gazdag területre csapódott 65 millió évvel ezelőtt. A robbanástól a légkörbe kerülő por miatt a több hónapos éjszakai sötétség mellett kénes savas esők keletkeztek. A Föld sok helyén megtalálható iridiumréteg szintén a becsapódás létre és időpontjára utal. Az így kialakult globális ökológiai katasztrófa, és a kréta/tercier határon bekövetkezett óriási kipusztulási hullám nagy valószínűséggel összefügg a becsapódással.

M2: A Gosses Bluff-kráter (d.sz. 23°50', k.h. 132°19', Ausztrália, átmérő 22 km, kor 142,5±0,5 millió év).

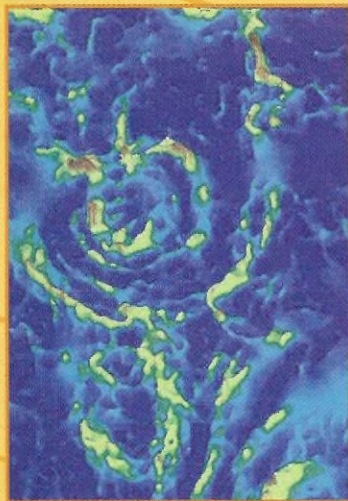
M3: A jelentősebb meteoritkráterek megoszlása bolygónkon.

M4: A Talemzane-kráter (é.sz. 33°19', k.h. 04°02', Algéria, átmérő 1,75 km, kor 3 millió év).

M5: A Pretoria Salt Pan-kráter (d.sz. 25°24', k.h. 28°05', Dél Afrikai Köztársaság, átmérő 1,13 km, kor 200 ezer év).

Az „új” Naprendszer

Meteoritkráterek a Földön



M1



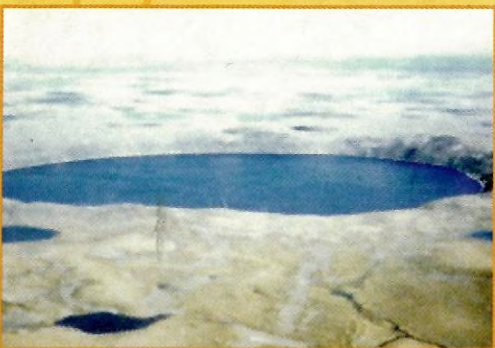
M2

M3



M4

M5



M6

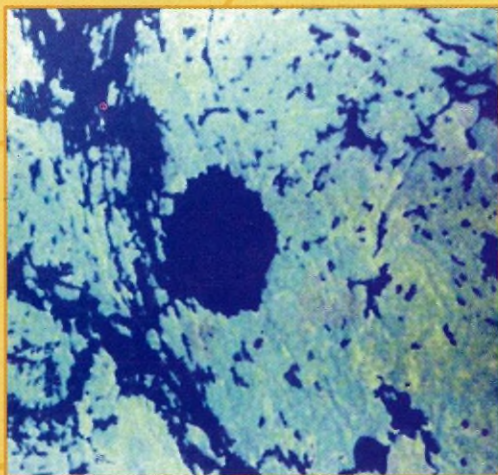
M7

M8





M9



M11



M10



M12



M13



M14



M15

M6: A Nouveau Quebec-kráter (é.sz. 61°17', ny.h. 75°40', Kanada, átmérő 3,2 km, kor 1,4 millió év). A kráterben elhelyezkedő tó mélysége 252 m.

M7: Az Aouelloul-kráter (é.sz. 20°15', ny.h. 12°41', Mauritánia, átmérő 0,39 km, kor 3,1±0,3 millió év).

M8: Az 1,186 km átmérőjű arizonai Barringer-meteoritkráter (é.sz. 35°02', ny.h. 111°01', USA) egyike a leghíresebbeknek. Kora mintegy 49 ezer év. A becsapódó test, és a robbanásakor keletkezett anyagok alapján 1920-ban bizonyították eredetét.

M9: Az Aorounga-kráter a SIR-C/X-SAR radarberendezés felvételén (é.sz. 19°06', k.h. 19°15', Csád, átmérő 17 km, kor 200 millió év).

M10: Előfordul, hogy a becsapódó test még a felszín elérése előtt szétrobban, de pusztítása ekkor is nagy lehet. Ez történt 1908-ban egy 60–70 m-es kisbolygóval vagy üstökösmaggal a szibériai Köves-Tunguszka-folyó térségében. Ezen a közismert képen a robbanás következtében kidőlt fákat láthatjuk.

M11: A kb. 13 km-es kanadai Deep Bay-kráter (é.sz. 56°24', ny.h. 102°59') belsejében egy 5 km átmérőjű, max. 220 m mély süllyedék található, ennek közepén, a víz alatt van a központi csúcs. A kráter belsejének nagy részét (11 km átmérőjű területet) a Reindeer-tó tölti ki. Ezt veszi körül a kráter 13 km átmérőjű pereme, mely 100 m magas. A képződmény kora nem ismert pontosan, a becsapódás valamikor 50–150 millió évvel ezelőtt történt.

M12: A Manicouagan-kráter (é.sz. 51°23', ny.h. 68°42', Kanada) egyike a legnagyobb földi becsapódásos formáknak. Teljes átmérője kb. 100 km, külső gyűrűje szinte teljesen lepusztult. Többszörös gyűrűs szerkezetének belső részéről a jégkorszakok alatt a jégtakaró kierodálta a törmelékes kőzeteket, ma ezt a területet egy 70 km-es, jéggel borított tó tölti ki. A krátert egy kb. 5 km-es égitest becsapódása hozta létre, mintegy 212 millió évvel ezelőtt. A becsapódás a kréta/tercier határhoz hasonló kipusztulást hozott a Föld élővilágában.

M13: Wolfe Creek-kráter (d.sz. 19°18', k.h. 127°46', Ausztrália, átmérő 0,875 km, kor 300 ezer év).

M14: Mistastin-kráter (é.sz. 55°53', ny.h. 63°18', Kanada, átmérő 28 km, kor 38±4 millió év).

M15: A 45 km-es Kara-kul becsapódásos szerkezet (é.sz. 38°57', k.h. 73°24') belsejét a 25 km-es Kara-kul-tó tölti ki. A képződmény Tadzsiszkisztánban, a Pamír 6000 m magas területén található. A helyi kőzetek vizsgálata csak nemrég erősítette meg a becsapódásos eredetét. Kora kb. 10–25 millió év.

KERESZTURI ÁKOS–MIZSER ATTILA
Képszerkesztő: TARACSÁK GÁBOR

Aszteroidák: a halálos ütközés

Több millió „kősa lövedék” kering a Naprendszerben. Mintegy 65 millió évvel ezelőtt a dinoszauruszok hirtelen eltűntek a Föld felszínéről — sokak szerint egy hatalmas kozmikus ütközés pusztította ki őket. Vajon megtörténhet-e ugyanez még egyszer? A tudósok úgy vélik, hogy már egy másfél kilométer átmérőjű kisbolygó is képes globális katasztrófát okozni. Csatlakozzunk Eugene Shoemaker geológushoz és feleségéhez, Carolyn-hez, akik a több mint 30, általuk felfedezett üstökös és több száz aszteroida révén átrajzolták az égbolt térképét. A National Geographic Society videója megvásárolható a Telescopiumban (ára 2400 Ft).

Folytatás a 31. oldalról!

Azonban a legújabb MACHO mikrolencse-program által szállított fotometriai eredmények alátámasztják a négy-öt gerjesztett módus jelenlétét vörös változóknál. Wood (1998) a Nagy Magellán-felhő vörös változóinak (mirák, félszabályos csillagok vegyesen) periódus-fényesség relációjában kimutatható 5 különálló szekvenciával (4. ábra) igen erős érvet sorakoztat fel az alaplómódus mellett a különböző felhangok gerjesztettsége oldalán. Ezek az észlelések is arra utalnak, hogy miként a fősorozati delta Scuti típusú változóknál, ugyanúgy a félszabályosnak kikiáltott vörös változók fénygörbéi is inkább csak nagyon bonyolultak, de igazából sokkal szabályosabbak, csak nehezen ismerhető fel a valódi jelleg a sok gerjesztett módus miatt.

Szintén érdekes eredményhez jutunk az 5. ábra alapján, ahol a 3. ábra adatai szerepenek, csak éppen a spektroszkópiai úton meghatározott szén- és oxigén-gazdag változók megkülönböztetett jelölésével. A két típus viszonylag jól elkülönülő tartományokban fordul elő, melyek között a határ a $P1 \approx 160$ nap körül van. Mindez arra utal, hogy a csillagok kémiaja és pulzációs sajátosságai összefüggnek, és a csillagokban kialakuló pulzációs periódusokat és módusokat a kémiai összetétel is befolyásolja.

Vizsgálataink során talákoztunk néhány nagyon érdekes csillaggal, melyek fény változása külön elemzést igényel. Ez azonban már túlmutat ezen cikk keretein, így később még visszatérünk rájuk.

Megjegyzés: a cikk alapjául szolgáló analízist az IAU 191. Szimpóziumán (Montpellier, Franciaország, 1998 augusztus) előadás keretében ismertettük, míg cikk formájában az *Astronomy & Astrophysics* folyóirathoz küldtük el megjelentetésre. Mindez azonban nem jöhetett volna létre az amatőrcsillagászok kitartó és fáradtságot nem ismerő folyamatos észlelései nélkül.

KISS LÁSZLÓ és SZATMÁRY KÁROLY

MCSE '99

A korábbi évek gyakorlatának megfelelően jelen számunkkal is kiküldjük a jövő évi tagdíj postai befizetésére szolgáló csekkeket. A csekkek az 1999-es tagdíj befizetésére szolgálnak. Aki már befizette tagdíját, természetesen nem kell még egyszer befizetnie, kérjük, a felesleges csekket adja tovább csillagászat iránt érdeklődő barátai, ismerősei számára!

A pártoló tagdíj összege 1999-re 3800 Ft, mely összeg — az *1999-es Meteor-évfolyam* és a *Meteor csillagászati évkönyv 1999* mellett — a tervek szerint az év elején megjelenő *Amatőrcsillagászok kézikönyve* c. régen várt kiadványt is magában foglalja. Vagyis pártoló tagjaink illetményként nem kettő, hanem három alapvetően fontos kiadványt kapnak kézhez.

Azokra a tagjainkra is gondoltunk, akik nem tartanak igényt a Kézikönyvre, és csak a Meteor és az Évkönyvet igénylik, 2800 Ft-os tagdíjat fizethetnek ugyanezen a csekken.

Budapestiek személyesen is rendezhetik tagdíjukat a keddi ügyeleteken (BME R Klub, 108-as terem, Budapest XI., Műegyetem rakpart 9.), illetve **csütörtökönként 14–18 óra között a Telescopium távcsőboltban** (Budapest XI., Budafoki út 41/b.). Közvetlenül számlavezető bankunknak is befizethetik a tagdíjakat (Bakonyvidéke Takarékszövetkezet, VI. Bajcsy-Zs. u. 15/b.), banki befizetéskor is ügyeljének arra, hogy nevük és pontos címük szerepeljen a bizonylaton!