



Változócsillagok

A változócsillagok osztályozásának kezdete

Edward Pigott 1786. évi cikke (*Philosophical Transactions*, 1786) az addig ismert és gyanított változóról a változócsillagászat történetének egyik legfontosabb publikációja. Pigott itt szétválasztotta a bizonyosan változókat a csak gyanúsaktól – munkáját dicséri, hogy az általa változónak gondolt csillagokat továbbra is ezek között tartjuk számon. Érdemes felsorolni e csillagokat (mai elnevezésüket használva): Mira Ceti, Algol, R Leonis, R Hydrae, β Lyrae, CK Vulpeculae (ez az 1670-ben Anthelme által felfedezett nóva), η Aquilae, χ Cygni, P Cygni és δ Cephei. A cikk tartalmazza az első valódi változócsillag-katalógust is. Ez nemcsak egy lista a csillagokról, hanem pontosan a korábbiakban megszokottakhoz, hanem hasznos adatokat is megad: koordinátát és maximum- és – amikor ez ismert volt – minimumbeli fényességét. Végül Pigott három csoportba osztotta a változókat:

„Az első tartalmazza a hosszú időtartammal periodikusokat, ilyen, úgy vélem, az o Ceti, a Hydrabeli (R Hydrae), a Hattyú mellén és nyakán található (χ és P Cygni) és Mayer 420. csillaga az Oroszlánban (R Leonis).

A második csoportból csak hármat említek, bár lehetne többet is, de a beszámoló ezokról annyira nem kielégítőek, és pozíciójuk annyira kevésbé ismert, hogy inkább csak azokat választom, melyek 1572-ben a Cassiopeiában, 1604-ben a Serpentariusban, illetve a Hattyú fejében (CK Vulpeculae) jelentek meg. A jelenség kétségtelenül hasonlít az első csoportra: azonban hirtelen megjelenésük, a periódus bizonytalansága, vagy legalábbis sokszoros hossza, úgy gondolom, elegendő indok különválasztásukra.

Végül az Algol, η Aquilae, β Lyrae és δ Cephei annyira hasonlítanak egymásra és oly különbözőek a fentiektől, hogy nem lehet kétséges megkülönböztetésük; úgyszintén a változás feltehetően foltoknak tudható be és tengely körüli forgásuknak.”

A cikkbeli katalógus az első változócsillag-katalógus, vajon első-e az osztályozás is? Bár a 20. században úgy gondolták, hogy igen, valójában azonban nem. Bertalanffi Pál 1757-ben Nagyszombatban megjelent Világnak két rend-béli rövid ismérte c. könyvében olvashatjuk az alábbiakat:

„Az ideig-való tsillagok megint három félek, úgy-mint először azok, mellyek a' fixa tsillagok között támodván, és bizonyos ideig feltetszvé, ismét el-tűnnek; de bizonyos időben megint fel-tetszenek; ilyen-féle tsillagot emlét Keplerus, melly 1601. eszt. a' hatyu mellyén (az-ám a' neve egy bizonyos sor tsillagoknak) feltetszvé, 's-egész 26. esztendeig viláolván, az-után eltűnt; de 1657. eszt. ismét láttatott. Másodsor azok, mellyek a fixák-között, vagy alatt egyszer fel-tetszvé, 's el-tűnvn; azután soha többé nem jelennek: Verdries Menyhardnak itéletéből,

ilyen féle tsillag vólt az, mely a' három Aegyptusi királyokat a' született Kristusnak imádására el-vezéri vala. Harmadszor azok, melyek a' fixa tsillagok alatt támodván, és bizonyos ideig, hol szakállal, hol farkkal láttatván, ismét elenyésznek: Aristoteles, és a' követői az üstökös tsillagról azt itélték, hogy az minden-féle földi szároz, kénköves, és salitromos gözből öszve forradván, és meggyuladván, mind addig forogna az égben, valámig azoz öszve forradott matéria meg nem emésztenék: A' mostani Filozofusok pedig igaz állandó, és sűrű égi testnek alityák lenni az üstökös tsillagot, ki bizonyos égi jeleken-által lassan forogván, igen ritkán láttatnék, és sok esztendeig lappongona."

Ez bizony nem más, mint a változók osztályozása: (1) hosszú periódusú csillagok – bár a példának felhozott P Cygni nem a legszerencsésebb választás, (2) az ún. új csillagok, (3) üstökösök – erre később még visszatérek.

Bertalanffi Melchior Verdries giesseni orvosra hivatkozik, de nyilván nem ő lehet az osztályozás megalkotója. Valóban, ugyanezt a csoportosítást megtaláljuk már Johann Christoph Sturm altdorfi professor 1704-ben megjelent Mathesis juvenilis c. könyvében. Sturm három csoportba osztotta a változókat (melyeket „különleges” csillagoknak nevez, szemben a „közönséges” csillagokkal): (1) az „új csillagok”, (2) a periodikus csillagok (Mira és χ Cygni): (3) üstökösök.

Ezek után rögtön felmerül két kérdés:

1. Mit keresnek itt az üstökösök?
2. Ki volt Sturm és miért pont ő osztályozta először a változócsillagokat?

Kezdjük az első kérdéssel: hogy kerültek ide az üstökösök? A mai jól definiált fogalmakhoz szokott olvasó számára a középkori vagy újkori szövegekben teljes fogalmi zűrzavar uralkodott. A „stella” szó jelenthetett állócsillagot (stella fixa), bolygót (stella erratica), esetleg üstököst (stella crinita), de még meteort is (stella cadens). Miután a jelzőt (fixa, erratica stb.) nem mindig tették ki, szerencsés esetben a szövegek környezetből kiderülhet, hogy valójában melyikről is van szó.

Ebből következően sok esetben kérdéses a „stella nova”, azaz új csillag értelme is. Mivel ide se tették ki a jelzőt, főleg a régi említéseknél jelent gondot annak eldöntése, hogy üstökösről vagy valóban új csillagról van-e szó. Ugyanakkor olyan esetekben is, amikor egyértelműen csillagról beszélhetünk, előfordul, hogy egyes szerzők üstökös-ként írják le. Az 1572-es Tycho-féle új csillagról is jelent meg olyan nyomtatvány, ahol



Bertalanffi könyvének címlapja (EK 107095)

már a cím is üstökösöt emleget (Georg Busch: Von dem Cometes..., 1573. Busch konklúziója: „ezek után belátjuk, hogy ez az új csillag nem más, mint üstökös...”). Hasonlóan vélekedett Matthaeus Zeisius frankfurti (Odera) professzor, aki az 1577. évi üstökösrel kapcsolatban emlegette az öt évvel korábbi „üstökösöt vagy csodacsillagot”.

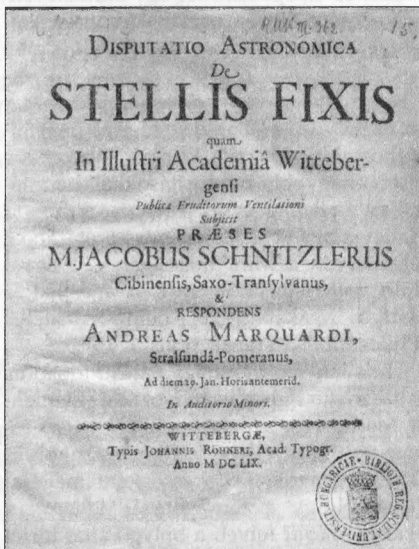
A fogalmi kavarodáson kívül más oka is volt, hogy az üstökösöket az új csillagok közé sorolták. Seneca idézte Epigenész görög filozófus véleményét, aki szerint kétféle üstökös van:

„Kétféle üstökös van – mondja Epigenes. – Egyesek mindenfelé kiárasztják izzásukat, és nem változtatják helyüket, mások üstök módjára egy irányba nyújtják el kősa tüzeit, és elhaladnak a csillagok mellett.” (Természettudományos vizsgalódások, Koeczky Rita fordítása)

Ez a felosztás természetesen az újkorban is ismert volt. Andrea Argoli olasz matematikus Pandosion Sphaericum c. 1644-ban megjelent könyvében idézi Epigenészt, majd hozzáteszi, hogy az első csoport jelenti a csillagokat, míg a második a valódi üstökösöket. Így a klasszifikáció alapja már megvolt: az égen újonnan megjelenő objektumok vagy (1) csillagok, vagy (2) üstökösök.

Az új csillagok és az üstökösök egy kalap alá vétele azzal a következménnyel is járt, hogy a csillagok esetében is gyakran elfogadták az üstökösök keletkezésének arisztotelészi elméletét (l. a Bertalanffi-idézetet). Jó példa erre a Szentiványi Márton által szerkesztett nagyszombati kalendáriumban megjelent új csillag definíció, mely szerint ezen objektumok „...a Nap és más csillagok kigőzölgéseiből keletkeznek. Ahol ez a kigőzölgés összesűrűsödik és a Nap megvilágítja, nóvacsillag alakjában jelentkeznek.” (Csaba György fordítása). Bár már nem a Hold alatti világban keletkeznek, mint az üstökösök Arisztotelésznél, a hasonlóság szembetűnő.

A másik kérdés az, miért éppen Sturm volt az osztályozás első megalkotója? Először is, kellett egy igen fontos megfigyelés, pontosabban egy felfedezés ahhoz, hogy a klasszifikáció egyáltalán lehetséges legyen. Ez azonban csak 1686-ban következett be. A 17. század végéig az ismert új csillagok a Mira Ceti és az Algol kivételével mind eruptív változók voltak. Az Algol fényváltozásáról a változás tényén kívül nem sokat tudtak, csak 1783-ban tisztázta John Goodricke e változások mibenlétét. A Mira Ceti maradt mint egyetlen csillag, amely szabályosan viselkedett a minimumok után. Az osztályozáshoz szükséges fontos felfedezés a χ Cygni fényváltozásának felismerése volt (Gottfried Kirch), amivel a szabályosan visszatérő csillagok száma kettőre emelkedett. Ekkor vált nyilvánvalóvá, hogy e két csillag más, mint a többiek, amelyek semmi ilyen szabályosságot nem mutat-



Schnitzler De Stellis Fixis című disputációjának címlapja (EK RMK III/362)

tak. Felmerült azonban már ekkor is a Tycho-féle új csillag periodicitásának lehetősége – ez a feltételezett periodicitás a 19. század végén jelentős szerepet játszott a hazai csillagászat történetében.

A másik fontos ok Wittenberghhez kapcsolódik. Már a késő középkori teológiában megjelentek, de a reformátoroknál lettek hangsúlyosak Isten „közönséges” és „különleges” cselekedetei. Ezek a gondviseléssel voltak kapcsolatban, és mivel a feltűnő égi jelenségeket az isteni gondviseléssel hozták összefüggésbe, kézenfekvő volt az égitesteket is hasonlóan felosztani. Ezt a wittenbergi egyetem professzorai (Christoph Nottnagel és Johannes Sperling) meg is tették a 17. század közepén. A legtömörebben Jacob Schnitzler szebeni gimnáziumigazgató majd később városi plébános fogalmazta meg még wittenbergi tartózkodása alatt:

„Az állócsillagokat tekinthetjük abszolút vagy relatív módon. Abszolút módon lehetnek közönségesek (ordinariae) vagy különlegesek (extraordinariae). Azok a közönségesek, melyek a világ kezdetétől láthatóak voltak és láthatóak továbbra is. Azok a különlegesek, melyek Isten egyedi akaratából egy bizonyos időben jelennek meg.” (De Stellis Fixis, 1659)

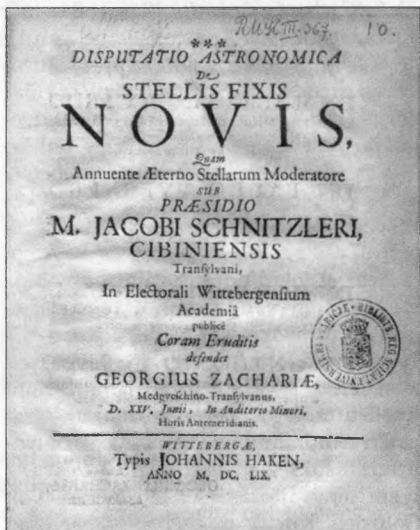
Látható, hogy bár az új csillagok keletkezése természetfeletti okokra megy vissza, mégis csillagok. Ezt alátámasztja Schnitzler definíciója is:

„Az új állócsillagok azok, melyeket Isten közvetlen akaratából a semmiből teremtet, a többi csillaggal közös mozgással, és a nyolcadik égi gömbhéjban egy ideig elhelyezte, ahol ISTEN dicsőségét hirdetik...” (De Stellis Fixis Novis, 1659)

Az evangélikus Sturm nyilván ismerte ezeket az elképzeléseket, így minden rendelkezésére állt az osztályozás megalkotására, és mint könyve mutatja, élt is a lehetőséggel.

Használták-e vajon a későbbiekben ezt az osztályozást? Bár név szerint nem hívatkoztak Sturmra, a klasszifikáció maga kisebb-nagyobb módosításokkal használatban volt Pigott idejében is. Edmond Halley maga is közel járt megalkotásához, felismervén a Míra járáságát: „Ez egyedüli volt fajtájából, míg a másikat a Hattyú nyakában fel nem fedezték.” (Philosophical Transactions, 1715).

Christian Wolff, a nagy hatású filozófus is használta Sturm osztályozását (Elementa Matheseos Universae, 1735). Két csoport volt nála: (1) periodikus csillagok és (2) új csillagok. Érdekességként megemlíthető, hogy a fényváltozás lehetséges okaként Wolff felveti a bolygó által történő fedést. Jelentősen bővítette a klasszifikációt Johann Friedrich Weidler wittenbergi matematikaprofesszor (Institutiones Astronomiae, 1754):



Schnitzler De Stellis Fixis Novis című disputációjának címlapja (EK RMK III/367)

1. Csillagok, melyek régen ismertek voltak, de ma láthatatlanok (az eltűnt Pleiad)
2. Új csillagok, melyek régen ismeretlenek voltak, majd újra eltűntek és még nem tértek vissza (1572)
3. Új csillagok, melyeket régen nem ismertek, de most láthatóak (ezek gyanús objektumok)
4. Új csillagok, melyek rendszeresen visszatérnek (Mira)
5. Csillagok látszólagos fényességváltozással (Algol, de gyanús objektumok is)

Sturm osztályozásához képest fontos változás, hogy Weidler elhagyta az üstökösöket (a hagyományok szívós fennmaradását mutatja, hogy ettől függetlenül „új csillagoknak” nevezi őket, noha tisztában van azzal, hogy valójában nem csillagok). Három új csoportot vezetett be, melyek közül az elsőben említett elveszett Pleiad Ovidius Római naptárából hagyományozódott a 16–17. századi csillagászati munkákba. A Pleiadokról írja Ovidius:

Száma ezeknek hat, bár hetet emlegetünk.
 Mert hatot ért a szerencse, hogy őket egy isten ölelte.
 Azt mondják, Sterope Marsnak a kedvese volt.
 Alcyonét Neptunus ölelte, s a büszke Celaenót;
 Maiát, Electrát s Taygetét Iupiter.
 És végül Merope a halandó Sisyphusé lett,
 Restelli is tettét s egymaga rejtve marad.
 Vagy mert tán Electra se bírván Trója bukását
 nézni, kezével azért fedte be szép szemeit.

(Gaál László fordítása)

A hagyományok erejét bizonyítja az is, hogy még 1823-ban is szükségét érezte Kmeth Dániel, hogy könyvében beszámoljon az elveszett csillagról (*Astronomia Popularis*, 1823). A harmadik és ötödik csoportban említett csillagok – az Algol kivételével – azok, melyeket Pigott a nem kellőképpen bizonyított csillagok közé sorolt.

Az osztályozást a magyarországi szerzők közül először Klausz Mihály említi, de ő is Verdriesre hivatkozott (*Naturalis Philosophiae*, 1756), magyarul pedig a már idézett Bertalanffi-könyv volt az első.

Végezetül érdekes lehet még Olbers osztályozása (*Zeitschrift für Astronomie*, 1816), melyben továbbfejlesztette Pigott munkáját. Öt csoportba osztotta a csillagokat:

1. Új csillagok
2. Hosszú periódusú csillagok
3. Rövid periódusú csillagok
4. Csillagok, melyek hol változnak, hol nem (P Cygni, 53 Virginis)
5. Folyamatosan csökkenő vagy növekvő fényű csillagok (α Draconis, ill. σ Sagittarii)

A 19. század közepén Argelanderrel megkezdődik a szisztematikus és professzionális változócsillagászat. Argelander hatása óriási: észlelési eljárást ad a változóknak megfigyelésére, elnevezi őket (R, S, T...), feldolgozza a régi megfigyeléseket, és természetesen észleli is őket. Az osztályozási kísérletek se szünetelnek, de ezek már nem tartoznak a kezdetekhez.

ZSOLDOS ENDRE

Z Camelopardalis: egy törpenóva nóvarobbanása

A kataklizmikus változócsillagok kölcsönható kettőscsillagok, melyben a nagy tömegű, ám kis méretű főkomponens – általában egy fehér törpe – anyagot szív el kísérőcsillagától. A tömegátadás mértéke, illetve a főkomponens körül kialakuló anyagbefogási (akkréciós) korong tulajdonságai határozzák meg, hogy pontosan milyen típusú változócsillagként észlelhetünk egy adott rendszert. A törpenóvákban az akkréciós korong a benne felgyülemelő anyag hőmérséklet-emelkedése miatt időnként összeomlik, amikor a fehér törpe gravitációs terében hirtelen felforrósodó gázfelhő jellemzően 3–5 magnitúdós kitörést okoz a fényességben. Ezzel szemben a nóvák ténylegesen robbanásszerű folyamatokat élnek át a fehér törpe felszínén összegyülemelő anyag termonukleáris fúziójának hirtelen beindulása nyomán, ami 10–12, de akár 20 magnitúdós félfényesedést is okozhat pár nap alatt.

Természetes kérdés, hogy ha ennyire hasonló rendszerek a törpenóvák és nóvák, elképzelhető-e nóvarobbanás törpenóvában? Az elméletek szerint a klasszikus nóvák fehér törpéi nagyjából 10 ezer évenként gyűjtenek össze elegendő anyagot a nukleáris robbanáshoz, köztük pedig folyamatosan érkezik a kísérőcsillag anyaga a robbanás után nem sokkal újra kialakuló akkréciós korongon keresztül. Elvben semmi sem zárja ki, hogy két nóvakitörés között egy rendszer törpenóva-aktivitást mutasson, ám a 20 éve kidolgozott elméleti előrejelzést még soha nem sikerült megfigyelésekkel igazolni.

A Z Camelopardalis 530 fényévre található csillag, egyike az elsőként felfedezett törpenóváknak. Amatőrcsillagászok több évtizede folyamatosan nyomon követik kitöréseit, melyek átlagosan 3 hetente következnek be. Ilyenkor a csillag mintegy 40-szeresére fényesedik fel, majd pár nap után újra visszahalványodik.



M. Shara (American Museum of Natural History) és munkatársai a március 8-i Nature-ben számoltak be a NASA GALEX (Galaxy Evolution Explorer) űrtávcsövével véletlenül felfedezett gázhéjakról a Z Cam körül. Korábban már kerestek hasonló szerkezeteket a csillag körül, de az optikai tartományban kudarcot jártak. Ezzel szemben a GALEX ultravioleta hullámhosszakon felvett képei tisztán mutatják a Z Cam-ot övező vékony gázhéjakat. Ezek pontosan úgy néznek ki, mint az idős nóvakat övező maradványfelhők, és a világ négy pontján elhelyezett távcsövekkel végzett mérésekkel sikerült is igazolni, hogy a Z Cam-ot mintegy egy ezred naptömegű gázhéj övezi, amely 250–2500 évvel ezelőtt dobódhatott le egy nóvarobbanás következtében.

Ezzel szemben a GALEX ultravioleta hullámhosszakon felvett képei tisztán mutatják a Z Cam-ot övező vékony gázhéjakat. Ezek pontosan úgy néznek ki, mint az idős nóvakat övező maradványfelhők, és a világ négy pontján elhelyezett távcsövekkel végzett mérésekkel sikerült is igazolni, hogy a Z Cam-ot mintegy egy ezred naptömegű gázhéj övezi, amely 250–2500 évvel ezelőtt dobódhatott le egy nóvarobbanás következtében.

Maga az egykori robbanás roppant látványos jelenség lehetett: pár napig a ma Z Cam-ként ismert törpenóva az egész égbolt egyik legfényesebb csillagként ragyoghatott!

(GALEX PR 2007-01; Shara és munkatársai, Nature, 2007. március 8. – Ksl)