



Változócsillagok

Lökéshullám, vagy amit akartok

Miközben sorra fedezik fel a halványabbnál halványabb szupernóvákat (l. Változócsillag hírek), a Hubble Űrtávcső a 11 évvel ezelőtti SN1987A folyamatos nyomon követésével nem hagyja nyugodni a szupernóvák kutatóit. Habár maga a robbanó csillag 1987 februárjában tűnt fel a 167 ezer fényév távolságban levő Nagy Magellán Felhőben, az explózió által kidobott anyag és keltett lökéshullám csak most érte el a csillagot körülvevő kb. egy fényév átmérőjű gyűrűrendszer belső határát.

A HST legújabb felvételei alapján egy kb. 160 milliárd km átmérőjű gázgömb fénylett fel az elmúlt hetekben a 60 millió km/órás sebességgel érkező lökéshullám következtében. Ennek során a korábban néhány ezer fokos anyag néhány millió fokra felhevül, ami ragyogásával a szó legszorosabb értelmében új fényt fog vetni a szupernóva környezetére. Robert Kirshner (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, USA) szerint az elmúlt 11 évben felépített elméletek helyessége igazolódhat, vagy cáfolódhat a közeljövő történései által. Az előreláthatóan a következő egy évben az egész gyűrűre kiterjedő felfénylés valójában a szupernóva múltját fogja elénk tárni, miközben a gyűrű brutális kalapácsütésként fogja megélni a belülről jövő lökéshullám mechanikai energiáját. Milyen volt a progenitor csillag, a különleges gyűrűrendszer mennyiben kötődik egy, az egész rendszert körülvevő feltételezett anyagfelhőhöz — ezek azok a legfontosabb kérdések, melyekre a kutatók türelmetlenül várják a válaszokat.

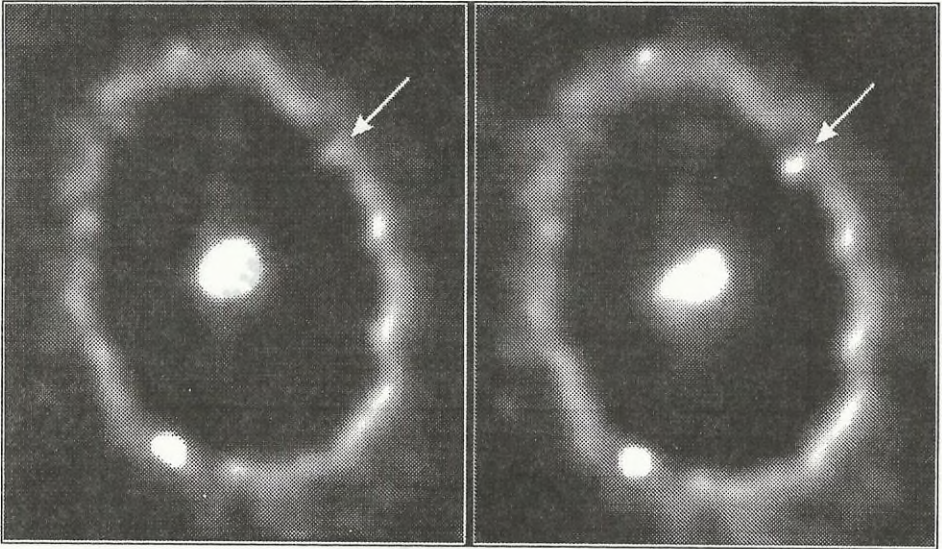
Richard McCray (University of Colorado, Boulder, USA) szerint egyedülálló jelenség szemtanúi lehetünk, ugyanis magának a robbanásnak a fénye, ami a katasztrófa után néhány hónappal érte el a csillag körüli gyűrűket, a cirkumsztelláris felhőnek csak nagyon kis hányadát világította meg.

Habár inkább a filozófia, semmint a tudomány kérdései közé tartozik, hogy mi történik akkor, ha az *ellenállhatatlan erő* és a *megmozdíthatatlan objektum* találkozik, a megfigyelt lökéshullám-gyűrű kölcsönhatás igen közeli példa erre a valós fizikai világból. A lökéshullámok fizikájában teljesen egyedülálló lehetőséget képvisel a jelenlegi megfigyelés-sorozat, mert habár több idős szupernóva-maradvány körül sikerült már korábban hasonló méréseket végezni, azokban a kilökődő anyag sebessége legalább tízszer kisebb, mint az SN1987A-ban.

Maga a kettős gyűrű nagyjából 20 ezer évvel ezelőtt jött létre. Az egyik elmélet szerint a progenitor akkoriban nyelt el egy korábbi kísérő csillagot, ami alatt az anyag egy része kidobódott. Legelőször akkor tűnt fel a kutatók előtt, amikor a robbanás intenzív fénye elérte és felfűtötte a jelenlegi néhány ezer fokos hőmérsékletére.

Néhány évvel ezelőtt a rádió- és röntgen-tartományban egyaránt sikerült olyan megfigyeléseket végezni, amelyek arra utaltak, hogy a robbanás leggyorsabb repeszei elérték a gyűrűket. Az 1997 tavaszán beszerelt Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS) műszernek sikerült először megmérni a robbanás tűzgömbjének

tágulási sebességét (l. Meteor 1997/2., 21. o.). Tavaly júliusban a WFPC2 kamerával Kirschner és társai készítettek olyan felvételeket, amelyek egy fényes gyémántként ragyogó kis gázcsomót mutattak a gyűrűn belül. Az alábbi felvételen az SN 1987A körül kialakult gyűrűt láthatjuk az 1994-es állapotnak megfelelően (balra), ill. 1997 nyarán.



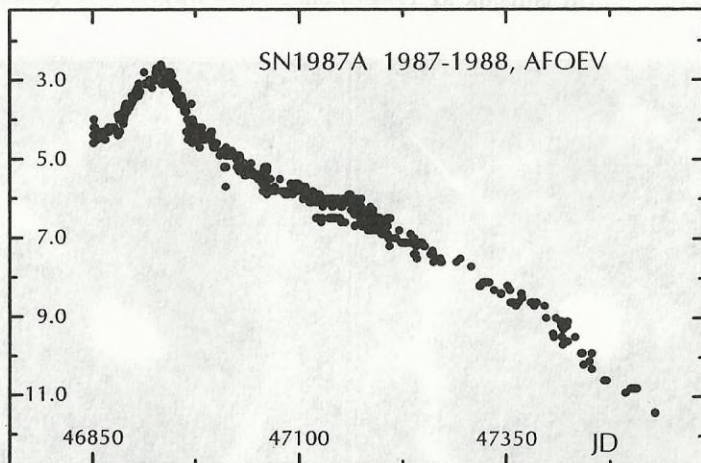
Krónika: az SN1987A első 11 éve

1987. február 23. Ian Shelton torontói csillagász a chilei Las Campanas obszervatóriumban a Nagy Magellán Felhőt fényképezve egy feltűnően fényes csillagot talál - az ég alatt szabad szemmel is jól láthatóan ott az új csillag. Azonnal rájön, hogy Kepler 1604-es megfigyelései után felfedezte az azóta legfényesebb szupernóvát (később ezért még Toronto városa is kitüntette...).

Az IUE korai megfigyelései alapján gyorsan azonosítják a robbanás előcsillagát (progenitor), ami a Sanduleak $-69^{\circ}202$ jelű kék szuperóriás volt, a Naptól kb. 20-szor nagyobb tömeggel. A modellek szerint a csillag először felfúvódott vörös óriássá, elvesztett valamennyi tömeget, majd összehúzódott és felfűtötte magát kék szuperóriássá. Mídmön a csillag magjában kifogyott a fúziós üzemanyag, másodpercek alatt összeomlott, majd az extrém nagy nyomás és hőmérséklet miatt kialakuló gigantikus neutrínókibocsátás felfűtötte a belső részeket közel 10 milliárd fokra. Ez pedig egy, az egész csillagot szétvető lökéshullámot keltett, míg az addig az atommagnál is sűrűbb magból kiszabadultak a neutrínók, leelőzve a lökéshullámot. A Földön legelőször az ohioi IMB, ill. a japán Kamiokande II neutrínódetektorok jelezték, hogy valami történik. Néhány órával később a magból kiindult lökéshullám elérte a csillag felszínét, ami a vizuális tartományban 10 magnitúdós felfényesedést okozott.

1987. május. Az IUE olyan elemeket azonosított a robbanás repeszeiben, amelyek jelezték, hogy a csillag korábban már átesett a vörös óriás állapotán.

1987. július. A japán Ginga és a nyugat-német HEXE űrbéli röntgentávcsövek (ez utóbbi a Mir űrállomáshoz csatlakoztatva) detektálják az első röntgen-sugarakat a kidobott anyagfelhőből.



Az SN 1987A fénygörbéje az AFOEV adatai alapján

1987. augusztus–november. Nagyenergiájú gamma-fotonok detektálása. Ezek a robbanás során keletkezett radioaktív elemek bomlástermékei. Az adatok szerint igen sok termék keletkezett, pl. radioaktív nikkel, amiből kobalt keletkezik bomlás révén, majd a végtermék további reakciók után a stabil vas. Ezek a felfedezések igazolják azokat az elméleteket, hogy a Földön is előforduló nehéz elemek többségét a szupernóva-robbanások termelik le.

1989. december. Az ESO NTT távcsövével végzett optikai megfigyelések La Silla-n (Chile) egy fényes fánk-, vagy gyűrűszerű alakzatra utalnak a szupernóva körül.

1990. augusztus. A Hubble Űrtávcső halvány objektumok kamerája (FOC) tisztán mutat egy éles gyűrűt az SN1987A körül. A távolság a gyűrű és az SN között 2/3 fényév, kb. 20 ezer évvel alakulhatott ki.

1990. Ausztrál csillagászok gyorsan fényesedő rádió-emissziót mutatnak ki. A sugárzás forrása valahol a gyűrű és az SN között félfúton helyezkedik el. Ebben a régióban a robbanás repeszei ütköznek a korábbról ott maradt gázzal. Az optikai tartományban nem detektálható, mivel a gáz túl ritka és túl forró.

1992. a ROSAT gyorsan fényesedő röntgen-forrásokat fedez fel. Ezek ugyanonnan erednek, mint a rádiósugárzás.

1994. május. Az űrtávcső WFPC2 kamerája két halványabb gyűrűt fedez fel a belső gyűrűt övezve (l. Meteor 1997/2., hátsó borító). A csillagászok számára igen meglepő, a létrehozó folyamat lényegében ismeretlen.

1997. január. A WFPC2-vel sikerült felbontani a robbanás kb. 1/10 fényév átmérőjű, jellegzetes homokóra alakú tűzgömbjét. Két csomóból áll, melyek egymáshoz képest 10 millió km/órás sebességgel mozognak.

1997. május. Az űrtávcső STIS műszere ultraibolya tartományban végzett megfigyelései kimutatják, hogy a legbelső gyűrű főleg oxigénből, nitrogénből, hidrogénből és kénből áll.

1997. június. A csillagászoknak sikerült észlelni a szupernóva kirepülő repeszei és a belső gyűrű közötti kölcsönhatást. A színeképek 50 millió km/órás sebességgel mozgó hidrogén jeleit mutatják a gyűrűn belül.

KISS LÁSZLÓ

Változós hírek

Szupernóva a Nagy Magellán Felhő mögött

D. L. Welch (McMaster University, Hamilton, Kanada) a MACHO mikrolencse kereső program tagja január végén jelentette be, hogy 1997 decemberében egy új változócsillagot fedeztek fel a Dorado csillagképben, a Nagy Magellán Felhő területén. A új változót december 14-én észlelték először, ekkor fényessége $V = 19^m,1$ volt. Ezt megelőzően december 3-án készítettek felvételt a területről, akkor még $V = 20^m,4$ -nál halványabb volt, de az elmúlt két év alatt felvett 160 kép egyikén sem azonosítható. Ez nem is csoda, hiszen a vörös és kék szűrővel készített felvételeken kimért fényességváltozások arra utalnak, hogy egy szupernóvával van dolgunk, mely több 10 millió fényévvel a Nagy Magellán Felhő mögött villant fel. Ezt támasztja alá az is, hogy a változótól 3"-cel nyugatra egy halvány galaxis derengése sejtethető. A szupernóva maximális fényességét 1997. december 22-én érte el $V = 19^m,0$ -nál. (IAUC 6813, Sry)

A halványnál is halványabb

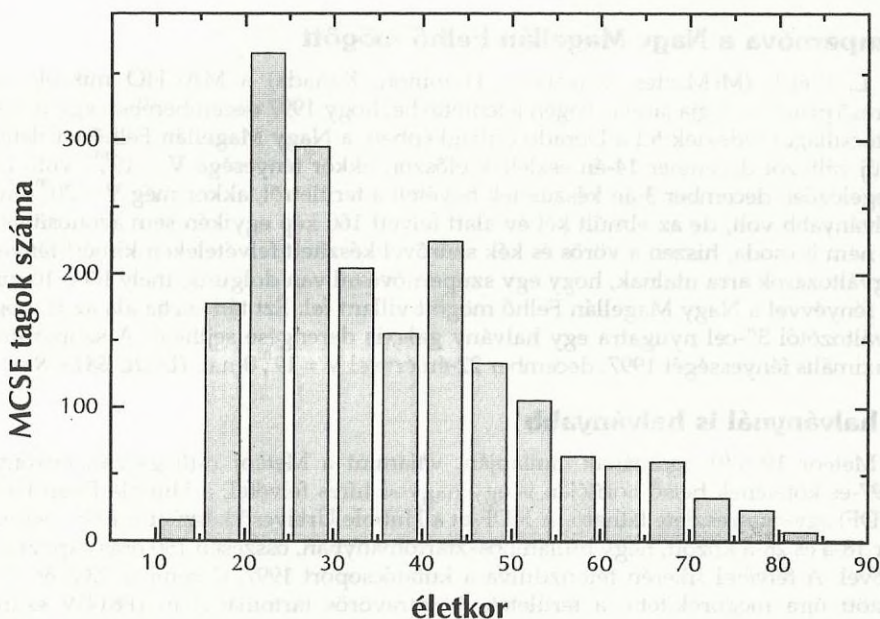
A Meteor 1996/9. számának címlapján, valamint a Meteor csillagászati évkönyv 1997-es kötetének belső borítóján is egy nagyon híres felvétel, a Hubble Deep Field (HDF) egy-egy részlete látható. A HDF-et a Hubble Űrtávcső készítette 1995. december 18-a és 28-a között, négy hullámhossztartományban, összesen 150 órás expozíciós idővel. A felvétel sikerén felbuzdulva a kutatócsoport 1997. december 23-a és 27-e között újra megörökítette a területet. A infravörös tartományban (F814W szűrő) készült képeket összehasonlították az 1995-ös felvételekkel R. L. Gilliland (Space Telescope Science Institute) és M. M. Phillips (Cerro Tololo Interamerican Observatory) két új, minden eddiginél halványabb szupernóvát fedezett fel. Az SN 1997ff a 4-403.0 jelű galaxis magjától $0'',15$ -re villant fel, átlagos fényessége (három, egyenként 5 óra 50 perces infravörös felvétel alapján) $I = 26^m,9$, míg a 3-221.0 magjától $0'',44$ -re látható 1997fg valamivel „fényesebb”, $I = 26^m,0$ -s. Ez utóbbi vöröseltolódása $z = 0,952$, ami azt jelenti, hogy a robbanás közel 2,5 milliárd évvel ezelőtt történt. A földi távcsövekkel eddig észlelt leghalványabb szupernóva $R = 24^m,5$ -s volt. (IAUC 6810, Sry)

Észlelőink „hatásfoka”

A Meteor 1998/2. számában, a Változós hírekben ismét olvashattunk az AAVSO tevékenységéről (AAVSO Journal Vol. 25, No.2, 1997). Az 1995/96-os AAVSO-évben a magyar észlelők közel 25 ezer megfigyelést juttattak el az amerikai változós szervezet számára, ezzel az előkelő harmadik helyezést szereztük a „nemzetek közötti változós versenyben”. Ez a szép eredmény 82 amatőr munkájának köszönhe-

tő, ami kiugróan magas szám, azonban meg kell jegyeznünk, hogy a jelentős változós nemzetek között nálunk a legalacsonyabb az egy amatőrre eső észlelésszám. Rovatvezetőnk fel is teszi a kérdést, vajon mi lehet az oka ennek a jelenségnek?

Szerintem a magyarázat kézenfekvő: az — immár hagyományosnak mondható — alacsony átlagos észlelésszám részben észlelőink alacsony átlag-életkorával magyarázható. Régi tapasztalat, hogy a csillagászat, a távcsöves észlelések iránt épp a legfiatalabb korosztályok mutatják a legnagyobb érdeklődést. Jól látható ez az MCSE-tagok életkor-megoszlását mutató alábbi grafikonon is, melyet Kiss László készített el.



Az ábrán a 15–30 éves korosztály jelenti a legnagyobb „púpot”, ezt fokozatosan csökkenő létszám követi, csak egy mellékmaximumot találunk, mely minden bizonnyal a 70-es évek CSBK-mozgalmának köszönhető. A legaktívabb észlelők is zömmel a legfiatalabbak közül kerülnek ki. Sajnos az ifjú észlelők többsége előbb-utóbb felhagy az észlelésekkel — sokszor éppen abban az időszakban, amikor tapasztalt észlelővé válna. Őket aztán még fiatalabbak követik, akiknek szintén bele kell tanulniuk az észlelőmunkába, és így tovább. Becslésem szerint egy-egy észlelőgeneráció legfeljebb 8–10 év alatt kiöregszik.

Miért hagyják abba az észleléseket amatőreink? Nem látják értelmét a további munkának? Ráuntak a távcsövezésre? Nincs rá idejük? Véleményem szerint ez utóbbi a legfontosabb tényező. A 25–30 éves kort elérő amatőr szükségszerűen szembesül a nagybetűs élet problémáival (családalapítás, otthonteremtés), melyek szinte minden energiáját lekötik. Egy végigdolgozott nap után pedig kinek van kedve a több órára, nem mindig pihentető észlelésekhez? Kinek van energiája arra, hogy este elzárándokoljon a távoli észlelőhelyre (mert a kényelmes, közeli észlelőhely bizony nagyon keveseknek adatik meg)? Egyáltalán: egy olyan társadalomban, amelyben a

puszta szinten maradás is sokszorta több energiát emészt fel, mint a „fejlett” országokban, kinek van kedve a távcsövezéshez?

Aki azt gondolja, hogy ez a jelenség az utóbbi évek terméke, nagyot téved. Nem volt ez másként a 70-es, 80-as években sem, a pályakezdőket akkor is óriási terhek nyomasztották.

Az utóbbi években szerencsére azt is tapasztalom, hogy egyre több „régí motoros” kapcsolódik be újra a mozgalomba, sőt az észleléseket is újrakezdi — ha nem is a régi lendülettel, de *ismét észlel*. Ennek ellenére az észlelők között nagyon kevés a középkorú, az idősebb generációk pedig szinte teljes egészében hiányoznak, holott nem egy nyugati változós szervezetnél épp ők számítanak a legaktívabb megfigyelőknek.

Ugyanezek a szervezetek viszont azon csodálkoznak, hogy nálunk, Magyarországon milyen sok a fiatal amatőr, miközben ők komoly utánpótlás-gondokkal küszködnek. Ahhoz, hogy megtartsuk lendületünket, újabb és újabb amatőr generációkat kell bevonnunk az észlelőmunkába. Ennek csak egyik eszköze a Meteor, az igazi közösségi munkához szükség van az észlelőtáborokra, észlelőhétvégékre és a — sajnálatos módon a kifáradás jeleit mutató — hagyományos, félévenkénti változós találkozókra is.

Valószínűleg észlelőink is jobb hatásokkal dolgoznak majd, ha életkörülményeink javulnak, és nem számít luxusnak a jó minőségű távcső, nem jelent gondot a sötét egű észlelőhelyre való rendszeres autózás — egyszerűen, ha az ország, amelyben élünk, a mainál sokkal „jobb hatásokkal” működik.

Mizser Attila

IAPPP Communication No. 67

Az IAPPP Communication 1997. tavaszi száma jelentős késéssel jelent meg, de megérte várakozni rá, mert ismét egy magyar különszámot tarthatunk kezünkben. A kiadvány az 1996. október 25–27. között Baján megtartott MCSE–IAPPP találkozó anyagát tartalmazza. Többek között az alábbi változócsillagokról olvashatunk: SV Cam, GO Cyg, VW Cep, DN Uma, SW Lac, OO Aql, CC Com, 89 Her, vagyis olyan csillagokról, amelyek elsősorban a professzionális csillagászok kutatási területére esnek (vagy azok számára érdekesek, akik professzionális észlelési technikával dolgoznak). A szerzők sorában hazai, valamint román, jugoszláv és lengyel szakcsillagászok nevével találkozunk.

Valószínűleg egyhamar nem lesz hasonló, magyar vonatkozású IAPPP Communication szám, hiszen az MCSE–IAPPP találkozók sorában az 1996-os volt az utolsó, amint azt Hegedűs Tibor előszavából is megtudhatjuk. (Mzs)

International Amateur-Professional Photoelectric Photometry
I. A. P. P. P.
Communication No. 67 Spring 1997
ISBN 0816-6961
"Bringing Amateurs, Students, and Professionals Together for Research in Astronomy since 1959"
SPECIAL PROCEEDINGS ISSUE:
Joint Meeting
Hungarian Astronomical Association
Hungarian Wing of the I.A.P.P.P.
WELCOME TO THE IAPPP SYMPOSIUM
Participants of the Joint Meeting of the Hungarian Astronomical Association and the Hungarian Wing of the I.A.P.P.P., held in Baja, Hungary, 25-27 October 1996. This special issue celebrates the theme of the meeting, "Latest PMT & CCD Observational Results in Variable Star Research".
Photo by T. Hegedűs