



# Csillagászati hírek

## Anyagáramlás a Napban

A Nap felszínén, a fotoszférában, az egyenlítőtől a pólusok felé tartó áramlás figyelhető meg. A kutatók már régóta feltételezték, hogy az anyagáramlás mélyebben is megtalálható, csak igen nehéz megfigyelni. A jelenség fontos szerepet játszhat a napfoltciklusban, a napfoltok mágneses maradványait magasabb napparaji szélességekre viheti. Továbbá, ha a pólusok felé irányuló áramlást látunk, akkor valahol a Nap belsejében ellenáramlás is fellép. Ez pedig az egyenlítő pólushoz viszonyított gyorsabb tengelyforgásának fenntartásában segítkezik. A felszínen a pólusok felé irányuló áramlás igen lassú, közepes szélességeken 10–20 m/s.

A Nap mélyebb rétegeibe az ún. helio-szeizmológia módszereivel lehet betekinteni. A SOHO 1996. júniusában készült észleléseit ilyen szempontból dolgozták fel a szakemberek. A Nap sugarának 4%-áig, azaz 55 ezer km mélységig sikerült az áramlást megvizsgálni. Amellett, hogy a felszíni áramlás folytatása bizonyítást nyert, érdekes egyedi jelenség is mutatkozott. A Nap egyenlítőjénél 4,9 m/s-os áramlás haladt dél felé. Elvileg itt nyugalomban lenne az anyag, minthogy ez az északi és déli áramlást elválasztó zóna.

A jelek szerint hol az északi, hol a déli áramlás felerősödésével az anyagmozgás a másik féltekére is kiterjed. A becslések szerint a cirkuláció a megfigyeltnél sokkal mélyebbre, az egész konvektív rétegre kiterjed. Jelenleg csak a konvektív zóna felső 12%-ában sikerült megfigyelni. Az ilyen meridionális áramlások főleg azoknál a csillagoknál játszanak szerepet, melyeknél nincs konvekció a külső rétegekben — így a cirkuláció fon-

tos keverő mechanizmus lehet. (*Nature* 1997/10/30 — *Kru*)

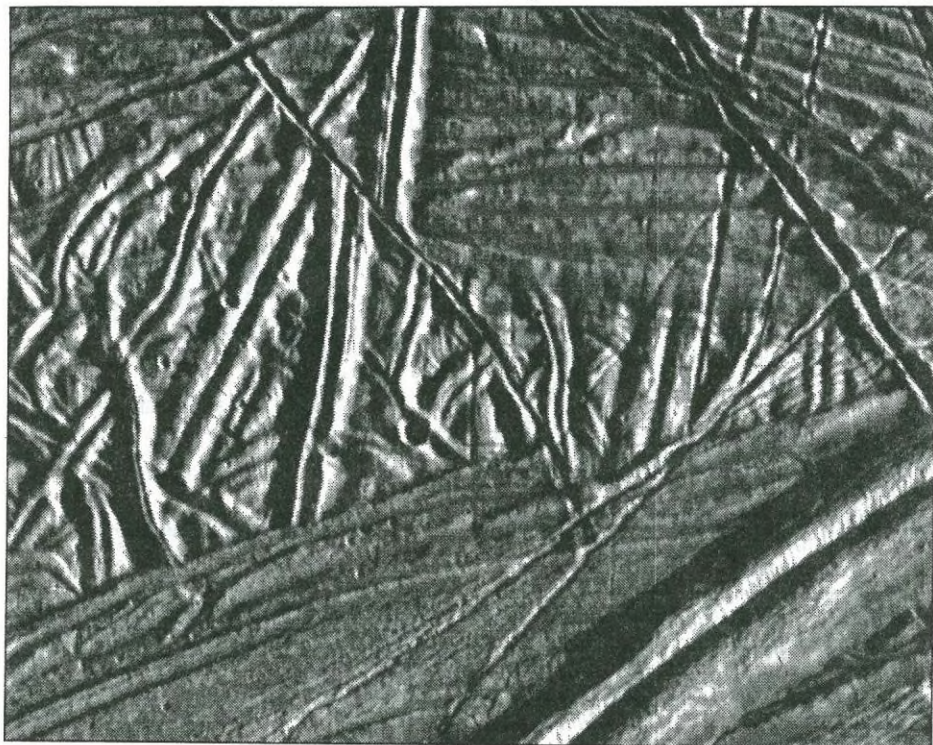
## Célpont: az Europa!

Az elmúlt két évben a Galileo-űrszonda adatai alapján az Europa vált a Naprendszer egyik legérdekesebb égitestjévé. A tény, hogy légköre, differenciált belső szerkezete és mágneses tere van, önmagában is magára vonja a figyelmet. A fő ok azonban, amiért reflektorfénybe került, az a felszín alatti vízóceán. A jelek szerint az Európát néhány km vastag jégburok övezi, amely alatt akár 60–80 km mélységű vízóceán is rejtőzhet. A felszíni jégformák alapján az óceán fenekén aktív kőzetfelszín található, mely hőforrásokkal, meleg pontokkal rendelkezik. A nemrég elhunyt Eugene M. Shoemaker szerint sokkal jobb eséllyel lehet ma élet az Európán, mint a Marson.

A Földön ismerünk olyan élőlényeket, amelyek az óceánok fenekén, vulkáni képződményekben élnek. Fennmaradásukhoz nincs szükségük napfényre vagy elraktározott napenergiára. A szakemberek a bioszféra határát napjainkban a földfelszín alatt húzzák meg, hiszen 2,8 km mély kőzetekben élő mikrobákat is találtak. A földi óceánfenékhez hasonló körülmények várhatók az Europa jégpáncélja alatt. A holdat azonban nem borította mindig jégkéreg. Életének elején a felszínén hullámzott a víz, amely egyetlen összefüggő óceánt alkotott. Az ebből kipárolgó vízmolekulák sűrű vízgőz légkört vontak köré, amely kellemes hőmérsékletet teremtett a felszínen, és megakadályozta a víz befagyását. Mindehhez a hőt az összeállása után felforrósodó Jupiter adhatta, amely több energiát sugárzott holdjaira, mint

amennyit azok a Naptól kaptak. A későbbiekben árapályfűtés melegíthette, és melegíti ma is az Európa burkát.

tagsága akár 20 km-es pontossággal is meghatározható. Az egyetlen problémát a Jupiter mágneses tere okozhatja, amely



Részlet az Európa felszínéből (a Galileo szonda felvétele)

A további eredmények reményében a Galileo-űrszonda 1997. decemberében végződött kutatási programját két évvel meghosszabbították. Az „új” küldetés a Galileo Európa Misszió (GEM) nevet kapta, melynek keretében a szonda nyolc alkalommal közelíti meg a holdat. (A programba emellett négy Callisto és két Io közelítés is bekerült.)

A Galileo a korábbiaknál közelebb repül el az Európa felett, maximálisan egyméteres felbontással örökíti meg a felszínét. A közeli infravörös tartományban dolgozó spektrométere pedig a felszín sötét színű részeiről próbálja eldönteni, hogy tartalmaznak-e szerves anyagot. A közelítések pályaelemzésével a folyékony víz és a szilárd jégréteg vas-

már eddig is erősen igénybe vette a szonda elektronikus műszereit.

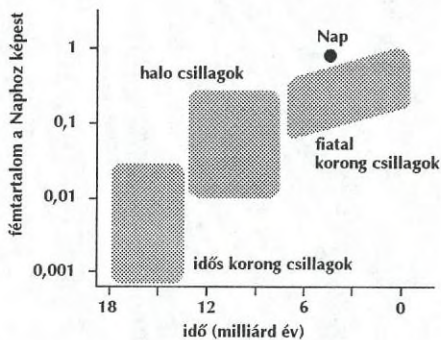
Az Európa kutatása azonban csak ezt követően kezdődik igazán nagy erővel — a szakemberek már ma is több Európa-űrszonda tervén dolgoznak. A Galileo után olyan szondát küldenének a Jupiterhez, amely Európa körüli pályára állna, és nagy felbontással térképezné a felszínét. A hold gravitációs terét is vizsgálná, és radarhullámokkal próbálna a jég belsejébe „pillantani”. A jégkéreg részletes megismerése után ki lehet jelölni a leszálló szondák célterületeit. Ezek többsége sokkal egyszerűbb berendezés lesz, mint pl. a Mars vagy a Vénusz felszínére ereszkedő egységek. A felszínbe egymás után becsapódó

penetrátorok szeizmométerei a becsapódások keltette rengéshullámokkal feltérképezik a jégréteg vastagságát, szerkezetét. A tervek közt szerepel egy olyan szonda is, amely az Európáról leszállás nélkül hozna anyagmintát. Az űreszköz „leszálló egysége” nagy sebességgel becsapódna és felrobbanna a felszínen. Az ekkor kirepülő törmelékfelhőn kb. 30–50 km magasan átsuhan a keringő egység, mely abból mintát gyűjt. A lezárt és lefagyott szemcséket végül visszajuttatnák a Földre. Ezek azonban eltörpülnek a legfantasztikusabb terv mellett, amelylyel a jég alá kívánnak a szakemberek bepillantani. Ez a szonda egy hosszúkás, kúp alakú leszálló egységet bocsátana a felszínre. Falait felforrósítva folyamatosan olvasztaná maga körül a jeget, és egyre mélyebbre süllyedne. Eközben vizsgálná a jég szerkezetét, a víz összetételét, a benne lévő szemcsék méretét, eloszlását, a hőmérsékleti viszonyokat. Süllyedése alatt letekeredő vezeték kötné a leszálló egység felszínén maradt részéhez, amely innen rádióan sugározna a Földre az adatokat. Végül a szonda átolvasztaná magát az egész jégpáncélra, és a felszín alatti vízrétegbe jutna, majd egy mini tengeralattjárót bocsátana ki magából. Bár a fent említett berendezések jórészt még csak papíron léteznek, a jégolvasztó szondát két-három éven belül az Antarktison kívánják kipróbálni. Itt a felszín alatt 4 km mélyen található Vosztok-tó lenne a kísérleti berendezés célpontja. *(Sky and Tel. 1997/12 — Kru)*

## Hol várhatók civilizációk?

A földönkívüli élet kutatása több évtizedes múltra tekint vissza. Az optimista feltételezések szerint sok fejlett, technikai civilizáció létezhet a Tejútrendszerben. Ezek üzenetei, sugárzásai rendszeresen kell, hogy érjék a Földet — ilyen megfigyelés azonban még nem történt. A sikeres észlelés hiányára több magyarázat lehetséges. Elképzelhető, hogy rossz helyen és rossz módon keresünk, vagy kevés időt fordítunk a megfigyelésekre, avagy más civilizációk, tö-

lünk eltérően, nem keresik társaikat. Végül az is lehetséges, hogy egyedül vagyunk, illetve nagyon rövid a technikai civilizációk élettartama. Az elvileg lehetséges civilizációk száma, és az észlelések hiánya egymással ellentétben áll, ezt a helyzetet nevezik Fermi-paradoxonnak.



A csillagok megoszlása kor és fémtartalom szerint

Bizonyos szempontból logikus is lehet a „rádiócsend”, a sikeres észlelés hiánya. A földihez hasonló életformákat — magunkból kiindulva — a Naphoz hasonló csillagok körüli bolygókánál várhatunk. Mint arról a Meteorban már többször is beszámoltunk, a megfigyelések szerint a bolygókeletkezés általános jelenség a közepes és kis tömegű csillagoknál. A földi élet kialakulásához azonban nem csak egy Nap és egy bolygó kellett, hanem sok különféle elem is. A csillagászatban a hidrogénél és a héliumnál nehezebb elemeket fémeknek nevezzük. A Tejútrendszerben elsőként létrejött csillagok még nem rendelkeztek fémekkel. A szupernóvabarobbanások, és a csillagszelek révén szóródott szét a világűrben a csillagok által legyártott különböző nehéz elem. Sok milliárd évnél kellett eltelnie ahhoz, hogy a csillagközi anyag nehezelem tartalma a mai szintet elérje, és elegendő legyen a Föld-típusú bolygók felépítéséhez. (Az „első” csillagok körül csak hidrogén-hélium óriásbolygók lehettek. Később, a magasabb fémtartalmú csillagok már rendelkez-

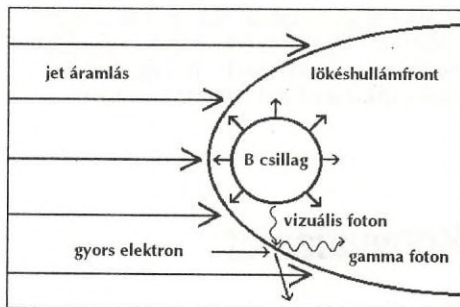
hetek néhány apró kőzetbolygóval, mai utódaik pedig még nagyobb kísérőkkel.)

Érdekes tehát megvizsgálni, hogy a Tejútrendszerben hol találunk nagy fémtartalmú csillagokat. A halo égitestek ilyen szempontból nem jöhetnek szóba, de még a fősíkban sem rendelkezik minden csillag sok nehéz elemmel. Tételezzük fel, hogy a földihez hasonló életformák kialakulása csak a Nap fémtartalmának 50%-át elérő égitesteknél várható. Ez esetben legkorábban 7 milliárd évvel ezelőtt jöhettek létre ilyen csillagok a közelben. (Emellett a Naprendszer még 4,6 milliárd évvel ezelőtti környezetéhez képest is szokatlanul magas fémtartalmú.) A technikai civilizáció kialakulásához a Földön kb. 3,5 milliárd év kellett. Ha ez az időszak máshol is 3–5 milliárd év körüli, a környezetünkben kevés olyan csillag lehet, amelyik elég magas fémtartalommal rendelkezik és elég idős is ahhoz, hogy bolygóján a fejlődés magas szintre jusson. Ilyen szempontból tehát logikusnak tűnik, hogy egyelőre nem fogunk üzeneteket a világűrből. Az elmélet szerint ez csak átmeneti időszak, ugyanis a fejlődő civilizációk előbb-utóbb eljuthatnak arra a színvonalra, hogy társaikkal megpróbáljanak kapcsolatba lépni. (*Astronomy and Geophysics* 1997/10 — Kru)

## Gammasugarak a jetekből?

Az aktív galaxismagok és kvazárok centrumában heves energiatermelő folyamatok zajlanak. Ezek „melléktermékeként” a központi objektumból két, egymással ellentétes irányba kirepülő anyagsugár, jet keletkezik. Azokat a távoli kvazárokat, amelyek egyik anyagsugara pont felénk mutat, blazároknak nevezzük. Wlodek Bednarek (University of Lódz) és Rajmond J. Protheroe (University of Adelaide) szerint a blazárok gammasugárzását — legalábbis részben — a jetekbe tévedő csillagok hozzátják létre. Egy ilyen objektumnál a csillagszél és a jet-áramlás kölcsönhatásaként egy lökeshullámfront keletkezik. A jet ide érkező elektronjai az erős mágneses terek révén nagy energiával rendelkezhetnek. Ezek

a csillagok fotonjaival találkozva, azokat hatalmas energiára, akár 10 billió eV-ra gerjeszthetik. Az így keletkező gammasugarak a jettel azonos irányba mutató kúpban távoznak. A kutatók szerint egy sűrű galaxismagban egyszerre 30–50 csillag lehet a jet anyagában, a csillagváros centrumától egy fényévnnyi távolságon belül. Mivel a nagy tömegű csillagok csillagszelei változékonyak, akár csak a jet aktivitása, változhat a keletkező gammasugárzás energiája is. Talán ez magyarázza a Markarian 421 jelű blazárnál megfigyelt jelenséget. Az objektum gammasugárzása egy kitörése során közel egynapos periódussal változott. Lehet, hogy egy egynapos tengelyforgási idejű csillag tévedt a jetbe. Ha ennek mágneses tengelye nem esett egybe a forgástengellyel, a távozó gammasugarak iránya csak néha — egynaponta — mutatott a Föld felé. (*Sky and Tel.* 1997/12 — Kru)



A gammasugarak keletkezése

Az így képződő gammasugarak valószínűleg nem adnak teljes magyarázatot a titokzatos gammafelvillanásokra. Ezek keletkezését sokkal energikusabb folyamatokban keresik a kutatók. Az olasz-holland BeppoSAX műhold 1997. május 8-án rövid gammafelvillanást észlelt a Camelopardalis csillagkép irányából. A következő órákban röntgen „utófénylés” is mutatkozott, mellyel sikerült a jelenség pozícióját pontosítani. Később a látható tartományban is azonosították a minimum 4 milliárd fényévre lévő sugárforrás helyzetét. A gamma-

felvillanásokat okozó robbanások táguló felhőt hozhatnak létre, mely tágulása során hűl, így az a gamma után a röntgen-, majd a látható, végül pedig a rádiótartományban sugároz. A VLA rádióteleszkóp rendszerrel Dale A. Frail (National Radio Astronomy Observatory) és kollégái a GRB 970508 rádióhullámaikat is megfigyelték. A sugárzás intenzitása kb. egy hónapig erősen ingadozott, majd a változások lecsillapodtak. Ha képzeletbeli felhőnk egyenletesen tágul, sugárzásának folyamatosan kellett volna csökkennie. A változásokért a csillagközi anyag felelhet, amely módosítja a rajta áthaladó rádiósugárzást. Ahogy a földi légkörön áthatoló csillagfény szcintillálni kezd, ugyanúgy viselkednek a rádióhullámok az intersztelláris felhőkön áthaladva. Innen ered tehát a sugárzás változékonysága. A robbanás felhője kb. 30 nap után lett akkora, hogy sugárzása már egyenletesen érkezen hozzánk — a kisebb ingadozások ekkor már kiegyenlítődték. Ugyanezért látjuk egyenletes fényűnek a kiterjedt bolygókat is az égen. (*Sky and Tel.* 1997/12 — *Kru*)

## Könyvajánlat

### Újra a Marson

Több mint két évtizednyi szünet után 1997 nyarán ismét űrszonda landolt a Mars felszínén. A Mars Pathfinder űrszonda és a Sojourner kisautó „kalandjairól” a Meteor is folyamatosan beszámolt, de a két űreszköz tevékenysége hetekig legnépszerűbb témája volt a magyar sajtónak is. Ebből meríthette az ötletet a Springer Kiadó, hogy könyvet jelentessen meg a vörös bolygó kutatásáról a karácsonyi könyvvásárra. Megírására két közismert hazai szakembert, *Almár Ivánt* és *Horváth Andrást* kérték fel, akiknek nem volt könnyű dolguk. A kéziratot ugyanis alig több, mint két

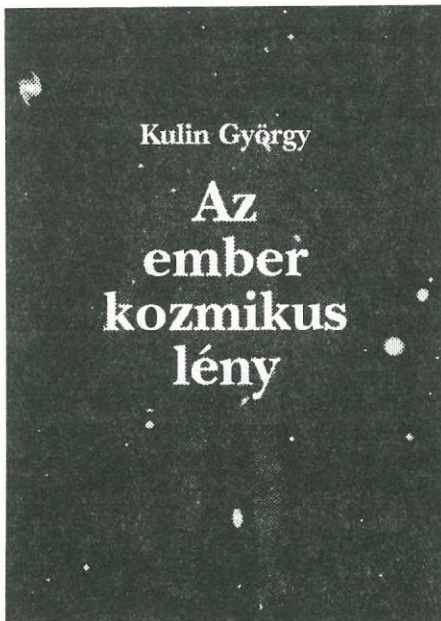
hónap alatt kellett elkészíteni, és mondanivalójukat 100 oldalba kellett sűríteni. A nehézséget leginkább az jelenthette, hogy könyvtárnyi anyagból kellett kiválasztaniuk a legfontosabbakat és annak egy töredékét beszorítani az előírt terjedelemben. Nos, a szerzőknek sikerült összefoglalni a leglényegesebb ismereteket, méghozzá úgy, hogy nem csak arányosak lettek a különböző részterületek, hanem érdekesek és közérthetőek is. Ezért igazán elismerés illeti őket.

A könyvből többek között olyan kérdésekre kaphatunk választ, hogy milyen világ van a Marson, hogyan lehet oda eljutni, milyen eredményeket értek el az űrszondák, és egyáltalán miért fontos az emberiség számára a Mars kutatása. Olvashatunk a tervezett űrszondákról, fontos fejezet szól a magyar származású kutatók valódi szerepéről a Pathfinder programban, ugyanakkor bemutatják, melyek azok a területek, ahol ténylegesen részt vettek hazai szakemberek a vörös bolygó felderítésében. A kiadvány legizgalmasabb része a marsi élet lehetőségéről szól. Bővebben ismertetik a Viking szondák biológiai kísérleteit és az 1996 nyarán bejelentett, de ma is vitatott életnyomokat, melyeket a Marsról származó meteoritban megtalálni véltek. Az alkotók természetesen kitérnek az emberes marsutazás lehetőségére, a felmerülő problémákra és a tervekre.

A téma bőven megérdemelte volna a dupla terjedelmet, különösen azért, mert hazánkban utoljára 1924-ben jelent meg önálló könyv (egy még ennél is vékonyabb és kisebb könyvecske) a Marsról.

Az Újra a Marson megrendelhető a **Magyar Csillagászati Egyesülettől** (1461 Budapest, Pf. 219.), rózsaszín postautalványon. Az utalvány hátoldalára kérjük, írják rá: Újra a Marson. A kiadvány ára 550 Ft (postaköltséggel együtt).

*Trupka Zoltán*



A könyv Kulin György utolsó munkája, kéziratát nem sokkal halála előtt fejezte be. A mű filozofikus mélységű, de mégis könnyen érthető, érdekes és olvasmányos összefoglalását adja annak a természetudományos ismereteken alapuló kozmikus világképnek, melynek terjesztését a sukunk által még személyesen ismert Gyurka Bácsi legfőbb hivatásának tekintette. Az előszóban ő maga így ír erről:

*„Ebben az írásban a szerző az ismeretközlésen túlmenően azokat az élményeit szeretné megosztani az olvasóval, amelyekkel a fizika és a csillagászat mellett a kozmikus jelleget öltött biológia és más természettudományok ajándékozták meg a XX. századot.*

*Mindaz amiről szó lesz, a XX. évszázad emberének kitágult szemléletét, vágyait és törekvéseit tükrözi. Az ember és a Kozmosz viszonyáról egészen mást mondott még a múlt század csillagásza, fizikusa, filozófusa, mint amit a mai tudósok mondanak. Emberi mi-voltunk fejeződik ki abban, hogy nemcsak helyünket keressük a végtelennek tűnő térben és időben, hanem arra is feleletet szeretnénk kapni, hogy mi a viszonyunk a környező világhoz, a természethez.”*

Már néhány fejezetcím is érzékelteti azt a monumentális térbeli és időbeli tablót, amit a könyv elolvasása során áttekinthetünk: *Az emberi test kozmikus anyaga – Az élet kozmikus jelenség – A Világegyetem energiájából élünk – Kozmikus védettségünk – Kozmikus fenyegetettségünk – Az ember szerepe – Más lakott világok – És ha egyedül vagyunk? – A Kezdet és a Vég – Az ember szellemi terjeszkedése – A végtelen út.*

Egy kiegészítő fejezetben Bartha Lajos ad áttekintést a csillagászat újabb eredményeiről, amelyek már Kulin György halála után láttak napvilágot. Ugyancsak Bartha Lajos munkája a szerző részletes életrajza és bibliográfiája is.

A könyv a Kulin-család magánkiadásában, a Föld Gyümölcse BT gondozásában jelent meg. A kiadványt Taracsák Gábor szerkesztette. **Megrendelhető az e számunkhoz mellékelte postautalványon, illetve az alábbi címen:** Föld Gyümölcse BT, 1118 Budapest, Radvány u. 10., tel.: 319-3930. Egy példány ára a csomagolási és postaköltséggel együtt 780 Ft. A könyv formátuma B5, terjedelme 218 oldal.

## Hirdetési díjaink

### Hátsó borító:

1/1 oldal 20000 Ft

1/2 oldal 10000 Ft

### Belső borító és belső oldalak:

1/1 oldal 12000 Ft

1/2 oldal 6000 Ft

1/4 oldal 3000 Ft

1/8 oldal 1500 Ft

Hirdetési díjaink az áfát nem tartalmazzák.

**Az olvasói apróhirdetések továbbra is ingyenesek — legfeljebb 10 sor áll rendelkezésre!**

**Non-profit csillagászati hirdetéseket (pl. rendezvények) — egyeztetés alapján, korlátozott terjedelemben — díjmentesen közlünk.**

## Csillagközi cserebere: úrtávcsővégen a $\phi$ Persei

Egyes kettőscsillagokban igen erős tömegátadási folyamatok zajlanak a komponens csillagok között — amerikai csillagászok legújabb úrtávcsöves eredményei alapján a  $\phi$  Persei is egy ilyen kettőscsillag. A valaha nagyobb tömegű komponens fejlődése során speciális „gyors diétán” esett keresztül, amely végén alig egy naptömegnyi anyagot tudott megtartani, ugyanakkor a másik csillag egy 9 naptömegű, gyorsan forgó szörnyeteggé hízott, amely annyira gyorsan forog a tengelye körül, hogy felszínéről szinte már ledobódik az anyag. A Hubble Úrtávcsővel a csillagfejlődés egy röpké pillanatát sikerült a  $\phi$  Per rendszerében elkapni, ami a nagytömegű csillagok sorsát meghatározó folyamatokra vetett új fényt.

Douglas Gies (Center for High Angular Resolution Astronomy, Georgia State University, Atlanta, USA), a kutatások vezetője szerint már több olyan nagytömegű csillag végállapotát ismerjük, amelyek életük végén neutroncsillaggá omlottak össze. Durván 6 tucatnyi objektumot ismerünk a Tejútrendszerben, ugyanakkor még soha nem figyeltünk meg közvetlenül az összeomlás előtti fázisban levő csillagot. A HST megfigyelései drámai képet festenek arról, hogy mennyire komoly és intenzív tömegátadási folyamatok történhetnek.

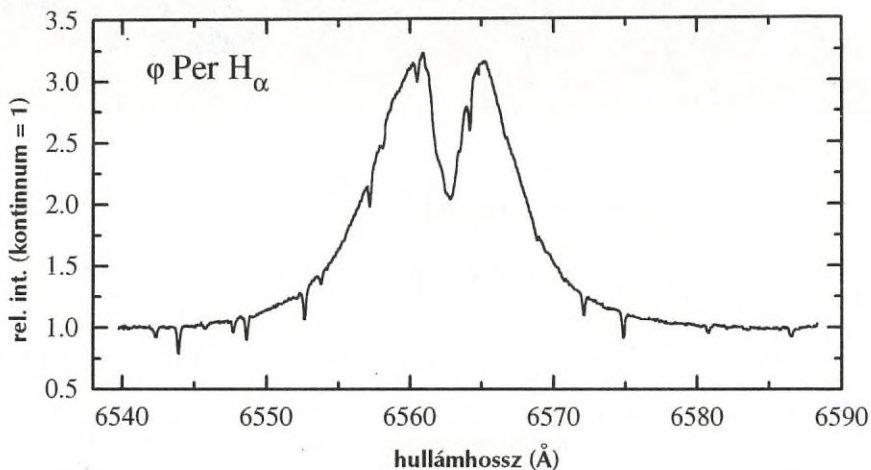
Mi is az, amit Gies és csoportja közvetlenül megfigyelt? Elsősorban egy „szemfüles” csillagot, amely öregedő és gyengélkedő társa állapotát alaposan kihasználta. Ez utóbbi először elégette összes hidrogénjét, ami után felfúvódott, ledobta a külső rétegeit, míg végül csak a csupasz mag maradt, lassan hűlő fehér törpe állapot felé haladva (Gies szubtörpeként hivatkozik erre a csillagra). A másik komponens, élve az alkalommal, begyűjtötte a ledobott rétegek anyagát, ezzel növelve tömegét és méretét. A szubtörpe kb. a Nappal megegyező tömegű, ugyanakkor felszíni hőmérséklete 53000 K, azaz 9-szer forróbb a Napnál.

A jelenleg nagyobb tömegű és fényesebb csillag fényében a szubtörpe teljesen elveszik, így eddig közvetlenül még senki nem figyelte meg. Pedig típusának legfényesebb képviselője: egyedülálló csillagként 6 magnitúdós lenne, ha a Napunk helyére tennénk, 200-szor fényesebben ragyogna központi csillagunknál. Ellenben a fölhízalt komponens a látható fényben 10-szer fényesebb nála, így túlragyogja. A  $\phi$  Persei rendszere egyébként 720 fényévre található, 4 magnitúdós látszó fényességével szabad szemmel is könnyen megtalálható.

A szubtörpe már korábban is utalt létezésére, mégpedig a fényesebb komponens kettős rendszerben föllépő radiálissebesség-változásaival. Teljes biztonsággal azonban csak a Hubble Úrtávcső Goddard Nagyfelbontású Spektrográfiával sikerült kimutatni az 1995 novemberbe és 1996 októbere között végzett öt mérésrel (ezt a műszert egyébként 1997 februárjában, a második nagyjavítások eltávolították). Az ultraibolya tartományban szerencsére a szubtörpe csillag is kimutatható, így sikerült Giesnek és társainak azokat az eredményeket elérni, amelyeket az 1998. január 20-i Astrophysical Journalban fognak megjelentetni.

A forró szubtörpe jellemzőinek meghatározása sokkal tisztábbá tette a kettős rendszer fejlődéséről alkotott képet. A fölhízalt komponens a ledobott anyag megszerzésével egyrészt hosszabb élettartamhoz jutott, hiszen a szubtörpe korábbi külső rétegeiben még rengeteg hidrogén volt, másrészt pedig egész más küalakot nyert. Ezt az új külsőt emissziós B-csillagnak („Be”, mivel spektrumában fényes emissziós vonalak dominálnak) hívják, ahol a forró csillagot egy lapult anyagkorong veszi körül, a Szaturnusz gyűrűjéhez hasonlóan. A  $\phi$  Per Be komponensét a csillag-

nál 8-szor nagyobb átmérőjű korong veszi körül, mint azt a U.S. Naval Observatory munkatársainak sikerült kimutatni.



A  $\phi$  Per  $H_{\alpha}$  vonala, ahogy a megfigyelések mutatják: erősen kiszélesedett emissziós vonal, közepén pedig (a laboratóriumi hullámhosszhoz közel) a csillagot körülvevő anyagkorong látóirányba eső tartományának az elnyelési része. Kiss László mérése 1996. szeptember 25/26-án, a torontói David Dunlap Obszervatórium 1,88 m-es távcsövével

A korongot a gyorsan forgó Be-csillagról ledobott anyag alakította ki. Korábban nem volt világos, hogy mi pörgette fel ennyire a Be-csillagokat. Az Űrtávcső megfigyelései így legalább részben magyarázatot adtak: a másodkomponens csillagról ledobott anyag a Be-csillagra nem centrálisan érkezik, ezért felgyorsítja a pörgését. A  $\phi$  Per Be-csillaga 450 km/s-os egyenlítői sebességgel forog a tengelye körül, ami miatt el is torzul az alakja, sőt, az egyenlítő környékén a gravitáció csak nehezen tudja megtartani a légkör külső részeit.

Az új adatok tükrében a rendszer múltja is világosabb. A jelenleg szubtörpe csillag volt korábban a nagyobb tömegű, kb. 6 naptömegnyi. A másik csillag kisebb, durván 5 naptömegnyi volt. Az ilyen nagytömegű csillagok általában gyorsan felélik a fúziós alapanyagokat, majd gigászi szupernóva-robbanásokban fejezik be életüket. Kettős rendszerben azonban más a fejlődés útja. A korábban kisebb tömegű komponens megakadályozta kb. 1 millió évvel ezelőtt a robbanást azzal, hogy elszívta a nagyobb csillag külső anyagát, így saját életét is kb. 10 millió évvel meghosszabbította.

A továbbiakban érdekes fejlődés előtt áll a rendszer. A Be-komponens egy idő után elfogyasztja a magjában levő hidrogént, amit egy vörös óriássá való felfúvódás követ. Ezzel azonban visszaadja az anyagot az addigra fehér törpévé hűlt társcsillagának, ami valószínűleg átlépve a Chandrasekhar-határt összeomlik, majd pekuliáris szupernóvaként szétrobban. A fölhízalt Be-csillag bizonytalan sorsa pedig a kényelmetlenül közeli társ reakción fog múlni. Hát igen, nehéz az élet a nagytömegű csillagokból álló kettős rendszerekben! (*STSci-PR97-39, Ksl*)