

SZEIZMOLÓGIA AZ ÉGEN

a hét kutatója

Pulzáló fehér törpecsillagok asztroszeizmológiájával Sódorné Bognár Zsófia kezdett foglalkozni először hazánkban. Ezek az égitestek relatíve kis méretük ellenére nagy jelentőséggel bírnak az asztrofizikában. A CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet munkatársa méltán kapta meg nemrégiben az Akadémiai Ifjúsági Díjat. A fiatal szakemberrel arról beszélgettünk, hogy mit mondanak e különleges csillagmaradványok rezgései a csillagászok számára.



(SÓDOR ADÁM FELVÉTELE)

– *A csillagok szeizmológiája mennyiben hasonlít a földi szeizmológiára?*

– Természetesen a mérések módja és a használt eszközök teljesen mások, nyugodtan mondhatjuk, hogy ég és föld a különbség. De abban valóban hasonlóak, hogy az észlelt rezgésekből, mozgásokból az adott égitest tulajdonságaira, belső szerkezetére lehet következtetni.

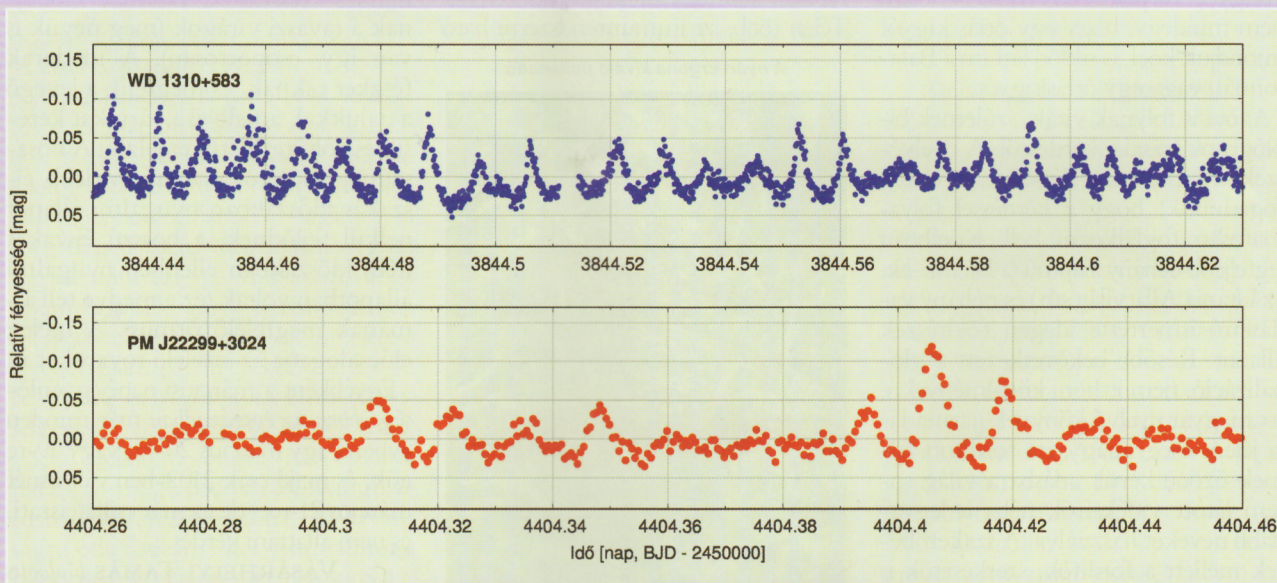
– *Mi alapján választotta ezt a kutatási területet?*

– Már általános iskolás koromban is volt egy korszakom, amikor csillagász szerettem volna lenni. Én Pécsen éltem egészen az egyetemig, ahol nagyon élénk amatőr csillagászati élet zajlott és zajlik ma is. Ennek és a családi támogatásnak köszönhetően, illetve az 1997-es Hale–Bopp üstökös hatására csillagász szakra jelentkeztem az egyetemem. Változócsillagászati témában, a pulzáló fehér törpecsillagokról írtam a szakdolgozatomat,

majd a doktorimat is. Mindkettőnél Paporó Margit volt a témavezetőm, akinek nagyon sokat köszönhetek.

A fehér törpecsillagok a kis és közepes tömegű csillagok fejlődési végállapotát jelentik. Ezek tulajdonképpen a korábbi csillagok magjának gravitációsan – igen sűrűvé – összehúzódtott maradványai. Nagyságrendileg a Föld átmérőjével, de a Nap tömegével rendelkeznek, ezért mondják rájuk, hogy anyagukból egy kávéskanálnyi is több tonnát nyomna.

Két pulzáló fehér törpecsillag fényességváltozása, ahogy a Piszkéstetői Observatóriumból láttuk (SÓDORNÉ BOGNÁR ZSÓFIA, CSFK CSI)



A csillagok, így a fehér törpék is, bizonyos fizikai körülmények között fényességváltozásokat mutatnak a bennük folyó önfenntartó rezgések miatt. Ezek vizsgálatával tanulmányozható a csillagok belseje, ez az asztroszeizmológia. Engem mindig lenyűgöz, hogy a fényváltozások alapján kapott fénygörbékből mennyi mindenre lehet következtetni, ezért is foglalkozom még mindig ezzel a területtel. Munkámnak ráadásul új lendületet adott, hogy immár nem csak földi észlelésekkel, hanem űrből kapott adatsorokkal is dolgozhatok.

– Azt gondolná az ember, hogy ezek az égitestek már nem tudnak semmi érdekeset produkálni, elvannak magukban és szép lassan, nyugodtan kihűlnek. Mitől rezegnek és pulzálnak mégis?

– A fehér törpékben hagyományos, fúziós energiatermelés már nincs, így akár azt is mondhatnánk, hogy nem igazi csillagok. A szakmában azonban megmaradt ez a szóhasználat. A lényeg azonban az, hogy energiaáramlás még van bennük, ahogy a több millió fokos csillagbelsőik lassan lehűlnek. Általánosságban elmondható, hogy a hőáramlás bizonyos fizikai körülmények között a csillag egy adott rétegében mechanikai munkát tud végezni, ami végül megfigyelhető pulzációvá halmozódik. A legtöbb pulzáló fehér törpe esetében jelentős szerepe van a pulzáció gerjesztésében a konvekció jelenségének. Ez a víz forrásához hasonló módon szállít energiát a csillagok belsejéből.

A fehér törpékben általában nem egy pulzációs frekvencia gerjesztődik, a pulzációk amplitúdóiban pedig sok esetben rövid, akár nappos-hónapos időskálán is változásokat lehet megfigyelni. Ezek eredete még nem egészen tisztázott. Mivel a konvekció fontos szerepet játszik a gerjesztésében, a konvekció és a pulzáció valamilyen kölcsönhatása magyarázhatja az időbeli változásokat. Több más érdekes effektus mellett vannak hosszabb időskálájú periódusváltozások is, ami a csillag összehúzódásából és hűléséből ered. Kimutatásához évek, évtizedek pontos periódusmérései szükségesek.

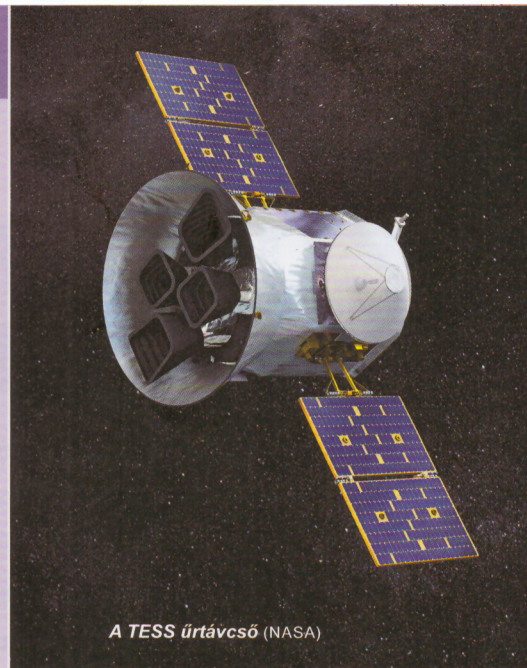
– Hogyan lehet egy távoli, űrtávcsövekkel is csak nehezen észlelhető csillagnál kimutatni a rezgéseket?

– A rezgések a csillag felszínén fényesebb és sötétebb területeket alakítanak ki, az összfényesség változásának méréséből pedig következtetünk a gerjesztett rezgések frekvenciáira és amplitúdóira. A pulzáló fehér törpecsillagoknál nem csak a halványságuk a nehezítő tényező, hanem az is, hogy viszonylag gyorsan, néhány perctől kb. fél óráig terjedő periódusokkal pulzálnak, így nem lehet hosszú expozíciós felvételeket készíteni róluk. Magyarországon ezért a legnagyobb, 1 méter tükörátmérőjű távcsővel észleljük őket, 10–60 másodpercenként felvéve róluk egy-egy digitális képet. Minél hosszabb adatsort tudunk rögzíteni, annál finomabb változások mutathatók ki bennük. Ezért is van nagy jelentősége az űrből végzett méréseknek. A TESS űrtávcsövön például 10,5 centiméteres kis optikák vannak elhelyezve, de ezek egy-egy területről majdnem egy hónapig gyűjtenek adatokat, ami alkalmassá teszi a műszert pulzáló fehér törpecsillagok vizsgálatára is.

A Piskésetetőről származó adatokat én dolgozom fel a nyers CCD felvételektől a kész fénygörbéken át a frekvenciák, amplitúdók, valamint azok változásainak kimutatásáig. Az adatok másik része űradat, melyeket előfeldolgozott fénygörbe formájában publikus adatbázisokból lehet letölteni. A Kepler űrtávcsővel is észleltek pulzáló fehér törpéket, ami azért érdekes, mert a TESS-hez hasonlóan a fő cél itt is exobolygók keresése. Ugyanakkor felvételeiket a csillagászat más területein is fel lehet használni. Jelenleg én is elsősorban a TESS űrmisszió adataival dolgozom.

– Milyen információkat tudnak kiolvasni ezekből az adatokból?

– A különböző frekvenciájú hullámok különböző mélységig hatolnak a pulzáló csillagok belsejébe, mielőtt visszaverődnének. Az egyes hullámok frekvenciája olyan jellemzőktől függ, mint a nyomás, sűrűség, hőmérséklet, kémiai összetétel, tehát minél több frekvenciát tudunk megfigyelni, annál részletesebben tudjuk feltérképezni a csillag belsejét az elméleti csillagmodellekkel való összehasonlítás alapján. Én a pulzáló fehér törpecsillagoknál is



A TESS űrtávcső (NASA)

elsősorban arra törekszem, hogy megszorításokat tudjak adni a tömegükre és hőmérsékletükre, kémiai összetételükre, forgási periódusukra.

A kutatások fontosságát jelzi, hogy a csillagok körülbelül 97%-a – köztük a Nap is – egyszer fehér törpeként fejezi be életútját, tehát kis méretük ellenére nagy jelentőséggel bírnak az asztrofizikában. Belsejüket tanulmányozva extrém nyomás és hőmérsékleti viszonyok között vizsgálhatjuk az anyag viselkedését; az Ia típusú szupernóvák egyik összetevőjeként szerepük van a kozmikus távolságmérés meghatározásában; különösen alkalmasak arra, hogy segítségükkel meghatározzuk a Galaxis különböző csillagpopulációinak korát; szerkezetük feltérképezésével a csillagfejlődési elméletek is pontosíthatók.

– Mennyire kutatott ez a téma?

– A Csillagászati Intézetben hosszú múltra tekint vissza a változócsillagok tanulmányozása, itt elsősorban RR Lyrae és Cefeida csillagokra gondolok, ezek mellett a pulzáló fehér törpecsillagok vizsgálata jól kiegészíti a palettát. Magyarországon elsőként kezdem el foglalkozni pulzáló fehér törpecsillagok asztroszeizmológiájával, és az országban jelenleg csak nálunk folytak ilyen jellegű kutatások. Tekintve az űradatokat, szerintem különösen fontos, hogy bekapcsolódjunk ezek feldolgozásába, értelmezésébe is, jelenleg is azon dolgozom, hogy ezen a téren megmutassuk magunkat a világ csillagászatában.

TRUPKA ZOLTÁN