

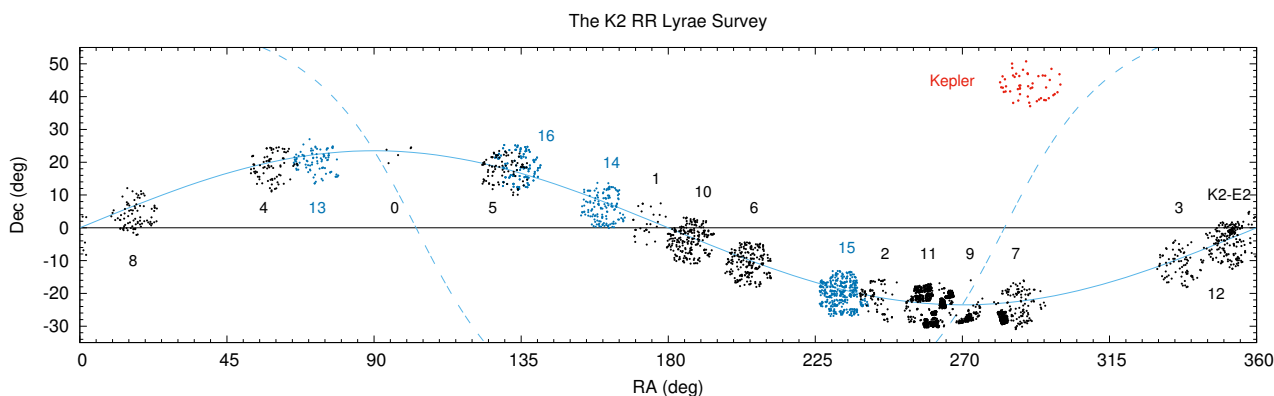
Válaszok Jankovics István kérdéseire

Szabó Róbert: Pulzáló változócsillagok és exobolygók kutatásai a precíziós űrfotometria korában

című akadémiai doktori értekezésével kapcsolatban

1. A 3. és a 4. fejezetekben részletesen tárgyalja a cefeidák és RR Lyrae csillagok problematikáját. Kérdésem, hogy a Kepler-űrtávcső meghosszabbított működése, a K2 misszió mennyiben járulhat hozzá a klasszikus pulzáló változócsillagok jobb megértéséhez?

Válasz: Vezetésemmel indítottuk el a K2 RR Lyrae felmérést, ami több mint 3000 RR Lyrae csillagot fog megfigyelni. Várható, hogy a K2 az RR Lyrae csillagok kis amplitúdójú dinamikai jelenségei témájában sok újdonsággal fog szolgálni, és elkezdhetjük a Galaxis különböző irányában és eltérő populációkban látható különbségek feltérképezését, hiszen a K2 végigpásztazza az ekliptika síkját, emellett gömbhalmazokban (pl. M4, M80), extragalaxisokban (Sagittarius törpegalaxis, Leo IV), törpegalaxisok beolvadó maradványaiban is fog különböző altípusokba tartozó RR Lyrae csillagokat észlelni (1. ábra). A cél, hogy **statisztikailag releváns számú objektumot mérjünk a Földről elérhetőnél nagyobb pontossággal, folyamatosan, és ezzel lehetővé váljon a különböző dinamikai jelenségek (rezonanciák, moduláció, perióduskettőződés, extra módusok stb.) előfordulásának és jellemzőinek vizsgálata a galaktikus pozíció, fémtartalom, kor, (extra)galaktikus populációkhoz tartozás függvényében.** A Kepler/K2 RR Lyrae és cefeida munkacsoportjának vezetőjeként 18 sikeres, RR Lyrae csillagokat célzó K2 távcsőidő-pályázatot menedzselttem, ebből ötöt PI-ként vezetek, további kilencet pedig kutatócsoportom magyar tagjai irányítanak.



1. ábra A K2 RR Lyrae felmérés megfigyelt (fekete) és tervezett (kék) csillagai. Az eredeti Kepler-látómező RR Lyrae csillagait pirossal jelöltük. Forrás: Molnár László.

Hasonlóképpen, a K2 több száz klasszikus és II-es típusú cefeidát is meg fog figyelni, ahol a cél szintén a kis amplitúdójú extra periodicitások, fénygörbe-szabálytalanságok, periódus-változások dinamikai eredetének tanulmányozása. Ezek a vizsgálatok is magyar vezetéssel folynak.

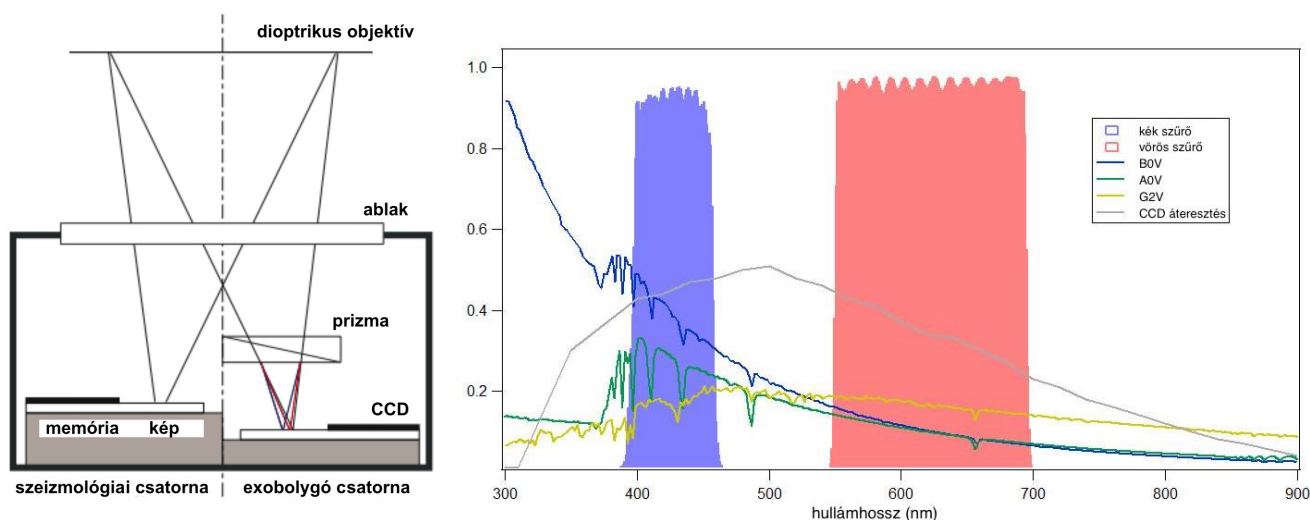
2. Várható-e a fotometriai pontosság további növelése a közeli jövőben?

Válasz: Az MTA CSFK Csillagászati Intézet kutatói részt vesznek a jövő űrmisszióinak tervezésében. A rendelkezésre álló információk alapján kijelenthető, hogy az optikai hullámhossztartományban várhatóan nem lesz "szuper-Kepler", vagyis a Keplernél nagyobb fénygyűjtő képességű és/vagy precízebb detektorokat felvonultató, fotometriai célokra dedikált űrtávcső a következő évtizedben. A Keplerhez hasonló pontosság várható a PLATO-nál, a fényesebb csillagokra a TESS-nél, a CHEOPS-nál és más kisebb tervezett misszióknál. Földi, 30-40 m átmérőjű óriástávcsövek esetében a fénygyűjtőképesség ugyan meglesz, de a szisztematikus hatások korlátozni fogják a pontosságot, nem is beszélve a távcsőidő-elosztás várható módjáról: hosszú időtartamú fotometriai adatsorokat ezek a teleszkópok nagyon kis eséllyel fognak szolgáltatni.

3. A földi bázisú sztellár-fotometriában általában többszín-fotometriát végeznek. Miért nem – vagy csak elvétve – használnak színszűrőket az űrfotometriai missziókban?

Válasz: Habár természetesen asztrofizikai szempontból színszűrők alkalmazása lenne indokolt, hogy az űrfotometriai méréseket könnyen összevethessük a földi megfigyelésekkel, mozgó alkatrészt (pl. szűrőváltót) technikai okokból nem ajánlott beépíteni, mert könnyen elromlanak és veszélyeztethetik az egész misszió sikerét.

Másrészről a jel/zaj viszony a mérhető fotonszám négyzetgyökével arányos, ezért a fotometriai pontosság maximalizálása érdekében semmilyen szűrővel sem célszerű csökkenteni a beeső fotonfluxust. Megjegyzendő, hogy az eddigi űrfotometriai missziók elsődleges feladatához, a bolygótranzitok felfedezéséhez, elegendőek a fehér fényben végzett megfigyelések is.



2. ábra Balra: A CoRoT optikai elrendezése. Figyeljük meg az exobolygókeresés céljára dedikált CCD előtt álló prizmat az optikai útban. **Jobbra:** A BRITE Constellations kék és vörös szűrővel szerelt egységeinek áteresztési függvényei néhány tipikus csillag spektrális energiaszlásának

Ennek ellenére vannak olyan űrfotometriai küldetések, ahol alkalmaznak színszűrőt. Erre változatos technológiai megoldások léteznek, így például a CoRoT-nál a fényesebb csillagok fényét egy kis törőszögű prizmán keresztül rögzítették, így vörös, zöld, kék sávokban is végezhettek megfigyeléseket (**2. ábra**). Az elsősorban csillag-szeizmológiára tervezett BRITE távcsöveinél vörös és kék beépített színszűrőket alkalmaznak. Az Európai Űrügynökség 2025-re tervezett PLATO missziójánál pedig a több tucatnyi teleszkóp közül, a két központi “gyors kiolvasású” távcsőre terveznek szintén rögzített, mozgó alkatrészekről mentes vörös és kék szűrőpárt.

4. A 6. tézispont utolsó mondatát idézem:

“A munka publikálását követően a K2 misszió 2015 augusztusában felfedezte a WASP-47b forró jupiter kísérőit (WASP-47c: egy szuperföld a forró jupiternél rövidebb, WASP-47d: egy neptunusz a forró jupiternél hosszabb keringési idővel) ami a forró jupiterek lehetséges kísérőire vonatkozó következtetéseimet nagy mértékben alátámasztja.”

Az exoholdak felfedezése egyelőre még várat magára. Itt nyilvánvaló elírásról lehet szó. Valójában társbolygók felfedezését gondolhatta a jelölt.

Válasz: Természetesen további bolygókról van szó a WASP-47 exobolygó-rendszerben, nem pedig exoholdakról. Kísérő helyett valóban szerencsésebb lett volna a WASP-47b forró jupiter **társbolygóit** vagy távolabbi **bolygósomszédjait** említeni, vagy magának a WASP-47 szülőcsillagnak a további bolygókísérőiről írni.

Budapest, 2017. április 11.

Szabó Róbert