

# 2016/2017/1

## Féléves beszámoló

**Kovács Orsolya Eszter, PhD hallgató**

Fizika Doktori Iskola, Részecskefizika és csillagászat program

Témavezető: Vida Krisztián, MTA CSFK KTM CSI  
Társ-témavezető: Forgácsné Dajka Emese, ELTE TTK

*2017. január*

Kutatási tervemben a csillagaktivitás vizsgálata szerepel a galaktikus mezőben lévő aktív csillagok és különböző korú nyílthalmazok csillagainak fénygörbéin.

A csillagaktivitási jelenségek mozgatórugója a csillag belsejében a dinamómechanizmus által keltett mágneses tér. A tér által a csillag légkörében keltett változások fotometriai úton mérhetők. A látható tartományban megfigyelhető jelenségek közé tartoznak a sötét foltok, amiket a fotoszférát átdöfő mágneses fluxuscövek hoznak létre, valamint a flerek, amik a mágneses átkötődéshez kapcsolódnak. Mindkét jelenség jellegzetes nyomokat hagy a csillag fénygörbéjén. A foltok által modulált fénygörbén kis amplitúdójú, a foltok mennyiségétől függő, folyamatos és viszonylag szabálytalan hullámváltozás látszik. A flerek tíz perces nagyságrendű, hirtelen kifénylések, a fénygörbén ezért éles csúcsokként jelennek meg, a felszálló ág meredekebb, a leszálló ág lankásabb.

A nyílthalmazok vizsgálatával egyszerre több, azonos korú és fémességű, de egyéb paramétereikben (tömeg, hőmérséklet stb.) eltérő csillagokon tanulmányozhatók az aktivitás jegyei. A csillagok mágneses tere, csakúgy mint forgási sebessége, a kor előrehaladtával csökken, ezért a vizsgálódáshoz több, különböző korú nyílthalmazt választok.

A félév során az alább felsorolt feladatokat végeztem el:

Az NGC 188 öreg ( $\sim 7$  milliárd éves) nyílthalmazban lévő változócsillagok adták szakdolgozatom témáját. A halmazról négy színben ( $B, V, R_C, I_C$ ) készültek fotometriai mérések a Piszkéstetői Observatóriumban 2014 és 2016 között. Ezek feldolgozását a FITSH asztrofizikai képfeldolgozó szoftvercsomaggal (Pál A.) előző félévben már elvégeztem, és idén ezeket a kalibrált és kifotometrált adatokat használtam arra, hogy a fénygörbéken mágneses aktivitásra utaló jeleket, elsősorban flereket keressek. A halmaztagok  $B$  színben készült fénygörbéi kiválóan alkalmasak erre a vizsgálatra.

A flerek észlelési hullámhossztartományuk szerint három csoportba sorolhatók: az átmeneti régióban és koronában megfigyelhető röntgen flerek, a kromoszférában látható  $H\alpha$ -flerek és a fotoszférában látható fehér flerek. A keletkezésük a mágneses erővonalak átkötődéséhez köthető, az átkötődés során új, alacsonyabb energiájú mágneses konfiguráció keletkezik, a felszabaduló energia a légkörben lefelé is halad, és a fotoszférát csak a nagyon nagy energiájú flerek érik el, ezért ezek nagyon ritkák. A halmaz csillagainak  $B$  színű fénygörbéin nem találtam flerre utaló jeleket. Ennek oka egyrészt a halmaz kora, másrészt a halmaz távolsága és az észlelésre használt távcső érzékenysége lehet.

Mivel több színben készültek fotometriai mérések, elkészítettem a halmaz szín–fényesség diagramját (CMD, *color magnitude diagram*), amin a csillagok a látszó magnitúdójuk és a színük (azaz viszonylagos hőmérsékletük) szerint helyezkednek el. A CMD-n a csillagok egyértelműen kirajzolják a főágat, a lefordulási pontot és az óriáságot. Erre a görbére ún. izokrón illesztésével meghatározható a halmaz kora, ami jövőbeli terveim között szerepel.

Individuális csillagok spektrumában kerestem koronaanyag-kidobódás (CME, *coronal mass ejection*) jeleit. Az adatokat a CFHT/ESPaDONs és a TBL/Narval archívumából vettem és 44 ismert aktív csillagot választottam célpontnak. A motivációt Vida és mtsai. (2016A&A, 590, 11) cikke adta, amelyben többek között a V374 Pegasi szintén CFHT-ből származó spektrumában megfigyelhető CME egyértelmű jeléről számolnak be.

Az általunk megfigyelt, a csillag korongját elhagyó plazma sugárzása kékeltolódást szenved, ezért a CME-t a csillag spektrumában vizsgált  $H\alpha$  vonal kék szárnyán megjelenő többletfluxus és annak vándorlása alapján lehet beazonosítani. Az archív spektrumokat az IDL segítségével vizualizáltam, de CME-re utaló jeleket nem találtam. Ezek az eredmények az arXiv:1612.06643 konferenciakiadvány részét képezik. A további eredmények is azt mutatják, hogy jóval kevesebb CME látszik a spektrumokban a vártnál. Becslések alapján fiatal, aktív csillagokon naponta több ilyen esemény történhet, a Napon naponta körülbelül 1 ilyen esemény tapasztalható. A vizsgálatot individuális csillagokon kívül különböző korú, fiatal nyílthalmazokon is elvégezték. Felmerül a kérdés, hogy a detektálások hiányát vajon az alacsony jel–zaj arány okozta vagy az aktív csillagok valóban nem produkálnak a várt gyakorisággal CME-eket. Utóbbi

oka feltételezések alapján épp a túl erős mágneses tér lehet, ami nem engedi megszökni az anyagot a csillag kromoszférájából, így az nem produkál CME-t.

A csillagokon lévő CME-k nem rendelkeznek akkora irodalommal, mint a flerek, pedig az ilyen jelenségek nagy hatással lehetnek a csillag körül esetlegesen keringő bolygók magnetoszférájára és légkörére, így ez fontos aspektusa lehet az exobolygó kutatásnak is. Ezenkívül a csillagszéllel együtt nagyban hozzájárulnak a csillag impulzuszórához is, ami a mágneses fékezés mellett a forgás lassulásáért felelős.

A félev során több barna törpéről (1RXJ2110.5+5244, 1RXSJ043410.6+262628, 1RXSJ203201.3+414821, 1RXSJ230220.5+630205, 1RXSJ043218.1+242221, 1RXSJ054351.7+003642, 1RXSJ204343.6+410631) készültek fotometriai mérések a Pizskéstetői Observatórium 1 méteres távcsövével.

A barna törpék szubsztelláris objektumok, belsejük feltehetőleg teljesen konvektív, nem rétegzett. A látható tartományban kevésbé fényesek, a csillagoknál hidegebbek, felszíni hőmérsékletük 3000 K-nél alacsonyabb, belsejükben a hidrogén fúziója nem indul be. A mért barna törpék közös tulajdonsága, hogy a ROSAT röntgenműhold megfigyelései alapján nem kizárható, hogy a röntgentartományban is sugároznak, ez a sugárzás pedig csillagok esetén jó indikátora a mágneses tér erősségének. A röntgensugárzás feltehetőleg a törpék több millió fokos koronájából származik, mágneses aktivitásra utal, a mágneses teret pedig a konvektív mozgások tarthatják fenn. A barna törpéken friss kutatások alapján előfordulhatnak röntgen flerek, az első ilyen eseményt 1999-ben fedezték fel a Chandra röntgenműhold felvételein. Kérdés, hogy a barna törpék mutatnak-e olyan aktivitást, mint a csillagok és alkalmazható-e rájuk a szoláris paradigma.

A mérések a Pizskéstetői Observatóriumban *Sloan i* színben készültek, az egyes objektumok esetén 2-7 éjszakán keresztül. Az adatokat kifotometráltam és előállítottam a fénygörbét, amiken változás jeleit kerestem, de fényességük stabilnak bizonyult.

A kutatási témámhoz szervesen kapcsolódó feladat volt a megfelelő nyílthalmazok kiválasztása. A Galaxisban körülbelül 2000 nyílthalmazt ismerünk, ezek fele olyan, ami az északi féltékről megfigyelhető. Mivel a célom a csillagaktivitás mértékének meghatározása elsősorban a kor függvényében, fontos, hogy a vizsgált halmazok korban jól elkülönüljenek és reprezentatív mintát alkossanak. A legfiatalabb kistömegű (F, G, K, M színképosztályú), már fősorozaton lévő csillagok életkora legfeljebb pár 100 millió év, így a mintám legfiatalabb halmazának kora ebbe a tartományba esik. A mintám legidősebb halmazának kora a Nap körülbelül 4,6 milliárd éves korához esik közel. Fontos megjegyezni, hogy a halmazok kora nem mindig ismert pontosan. Nyílthalmazok esetén kézenfekvő megoldás a kormeghatározásra az izokrónillesztés módszere, ám ehhez külön kell választani a halmaz csillagait a mezőcsillagoktól, amihez radiális sebesség- vagy sajátmozgás-mérések szükségesek. Ezenkívül az illesztéshez ismerni kell a csillagok fényességét (ami nyílthalmazok esetén minden csillagra megegyezik), valamint az intersztelláris vörösödés értékét. Ezek ismeretének hiányában a kor csak nagy hibával becsülhető meg.

A halmazok szelekcióját egy online katalógusból (Dias et al., 2002A&A, 389, 871-873) végeztem. A katalógus következő adatai alapján válogattam a halmazok közül:

koordináták, látszó átmérő, kor, távolság, halmaztagok becsült száma, fémesség – a fényességértékek, ami szintén fontos kritérium, egyéb forrásból származnak. Januárban lehetőségem nyílt közel egy héten keresztül a Berkeley 8 nyílthalmaz mérésére a piszkéstetői Schmidt távcsővel  $B$ ,  $V$ ,  $R_C$  és  $I_C$  színben. A halmaz  $\sim 3,16 \times 10^9$  éves,  $\sim 17$  magnitúdós és  $\sim 80$  csillag alkotja.

Az egyes halmazokról 20-30 éjszakányi mérést fogok készíteni, valamint tervezem archív adatok feldolgozását is.

Végül részt vettem a HD 31993 jelű RS CVn típusú szoros kettőscsillag asztrofizikai paramétereinek pontosításában.