

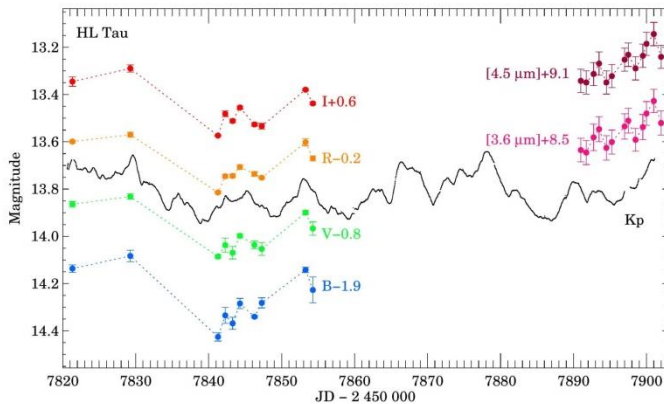
A dolgozat címe: A csillagkörüli anyag szerkezete és időfüggő tömegbefogás fiatal csillagokban

## Bevezetés

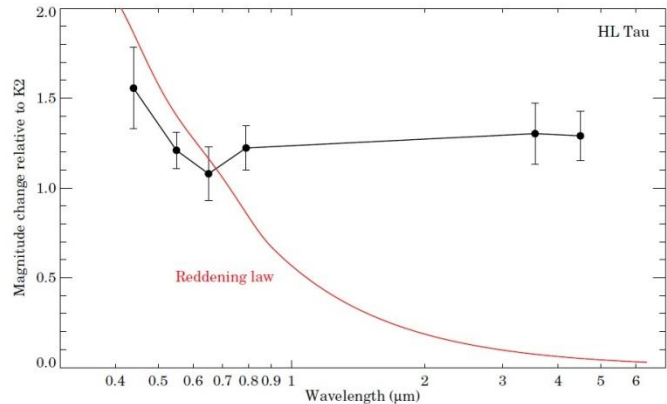
A fiatal csillagok kialakulása folyamán alapvető fontosságú a tömegbefogás (akkréciós folyamat), amely során anyag hullik a csillagra az azt körülvevő korongból. A legegyszerűbb modellekben ez a korong szimmetrikus, és az anyag egyenletesen hullik a csillagra. A valóságban azonban a csillagkörüli anyag eloszlása inhomogén és az akkréció időben változik, ami a csillag fényességbeli változásához vezet. Azonban a változékonyság más fizikai folyamatokkal is kapcsolatban állhat, ezért fontos a különböző időskálájú és profilú komponensek elkülönítése. A fiatal csillagok szisztematikus, széles hullámhossz tartományban történő megfigyelésével lehetőség nyílik az inhomogén korongszerkezet és az időben változó akkréció kapcsolatának vizsgálatára, illetve a különböző fizikai folyamatok szétválasztására. Az új mérések analízise, valamint az eredmények szimulációkkal történő összevetése segít az eruptív jelenség (az akkréciós ráta hirtelen megnövekedése) általános jelentőségének megértésében a csillagkeletkezésben.

## Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

### Kepler, Spitzer és földi fénygörbék nagy akkréciójú csillagokra



1. ábra. A HL Tau fénygörbéi.

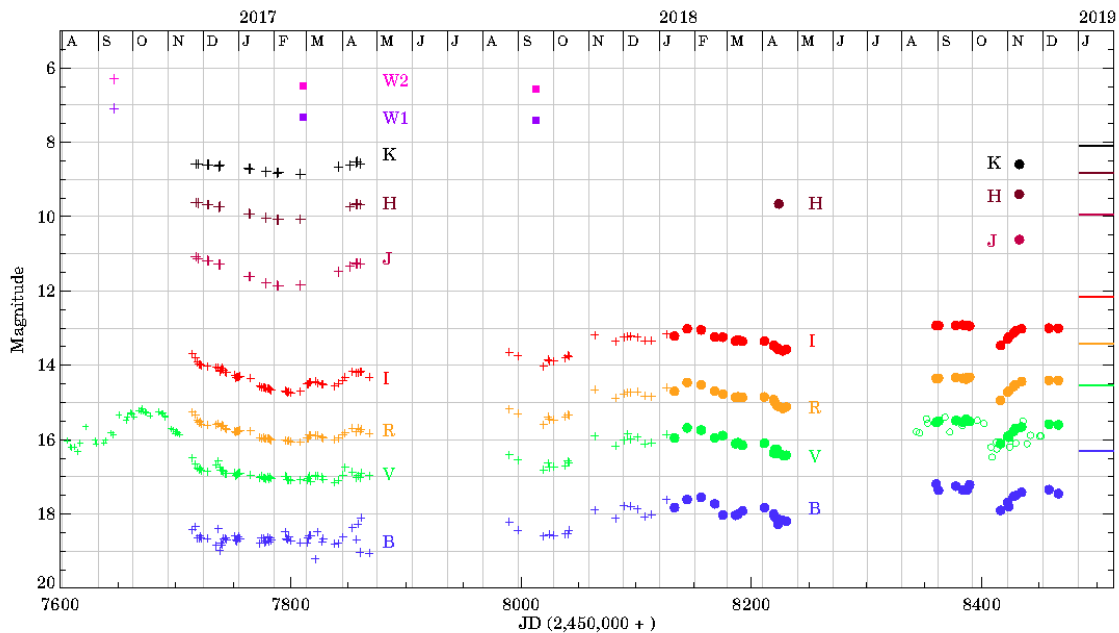


2. ábra. A Kepler magnitúdóhoz viszonyított változékonyság amplitúdója.

A fiatal csillagok fotometria változékonyságát gyakran vizsgálják optikai hullámhossz tartományban, azonban napjainkban egyre több infravörös tartományban készült mérés is elérhető. A változékonyság hullámhossz függése információt hordoz a mögötte rejlő fizikai folyamatról. Az akkréciós változékonyság, illetve a csillagok és korongjaik kapcsolatának tanulmányozásához hét nagy akkréciójú csillag (DQ Tau, DR Tau, UZ Tau, XZ Tau, L1551 IRS5, Haro 6-10, HL Tau) került kiválasztásra a Kepler K2 misszió 13-as kampányának látómezejéről. A Kepler űrtávcső optikai méréseit a Piszkéstetői Observatórium 60/90 cm-es Schmidt-távcsövének *B*, *V*, *R* és *I* szűrőkkel, valamint a Spitzer-űrtávcső 3,6 és 4,5  $\mu\text{m}$ -en készült infravörös megfigyeléseivel egészítettük ki. A K2

mérések eredményeiből az látható, hogy a csillagok változékonyságot mutatnak órás-napos időskálán, ugyanakkor ennek amplitúdója eltérő lehet a különböző hullámhosszakon (ld. 1. ábra). A fotometriai eredményeket a Kp magnitúdó függvényében ábrázoltam, a grafikont egy egyenessel illeszttem, melynek a meredeksége megadja a Kp magnitúdóhoz viszonyított változékonyság amplitúdóját. A kapott amplitúdókat a hullámhossz függvényében ábrázolva (ld. 2. ábra) az eredményt összehasonlítottam a csillagközi fényelnyelés törvényével. A HL Tau esetében azt találtam, hogy a változó extinkció kizárható, mint a változékonyságot okozó fizikai mechanizmus. Hasonló analízis a többi csillagra is folyamatban van. Ezen munka jelenlegi eredményei a XXXth General Assembly of the International Astronomical Union konferencián kerültek bemutatásra egy poszter keretében, illetve a XXX. IAU GA konferencia kiadványában fognak megjelenni (ld. *Konferenciák és Publikációk*).

### A V582 Aurigae FUor típusú fiatal csillag fénygörbéjének vizsgálata



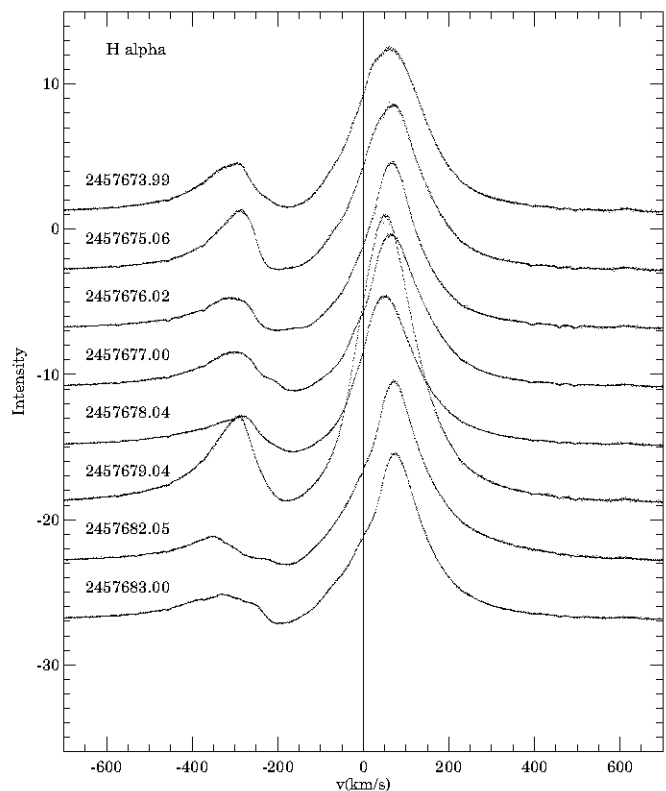
3. ábra. A V582 Aur fénygörbéi. A kék, zöld, sárga és piros szimbólumok a Piszkéstetőn készült B, V, R és I méréseket jelölik. A J, H és K mérések a Teide Observatórium TCS műszerével, illetve az Observatorio del Roque de Los Muchachos Liverpool teleszkópjával készültek. A lila és a rózsaszín szimbólumok a WISE 3,4  $\mu\text{m}$ -es és 4,6  $\mu\text{m}$ -es hullámhosszakon készült méréseit mutatják. Az új adatok körökkel vannak jelölve, míg a régebbi munkákból felhasznált mérések eredményeit keresztek jelölik.

Az FU Orionis (FUor) típusú fiatal eruptív csillagokra jellemző, hogy hónapos-éves időskálán felfényesedést mutatnak a megnövekedett akkréció miatt, majd ezt a felfényesedést egy több évtizedig tartó halványodási fázis követi. A V582 Aur is egy fősorozat előtti FU Orionis típusú csillag, amelyet az 1985-ös kitörése óta időről időre monitoroznak különböző műszerekkel. A legutóbbi eredmények szerint a forrás fényességében 2012-ben és 2016-ban minimum következett be, melyet a változó látóirányú extinkció okoz. Az észlelt jelenség magyarázható egy, a csillag körül közelítőleg 5 éves periódussal keringő porfelhővel (Ábrahám et al. 2018). A rendszer jelenlegi viselkedésének és fejlődésének vizsgálata céljából a Piszkéstetői Observatórium 60/90 cm-es Schmidt-távcsövének B, V, R és I szűrőkkel készítettünk méréseket (melyeknek egy részét én végeztem el Piszkéstetőn). A képeket feldolgoztam, a célpontra fotometriát számoltam. Ezeket a méréseket közeli-infravörös tartománybeli

*J*, *H* és *K* sávbeli, valamint közép-infravörös tartománybeli WISE adatokkal egészítettem ki. Az adatokból látható, hogy a forrás jelentős optikai és infravörös változékonyságot mutat (ld. 3. ábra), illetve hogy a 2016-ban kezdődött minimum még jelenleg is tart. Amennyiben ezt a halványodást ugyanaz a porfelhő okozza, mint a 2012-ben történt elhalványodást, akkor az a porfelhő viszkózus szétterülésére utal. Ugyanakkor a jelenlegi minimumot okozhatja egy, a rendszer belső régióját megközelítő, majd elhagyó por-struktúra is. A hosszú távú adatok elemzése utalhat a csillag általános halványodására is. Ebben az esetben a forrás ~80 éven belül visszatér a nyugalmi állapotába. A kutatás eredményei a *The Astrophysical Journal* folyóirathoz benyújtott cikkben (The weakening outburst of the young eruptive star V582 Aur, ld. *Publikációk*) vannak összefoglalva. A cikkre kapott bírálat alapján a cikk egy kisebb átalakítás után várhatóan elfogadásra kerül.

### ***A DR Tau nagy akkréciójú fiatal csillag spektroszkópai vizsgálata***

A fotometriai változékonyság mellett fontos információkat hordoz a rendszer sajátosságairól a forrásról felvett színekép. A DR Tau klasszikus T Tauri típusú csillag, amelyről francia együttműködőktől kaptam a Canada-France-Hawaii Telescope ESPaDOnS nevű spektropolarimetriai műszerével készült monitorozó adatokat. A nagy felbontású optikai spektrumokban megvizsgálom színeképvonalak (pl. hidrogén Balmer vonalai, Ca II és He I vonal) vonalprofilját, aminek segítségével tanulmányozom a különböző emissziós vonalak keletkezési régiójának természetét. A 4. ábra mutatja, hogy például a hidrogén H $\alpha$  spektrumvonalának vonalprofilja gyorsan változik. A vonalprofilok változása mögött rejlő fizikai folyamat megértését a spektrumvonalak komponensekre bontása segítheti, a polarimetriai adatok pedig a csillag mágneses teréről fognak információt szolgáltatni.



4. ábra. A DR Tau hidrogén H $\alpha$  vonalprofiljának változása. A görbék felett a mérés időpontja van megadva Julián Dátumban

### ***Észlelések a Piszkéstetői Observatóriumban***

A Piszkéstetői Observatóriumban folyó munkába is bekapcsolódtam, ahol a saját kutatásomhoz szükséges mérések egy részének elvégzése mellett lehetőségem van más projektekkel kapcsolatos észlelésekben is segíteni. Emellett az adatok feldolgozásához szükséges kalibrációs képek elkészítésében is közreműködök.

## Publikációk

- Zsidi, G.; Ábrahám, P.; Acosta-Pulido, J. A; Kóspál Á., Kun M.; Szabó Zs. M.; Bódi A.; Cseh B.; Castro Segura, N.; Hanyecz O.; Ignác B.; Kalup Cs.; Kriskovics L.; Mészáros L.; Ordasi A.; Pál A.; Sárnecky K.; Seli B.; Sódor Á.; Szakáts R., „*The weakening outburst of the young eruptive star V582 Aur*”, benyújtva a *The Astrophysical Journal* folyóirathoz
- Zsidi G.; Kóspál, Á.; Ábrahám, P.; Szabó, R.; Cseh, B.; Sárnecky, K.; Sódor, Á.; Szakáts, R.; Vida, K.; Vinkó, J., „*Brightness variations of young Sun-like stars from groundbased and space telescopes*”, Manuscript ID: IAU-18-IAUS345-0750
- Li, W. ; ... Zsidi G.; ..., „*Photometric and Spectroscopic Properties of Type Ia Supernova 2018oh with Early Excess Emission from the Kepler 2 Observations*”, *The Astrophysical Journal*, Volume 870, Issue 1, (2019) article id. 12, 33 pp.
- Dimitriadis, G.; ... Zsidi G.; ... , “*K2 Observations of SN 2018oh Reveal a Two-component Rising Light Curve for a Type Ia Supernova*”, *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 870, Issue 1, article id. L1, 16 pp. (2019)

## Tanulmányi tevékenység

- Az intersztelláris anyag fizikája I. (6 kredit)
- Fejezetek a többes csillag- és bolygórendszerek elméleti és megfigyelési kérdéseiből I. (6 kredit)
- Irányított kutatómunka – első szemeszter (18 kredit)
- 10th IRAM millimeter interferometry school, 2018. október 1-5., Grenoble (részvétel)

## Konferenciák

XXXth General Assembly of the International Astronomical Union (2018. augusztus 20-24., Bécs)

G. Zsidi, Á. Kóspál, P. Ábrahám, R. Szabó, B. Cseh, K. Sárnecky, Á. Sódor, R. Szakáts, K. Vida, J. Vinkó, “*Brightness variations of young Sun-like stars from ground-based and space telescopes*” (poszter)

## Oktatási tevékenység

Mérések és megfigyelések, oktatási forma: gyakorlat, heti óraszám: 2

## Szakmai közéleti tevékenység

Tudományos ismeretterjesztő előadások:

- 2018.09.28.: Előadás az ELTE fizikai intézete által, a Kutatók éjszakája programsorozat keretében szervezett eseményen „*Jupiter – A kezdetektől a Juno űrszondáig*” címmel.
- 2018.10.13. és 2018.11.10.: Ismeretterjesztő előadások az Óbudai gimnáziumban „*Csillagászat a XXI. században*” címmel.