

4. félévi beszámoló

Bögnér Rebeka (r.bogner@astro.elte.hu)

Részecskefizika és csillagászat PhD program

Témavezető: Dr. Tóth L. Viktor (Csillagászati Tanszék)

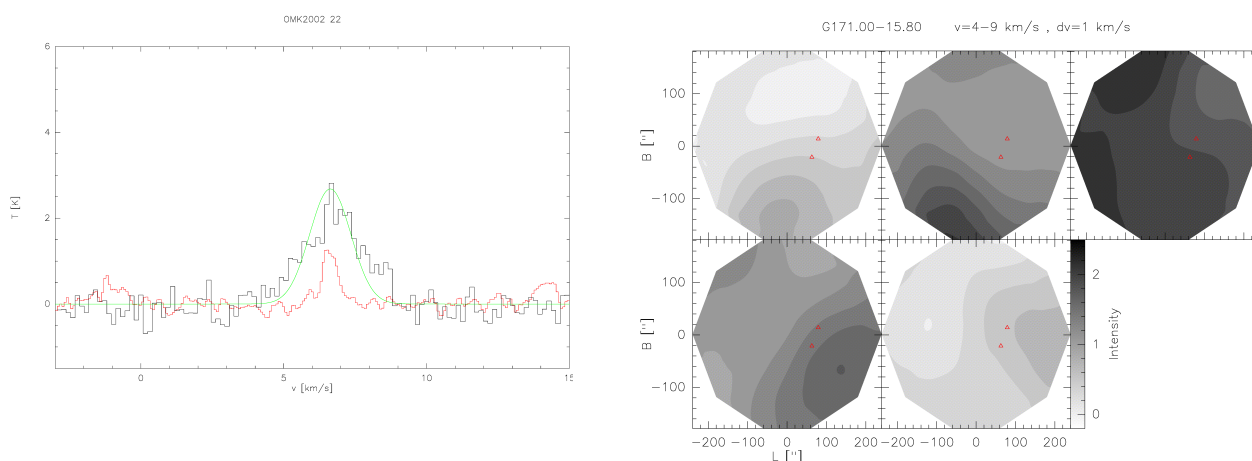
A dolgozat címe: Clouds in violent environments - Multi-wavelength studies of galactic cold interstellar clouds

Doktori tanulmányaim témája a csillagkeletkezés legkorábbi szakaszainak vizsgálata, a sűrű felhőmagok környezetükkel való kapcsolata és kölcsönhatása, s hogy ez miként befolyásolja a felhőmag fejlődését és a majdani csillagkeletkezést. Munkám a nemzetközi Galactic Cold Cores program keretein belül történik.

A csillagokat létrehozó sűrű, hideg felhőmagokat távoli infravörös, szubmilliméteres és rádiótartományban tudjuk vizsgálni, kontinuum- és molekulavonalas mérésekkel. Mivel a csillagközi anyag leggyakoribb molekulája, a H_2 közvetlenül nehezen figyelhető meg, a sűrű csillagközi anyagot jelző egyéb molekulákat (pl. CO, NH_3) használunk helyette. Ezekből gáz kinetikus hőmérséklet számítható, hőmérséklet- és sebességstruktúrákat tudunk feltérképezni, tesztelni tudjuk a lokális termodinamikai egyensúlyt, illetve stabilitásvizsgálatokat végezhetünk. A por kontinuum emissziójából nyert paraméterekkel (pl. porhőmérséklet, oszlop- és térbeli sűrűség) együtt vizsgálva teljesebb következtetéseket tehetünk a csillagközi anyag állapotára. A különböző környezetekben végzett mérések összehasonlításával következtethetünk az egyes paraméterek csillagkeletkezésben játszott szerepének állandóságára vagy adott minták szerinti változására.

Az első három félévben elért kutatási eredmények összefoglalása

A 2017/18. év során a különböző molekulavonalas mérések elméletével és kiértékelésével foglalkoztam, elsősorban CO és NH_3 mérésekkel. A Planck Catalogue of Galactic Cold Clumps katalógusban szereplő felhőcsomók vizsgáltam 12-t a Taurus területéről, 2-t a G114-es területről az Oszakai Egyetem rádiótávcső ^{12}CO , ^{13}CO , $C^{18}O$ és az effelsbergi 100 m-es rádiótávcső NH_3 mérései alapján.



1. ábra. Balra: a G171.00-15.80 jelű területen található ammónia mag spektruma. Fekete: ^{12}CO , vörös: NH_3 , zöld: a ^{12}CO -ra illesztett Gauss-görbe; a széles vonalszárnyak outflow-t jelezhetnek; enyhe önabszorpciót is láthatunk. Jobbra: sebesség-csatornatérkép a területen található fiatal forrásokkal.

A spektrumok feldolgozásához a GILDAS¹ programcsomaggal és pythonban írtam scripteket a

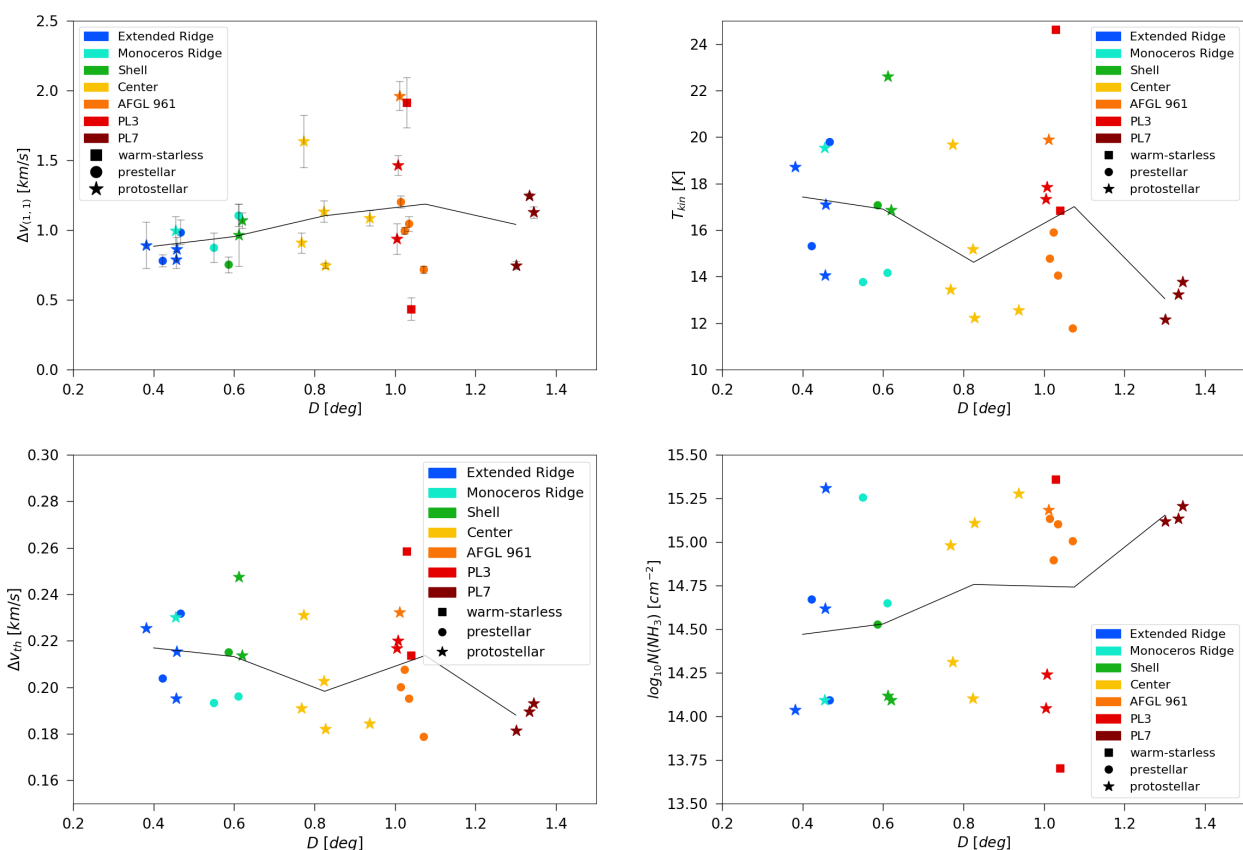
¹Grenoble Image and Line Data Analysis Software; fejlesztő: IRAM-Grenoble

különböző feladatokhoz. A felhőcsomók fiatal csillag-tartalmát a WISE fiatal csillag-jelölt katalógusával, a Simbad adatbázissal és a Herschel SPIRE forráslistájával vizsgáltam. A forrásokat ^{12}CO csatornatérképeken ábrázoltam, fiatal csillag általi outflow jeleit keresve. A 14-ből két területen valószínűsíthető outflow.

A TOP-SCOPE társult felmérések egyik projektjén, a TOP200-on is elkezdtem dolgozni. A TOP200 területek a Planck által detektált 200 legfényesebb forrást foglalják magukba, melyek a Planck Catalog of Compact Sources-ban (PCCS) szerepelnek, és az északi félgömbön elhelyezkedő távcsövek számára észlelhetőek, ezek nem mindegyike kapcsolható a csillagkeletkezés legkorábbi szakaszához. A területekre a JCMT SCUBA-2 műszerével készültek mérések a TOP-SCOPE, illetve korábbi projektek keretében, melyeket összegyűjtöttem, és a $850\ \mu\text{m}$ -es intenzitás térképeken kerestem kompakt forrásokat a STARLINK programcsomagjai segítségével David J. Eden módszerével. A területekre Herschel méréseket gyűjtöttem, több katalógusból (pl. Planck Catalog of Galactic Cold Clumps - PGCC) kerestem adatokat, valamint a fiatal csillag-tartalmukat is ellenőriztem az AllWISE fiatal csillag jelölt katalógussal (Marton és mtsai. 2016). Példaterületeken, melyekre voltak Herschel SPIRE mérések, porhőmérséklet- és oszlopsűrűség-térképeket készítettem a Hi-GAL SEDfitter python csomag segítségével. A GAIA Data Release 2-ből készülő fiatal csillag katalógust (Marton és mtsai., előkészületben) szeretném felhasználni a továbbiakban ehhez a munkához.

2018. február 15-19. között Effelsbergben témavezetőmmel és Tóth Viktorral közösen végeztük el az *NH₃ follow-up observations of PGCCs - a joint proposal with the NRO 45-m, JCMT and SMA telescopes* (PI: O. Fehér) projekt mérését, mely 100 felhőmag pointing mérését és 4 terület térképezését foglalta magában ammónia vonalakon. A mérések megtervezésében és elvégzésében is részt vettem. Minden területre lett megfelelő jel/zaj aránnyal mérésünk az NH_3 (1,1) és (2,2) vonalakon, néhány területen az NH_3 (3,3) vonalát is detektáltuk.

2018. január 29. és március 30. között a Max-Planck-Institut für Radioastronomie-ban, Bonnban, Németországban Erasmus+ pályázattal vettem részt szakmai gyakorlaton Dr. Csengeri Timea vezetésével. A *Physical conditions in newly found pre- and protostellar cores in the Rosette molecular cloud* (Kód: 89-10, PI: N. Schneider) projekt keretében a Rosette molekulafelhő sűrű felhőmagjairól az effelsbergi rádiótávcsővel készült NH_3 méréseket dolgoztam fel, elvégezve a nyers adatok kalibrációját és kiértékelését. A 29 felhőmagra, melyekben detektálható volt az NH_3 (1,1) és (2,2) is, rotációs és kinetikus hőmérsékletet, termális és nemtermális vonalkiszéledést, valamint oszlopsűrűségeket számoltam. A kinetikus hőmérséklet és az oszlopsűrűség kiszámítására több módszert is találtam, ezeket elemeztem, és eredményeiket összevettem. A felhőmagok és az NGC 2244 nyílthalmaz O és B csillagainak egymásra hatásának elemzéséhez vizsgáltam a csillagok és a felhőmagok távolságát, valamint az egyes számított paraméterek változását a halmaz csillagainak távolságfüggésében. A területre készült Herschel mérésekből számított por paramétereket Frederique Motte a rendelkezésemre bocsátotta, így azokat is felhasználhattam korrelációt keresve a gáz- és por paraméterek között. Az eddigi elemzés alapján nem találtam egyértelmű utalást indukált csillagkeletkezésre az NGC 2244 csillagai által, megerősítve korábbi cikkek (Heyer et al. 2006; Schneider et al. 2012; Cambrésy et al. 2013) eredményeit.



2. ábra. NH_3 (1,1) és termális vonalkiszélesedés, kinetikus hőmérséklet és oszlopsűrűség a felhőmagok NGC 2244-től való távolságának függvényében. A fekete vonal mozgó mediánt jelöl nem uniform binelésre. A távolságok fokban vannak feltüntetve; közelítésként 1 fok 28 pc-et jelent 1.6 kpc távolságra számolva.

2019. január 17-28. között Svédországban, az onsalai 20 m-es rádiótávcsővel francia témavezetőm pályázatának (*Sampling the low-mass tail of the core mass function*, kód: O2018a-01, PI: J. Montillaud) mérését másik témavezetőjével, David Cornuval közösen végeztük el, mely során a Galactic Cold Cores programban szereplő nyolc terület felhőmagjait mértük CO, CS, C^{34}S és N_2H^+ vonalakon.

A negyedik félév során elvégzett kutatások

A Rosette molekulafelhő ammónia méréseinek elemzését folytattam, a cikk diskuszióján dolgozom jelenleg. Ebben kifejtem az eredményem az indukált csillagkeletkezésre utaló bizonyítékok hiányáról, illetve korábbi, hasonló ammónia méréselemzésekkel hasonlítom össze az eredményeimet: különböző égterületekről, kis- és nagytömegű csillagkeletkeztető területekre készült méréseket válogattam össze ehhez a munkához: az ezekhez kapcsolódó irodalmakkal foglalkoztam nagyrészt a félév során. A cikket a közeljövőben szeretném beküldeni az *Astronomy & Astrophysics* folyóiratba.

Az effelsbergi 100 m rádiótávcsőre benyújtott pályázatomban (*Physical parameters of the dense gas in the colliding filaments of G202.02+2.85*, kód: 98-18, PI: R. Bögner) február 17-21. között mértem le, mely során NH_3 (1,1) vonalon térképeztem fel a G202.02+2.85 terület két filamentumának ütközési zónáját. A korábban kijelölt 6 legsűrűbb oszlopsűrűség-csúcsra hosszabb integrálási idővel is végeztem méréseket, melyekben detektáltam NH_3 (2,2) vonalakat is. Február 22-én elkezdtem a

105-18 (*A survey of Planck Cold Clumps in the Orion complex - joint observations with ALMA, NRO-45m, JCMT*, PI: L. V. Tóth) pályázatot is, 7 terület oszlopsűrűség-csúcsát mértem pointing mérésekkel NH₃ vonalakon.

Május 7-13. között az IRAM 30 m rádiótávcsővel végeztem el Julien Montillauddal közösen a 140-18 (*On the properties of Class 0/I protostellar coers in the Lambda Orionis molecular complex*, PI: J. Montillaud), és a 151-18 (*Colliding filaments in the Mon OB1 Complex*, PI: J. Montillaud) projektek mérését.

A félévben a június 14-i komplex vizsgára készültem.

Publikációk

Liu, T. et al.: *The TOP-SCOPE Survey of Planck Galactic Cold Clumps: Survey overview and results of an exemplar source, PGCC G26.53+0.17*, ApJS 234, Issue 2, 28, 31 pp, 2018

Montillaud, J. et al.: *Colliding filaments in the Monoceros OB1 molecular cloud*, A&A - beadva, bírálás alatt; a cikket két részletben közöljük.

R. Bögner et al.: *Pre- and protostellar cores in the Rosette Nebula*, IAU Proceedings - S345, elfogadva: 2018 december, Manuscript ID: IAU-18-IAUS345-0702

R. Bögner et al.: *The TOP-SCOPE survey of Planck Galactic Cold Clumps: The 200 brightest compact sources of Planck*, IAU Proceedings - S345, elfogadva: 2018 december, Manuscript ID: IAU-18-IAUS345-0741

Tanulmányi tevékenység

A félév során három kurzust vettem fel az ELTE-n: Mélytanulás és gépi tanulás a tudományokban (Bagoly Attila, dr. Csabai István, Pataki Bálint Ármin, Ribli Dezső Kornél), Adatexploráció és vizualizáció (Dobos László), Infrared Astronomy II. (dr. Tóth L. Viktor).

Jelentkezésemet a *European Radio Interferometry School*-ra (2019. október 7-11., Göteborg, Svédország) elfogadták.

Jelentkezem továbbá a *9th IRAM 30m Summer School*-ra (2019. szeptember 6-13., Pradollano, Spanyolország), és a távcsőre is szeretnék beadni távcsőidő-pályázatot; valamint jelentkezni szeretnék a *Torun Summer School 2019: Polarimetry as a diagnostic tool in astronomy* (2019. szeptember 23-27., Torun, Lengyelország) nyári iskolára is.

Konferenciák

2018. május 14-26. között a Paris-Saclay International Programs for Physical Sciences and their Interfaces által szervezett *From prestellar cores to solar nebulae* workshopon vettem részt Orsayville-ben, Franciaországban. A két hét témája a csillagkeletkezés legkorábbi szakasza volt, megfigyelők, elmélettel és modellezéssel foglalkozó ismert kutatók egyaránt előadták eredményeiket, a heteket lezáró diskussziókban pedig kérdéseket, lehetséges kutatási irányokat fogalmaztunk meg.

2018. június 4-8. között a *Galactic Cold Cores* workshopon vettem részt Besançonban, Franciaországban, ahol előadásom a TOP200 felmérésről szólt, majd a Balaton projekt keretében további egy hetet töltöttem ott a Besançonban fejlesztett galaxismodell megismerése céljából.

2018. augusztus 17-18. között Bécsben a *Basics of Astrobiology* nyári iskolán vettem részt, ahol a csillagkeletkezésről, a csillagok és bolygók szerkezetéről és az élet kialakulásáról hallgattunk előadásokat és vitattuk meg őket.

A 2018. augusztus 20-31. között Bécsben, Ausztriában megrendezett Csillagászati Világkongresszusán (IAU 30th General Assembly) önkéntesként vettem részt, támogatva a szervezők munkáját. Az önkéntes munka mellett a Világkonferencián lehetőségem volt számos, a kutatási témámhoz kötődő szimpóziumon és fókuszcsoport-találkozón (focus meeting) részt venni, ahol a szakma tekintélyes kutatói ismertették eredményeiket. Ezalatt az IAUS 345 *Origins: From the Protosun to the First Steps*

of Life szimpóziumán két poszterem került kiállításra: egy a Rosette molekulafelhő felhőmagjainak vizsgálatáról, egy a TOP200 felmérésről. A két poszterről összefoglaló írások készültek, melyeket elfogadtak a szimpóziumról készülő IAU Proceedings kiadványba.

A Rosette molekulafelhő ammónia mérései vizsgálatának eddigi eredményeit az elkövetkezőkben két konferencián fogom bemutatni. A *Zooming in on Star Formation* (2019. június 10-13, Nafplio, Görögország) konferencián posztert fogok bemutatni; a European Week of Astronomy & Space Science 2019 (2019. június 23-28., Lyon, Franciaország) során egy 15 perces előadást fogok tartani róla a *Star/Planet formation S10: The feedback in the star formation process* szimpózium keretein belül.

A Csillagászati Tanszéken 2019. június 6-án tartok 20 perces szemináriumi előadást az eddig elvégzett kutatásomról.

Oktatás

2017/18 1. félév: Csillagászati észlelési gyakorlatok I., Perger Krisztina PhD hallgatóval közösen, 50%: 15 óra. Az elsőéves földtudomány BSc hallgatók számára tartott Csillagászat előadást és az elsőéves csillagász MSc hallgatók Spektroszkópia I laborját témavezetőm külföldi elfoglaltságai alatt három, illetve egy alkalommal helyettesítettem: 3 x 1,5 óra és 1,5 óra. 2018. január 20-án, a tanszék Planetáriumában a csillagász alaptanfolyamon résztvevőknek tartottam másfél órás előadást.

2017/18 2. félév: Csillagászati észlelési gyakorlatok I., Császár Anna mesterszakos hallgatóval közösen, 50%: 15 óra. 2018. április 21-én a Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium 9. évfolyamának tartottam 75 perces előadást a Planetáriumban a csillagképek kialakulásáról, történetükről és látnivalóikról, az égbolton való tájékozódásról.

2018/19 2. félév: Csillagászati észlelési gyakorlatok I., Császár Anna PhD hallgatóval közösen, 50%: 10 óra. A földtudomány és fizika BSc-seknek tartott Csillagászati szeminárium I. április 16-i óráján témavezetőm helyettesítettem: 1,5 óra.

Szakmai közéleti tevékenység

A 2018. szeptember 28-i Kutatók Éjszakája tanszéki programjának (Planetáriumi előadások és távcsöves megfigyelés) előkészítésében és szervezésében részt vettem.

Elismerések

2018 februárjában a Francia Intézethez témavezetőmmel és Julien Montillaud-val (Université de Franche-Comté) pályázatot nyújtottunk be kettős vezetésű doktori képzésre, melyet megnyertünk. A 2018/2019-es tanévtől kezdve a francia kormány ösztöndíjasaként évi öt hónapot (minden évben október 1 és február 28 között) tudok Besançonban tölteni az Université de Franche-Comté-nál.

Egyéb tevékenység

Az Eötvös József Collegium Mendöl Tibor Földrajz-Földtudomány-Környezettudományi műhelyének szenior tagja vagyok.

2017/18 1. félévében témavezetőm egyik diákjának konzulense voltam tudományos diákköri munkája során, aki benyújtott dolgozatával és előadásával a csillagász kari TDK galaktikus szekciójában megosztott első díjat nyert.

Budapest, 2019. május 31.