

Féléves beszámoló

4. félévi beszámoló (2021/2022/2)

Krezinger Máté (krezinger.mate@csfk.org)

ELTE Fizika Doktori Iskola

Csillagászat és űrfizika doktori program

Témavezető: dr. Frey Sándor

CSFK - tudományos főmunkatárs

A dolgozat címe: **Studies of distant radio quasars with the highest resolution**

Bevezetés

Kutatómunkám célja, hogy távoli, azaz nagy vöröseltolódású aktív galaxismagokat (AGN - active galactic nuclei) vizsgáljak a ma elérhető legnagyobb felbontással rendelkező rádióinterferométerekkel. Ehhez a nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (VLBI - very long baseline interferometry) technikát kell alkalmazni. Egy interferométer felbontását még tovább tudjuk növelni, ha a földi rádióantennák mellett egy űrbéli rádióteleszkópot is bekötünk a hálózatba. Munkám során többek között ilyen hálózatok aktív galaxismagokról készült méréseit dolgozom fel, hogy a lehető legnagyobb felbontású rádiótérképeket tudjam előállítani. A térképek segítségével részletesebben tudjuk majd vizsgálni a fiatal Univerzumban kialakult AGN-eket és a belőlük kiinduló relativisztikus plazmalyábok fizikai tulajdonságait.

Az első 3 félévben végzett kutatás ismertetése

A J1354–0206 kvazár megfigyelése a RadioAstronnal

A J1354–0206 nevű objektum fényes, nagy vöröseltolódású kvazár ($z=3,707$). Az *eg097a* kódú EVN projekt ennek a forrásnak az 1,6 GHz-es méréseit tartalmazza és érdekessége, hogy az interferométeres hálózat része volt a RadioAstron nevű űr-rádióteleszkóp is. Az adatfeldolgozás előtt tanulmányoztam a szakirodalomban megtalálható űr-VLBI adatfeldolgozási és térképezési módszereket, majd később ezeket alkalmaztam. Az űrantenna jelenléte miatt az adatsor különösebb odafigyelést igényelt és a megszokott eljárásokon is sokszor változtatni kellett. Több eljárást is két részletben kellett elvégezni, először csak földi antennákra, és utána pedig a RadioAstron bevonásával is. A kalibrálás után a *Difmap*-ben való térképezés is nehézkesnek bizonyult. Többszöri próbálkozás után sem sikerült kielégítő eredményt elérni, ennek

oka talán mérési hibákban keresendő. Bár a térképeken tisztán látható a forráshoz tartozó fényes jet alapja, az irodalomban is látható példákön lévő északnyugati halványabb jet komponens kevésbé kivehető. Jövöbeli terveim között szerepel az adatsor további vizsgálata, továbbá, amint elérhető lesz az Európai VLBI Hálózat (EVN) archívumban az 5 GHz-es mérés, annak hasonló módon történő feldolgozása.

Nagy vöröseltolódású kvazárok az e-EVN-nel

Az *eg102* jelű projekt célja, hogy nagy vöröseltolódású kvazárokat keressünk egy előre összeállított jelölteket tartalmazó listában. A kvazárjelölteket az EVN interferométerrel mérték le ún. valós idejű módban (e-EVN). Ilyenkor az optikai kábelekkel összekötött teleszkópok méréseit valós időben korrelálják egy központi adatfeldolgozóban. A forrásokról készült különböző frekvenciájú mérésekkel (jelen esetben ez 1,7 és 5 GHz) akár spektrális információkat is meg tudunk határozni. A mérések során a halvány célforrások mellett kalibrátorforrásokat is szükséges volt megfigyelni.

Az első 3 félév alatt sikeresen feldolgoztam az összes mérést. A főbb feladatok között volt az adatok kalibrálása az AIPS szoftvercsomagban, a kalibrált vizibilitás adatok térképezése *Difmap*-ben és a kapott térképek, valamint modellillesztések értelmezése. A kalibrált adatsorokat a projektben részt vevő kutatók közül még ketten függetlenül térképezték és az így kapott térképeket, egymással összevetve, létrehoztam a végleges változatokat. A végleges térképeket egy saját Python kód segítségével újrarajzoltam és feltüntettem rajtuk a Gaia EDR3 optikai és 5 GHz-es VLBI pozíciókat.

A források fényességeloszlás-modelljeiből kapott eredményeket felhasználtam különböző fizikai paraméterek kiszámításához, amelyekkel aztán a vizsgált objektumokat lehetett jellemezni és különböző osztályokba sorolni. Irodalomból gyűjtött rádiótartományú spektrális adatok alapján felrajzoltam mindegyik forrásra a kontinuum színeképet, amelyek további segítséget nyújtanak a klasszifikációban.

A 13 vizsgált közül 6 objektum esett az FSRQ (Flat Spectrum Radio Quasar) osztályba, míg a meredek spektrumú (Steep-spectrum) osztályba ugyancsak 6. A maradék 1 forrást a megfelelő pontosságú adatok hiányában bizonytalan kategóriába soroltam. Végezetül, ebből a kutatómunkából publikációt készítettem, amelyet az *Astrophysical Journal Supplement Series* szakfolyóiratba terveztünk beküdeni. A munkát a 2021 nyarán tartott EVN Mini-Symposium nevű konferencián egy poszter keretein belül is bemutattam és abból később egy konferenciaközleményt is készítettem.

Az aktuális félévben végzett kutatás ismertetése

Nagy vöröseltolódású kvazárok az EVN-nel

A félévet az előkészített ApJS cikk átnézésével kezdtem és a társszerzőktől kapott javaslatok alapján a kéziratot átalakítottam. Így február elején be is tudtuk küldeni a folyóiratba. Egy hónapnyi várakozás után visszakaptuk a bírálótól, aki kisebb javításokat kért a kéziratba. A bíráló javaslatainak eleget téve újra beküldtük a cikket, amit ezek után sikeresen elfogadtak. A nyelvi korrekciók után, már csak a megjelenésre várunk a kutatótársakkal. Ez idő alatt az előző félévben, a *Proceeding of Science*-be beküldött konferenciakiadványt is visszaküldték javításra. A kiadvány előzetes megjelenése Márciusan megtörtént.

Tavasszal belekezdtem egy új projektbe, ami az előzőhöz hasonlóan nagy vöröseltolódású kvazárok megfigyeléseinek feldolgozása lenne. 2019-ben egy fényes rádióforrások nagyobb mintáját figyelték meg az EVN-nel 3 különböző epochában. Ebben a nagyobb, geodéziai mérési célokra összeállított mintában megtalálhatóak nagy vöröseltolódású kvazárok is, és így ezekről a forrásokról rendelkezésre áll nagy felbontású, érzékeny adat három egymást követő közeli időpontban. Az új, *et036* nevű projekt menete hasonló lenne, mint az *eg102*-é. A félévben sikerült minthárom epochához tartozó kétfrekvenciás adatsort kalibrálnom az AIPS programmal. Így már csak a Difmap-ben történő térképezés és a kapott térképek értelmezése maradt hátra. A kalibráció során nehézséget jelentett az egyes adatsorok nagysága, ami egyrészt a tárolást nehezíti, illetve a kalibrációs lépésekhez tartozó parancsok hosszadalmas futásához vezethet.

Publikációk

Első szerzős publikációk:

Kreizinger, M., Perger, K., Gabányi, K. É., et al. 2022, ApJS, arXiv:2204.02114, megjelenés alatt

Kreizinger, M., Perger, K., Gabányi, K. É., et al. 2022, Proceedings of European VLBI Network Mini-Symposium and Users' Meeting 2021 (EVN2021), DOI: 10.22323/1.399.0008

Társszerzőség:

Zhang, Y., An, T., Frey, S., ... Krezinger, M., et al. 2021, MNRAS, 507, 3736. doi:10.1093/mnras/stab2289

Gabányi, K. É., Frey, S., An, T., ... Krezinger, M., et al. 2021, Astronomische Nachrichten, 342, 1092. doi:10.1002/asna.20210057

Szabó, Z. M., Kóspál, Á., Ábrahám, P., ... Krezinger, M., et al. 2021, ApJ, 917, 80. doi:10.3847/1538-4357/ac04b3

Vinko, J., Kriskovics, L., Pal, A., ... Krezinger, M., et al. 2021, GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 30320, 30320

Tanulmányi tevékenységek a félévben

A félév során két egyetemi kurzust vettem fel és teljesítettem (12 kredit):

- Az intersztelláris anyag fizikája II. (FIZ/5/032)
- (Exo)Bolygólégek szeminárium II. (FIZ/5/044)

Konferenciák

- Részvétel az *Exploiting Archives for Radio Astronomy in the SKA-era* (2020. november 23-25., Lisszabon, Portugália) című online konferencián, angol nyelvű előadás tartása.
- Részvétel hallgatóként az *European VLBI Group for Geodesy and Astrometry* (2021. március 15-18.) című online konferencián.
- Részvétel hallgatóként a *6th Workshop on Compact Steep Spectrum and GHz-Peak Spectrum Sources* (2021. május 10-14., Torun) című online konferencián.
- Tudományos poszter bemutatása a 2021 júniusában megrendett *European Astronomical Society Annual Meeting* online konferencián (Szekció: *SS11, Extreme astrophysics at extremely high resolution*).
- Tudományos poszter bemutatása a 2021 júliusában megrendezett *EVN Mini-Symposium* online konferencián.
- Angol nyelvű tudományos előadás bemutatása a 2021 augusztusában megrendezett *50th Young European Radio Astronomers Conference* online konferencián.
- Tudományos előadás bemutatása a 2021 szeptemberében megrendezett *Dof-fi, Fizikus Doktoranduszok* konferenciáján (Balatonvilágos).
- Részvétel hallgatóként az *Quasar and Galaxies through Cosmic Time* (2022.

január 24-27.) című online konferencián.

- Részvétel hallgatóként az *VLBI in the SKA Era* (2022. február 14-18.) című online konferencián.

- Elfogadott angol nyelvű előadás absztrakt a 2022. júliusban, Görögországban megrendezésre kerülő *COSPAR 2022 - Committee on Space Research* konferenciára.

Egyéb szakmai tevékenységek

- Royal Astronomical Society Early Career Poster Exhibition 2020:

Digitális poszter „*J1110+4817 – a compact symmetric object revealed*” címmel. Link: <https://ras.ac.uk/poster-contest/krezinger-mate>

- Részt vettem a 2021-es Fizika, Földtudományi és Matematikai OTDK „Extragalaktikus csillagászat és gravitációelmélet” szekcióján *Két rádiókvazár a távoli világegyetemben* című előadásommal.

- TIT-DOSZ Doktoranduszi témabemutató cikkíró pályázat: A cikkíró pályázaton 2. helyezést értem el az „Élet és Tudomány” kategóriában. A pályamű megjelent az *Élet és Tudomány* 2021/01-es számában.

- Svábhegyi Csillagvizsgáló: Online előadói tevékenység és csoportvezetés a Svábhegyi Csillagvizsgálóban.

- Pizskéztetői Observatórium: Mérések végzése a félév során a pizskéztetői RC80 távcsővel.

Oktatási tevékenység

- Egy *Rádiócsillagászati mérések* tematikájú óra megtartása vendégelőadóként a *Csillagászati észlelések gyakorlat 4. GY* (cseszlgyk4g17ga) kurzuson.

- Rövid témabemutató a *Csillagászati észlelések gyakorlat 1. GY* (cg1n4eg1) kurzuson.

- Bemutató a tanszék planetáriumában Fontosabb csillagképek és történetük témában a *Csillagászati észlelések gyakorlatokon* (cg1c4eg1, cg1c4eg2, cg1c4eg3, cg1c4eg4).