

II. félévi beszámoló

Kőmíves Janka (xd3y0o@student.elte.hu)

Csillagászat és Űrfizika PhD program

Témavezető: Szentirmayné Dr. Gabányi Krisztina Éva

A dolgozat címe:

Rádiósugárzás eredete halvány extragalaktikus rádióforrásokban

1. Bevezetés

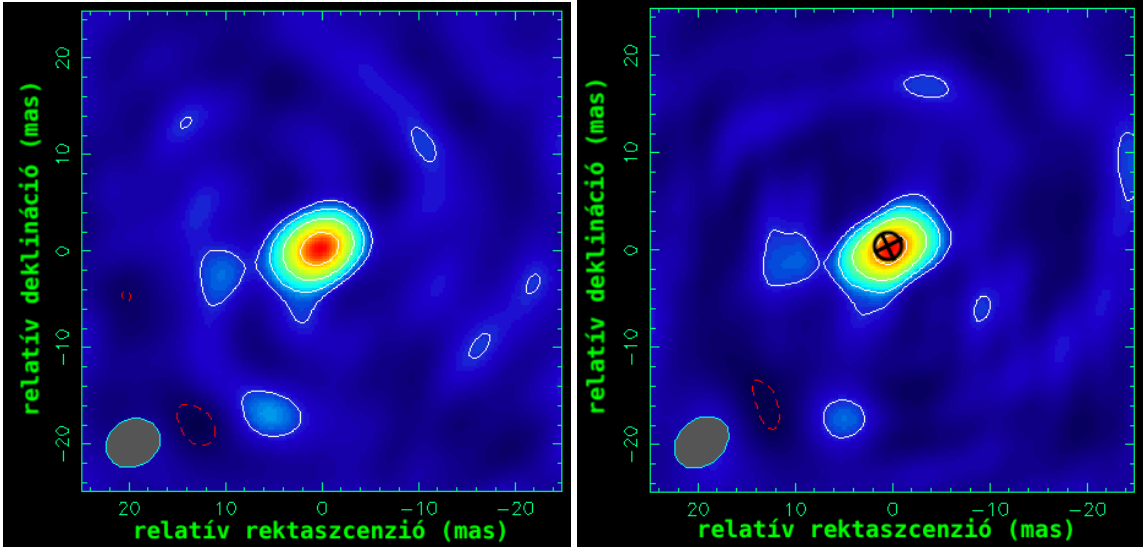
Kutatásom középpontjában kettő halvány rádióforrást tartalmazó minta áll. Mindkét mérést a nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (very long baseline interferometry, VLBI) [9] technika segítségével valósították meg, amely ezred-ívmásodperces felbontásának köszönhetően lehetővé teszi a rádiósugárzás eredetének meghatározását. Az egyik rádiósugárzó aktív galaxismag (active galactic nuclei, AGN) [8] minta [1] feltételezhetően a készülő Cserenkov Teleszkóp Hálózattal (Cherenkov Telescope Array, CTA [6]) detektálható TeV-sugárzó AGN-eket tartalmaz. Két célforrásról állnak rendelkezésemre adatok 1,5 GHz és 4,7 GHz frekvenciákon. A mérések 15 antenna részvételével zajlottak 2022. március 8. 22:00 (UTC) és március 9. 5:00 (UTC) között az Európai VLBI hálózattal (EVN).

2. Az aktuális félévben végzett kutatás

Az előző félév során az adatok kezdeti vizsgálata után elkezdtem a mérések kalibrálását. Ezt a National Radio Astronomical Observatory (NRAO) Astronomical Image Processing System (AIPS) [3] VLBI feldolgozó programcsomag segítségével kalibrációs táblák létrehozásával végzem el. Az ionoszférikus korrekciók és instrumentális késleltetés korrigálása után a „fringe-fitting” segítségével a frekvencia- és időfüggő fáziskésésekre is elvégzem a korrekciót.

Ebben a félévben a kalibrátor-források segítségével amplitúdó kalibrációt végeztem, ehhez az AIPS mellett a Difmap [7] rádiócsillagászati szoftvert is felhasználtam. A korrekciókat alkalmaztam a célforrásokra, amelyek ezután készen álltak a képfeldolgozásra, térképezésre. Ehhez szintén a Difmap programot használtam. Miután a legnagyobb fluxussűrűségű pontot eltoltam a térkép középpontjába, két módszerrel is rekonstruáltam az objektumok fényességeloszlását. Először az úgynevezett CLEAN algoritmus [5] segítségével készítettem intenzitás térképet, majd, hogy szám-szerűsíteni tudjam a források paramétereit, Gauss modellkomponens illesztéssel is rekonstruáltam az intenzitás-eloszlást. A két módszerrel kapott térképek az 1. ábrán láthatók.

A modellezés során kapott adatokból kiszámítottam a források fényességi hőmérsékletét és rádió luminozitását. Rádiósugárzó galaxisok esetén ezekre a tulajdonságokra ismertek empirikus határértékek, amelyek segítenek eldönteni, hogy a rádiósugárzás csillagkeletkezésből vagy pedig egy központi AGN-ből származik. Mindkét célforrás esetén a csillagkeletkezésből származó limitnél legalább egy nagyságrenddel



1. ábra. J1832+5302 célforrás 2022. március 16.-ai mérésből származó CLEAN iterációs eljárás segítségével (bal) és Gauss modellkomponens illesztéssel (jobb) kapott fényességeloszlás modellje a szövegben említett korrekciók és kalibrációk elvégzése után. Az intenzitás csúcértéke: $5,91 \text{ mJy beam}^{-1}$. A legszó pozitív kontúr értéke: $0,60 \text{ mJy beam}^{-1}$. Ez a zajszint három és félszerese, a további kontúrok egy kettős faktossal növekednek. A visszaállító nyaláb mérete: $6,08 \text{ mas} \times 4,71 \text{ mas}$. A nagytengely pozíciószöge (amely definíció szerint észkaról keletfelé haladva pozitív): $-50,5^\circ$. A mérési frekvencia: $4,926 \text{ GHz}$.

nagyobb értékeket kaptam. Ezen felül, mivel a méréseket 2 frekvencián végezték, megbecsülhető milyen összefüggésben áll a fluxussűrűség a frekvenciával. Erre a rádiócsillagászatban a spektrál-indexet használják [4]. A számolt értékek az úgynevezett „lapos” (flat) tartományba esnek, ami tapasztalat szerint megfelel az aktív galaxisok magjára számolt értékkel.

A félév során továbbá megkezdtem az adatok Common Astronomy Software Application (CASA) programcsomaggal [2] való feldolgozását is, doktori munkám részeként összehasonlítom a két szoftver eredményeit, teljesítményét. Az eredményeket először egy poszteren foglalom össze a 2024 őszén Bonn-ban megrendezésre kerülő EVN Szimpóziumon.

Megkezdtem ezen felül a másik rádiósugárzó minta feldolgozását is. Ezek olyan rádióhango AGN-ek csoportja, amelyeket optikai változékonyságuk alapján blazár jelöltként azonosítottak. Témavezetőm vizsgálata szerint a blazárookra vonatkozó infravörös összefüggés azonban nem mindegyik objektumra igaz. Az ausztrál Long Baseline Array (LBA) hálózattal végzett VLBI mérések segítségével fogom megerősíteni vagy cáfolni a blazár besorolást. A másik mintához hasonlóan az AIPS programcsomaggal végeztem el a kezdeti korrekciókat.

3. Publikáció

Kőmíves J., Gabányi K., Frey S., Kun E. (2023) VLBI Analysis of a Potential High-

energy Neutrino Emitter Blazar UNIVERSE (2218-1997): 10 2 Paper 78. (2024)
<https://www.mdpi.com/2218-1997/10/2/78>

4. Tanulmányi tevékenység

Az aktuális félév során elvégzett tárgyak:

- FIZ/5/025 - The structure of compact stars (Barnaföldi Gergely Gábor)
- FIZ/5/048 - At the edge of the Solar System 2 (Forgácsné Dr. Dajka Emese Zelmira, Dr. Kiss Csaba)

5. Oktatási tevékenység

- cseszlglyk1g17ga - Csillagászati észlelési gyakorlatok 1. - heti 1,5 óra planetáriumi gyakorlat (tárgyfelelős: Szentirmayné Gabányi Krisztina Éva)

6. Egyéb tudományos tevékenység

- Részt vettem a Joint Institute for Very Long Baseline Interferometry European Research Infrastructure Consortium (JIVE) EVN hálózat használatáról szóló online képzésén
- Elfogadták a jelentkezésem a 2024 őszén megrendezésre kerülő ERIS2024 egyhetes rádióinterferometria iskolába.
- A mesterszakos kutatásom eredményeit előadtam a Kovács Tamás és Frei Zsolt szervezésében heti rendszerességgel megvalósuló Astrophysics pizza lunch alkalmával.

Hivatkozások

- [1] B. Balmaverde és tsai. „Te-REX: a sample of extragalactic TeV-emitting candidates”. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 492.3 (2020. márc.), 3728–3741. old. DOI: [10.1093/mnras/stz3532](https://doi.org/10.1093/mnras/stz3532). arXiv: [1912.07613](https://arxiv.org/abs/1912.07613) [[astro-ph.HE](#)].
- [2] CASA Team és tsai. „CASA, the Common Astronomy Software Applications for Radio Astronomy”. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 134.1041, 114501 (2022. nov.), 114501. old. DOI: [10.1088/1538-3873/ac9642](https://doi.org/10.1088/1538-3873/ac9642). arXiv: [2210.02276](https://arxiv.org/abs/2210.02276) [[astro-ph.IM](#)].
- [3] E. W. Greisen. „The Astronomical Image Processing System.” *Acquisition, Processing and Archiving of Astronomical Images*. 1990. jan., 125–142. old.
- [4] Talvikki Hovatta és tsai. „MOJAVE: Monitoring of Jets in Active Galactic Nuclei with VLBA Experiments. XI. Spectral Distributions”. 147.6, 143 (2014. jún.), 143. old. DOI: [10.1088/0004-6256/147/6/143](https://doi.org/10.1088/0004-6256/147/6/143). arXiv: [1404.0014](https://arxiv.org/abs/1404.0014) [[astro-ph.GA](#)].

- [5] J. A. Högbom. „Aperture Synthesis with a Non-Regular Distribution of Interferometer Baselines”. 15 (1974. jún.), 417. old.
- [6] J. Knödlseder. „The Cherenkov Telescope Array”. *arXiv e-prints*, arXiv:2004.09213 (2020. ápr.), arXiv:2004.09213. DOI: [10.48550/arXiv.2004.09213](https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.09213). arXiv: [2004.09213](https://arxiv.org/abs/2004.09213) [[astro-ph.IM](https://arxiv.org/archive/astro-ph)].
- [7] M. C. Shepherd. „Difmap: an Interactive Program for Synthesis Imaging”. *Astronomical Data Analysis Software and Systems VI*. Szerk. Gareth Hunt és Harry Payne. 125. köt. Astronomical Society of the Pacific Conference Series. 1997. jan., 77. old.
- [8] C. Megan Urry és Paolo Padovani. „Unified Schemes for Radio-Loud Active Galactic Nuclei”. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 107 (1995. szept.), 803. old. DOI: [10.1086/133630](https://doi.org/10.1086/133630).
- [9] R. C. Walker. „Very Long Baseline Interferometry”. *Synthesis Imaging in Radio Astronomy II*. Szerk. G. B. Taylor, C. L. Carilli és R. A. Perley. 180. köt. Astronomical Society of the Pacific Conference Series. 1999. jan., 433. old.