

I. 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

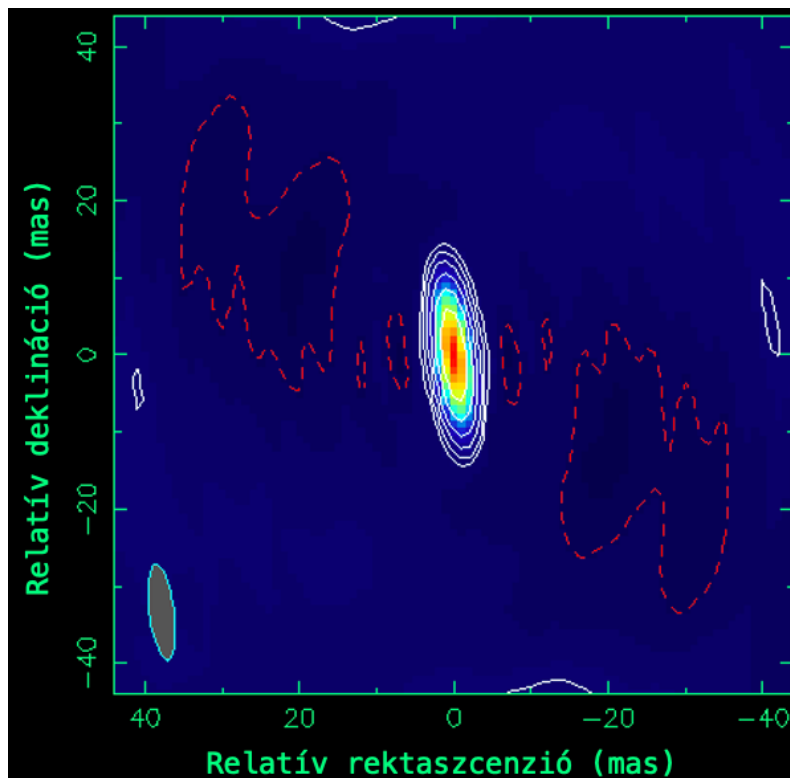
Az aktív galaxismagok (active galactic nuclei, AGN) [5] mintegy tizedrésze rendelkezik jelentős rádiósugárzással, amelyért a központi szupernagy tömegű fekete lyuk környezetét elhagyó nagyenergiás plazmalyalábok (jetek) szinkrotronsugárzása felelős. Azonban a rádiócsillagászati műszerek érzékenységének javulásával egyre több, korábban nem rádiósugárzónak gondolt AGN-ről derül ki, hogy rendelkezik halvány rádiósugárzással, ennek eredete viszont még nem teljesen tisztázott. A rádiósugárzás származhat az aktív galaxismag anyagaxisában folyó csillagkeletkezésből, az akkréciós koronghoz köthető koronából is. A nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (very long baseline interferometry, VLBI) [7] ezred-ívmásodperces felbontása lehetővé teszi az egyedi objektumok esetében a rádiósugárzás eredetének meghatározását, vagyis hogy az kompakt AGN-hez köthető, netán kiterjedt, a galaxisban folyó csillagkeletkezéshez kapcsolódó, esetleg a kettő valamilyen arányú keveréke. A kompakt rádiósugárzó régió térképezése annak eldöntését segíti, hogy a jethez-, vagy az akkrécióhoz kapcsolódó-e a detektált emisszió. A VLBI mérések alkalmasak arra is, hogy a jet látóiránnyal bezárt szögéről, esetlegesen fellépő relativisztikus effektusokról is számot adjanak. A jettel rendelkező AGN-ek egy csoportja a blazárok esetén a plazmalyaláb szinte pontosan a látóirányba mutat. Ezek az objektumok alkotják az extragalaktikus gamma-sugárzó források legnagyobb részét és jelentős a hozzájárulásuk a még nagyobb energiájú extragalaktikus TeV tartományban észlelhető sugárzásért. Mindazonáltal ugyan kisebb számban, de vannak a nagyenergiás objektumok között rádiógalaxisok és egyéb rádiósugárzó AGN-ek is. A készülő Cserenkov Telescope Array (CTA) [3] előreláthatóan halványabb TeV objektumokat is detektálni fog, ezért várható, hogy a nem blazár extragalaktikus objektumok számaránya is növekedni fog.

2. Az aktuális félévben végzett kutatás

A doktori kutatómunka alapját adó egyik rádiósugárzó AGN minta [1] feltételezhetően CTA-val detektálható TeV-sugárzó AGN-eket tartalmaz, amelyek azonban meglehetősen halvány rádióforrások. VLBI mérések segítségével derítem ki ezen objektumokban a rádiósugárzás eredetét. Mivel a TeV sugárzás a jetből várható, ily módon az objektumok várható CTA detektálhatóságára is fogok tudni egy erősebb megszorítást adni. Az adatok feldolgozását két programcsomag segítségével is elvégzem, azok eredményeit, teljesítményét összehasonlítom. Ebben a félévben a

National Radio Astronomical Observatory (NRAO) Astronomical Image Processing System (AIPS) [2] VLBI feldolgozó programcsomagot használtam.

A témavezetőm vezetésével korábban megvalósított mérési programból 2 célforrásról állnak rendelkezésemre mérések 1,5 GHz és 7 GHz frekvenciákon. A mérések 15 antenna részvételével zajlottak 2022. március 8. 22:00 (UTC) és március 9. 5:00 (UTC) között 2 másodperces integrációs idővel. Az elemzendő EVN (European VLBI Network) mérési adatok feldolgozásának első lépéseként az adatok beolvasása és megjelenítése, kezdeti vizsgálata után elkezdtem a mérések kalibrálását. Ezt az AIPS programcsomag segítségével kalibrációs táblák létrehozásával végzem el, amelyeket később majd alkalmazok az adatokra. Első lépésként ionoszférikus korrekciókat végeztem, amire azért volt szükség, mert a különböző ionoszférikus körülmények jelentős eltérést okozhatnak a mérésekben. Ezután az instrumentális késleltetésre, vagyis az eszköz által okozott különböző frekvenciasávok közti fázisugrásokra korrigáltam. Ezután az úgynevezett 'fringe-fitting' segítségével a frekvencia és időfüggő fáziskésésekre is elvégzem a korrekciót. Az 1. ábrán látható intenzitáseloszlás modell térkép a Difmap [4] program segítségével készült az egyik kalibrátor forrásról hibrid térképezés módszerével [6].



1. ábra. J1816+5307 kalibrátorforrás 2022. március 9.-ei mérésből származó hibrid térképezés eljárással kapott fényességeloszlás modellje a szövegben említett korrekciók után. Az intenzitás csúcsértéke: $110 \text{ mJy beam}^{-1}$. A legalsó pozitív kontúr értéke: $1,78 \text{ mJy beam}^{-1}$. Ez a zajszint háromszorosa, a további kontúrok egy kettes faktorial növekednek. A visszaállító nyaláb mérete: $12,5 \text{ mas} \times 3,2 \text{ mas}$. A nagytengely pozíciószöge (amely definíció szerint észkaról keletfelé haladva pozitív): $7,14^\circ$. A mérési frekvencia: 1,658 GHz.

3. Publikáció

A félév során Gabányi Krisztinával (ELTE), Frey Sándorral (CSFK) és Kun Emmával (Ruhr University Bochum) közösen cikket írtunk a mesterszakos diplomamunkámban bemutatott kutatás eredményeiből, amely beküldésre került a *Universe* folyóiratba „VLBI analysis of a potential high-energy neutrino emitter blazar” címmel és jelenleg a bírálók által javasolt korrekciók elvégzése után szerkesztői döntésére vár.

4. Tanulmányi tevékenység

Az aktuális félév során elvégzett tárgyak:

- FIZ/5/043 - (Exo)planetary atmospheres seminar I. (Forgácsné Dr. Dajka Emese Zelmira, Dr. Kiss Csaba)
- FIZ/5/055 - Solar System plasma physics (Németh Zoltán, Dr. Opitz Andrea)

5. Oktatási tevékenység

- ft2mermeg0g17ga - Mérések és megfigyelések csillagászat gyakorlat - $4 \times 1, 5$ óra planetáriumi gyakorlat (tárgyfelelős: Dr. Székely Balázs)

6. Szakmai közéleti tevékenység

Részt vettem az ELTE TTK felvételi nyíltnapján (2023.12.12) a csillagász specializáció és mesterképzés népszerűsítésében.

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] E. W. Greisen. „The Astronomical Image Processing System.” *Acquisition, Processing and Archiving of Astronomical Images*. 1990. jan., 125–142. old.
- [3] J. Knödseder. „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](#)].
- [4] 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.

- [5] 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).
- [6] R. C. Walker. „Practical VLBI Imaging”. *Very Long Baseline Interferometry and the VLBA*. Szerk. J. A. Zensus, P. J. Diamond és P. J. Napier. 82. köt. Astronomical Society of the Pacific Conference Series. 1995. jan., 247. old.
- [7] 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.