

*PhD – 3. félévi beszámoló*

Kozmológiai nagyskálás szerkezet vizsgálata szimulációkkal és gépi tanulással támogatott adatfeldolgozással

**Pál Balázs\***

ELTE, Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék,  
Csillagászat és Űrfizika doktori program

**Témavezető:** Dr. Csabai István

2023. január 30.

## 1. Tanulmányi út

2022 első felében egy nagyszerű lehetőséget ajánlottak fel számomra, melyből szakmai fejlődésem és kutatói karrierem roppant fontos mérföldkövét kovácsolhatom a megfelelő hozzáállással és energiabefektetéssel. Volt BSc-s témavezetőm, Dobos Lászlónak és a JHU IDIES csoport vezetőjének, Szalay (Alex) Sándornak meghívására, 2022 júliusában az Amerikai Egyesült Államokbeli Baltimore-ba utaztam, hogy a Johns Hopkins Egyetemem kezdjek meg egy féléves kutató- és tapasztalatszerzési időszakot. Dobos László koordinációjával bekapcsolódtam az itteni kutatócsoport életébe és helyileg az ő vezetésével kezdtem meg kutatásaimat a doktori munkámhoz is kapcsolódó témában. A tervek szerint 2023 február elejéig tartózkodom itt, azonban a projektben történő részvételt ezek után is folytatni tervezem, hogy abból mihamarabb egy cikk is születhessen.

## 2. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

A félév során az időmet a baltimore-i kutatási projektnek szenteltem. A Johns Hopkins Egyetemen a Hawaii-on található, japán Subaru teleszkóp Prime Focus Spectrograph (PFS) nevű – még beszerelési és kísérleti fázisban levő – műszerével tervezett megfigyelések köré szerveződő kutatócsoport munkájába szálltam be. A kutatócsoport elsősorban a galaktikus archeológia témakörébe tartozó kérdésekre kíván majd a hamarosan aktív szolgálatba álló műszer segítségével válaszokat találni. A műszer a célok szerint elsősorban a Tejútban, valamint a körülötte található törpegalaxisokban található csillagok spektroszkópiai adatait fogja gyűjteni. A végső cél a galaxisunk és közvetlen környezete felépítésének és dinamikájának pontosabb megértése, melyből az univerzum egészére vonatkozó következtetéseket lesz majd lehetséges a remények szerint levonni. A kutatásom teljes egészében a gépi tanulási módszerek csillagászati/asztrofizikai alkalmazására koncentrált a témában. A célom egy olyan gépi tanulás alapú Pytorch modul fejlesztése volt egy már kész szoftveres keretrendszerhez, ami képes a

---

\*[pal.balazs@ttk.elte.hu](mailto:pal.balazs@ttk.elte.hu)

csillagspektrumok karakterisztikáit és a bennük tárolt információkat felismerni és megtanulni. Elképzeléseink szerint az autoencoder alapú architektúrák képesek csillagspektrumokat rekonstruálni, azokon zajszűrést, vagy normálást elvégezni, az előtérbeli és a törpegalaxisokban található csillagok közt különbséget tenni, valamint egyéb feladatok elvégzésére is képesek lehetnek. A félév során igen biztató eredményeket értünk el az említett témákban, melyeknek lecsiszolásán jelenleg is dolgozunk és amiket egy cikkben tervezzük minél előbb összefoglalni.

### 3. Elvégzett tárgyak

A félév során, online oktatás formájában, az ELTE Fizika Doktori Iskola két tárgyát végeztem el, mindkettőt angol nyelven. Ezek az alábbiak voltak:

- Űridőjárás és űrghajlat (FIZ/5/059): A tárgyon elsősorban a Földet, valamint a Naprendszert befolyásoló, a Föld légkörén kívülről érkező folyamatokról tárgyaltunk. Középponti szerepet kapott a Nap, mint a Föld rövid és hosszú távú éghajlatának legfőbb külső befolyásolója. A félév végén egy általunk választott, űrghajlattal kapcsolatos cikket, vagy Mark Moldin, *An Introduction to Space Weather* című könyvének egyik fejezetét kellett egy szemináriumi előadás formájában feldolgozni és ismeretelni. Ebben az előadásban a külső Naprendszerről értekeztem az említett könyv 3. fejezetét feldolgozva és azokat saját anyagaimmal (pl. a Voyager-1 műhold adatainak vizualizációjával) kiegészítve.
- Rádiócsillagászat I. (FIZ/5/009): A tárgy egy Csillagász MSc-s és Fizika PhD-s hallgatóknak egyaránt meghirdetett, bevezető kurzus a rádiócsillagászatba. A kurzusnak a téma tudománytörténeti ismertetésétől indulva, a rádiócsillagászat elméleti és matematikai hátterén keresztül, annak modernkori alkalmazásáig történő leírása a célja. A félév végén a fenti kurzushoz hasonlóan, egy általunk választott, rádiócsillagászati vonatkozású cikket kellett feldolgozzunk és azt egy szemináriumi előadás formájában ismertetnünk. Az előadásban az Event Horizon Telescope kollaboráció, az M87 szuperóriás elliptikus galaxis magjában található szupermasszív feketelyukról készült képeről értekeztem. Ismertettem a megfigyelés során használt rádióteleszkóp rendszert, valamint az alkalmazott rádiócsillagászati és adatfeldolgozási metodikákat, valamint párhuzamot vontam a doktori kutatásomban tárgyalt kozmológiai kérdések és az EHT kollaboráció eredményeinek jelentősége között.

### 4. Publikációk

A félév során elkészült és jelenleg review alatt áll *SARS-CoV-2 RBD deep mutational AlphaFold2 structures* című cikkünk, melynek technikai lebonyolításában segédkeztem 2022 február és április között a Wigner Fizikai Kutatóközpontban. A cikk az előző félévi beszámolóban már tisztázott, Alphafold segítségével kapott adathalmaz leírását tartalmazza.