

## 1. félévi beszámoló

**Pálfi Mária** (marika97@student.elte.hu)

Csillagászat és Űrfizika PhD program

Témavezető: Dr. Raffai Péter

A dolgozat címe: Gravitációshullám-jelek alkalmazása a precíziós kozmológiában

## Bevezetés

A Hubble-állandó a világegyetem tágulásának pillanatnyi ütemét megadó paraméter, melyet különböző módszerekkel is meg lehet határozni. A kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás valamint az Ia típusú szupernóvák megfigyelésein alapuló mérések eredményei jelentősen eltérnek egymástól (pl. [Riess et al. 2016](#), [Riess et al. 2019](#)). Az előbbi módszer a  $\Lambda$ CDM kozmológiai modellt használja, míg utóbbi a kozmológiai modelltől független, de a kozmikus létra (pl. [Freedman et al. 2001](#)) segítségével határozza meg a távolságot, így ismeretlen szisztematikus hibákat rejthet magában. Az eltérésnek két oka lehet: vagy a közvetett mérés (kozmosz létra), vagy a kozmológiai modell hibás volta, így ennek eldöntése a kozmológia egyik legfontosabb feladata.

A Hubble-állandó gravitációs hullámokkal történő meghatározása segíthet megoldani a rejtélyt, mivel egy független módszer, mely közvetlen távolságmérésen alapszik ([Schutz 1986](#)). Ehhez meg kell keresnünk a gravitációshullám-jel forrásgalaxisát, hogy megismerhessük az esemény vöröseltolódását, ebben segítenek a galaxiskatalógusok, például a GLADE katalógus ([Dálya et al. 2018](#)). A Hubble-állandó hibájához a gravitációs hullámok mérésének bizonytalanságai mellett a használt galaxiskatalógus hiányosságai és a benne lévő adatok hibái is hozzájárulnak. Munkám célja ezen hibák meghatározása, részvétel a Hubble-állandó becslésében és a becsléshez használt programcsomag fejlesztésében.

## Kutatások ismertetése

A félév elején csatlakoztam a LIGO kollaborációhoz, melynek kozmológia munkacsoportjában dolgozom a Hubble-állandó becslésén. A galaxiskatalógusból származó hibát a következőképpen tanulmányozzuk: egy szimulált galaxiskatalógushoz tetszőleges hibákat adunk hozzá, ezután a *gw-cosmo* csomag ([Gray et al. 2020](#)) segítségével kiszámoljuk a Hubble állandót és vizsgáljuk az egyes hibák hatásait.

A félév első felében összegyűjtöttem az elérhető szimulált galaxiskatalógusokat, és megvizsgáltam, hogy van-e olyan, amit tudnánk használni a munkánkhoz. Az eredményeket előadtam a kozmológia munkacsoport heti telekonferenciáján. A lista, mely elérhető [itt](#), a munkacsoporton belüli szimulált galaxiskatalógusokkal kapcsolatos munkák hasznos forrása.

A félév második felében elkezdtem a szimulációhoz szükséges programok használatát megtanulni, illetve egyszerű tesztfutásokat készítettem. Szimuláltam egy egyszerű teszt galaxiskatalógust, majd ebből randomizáltam forrásgalaxisokat, ahol az ütközések történnek. A gravitációshullám-jelek égtérképét a *Bayestar* nevű programmal ([Singer & Price, 2016](#)) készítettem. Ezután a *gwcosmo* programcsomagot tanulmányoztam, és tesztfutásokat végeztem. Ezek alapján láthatjuk a teljes szimuláció egyes lépéseit, melyeket majd a későbbiekben pontosítani fogok.

A félév során a GLADE+ galaxiskatalógust bemutató cikken is dolgoztam. A GLADE+ a GLADE galaxiskatalógus továbbfejlesztett változata, melynek galaxisainak csillagtömegét mesterszak alatt

határoztam meg. A cikket beküldtük az MNRAS folyóiratba, és már meg is kaptuk a bírálatot, melynek bedolgozásán most dolgozunk. Készül még egy másik cikk az MSc-n végzett munkámból, mely a kipróbált csillagtömegbecslési módszereket hasonlítja össze. Ennek előkészítésén is dolgoztam, a következő félév során ezt a cikket is szeretnénk beküldeni.

## Publikációk

G. Dály, ..., **M. Pálfi**, ... et al.: An Extended Galaxy Catalogue for Multimessenger Searches with Advanced Gravitational-wave Detectors, <https://arxiv.org/abs/2110.06184>, beküldve az MNRAS folyóiratnak.

## Tanulmányi tevékenység

A félév során a következő kurzusokon vettem részt:

- FIZ/2/026E:2 Asztrostatisztika I. EA
- FIZ/5/055 Naprendszerbeli plazmák fizikája
- FIZ/5/009 Rádiócsillagászat

## Konferenciák

2021. 09. 06. – 2021. 09. 10.: LIGO Virgo KAGRA collaboration meeting, online

## Oktatási tevékenység

A Bevezetés a csillagászatba tárgy házi feladatainak és vizsgájának javításában segítettem (2 óras előadás).

## Hivatkozások

- Abbott B. P., et al., The Astrophysical Journal, 909, 218 (2021)
- Dály, G., et al., MNRAS 479, 2, 2374 (2018)
- Freedman, W. L., et al., ApJ 553, 1, 47 (2001)
- Gray, R., et al., Phys. Rev. D 101, 122001 (2020)
- Riess, A. G., et al., ApJ 826, 1, 56 (2016)
- Riess, A. G., et al., ApJ 876, 1, 85 (2019)
- Singer & Price, Phys. Rev. D 93, 014013 (2016)
- Schutz, B. F., Nature 323, 310 (1986)