

4. félévi beszámoló

Horti-Dávid Ágoston (hortidavid.agoston@csfk.org)

Csillagászat és Űrfizika PhD program

Témavezető: Dr. Vinkó József

Dolgozat címe: Tranziens asztrofizikai objektumok felfedezése és klasszifikálása

Budapest, 2026

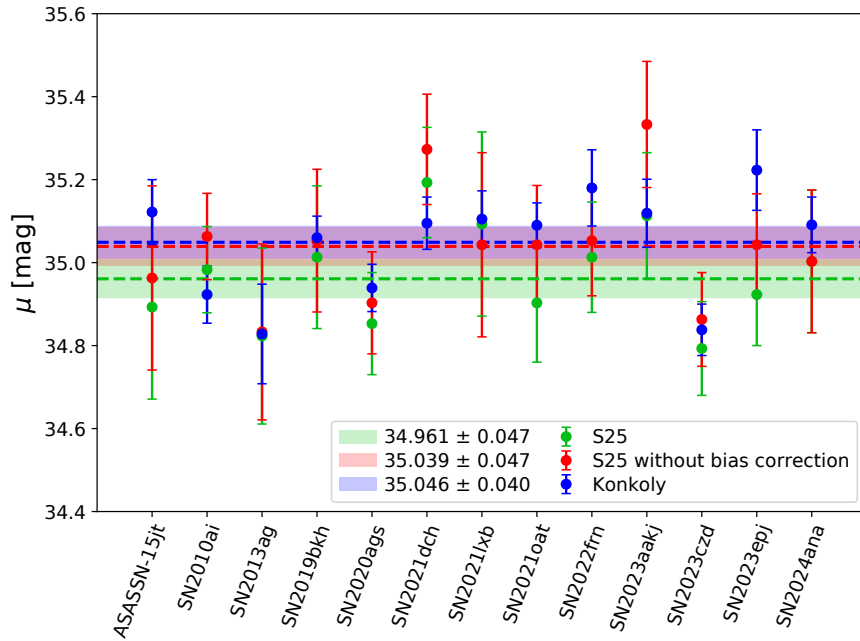
Bevezetés

A PhD kutatási program kezdetén a korábbi Msc-s kutatásaim folytatása és kibővítése volt a célom. Az egyetemi diplomamunkámban a piszkéstetői Schmidt távcsővel kerestem szupernóvákat a Coma galaxishalmazban. Ehhez elkészítettem a távcső képeinek a feldolgozásához szükséges programokat, majd a már összegzett felvételtől levontam egy korábban készült összegképet, így a különbség képen tudtam szoftveresen keresni új pontforrásokat, amik potenciálisan akár a Coma halmazban feltűnt szupernóvák lehettek. Önálló felfedezés ugyan ebből nem született, de több mint egy tucat szupernóváról így is sikerült fénygörbét készíteni. A Schmidt távcsöves keresés mellett a piszkéstetői 80 cm-es robot távcsővel készítettünk többszín-fotometriai méréseket a halmazban felfedezett és klasszifikált Ia szupernóvákról, így ezekre a szupernóva fénygörbékre elkészítettem a SALT3 (Kenworthy és tsai., 2021) modell illesztését, amiből meg lehet határozni a szupernóva abszolút távolságát. Ezeket az értékeket összevetettem még a halmaz galaxisainak a vöröseltolódásából számolt távolsággal, és így tudtam beazonosítani a ténylegesen a halmazban keletkezett szupernóvákat.

Előző 3 félév kutatási eredményei

A korábbi félévek során több területen is javítottam és fejlesztettem a módszereket, amit korábban a szakdolgozatomban bemutatam a Coma halmaz szupernóváinak a témájában. Egyrészt kibővítettem a felhasznált szupernóvák számát, amihez publikusan elérhető adatbázisokat használtam fel. A saját méréseinket kiegészítettem a ZTF mérései mellett az ATLAS és a YSE survey adataival is, így az általunk megfigyelt szupernóvák SALT illesztését tovább tudtam javítani, valamint olyan szupernóvák is ki tudtam egészíteni a mintát, amikről saját mérések nem álltak a rendelkezésemre. Ezen felül 3 további szupernóvát felhasználtam még a Pantheon+ adatbázisból (Scolnic és tsai., 2022), amikről régebbi adatsorok voltak elérhetőek.

Még 2025 őszén jelent meg preprint formában Dan Scolnic cikke (Scolnic és tsai., 2025), amiben a Coma halmaz Ia szupernóváit használták fel a halmaz pontos távolságának, és a Hubble állandóának a kiszámításához. Ezt ők csupán az ATLAS méréseire készített SALT2 illesztéssel végezték el, így érdemesnek gondoltuk ezt megismételni a SALT3-mal és minden elérhető fotometriai adat felhasználásával, ami javítja a távolságmérés pontosságát. Először sajnos jelentősen eltérő eredményeket kaptunk mind a távolságra, mind a Hubble állandó értékére, amit végül Dan Scolnic segített nekünk megoldani, miután személyesen tudtunk beszélni vele. Az eltérést az eltérő csomagok használata



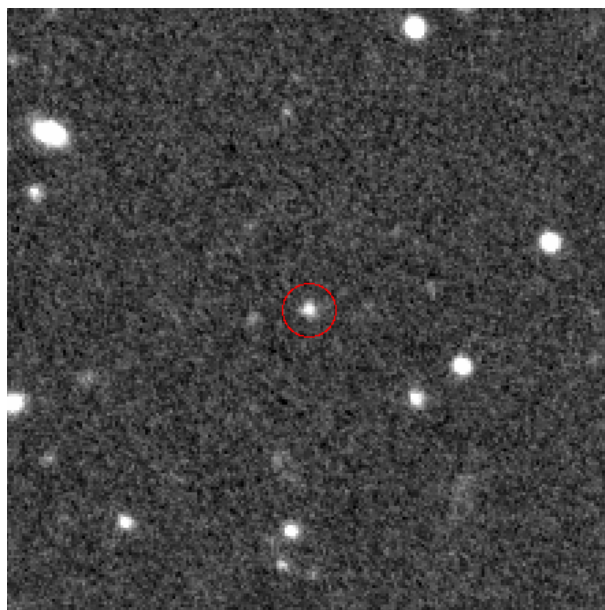
1. ábra. A Coma halmazban észlelt Ia szupernóvák távolság modulusai, és a súlyozott átlaguk. Kékkel jelöltem a saját eredményeimet, zölddel az S25 (Scolnic és tsai., 2025) cikkben megjelent adatokat, valamint pirossal az S25 cikkben publikált adatoknak a bias korrekció nélküli értékeit.

okozta. Kiderült, hogy az általunk használt SNCosmo csomag (Barbary és tsai., 2016), és a Scolnic által használt SNANA csomag (Kessler és tsai., 2009) eredményei között egy konstans eltolás van, ami sajnos eddig nem volt rendesen publikálva. Ennek a kiküszöbölésére a SNCosmo csomaggal elvégeztem a Ia szupernóvák abszolút fényesség kalibrációját a SH0es adatbázisban szereplő 42 Cepheida távolsággal rendelkező szupernóvával. Ennek eredményeként az jött ki nekem, hogy a két csomag eredményei között 0,26 magnitúdó eltérés van. Ezután már sikerült pontos eredményt kapnom a Coma halmaz távolságára: $102,3 \pm 1,9$ Mpc, és a Hubble-állandóra: $71,9 \pm 1,7$ km/s/Mpc. Ez az eredmény jó összhangban van a Pantheon+ és a SH0es (Riess és tsai., 2022) korábbi eredményével ($73,04 \pm 1,04$ km/s/Mpc), viszont hibahatáron túl eltér a Scolnic cikkben kapott eredménytől ($76,5 \pm 2,2$ km/s/Mpc). Az eltérést főleg az okozza, hogy mi kihagytuk a feldolgozásból az úgynevezett bias korrekciót. Ez azt takarja, hogy a szupernóvák fényességét korigálják még a szülő galaxis logaritmikus tömegével egy előre definiált mass-step alapján, valamint igyekeznek még szimulálni a mérőműszerre jellemző eltéréseket is. Ezt elsősorban nagy mintáknál szokták alkalmazni, ahol ezzel a korrekcióval csökkenteni lehet a teljes minta szórását, és így javítani lehet a Hubble-állandó értékének a hibáját. Csak hogy a Coma halmaz esetnén alig több, mint 1 tucat szupernóvát használunk csak fel, így véleményünk szerint ebben az esetben nem indokolt ennek az alkalmazása.

Aktuális félév kutatási eredményei

A félév során folytattam a Schmidt távcsővel a szupernóva keresést a Coma halmaz területén. Ennek eredményeképpen sikerült egy újabb szupernóvát felfedeznünk április 11-én, ami az SN2026jih katalógusszámot kapta (Horti-David és tsai., 2026). A felfedezés után a Texasi Hobby Eberly Telescope-al készült hozzá spektrum is, ami alapján egy Ia szupernóvaként lehetett klasszifikálni 0,12-es vöröseltolódással. Ez alapján az is kiderült, hogy ez nem a Coma halmazban keletkezett, hanem egy háttér galaxisban. A 80 cm-es távcsővel utána készítettünk többszín-fotometriai méréseket is hozzá, így majd erre a szupernóvára is lehet luminozítás-távolságot meghatározni.

ezen felül elkezdtünk egy új témával is foglalkozni. Az LSST Shadow projektben fogunk részt venni mind a 80-as, mind a Schmidt távcsővel. Ennek a projektnek a célja, hogy 1-2 napos, vagy akár még annál is fiatalabb szupernóvákat fedezzünk fel, és ezeket utána minél több távcsővel lehessen követni. Az alap koncepciója a projektnek, hogy közeli galaxis halmazokban keresnek szupernóvákat úgy, hogy 1-2 nappal a Vera C. Rubin obszervatórium mérései után egy másik távcsővel keresnek olyan tranzienseket, amik még a Rubin obszervatórium képein nem voltak láthatóak, így pontosan lehet tudni, hogy egy nagyon fiatal szupernóváról van szó. Ebbe a programba mi a Schmidt távcsővel tudunk bekapcsolódni a szupernóva keresés területén, valamint a 80-as távcsővel a már felfedezett szupernóvák követésébe. Jelenleg ennek az előkészületei dolgozunk, így a Coma halmaz utáni következő kutatási téma is körvonalazódik már.



2. ábra. A Schmidt távcsővel készült felfedező kép az SN2026jih-ről.

Publikációk

A képzés során több referált cikkben is szerepeltem társszerzőként, amikhez méréseket készítettem a Piszkestetői Obszervatóriumban:

- Bora és tsai., [2024](#)
- Siwak és tsai., [2025](#)
- Choukroun és tsai., [2025](#)
- Nagy és tsai., [2025](#)
- Kóspál és tsai., [2025](#)
- Vinkó és tsai., [2025](#)
- Szabó és tsai., [2026](#)

Előkészületben:

Ágoston Horti-Dávid, József Vinkó et al. Type Ia Supernovae in the Coma Cluster
Nyár végéig beküldenénk az ApJ-be.

Szakmai tevékenység

2025 március 21-én részt vettem a Csillagászati Intézetben tartott Konkoly Extragalactic Workshop-on

2025 július 14-25 között részt vettem az I-HOW JWST Hands-On Workshop-on, amit a lengyelországi Torun-ban rendeztek meg. Itt sokat tanultam a JWST adatfeldolgozásáról, valamint a távcsőidőpályázatról is, amit a későbbiekben tudok majd hasznosítani.

2025 augusztus 4-15 között online formában részt vettem még az STScI's JWST Summer School High-Redshift Transients with JWST nyári iskoláján is, ami specifikusan a tranziens objektumok vizsgálatáról szólt.

2026 március 17-én részt vettem a Csillagászati Intézetben tartott Konkoly Extragalactic Workshop-on, ahol egy rövid előadásban mutattam be az addigi eredményeimet a Coma halmaz szupernóváinak vizsgálatára során.

2026 április 23-án előadást tartottam az online formában megrendezett 32. Young Scientists konferencián.

2026 május 18-22 között pedig részt vettem az "IAU Symposium 406 – Future landscape of astrophysical transients: novel approaches in theory and observations" konferencián Finnországban, amin a Coma halmaz szupernóváinak a témájában elért eredményeimet mutattam be egy poszteren.

Teljesített kurzusok

- FIZ/5/004 [059] Asztrostatisztika II.
- FIZ/5/040 [101] Az exobolygók kutatása

Oktatási tevékenység

- csinfocsi1g17ga 2024-25/2 Informatika a csillagászatban 1 (gyakorlat) heti 2 óra
- cseszlgyk4g17ga 2025-26/1 Csillagászati észlelési gyakorlatok 4. (gyakorlat) heti 2 óra
- csinfocsi1g17ga 2025-26/2 Informatika a csillagászatban 1 (gyakorlat) heti 2 óra
- csmuszerteg17gm 2025-26/2 Csillagászati műszertechnika (gyakorlat) heti 3 óra

Irodalom

- Barbary, K., Barclay, T., Biswas, R. és tsai. (2016). *SNCosmo: Python library for supernova cosmology*. Astrophysics Source Code Library, record ascl:1611.017.
- Bora, Z., Könyves-Tóth, R., Vinkó, J. és tsai. (2024). „Ejecta Masses in Type Ia Supernovae—Implications for the Progenitor and the Explosion Scenario”. *PASP* 136.9, 094201, 94201. old. DOI: [10.1088/1538-3873/ad6e18](https://doi.org/10.1088/1538-3873/ad6e18).
- Choukroun, A., Marciniak, A., Ďurech, J. és tsai. (2025). „Asteroid sizes determined with thermophysical model and stellar occultations”. *A&A* 698, A298, A298. DOI: [10.1051/0004-6361/202554476](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202554476).
- Horti-David, A., Sarneczky, K. és Vinkó, J. (2026). „Transient Discovery Report for 2026-04-11”. *Transient Name Server Discovery Report* 2026-1540, 1. old.
- Kenworthy, W. D., Jones, D. O., Dai, M. és tsai. (2021). „SALT3: An Improved Type Ia Supernova Model for Measuring Cosmic Distances”. *ApJ* 923.2, 265, 265. old. DOI: [10.3847/1538-4357/ac30d8](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac30d8). URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021ApJ...923..265K>.
- Kessler, R., Bernstein, J. P., Cinabro, D. és tsai. (2009). „SNANA: A Public Software Package for Supernova Analysis”. *PASP* 121.883, 1028. old. DOI: [10.1086/605984](https://doi.org/10.1086/605984).
- Kóspál, Á., Ábrahám, P., Akimkin, V. V. és tsai. (2025). „Time-resolved protoplanetary disk physics in DQ Tau with JWST”. *A&A* 703, A20, A20. DOI: [10.1051/0004-6361/202556016](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202556016).
- Nagy, Z., Kóspál, Á., Ábrahám, P. és tsai. (2025). „The 2023 Outburst of the Gaia Alerted EXor Gaia23bab”. *ApJ* 987.1, 37, 37. old. DOI: [10.3847/1538-4357/add68e](https://doi.org/10.3847/1538-4357/add68e).
- Riess, A. G., Yuan, W., Macri, L. M. és tsai. (2022). „A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with $1 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team”. *ApJ* 934.1, L7, L7. old. DOI: [10.3847/2041-8213/ac5c5b](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac5c5b).
- Scolnic, D., Brout, D., Carr, A. és tsai. (2022). „The Pantheon+ Analysis: The Full Data Set and Light-curve Release”. *ApJ* 938.2, 113, 113. old. DOI: [10.3847/1538-4357/ac8b7a](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac8b7a).
- Scolnic, D., Riess, A. G., Murakami, Y. S. és tsai. (2025). „The Hubble Tension in Our Own Backyard: DESI and the Nearness of the Coma Cluster”. *ApJ* 979.1, L9, L9. old. DOI: [10.3847/2041-8213/ada0bd](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ada0bd).
- Siwak, M., Kóspál, Á., Ábrahám, P. és tsai. (2025). „Gaia20bdk – New FU Ori-type star in the Sh 2-301 star-forming region”. *A&A* 695, A130, A130. DOI: [10.1051/0004-6361/202451061](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202451061).

- Szabó, N. O., Sárneczky, K., Kiss, L. L. és tsai. (2026). „NEO and imminent impactor discoveries from Hungary: Recent results and lessons learnt”. *Acta Astronautica* 240, 1–8. old. DOI: [10 . 1016/j.actaastro.2025.11.055](https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2025.11.055).
- Vinkó, J., Bodola, Z. R., Gődény, Á. és tsai. (2025). „SN 2023ixf in M101: Physical Parameters from Bolometric Light Curve Modeling”. *ApJ* 993.1, 39, 39. old. DOI: [10.3847/1538-4357/ae0614](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ae0614).