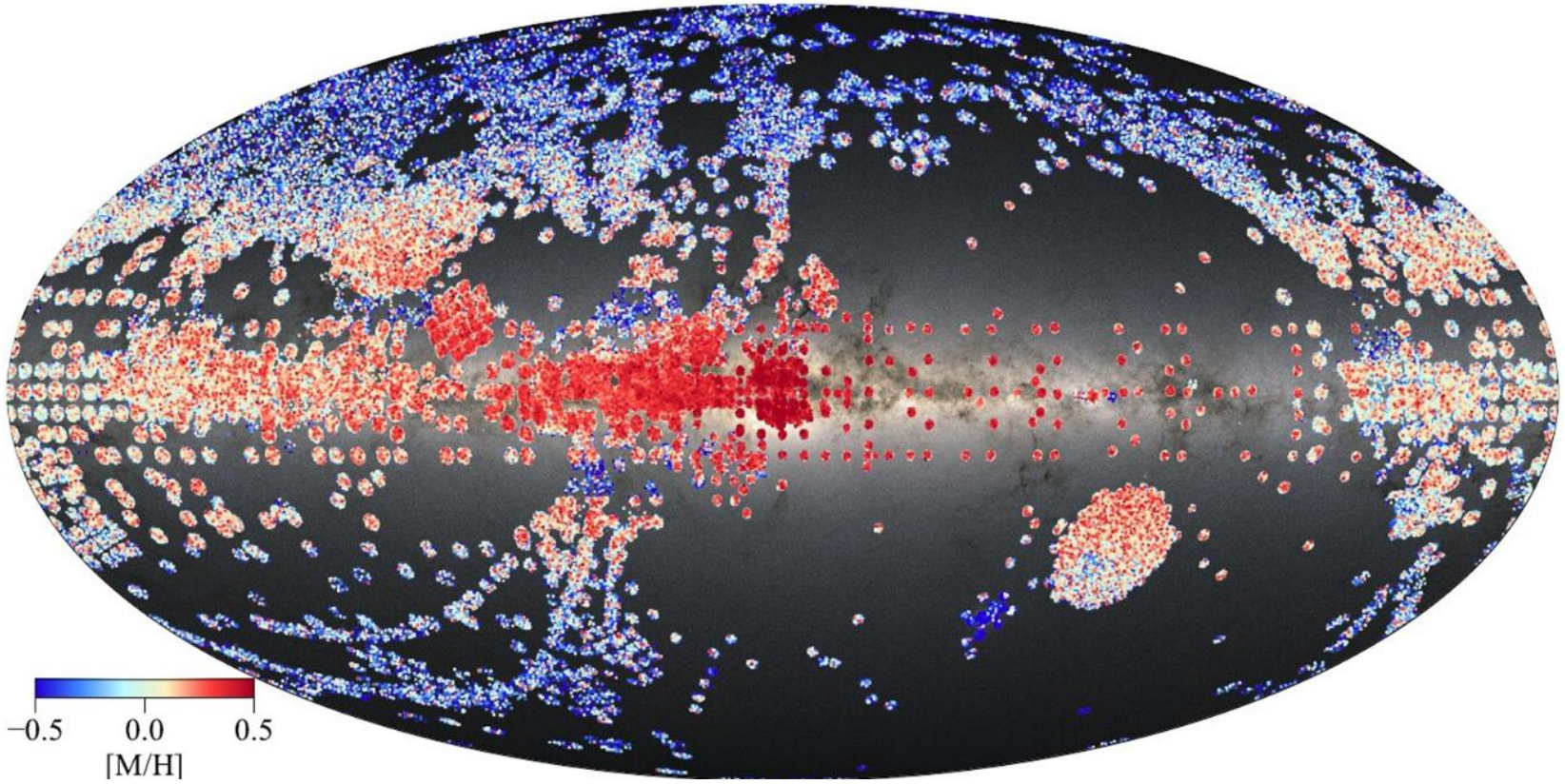
Csillagászati spektroszkópiai számítások a HUN-REN Cloudon



Mészáros Szabolcs (meszaros.szabolcs@csfk.org)

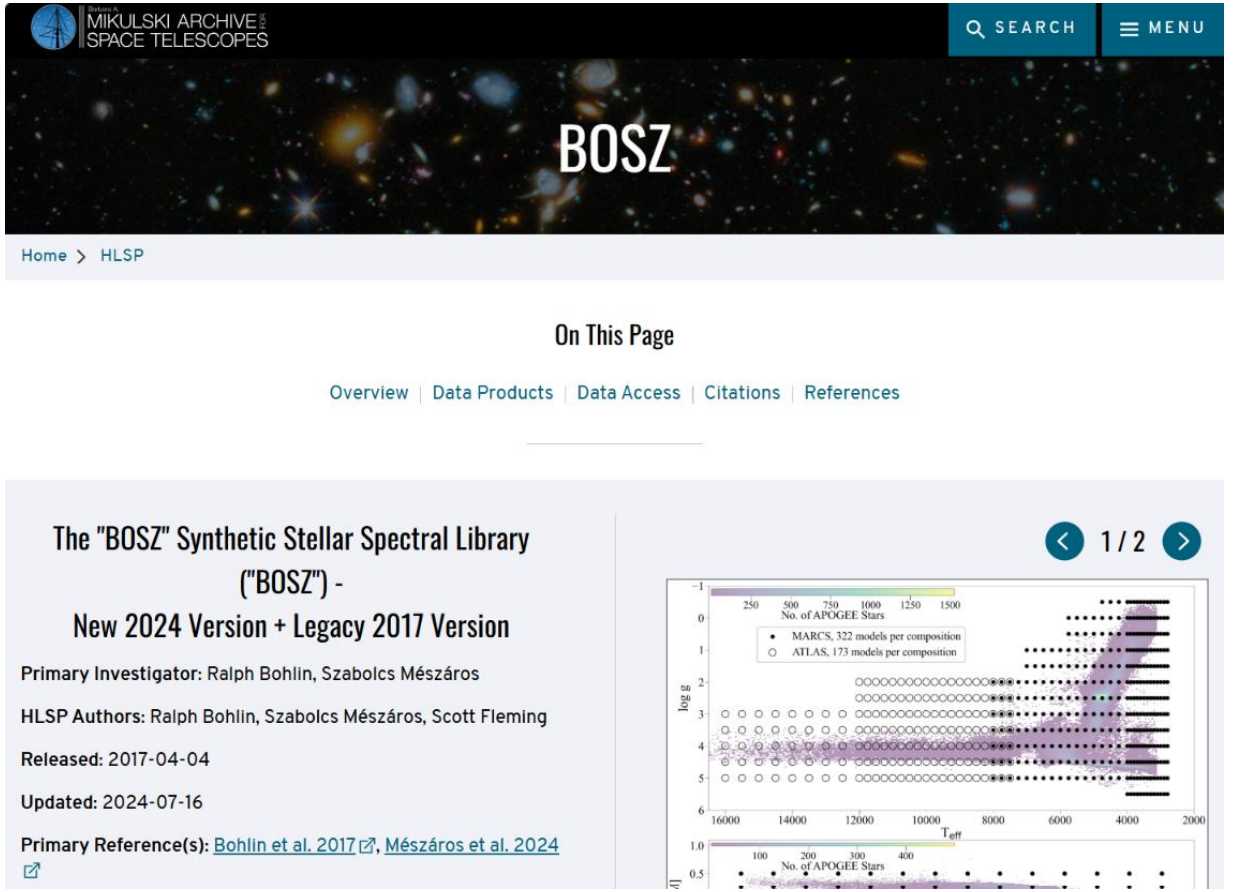
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet

ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium

MTA-ELTE Lendület Tejútrendszer Kutatócsoport

A BOSZ színképadatbázis

- Probléma: A Hubble és James Webb-űrtévcsövek kalibrációjához és az általuk észlelt objektumok színképének illesztéséhez olyan elméleti színképadatbázisra van szükség, amely nagy hullámhossz- és fizikai paramétertartományt fed le.

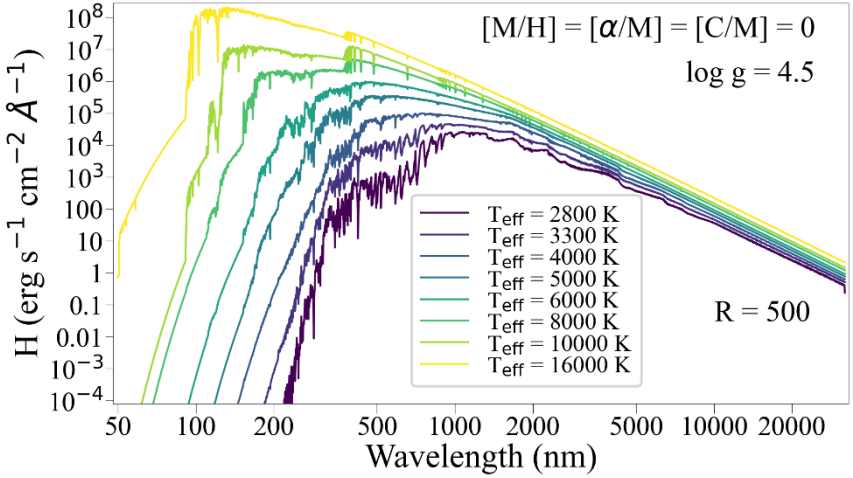


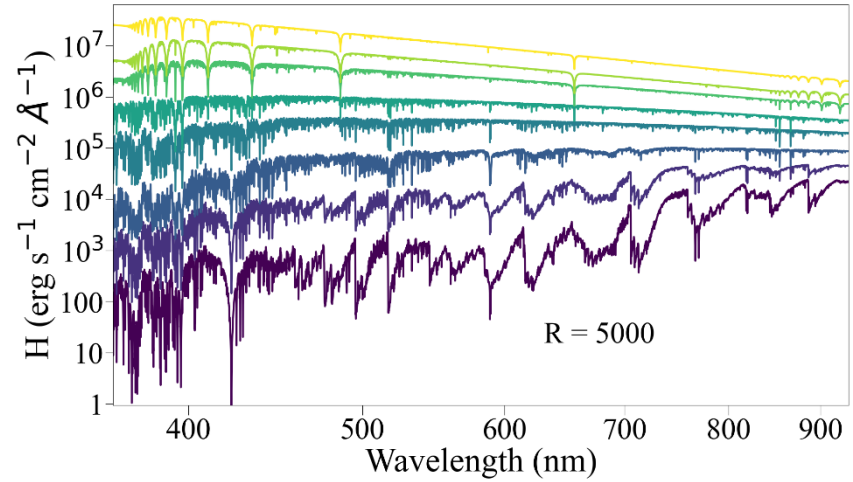
- A BOSZ színképadatbázis verziói:
- **Az eredeti 2017-es verzió:** *Bohlin et al. 2017, AJ, 153, 234:* A New Stellar Atmosphere Grid and Comparisons with HST/STIS CALSPEC Flux Distributions.
- **Az új 2024-es verzió:** *Mészáros et al. 2024, A&A, 688, 197:* The updated BOSZ synthetic stellar spectral library.

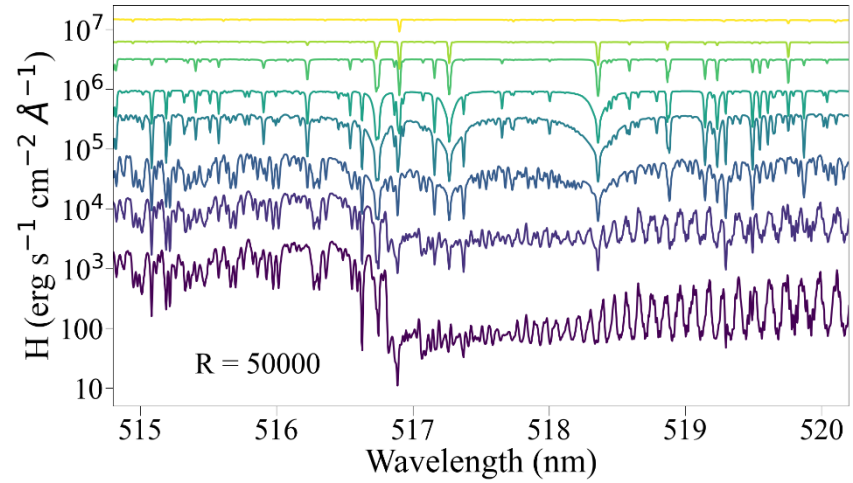
https://archive.stsci.edu/hlsp/bosz

A színképadatbázis tulajdonságai

- Kémiai összetételek száma: 14x6x4 = 336.
- 475 T_{eff}-logg értékhez kell színképet számolni.
- Összes kiszámolandó spektrum száma: 628 260.
- 3.4 millió atomos és 98 millió molekula átmenetet kell figyelembe venni mindegyik színképben, ez adja a számítás komplexitását!
- 8 különböző felbontás, amelyek számítási ideje nem jelentős.
- Minden színképben három oszlop tárolása: hullámhossz, vonalak fluxusa, kontinuum fluxusa.
- Összes fájlok száma: 5 186 115, amelyeknek mérete 12.7 TB a hullámhossz tárolása nélkül gzip formátumban tömörítve.







Igényelt erőforrások

- 2022.08.08. – 2022.09.22.: 1 node, 32 vCPU, 64 GB RAM, 200 GB HDD.
- 2022.09.22. – 2023.03.13.: 11 node, 280 vCPU, 560 GB RAM, 5000 GB HDD.
- 2023.03.13. – 2024.02.20.: 28 node, 440 vCPU, 880 GB RAM, 65000 GB HDD.
- 2025.05.12. – 2026.02.05.: 10 node, 320 vCPU, 640 GB RAM, 20000 GB HDD.
- Fortran kód futtatása Python vezérléssel.
- Minden spektrum 50 hullámhossztartományra volt bontva, 16 CPU-s gépeken futtatva, de egyes tartományok hamarabb végeztek, mint mások, viszont az összeset be kellett várni a teljes színkép összerakásához.
- Eleinte tömörítetlenül tároltuk a színképeket.

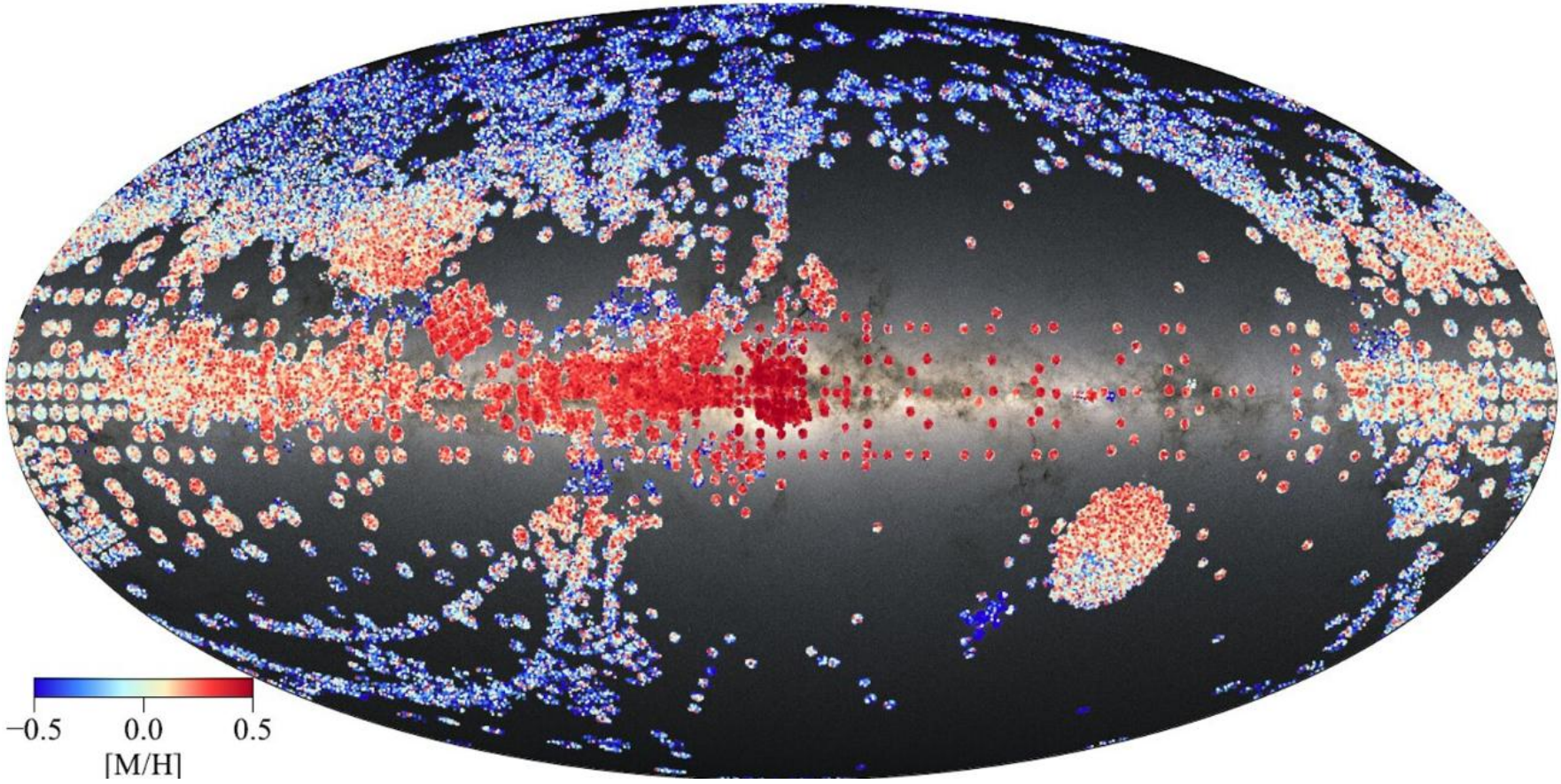
SDSS-VI Milky Way Mapper

- SDSS-VI Milky Way Mapper célja a Tejútrendszer kémiai feltérképezése.
- Ehhez 3 millió csillag kémiai összetételét határozzuk meg 2026-ig.
- Az első 1 millió csillag adatait 2025-ben publikáltuk (*Mészáros et al. 2025, AJ, 170, 96*).
- A cloud-t az adatok validálására és kalibrálására használtuk.
- 2023.06.04. – 2025.02.24.:

  40 node, 640 vCPU,

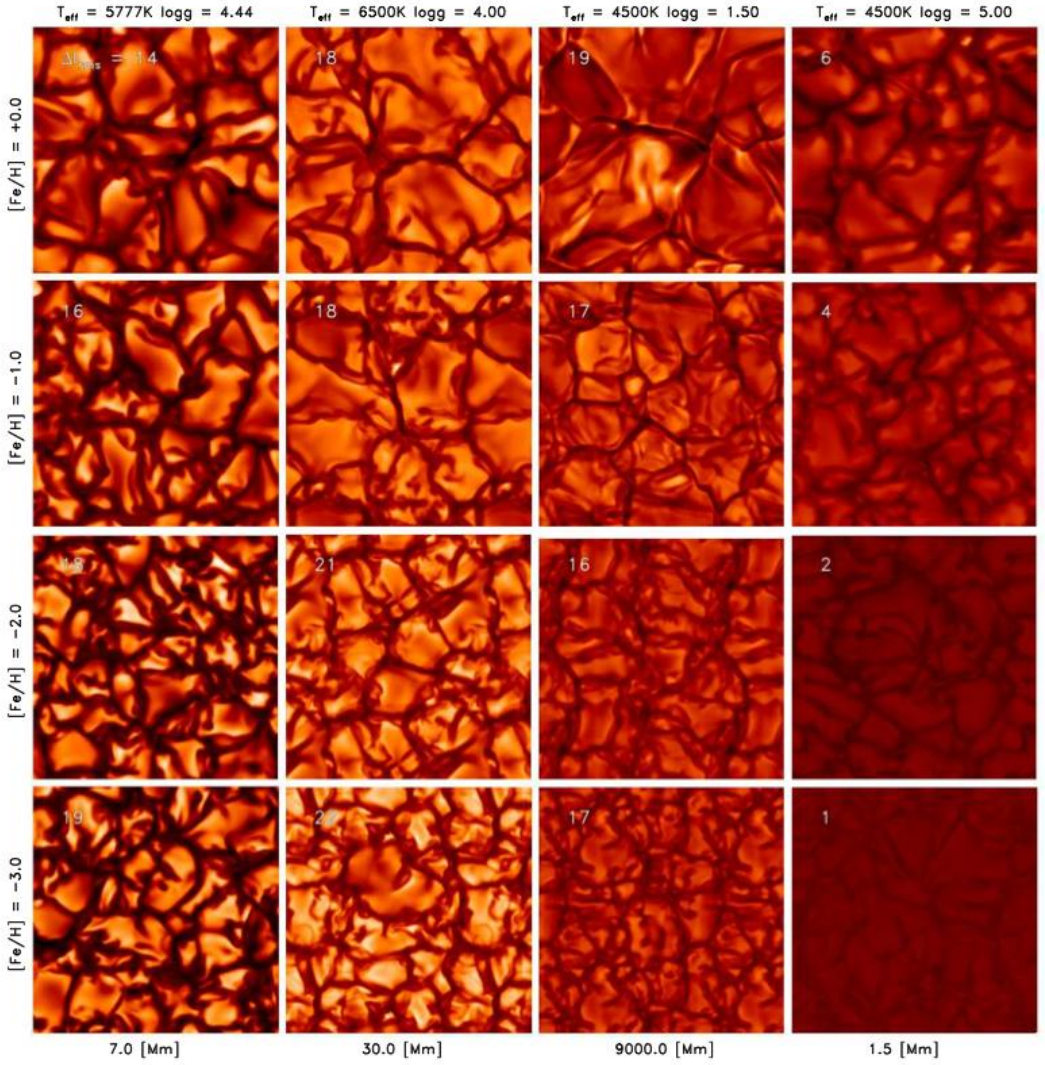
  640 GB RAM,

  200 TB HDD.
- Python kódok futtatása.



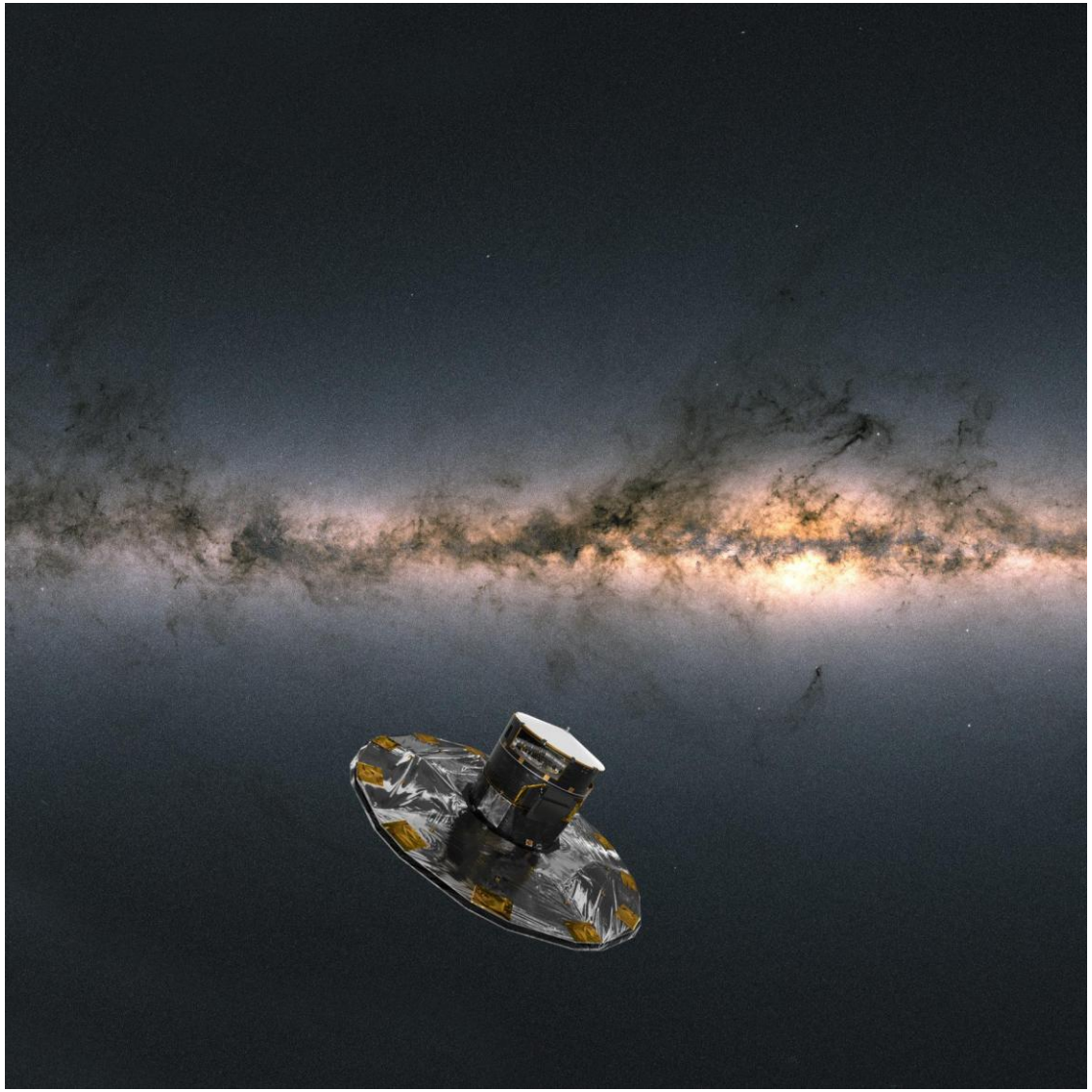
SDSS-VI Milky Way Mapper

- A kémiai összetételeket elmélei model atmoszférák segítségével határozzuk meg.
- A jelenlegi modellek 1D-sek, de a csillagok 3D objektumok.
- Cél: új 3D model atmoszféra rács elkészítése a Stagger kód felhasználásával.
- 1 db 3D model számítása 20000 – 50000 CPU órába telik, de nekünk összesen minimum 2000 db kell → 40 – 100 millió CPU óra.
- Jelenleg teszteket végzünk a számítások optimalizálása érdekében.
- 2026-ben beadtunk a projektre egy ERC advanced pályázatot.
- OpenMP Fortran kód futtatása Python vezérléssel.



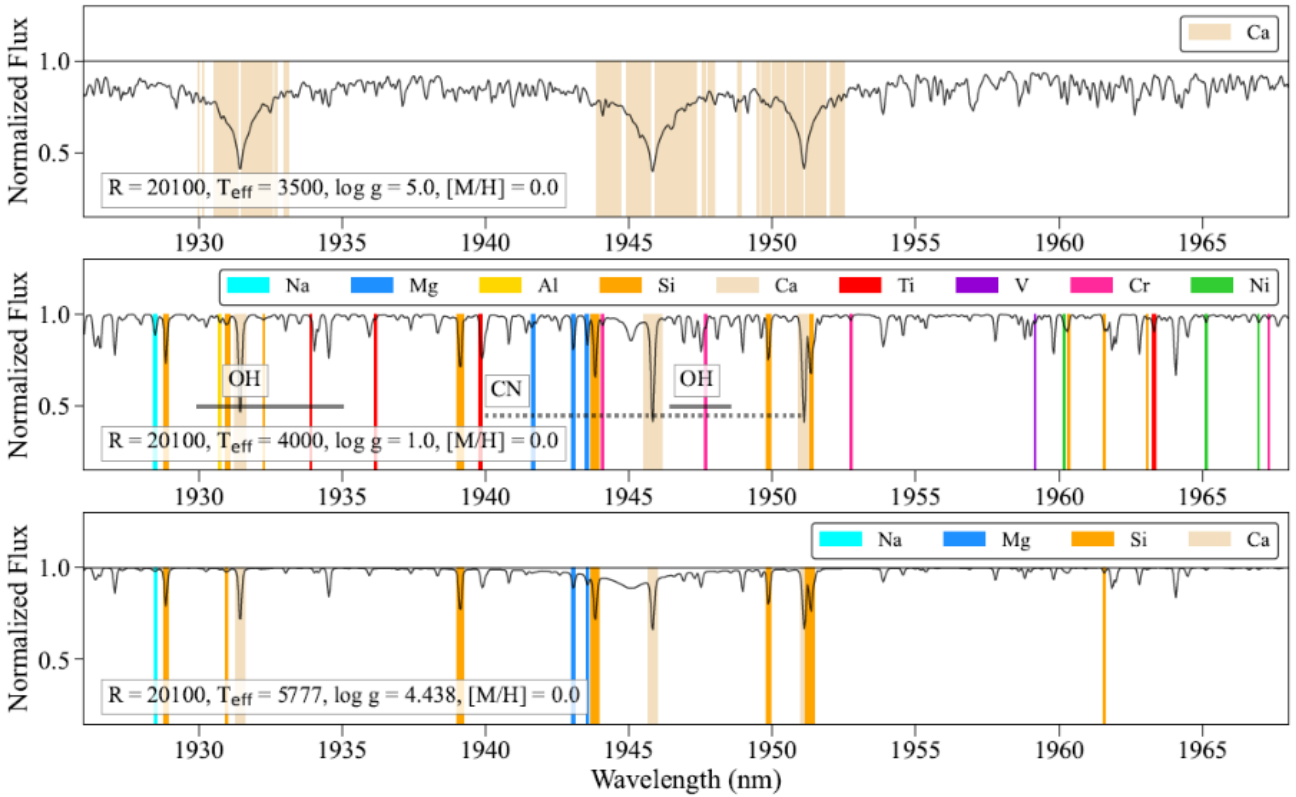
GaiaNIR

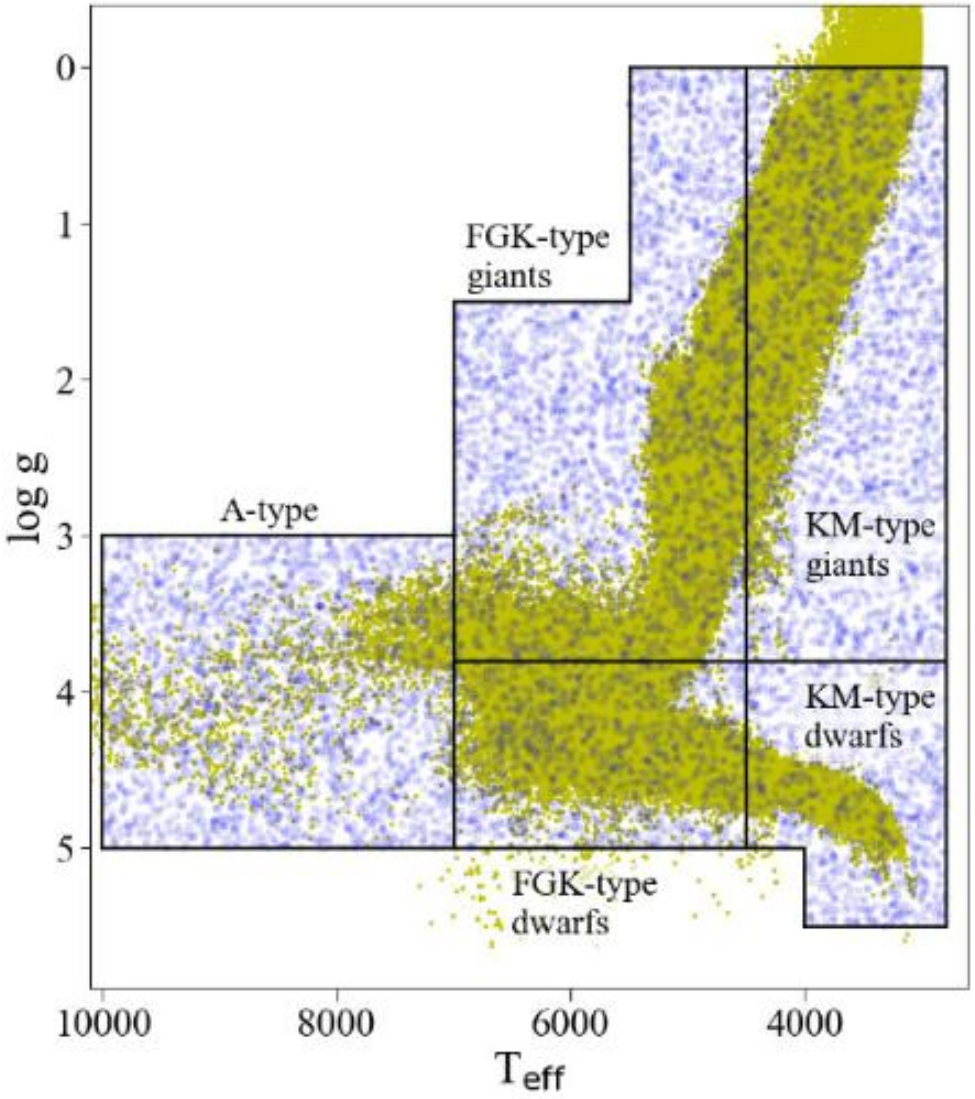
- A GaiaNIR egy infravörös tartományban működő javasolt ESA Large misszió a Gaia folytatására.
- Tervezett szelekció és felbocsátás: 2028, és > 2045
- Költségvetés: > 1.5 milliárd euró.
- Közel 40 – 50 milliárd csillag pozícióját, távolságát és fényességét fogja megmérni.
- A spektrográf célja, hogy legalább 400 – 500 millió csillag radiális sebességének, paramétereinek és kémiai összetételének meghatározása.
- Feladatunk annak megtervezése, hogy a spektrográf milyen hullámhosszon és mekkora felbontással észleljen.
- Eredmények: *Mészáros et al. 2026, A&A, 713, 174*
- 2026.03.09. – : 10 node, 320 vCPU, 640 GB RAM, 20 TB HDD.



GaiaNIR

- 10000 random színkép generálása 800 és 2300 nm között, 5 és 100-as jel/zaj között, amelyek random radiális sebességgel és atmoszférikus paraméterekkel voltak eltolva, majd újra meghatározva.
- Fortran/Python kódok futtatása kb. 3-4 hónap alatt.
- Javasolt tartomány: 1926 – 1968 nm.





Eredmények

- A James Webb-űrtávcső hivatalos elméleti színképadatbázisának elkészítése (*Mészáros et al. 2024, A&A, 688, 197*).

- Az SDSS-VI Milky Way Mapper spektroszkópiai égboltfelmérő program első adatpublikálásának validálása és kalibrálása (*Mészáros et al. 2025, AJ, 170, 96*).
- A Stagger kód segítségével 3D model atmoszférák számítása, azonban ez a projekt hosszú távú és nem is várunk publikációt belőle még évekig.

- Az ESA 2040-es években felbocsátandó GaiaNIR nevű a teljes égboltot felmérő űrmisszójára szerelt spektrográf tervezéséhez szükséges elméleti számításokat elvégzése (*Mészáros et al. 2026, A&A, 713, 174*). 2027/2028-ban pulikáljuk ennek a munkának a folytatását.