Gamma-sugárzó AGN-ek a HUN-REN Cloudon

Kozmikus neutrínók forrásainak keresése a HUN-REN Cloud segítségével

Kun Emma | HUN-REN CSFK KTM CSI

III. Országos HUN-REN Cloud Találkozó
2026. november 5.

Kun Emma

HUN-REN CSFK KTM CSI

Az MTA Lendület NuLab Multimessenger Asztrofizikai Kutatócsoport vezetője

kun.emma@csfk.org

+36 1 391 9320

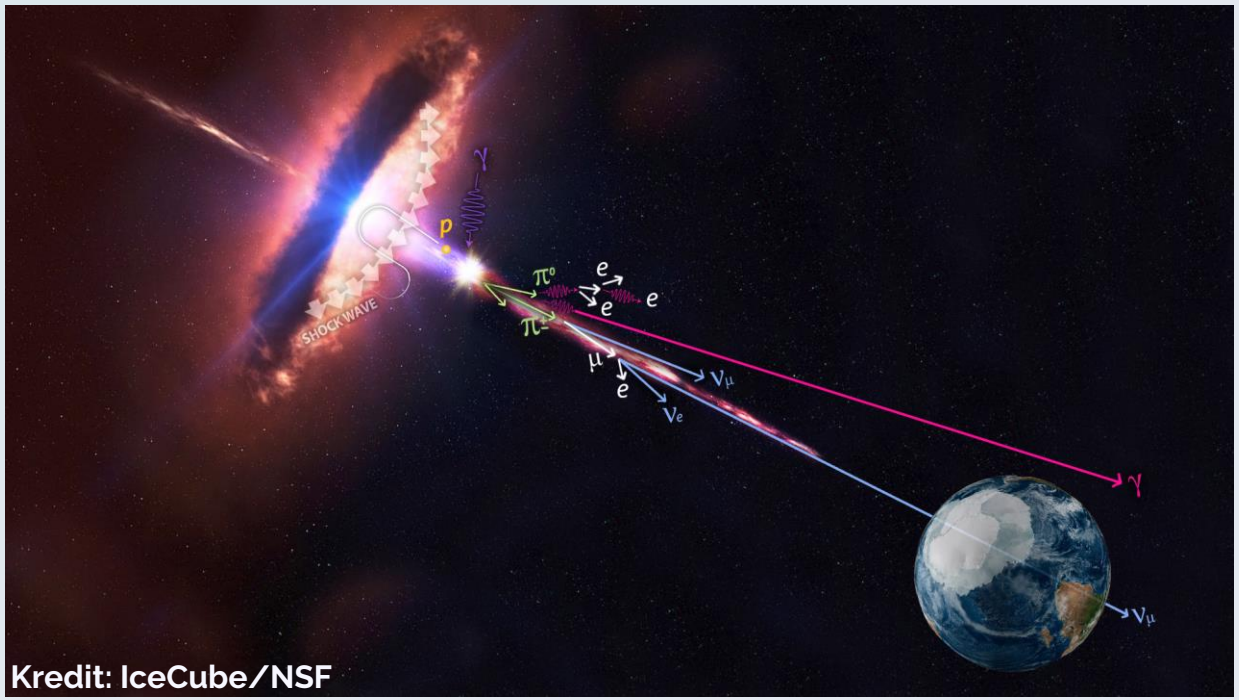
https://emmakun.com

https://nulab.konkoly.hu



Multimessenger csillagászat, asztrofizikai kérdés

Mely aktív galaxismagok gyorsítják a kozmikus részecskéket?



Kredit: IceCube/NSF

K — **Kozmikus-sugarak**
Maga a gyorsító

ν — **Neutrínók**
IceCube események

γ — **γ-sugárzás**
Fermi-LAT idősorok

A cél az időbeli kapcsolatok és a részecskegyorsítás helyének feltárása.

Miért volt szükségünk a felhőre?



A Fermi Gamma-sugár Űrtávcső (2008-)

Hosszú idősorok
Több mint egy évtizednyi Fermi-LAT gamma-megfigyelés.

Sok ismételt futás
Különböző modellek, időfelbontások, ellenőrzések.

Számításigényes illesztések
Likelihood-analízis sok időablakban és sok forrásra.

Munkára fogható kapacitás
Dedikált virtuális gépek párhuzamos munkához.

ALAPÖTLET: HOSSZÚ IDŐSOR + KÖLTSÉGES LIKELIHOOD-ILLESZTÉSEK = FELHŐS KAPACITÁSIGÉNY

INFRASTRUKTÚRA

Az erőforrásaink ma

3 / 4	64 / 64	128 / 128	1,1 / 2
virtuális gép	vCPU lefoglalva	GB RAM lefoglalva	TB volume

A HÁROM FUTÓ PÉLDÁNY

fermi1

32 vCPU | 64 GB RAM

neutrínós számolások

fermi2

16 vCPU | 32 GB RAM

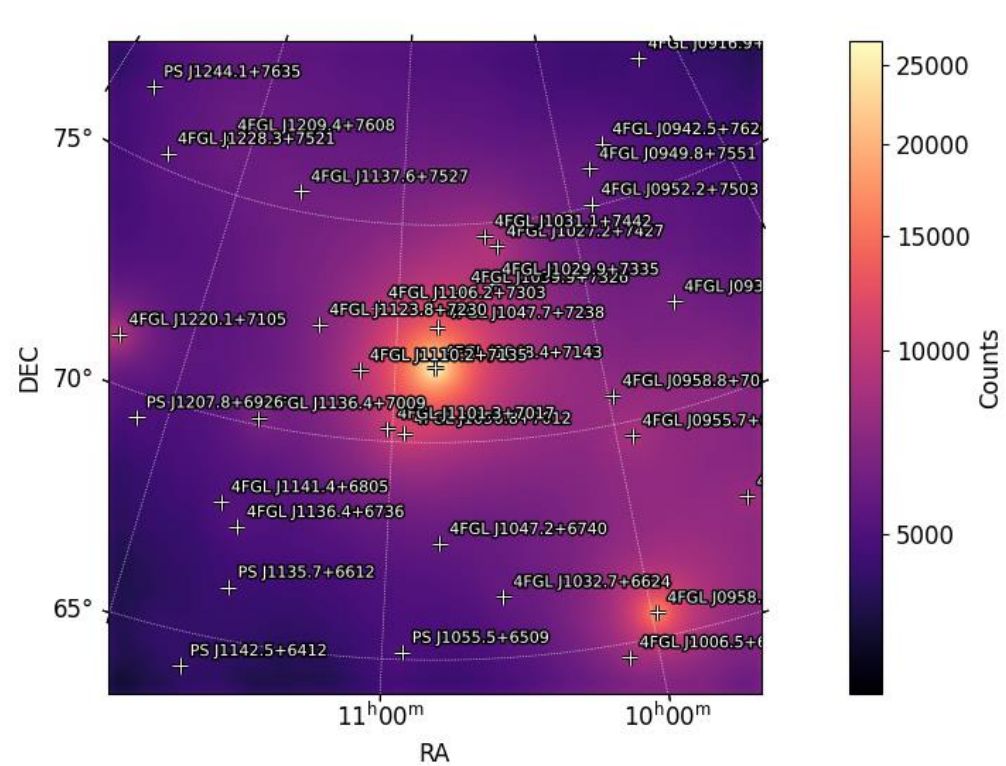
gamma-sugár számolások

fermi

16 vCPU | 32 GB RAM

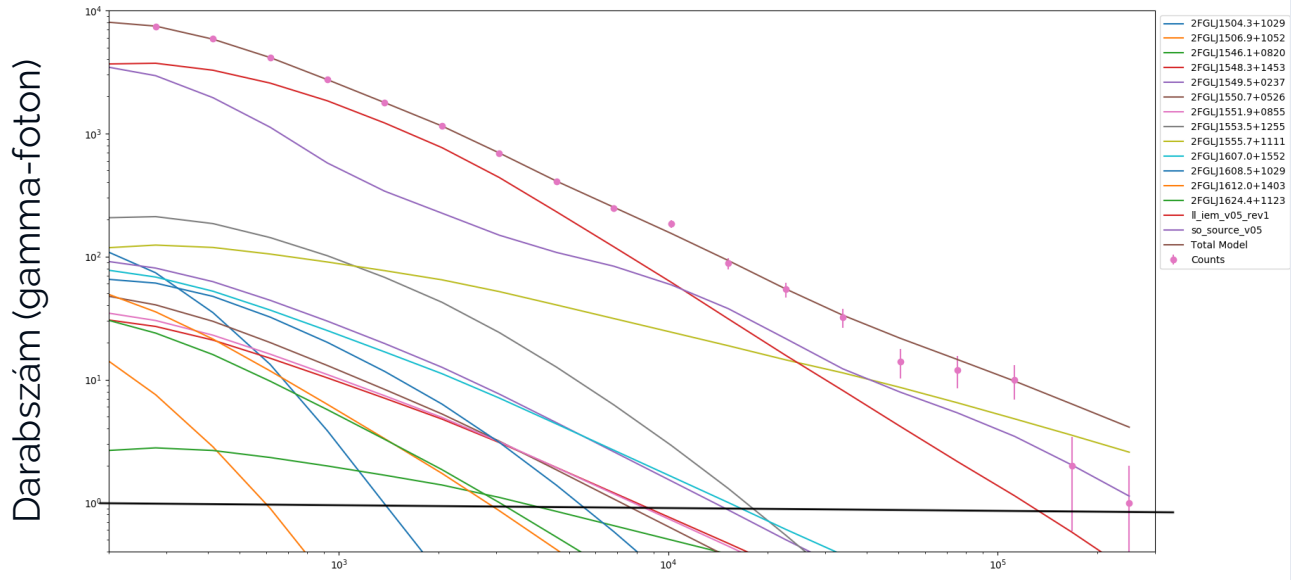
gamma-sugár számolások

Mit számolunk a virtuális gépeken?



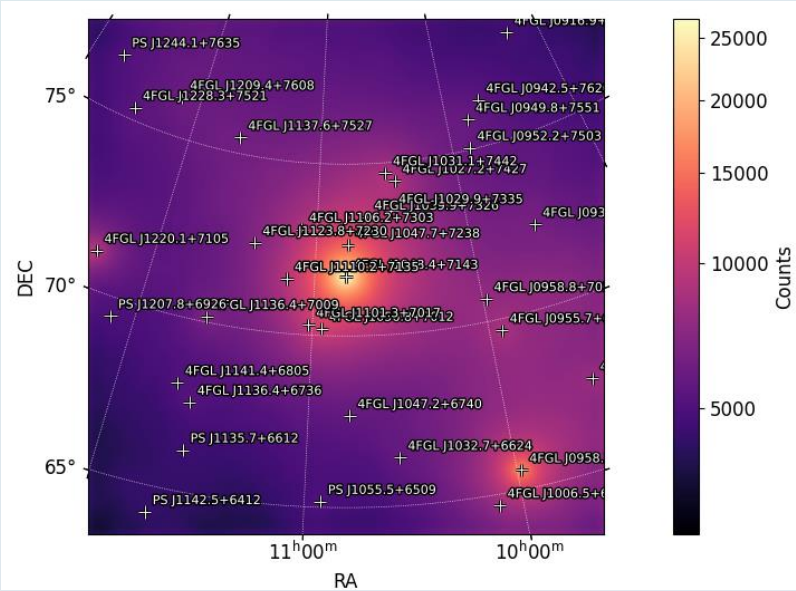
A Fermi-LAT gamma űrtávcső által detektált gamma fotonok eloszlása egy adott égboltterületen (2018-2022)

A kiválasztott égboltterületen a célforrást, a környező pontforrásokat és a diffúz háttérkomponenseket együttesen modellezzük. A diffúz válaszok kiszámítása különösen időigényes

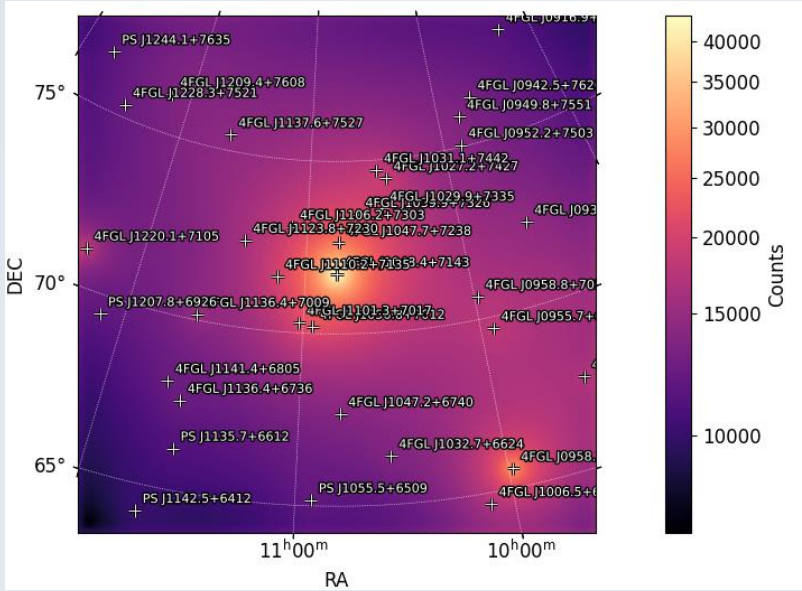


Mit számolunk a virtuális gépeken?

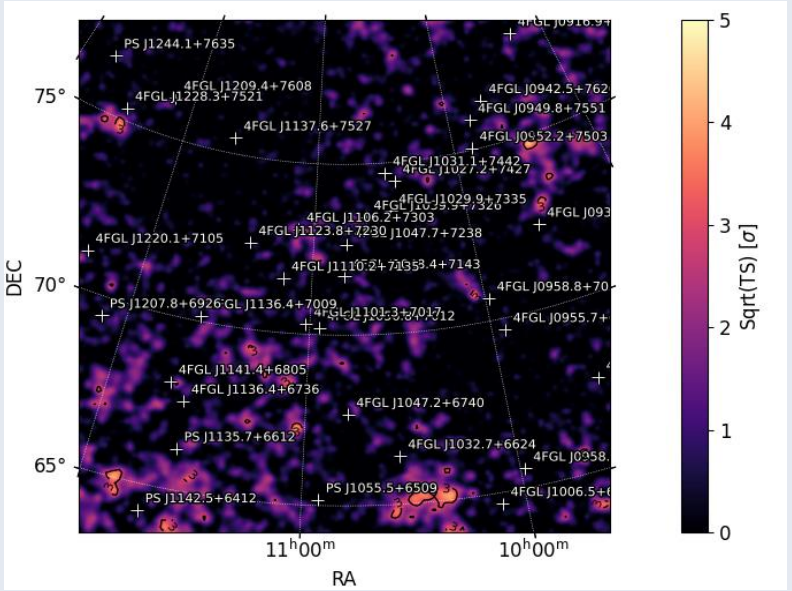
Megfigyelési adat



Modell

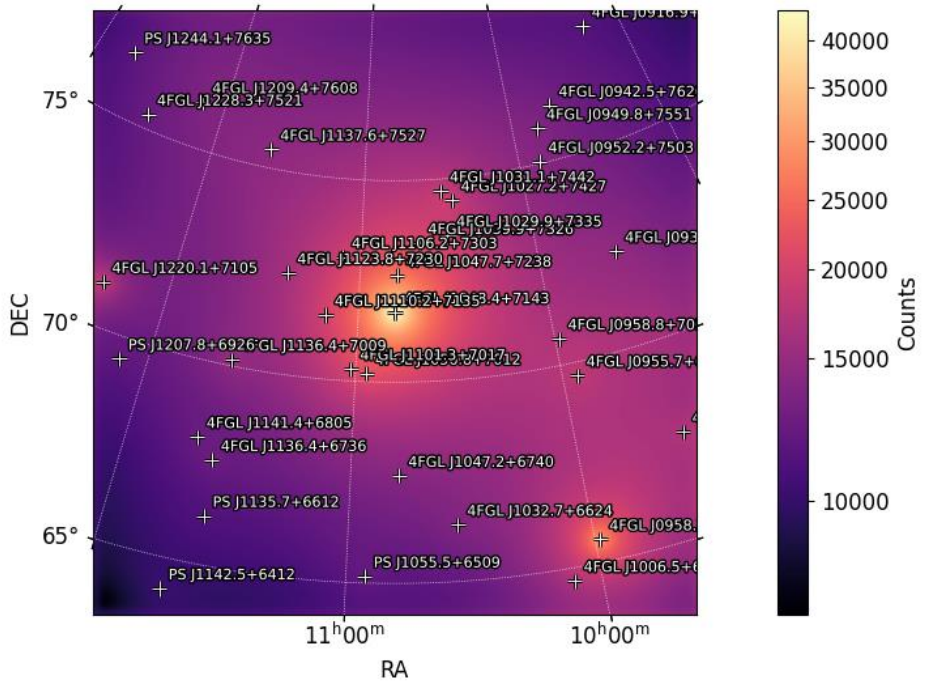


A reziduáljuk szignifikanciája

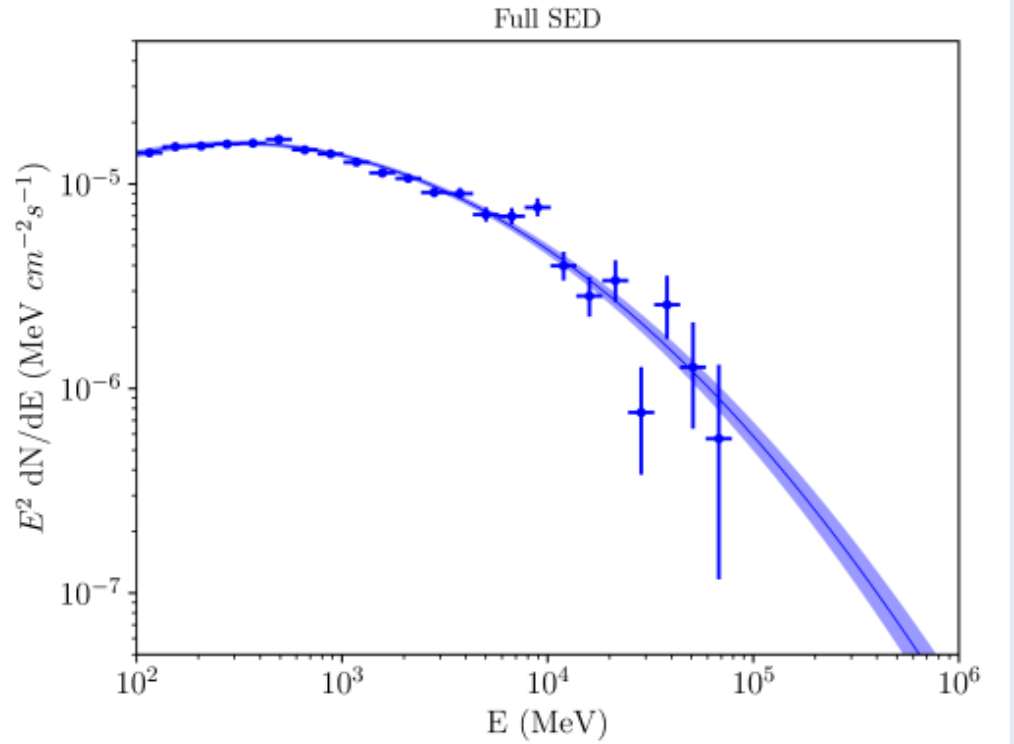


Mit számolunk a virtuális gépeken?

Modell



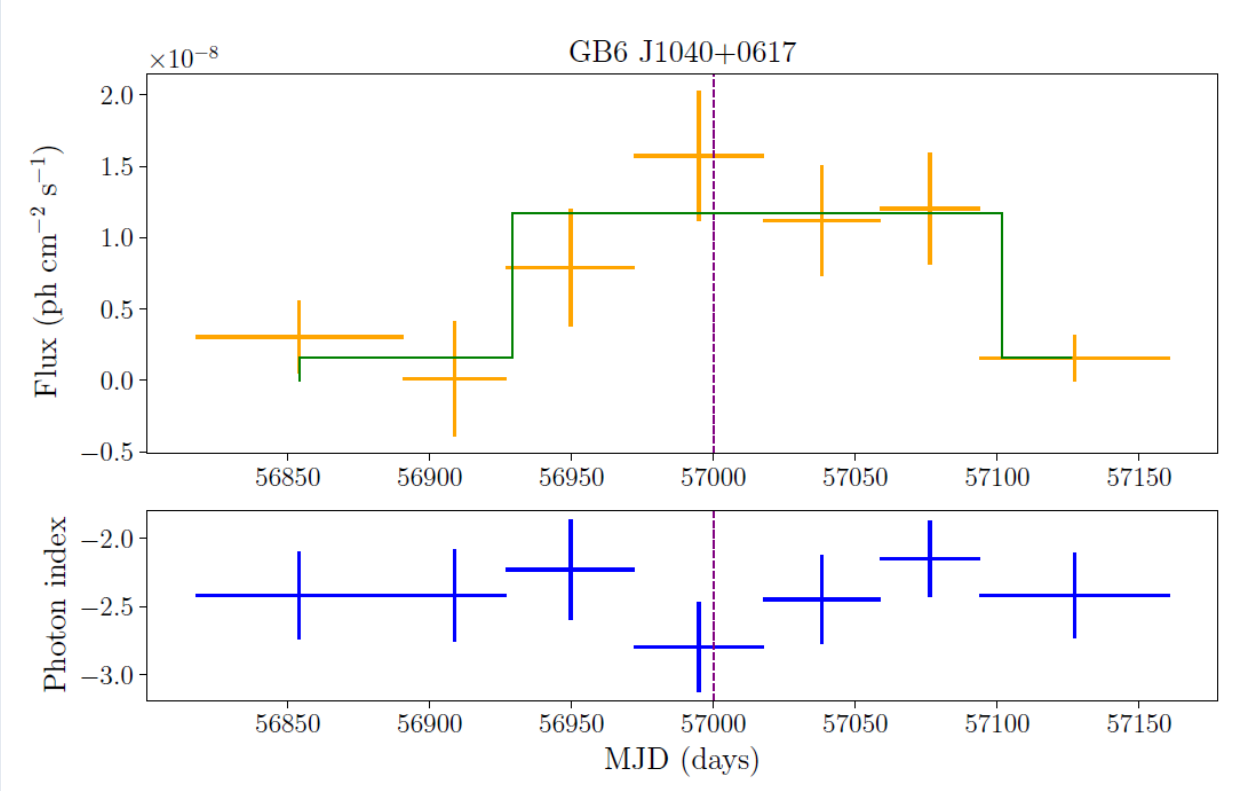
Célforrás spektrum



Mit számolunk a virtuális gépeken?

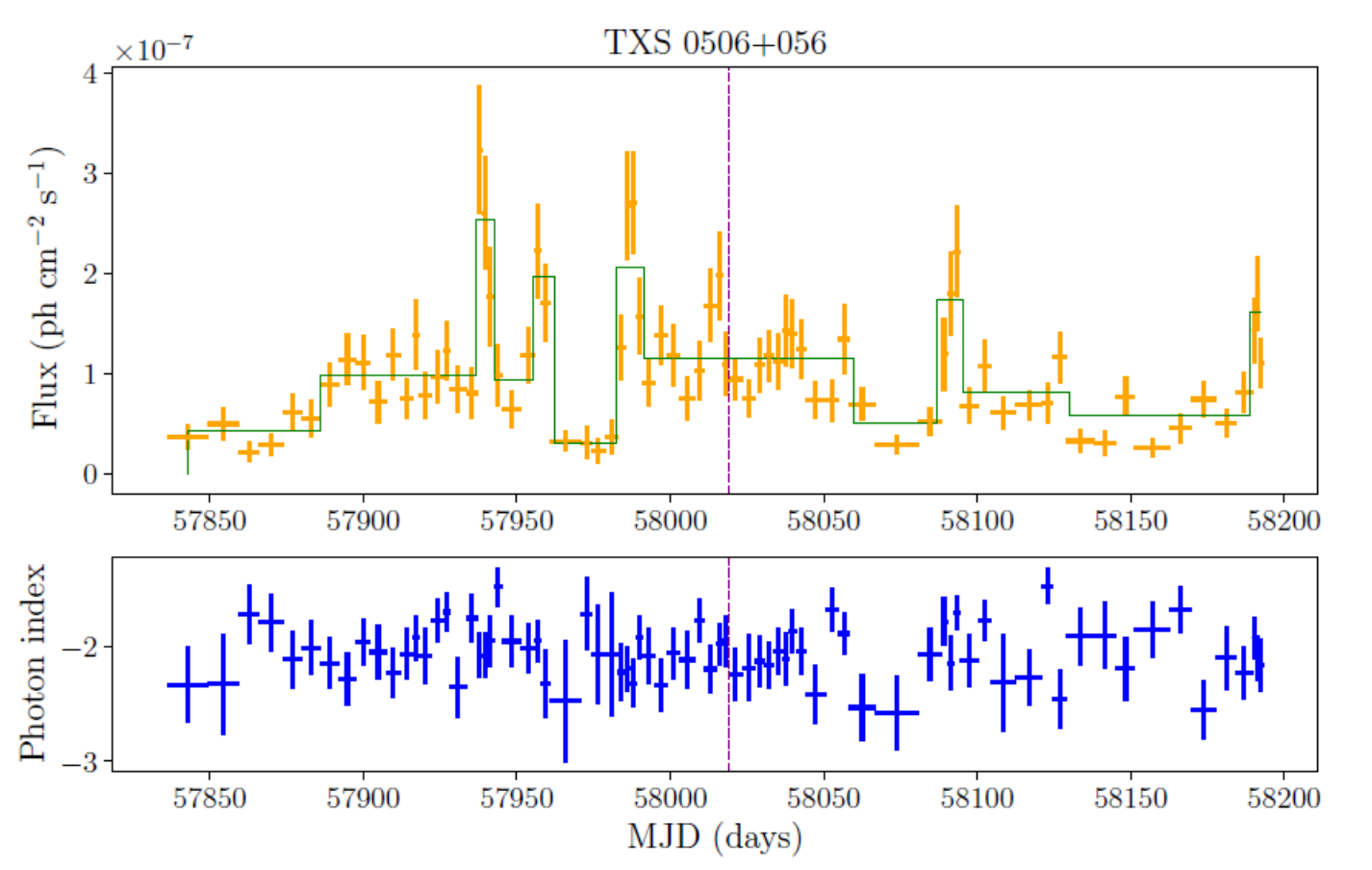
Fénygörbe-generálás: maximum likelihood analízis, idő-binekben.

Párhuzamosítható számítási folyamat



7 időbin, 7 processzor párhuzamosan számol

Mit számolunk a virtuális gépeken?



Fényes források, több ezer gamma-foton

Egyszerre N=14 processzor dolgozik, fotonstatisztika limitál

Publikációk a HUN-REN Cloud projektünkben

2021	**Cosmic Neutrinos from Temporarily Gamma-suppressed Blazars (ApJL)**
2022	**Multimessenger Picture of the FSRQ J1048+7143 (ApJ)**
2023	**Searching for temporary gamma-ray dark blazars associated with IceCube neutrinos (A&A)**
2023	**Multiwavelength Analysis of the IceCube Neutrino Source Candidate Blazar PKS 1424+240 (Universe)**
2024	**Follow-up on J1048+7143: a predicted gamma-ray flare and jet precession (ApJL)**
2026	**Upstream neutrino production and delayed jet emission: GB6 J1542+6129 (A&A)**
2026	**Nagyenergiás neutrínóforrások nyomában :a GB6 J1542+6129 blazárFermi–LAT fénygörbe-analízise (Göblyös Anna, SZTE, MSc 2026)**

Publikációk a HUN-REN Cloud projektünkben

A projektcsapat alaptagjai 2019 óta

Emma Kun PI, HUN-REN CSFK KTM CSI
Imre Bartos University of Florida
Julia Becker-Tjus Ruhr University Bochum
Peter L. Biermann Max-Planck-Institute for Radio Astronomy, Bonn
Anna Franckowiak Ruhr University Bochum
Francis Halzen University of Wisconsin Madison
IceCube PI! 2026 Fizikai Nobel-díj!
György Mező (IT) HUN-REN CSFK KTM CSI

Mit tanultam a Cloud használatából?

Dedikált számítási kapacitás

A hosszú adatsorok elemzése nem a személyes számítógéptől függ.

Docker-alapú környezet

A Docker miatt a tudományos szoftverkörnyezet reprodukálható.

Szakértői segítség

Mező György technikai segítsége fontos szerepet játszott a rendszer kialakításában.

Hosszú távú tudományos érték

A projekt folytatásához 2027 februárja után is szükség lesz felhős kapacitásra.

JÖVŐBELI TERVEK

Mi következik?

2–3 készülő publikáció

További Fermi-LAT idősorok és multimessenger összevetések.
A felhő használata jelenleg is folyamatban van.

2027. február 28.

A jelenlegi projekt adminisztratív zárása. A kutatási igény ennél hosszabb távú.

Három üzenet

1

Valós, ismétlődő kutatási igény

Fermi-LAT likelihood-analízis hosszú idősorokon.

2

A kapacitás mellé környezet is kell

Docker és a technikai támogatás egyaránt fontos.

3

A hatás publikációkon át mérhető

Hat kapcsolódó tudományos publikáció, egy MSc-dolgozat és további 2–3 készülő munka.

Köszönöm a figyelmet!

Bármi kérdés?