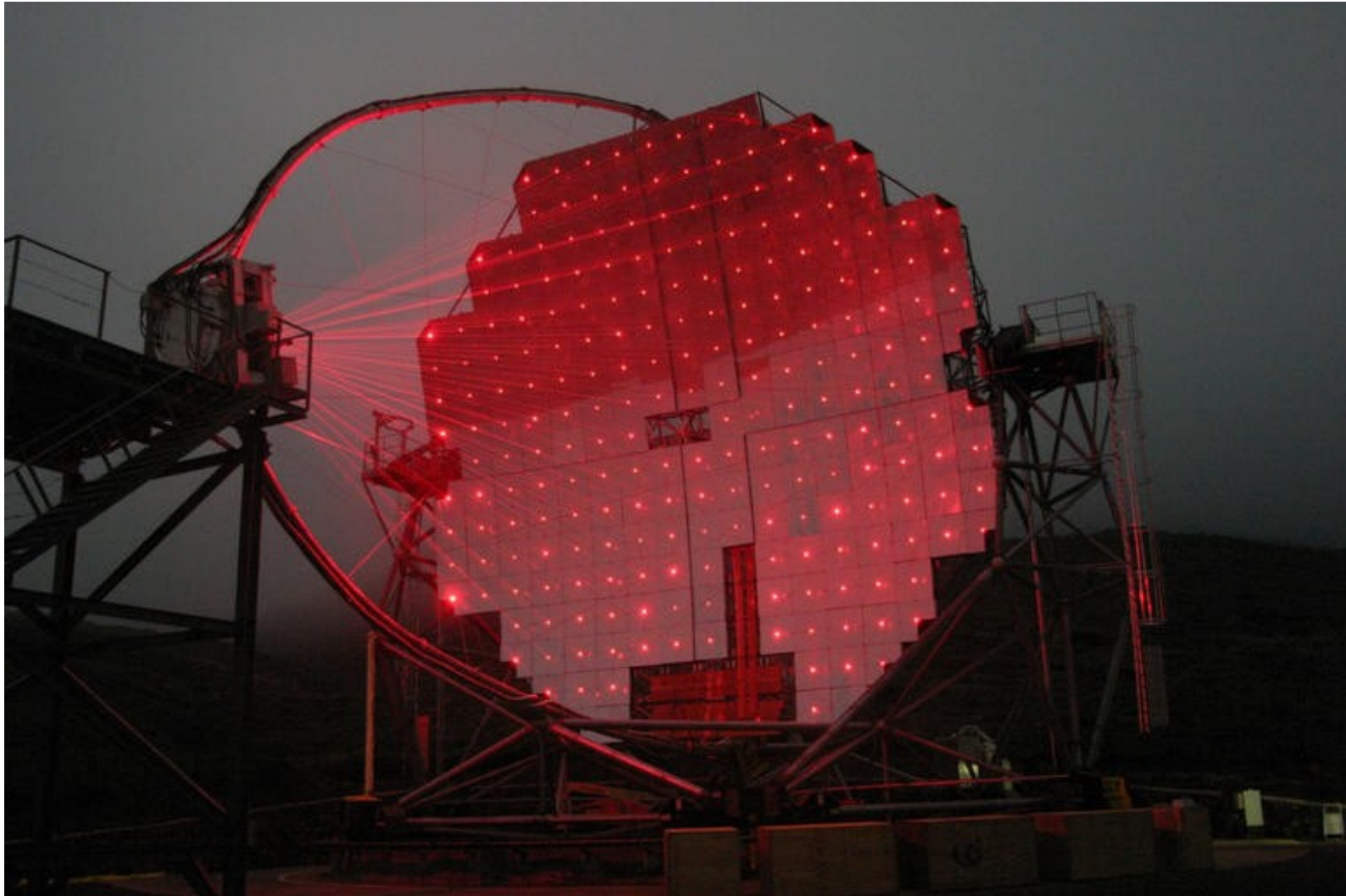
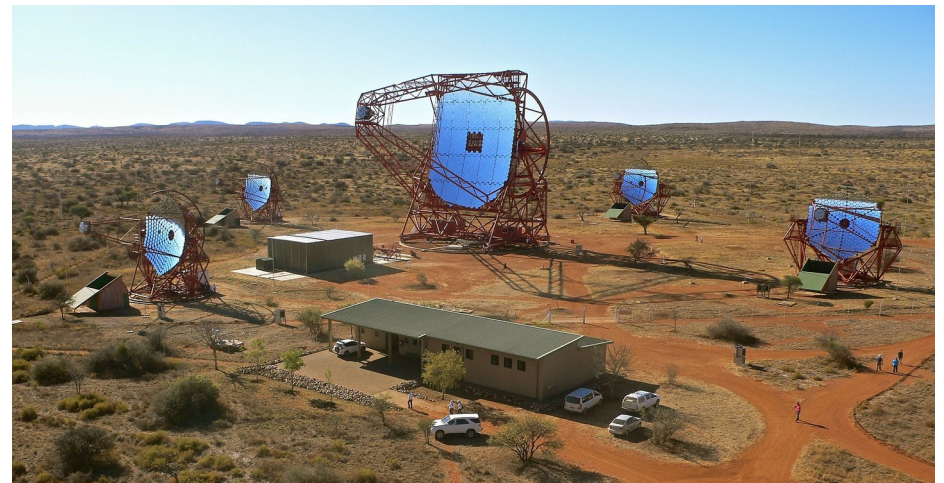


Képkötő (légköri) Cserenkoveleszközök



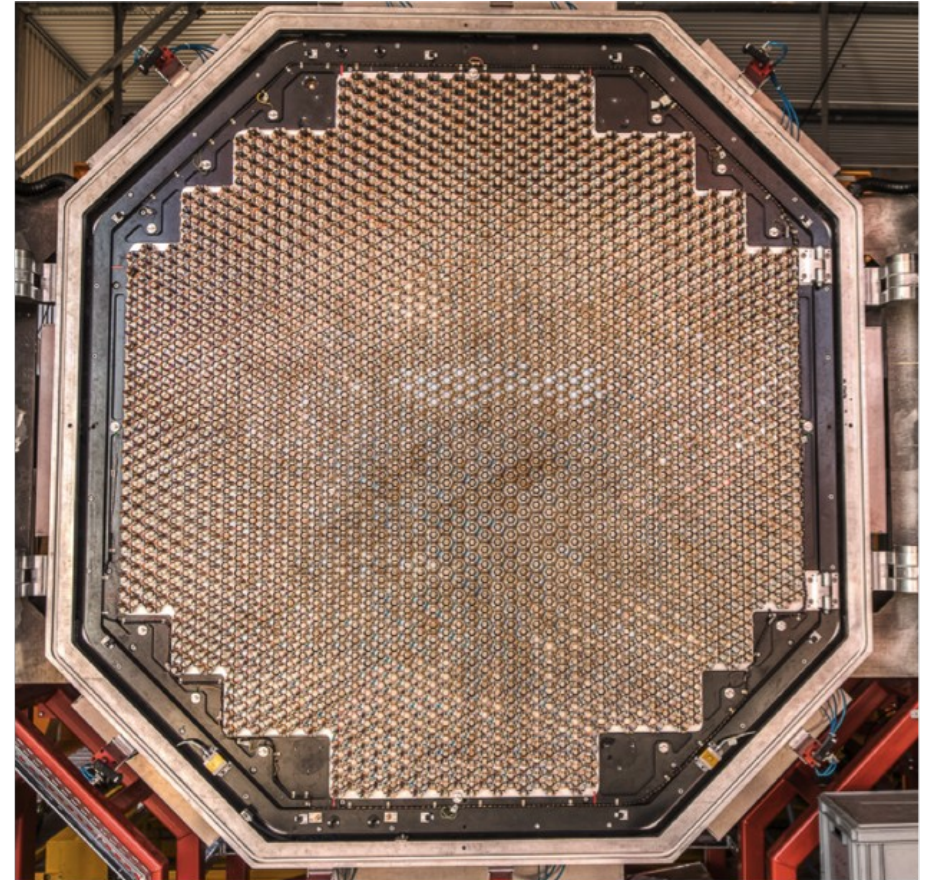
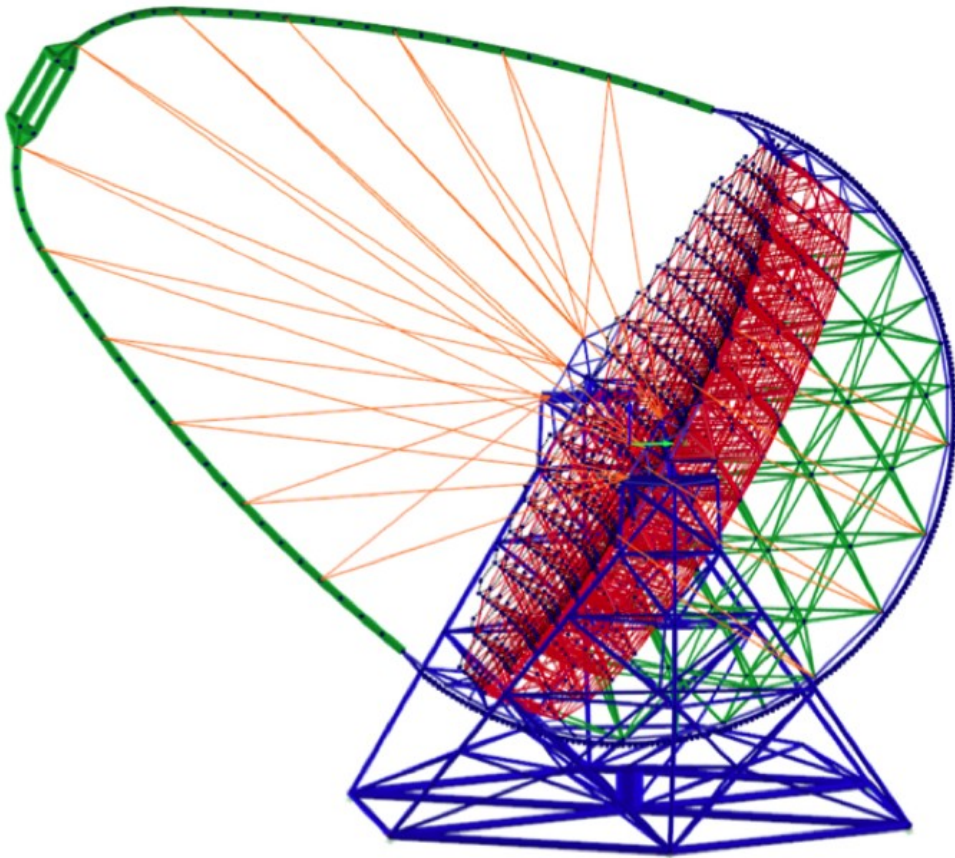
Képkötő (légköri) Cserenkov-teleszkópok

- 50 GeV - 50 TeV gamma-sugarak
 - Látható fény: $\sim 1\text{eV}$
- H.E.S.S., MAGIC és VERITAS
- Miért nem űrbeli gamma-teleszkópok?
 - Fluxus exponenciálisnál is durvábban esik
- Légköri záporok



Optikai rendszer

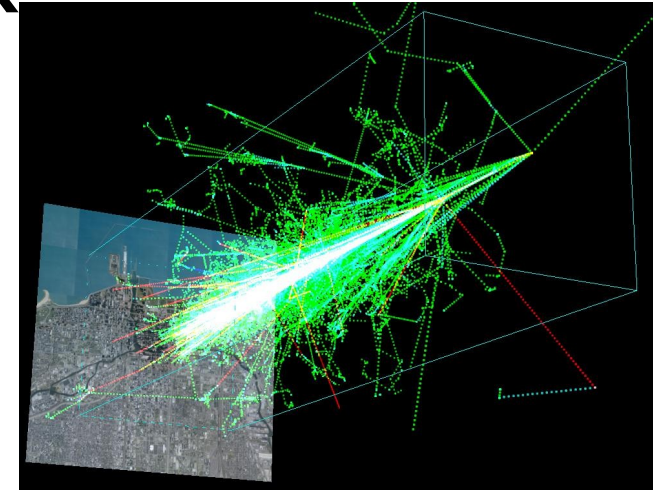
- 3 tonna, 2048 PMT



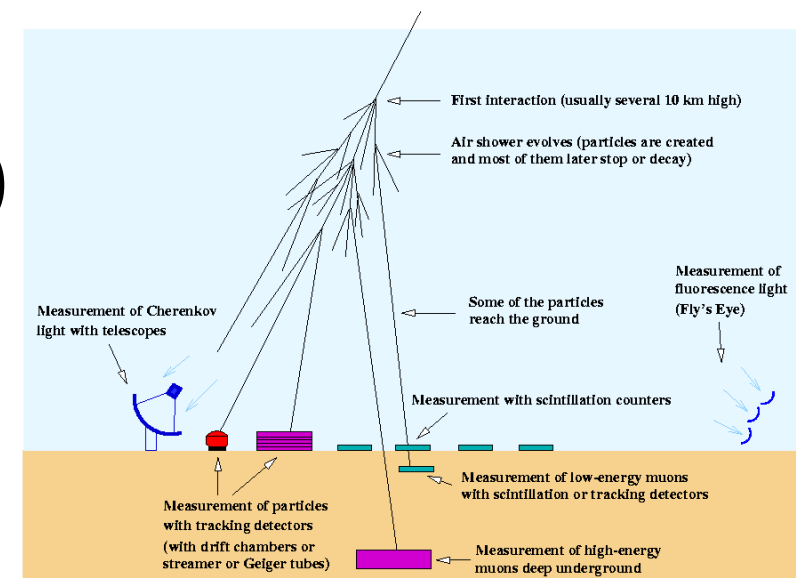
← 2.3m →

Légköri záporok

- 2 fajta zápor:
 - Kozmikus-sugarak (töltött hadronok)
 - Gamma-sugarak → mágneses tér nem befolyásolja!
- Párkeltés (magasság: 10-20km)
- Elektron-pozitron pár →
Fékezési sug. (Bremsstrahlung)

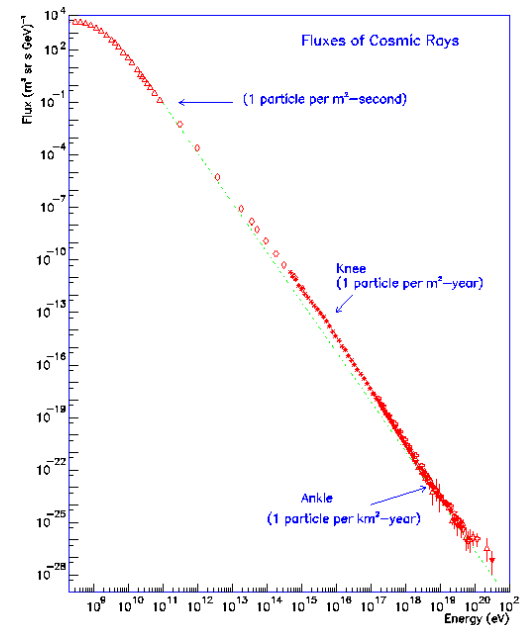
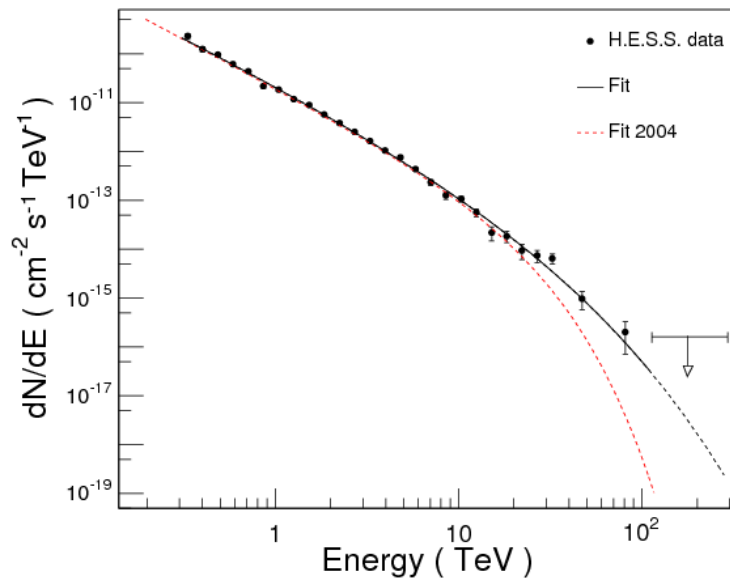


Measuring cosmic-ray and gamma-ray air showers



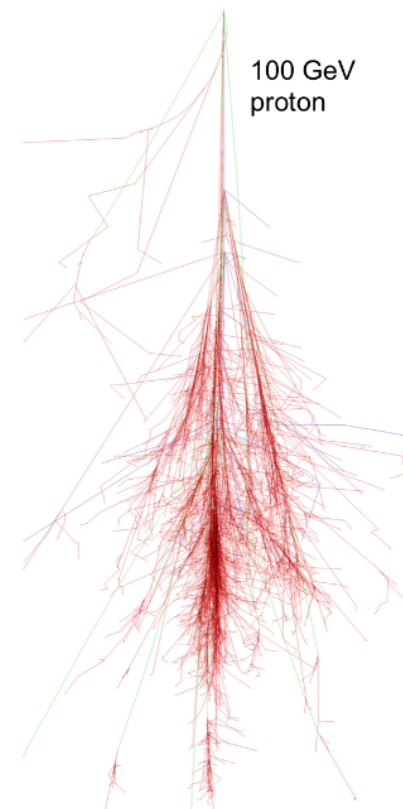
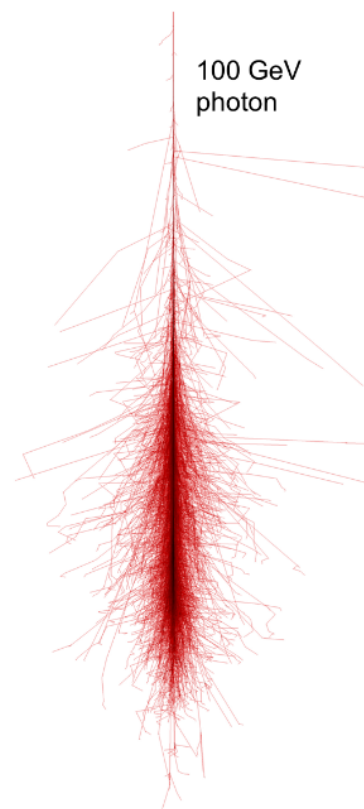
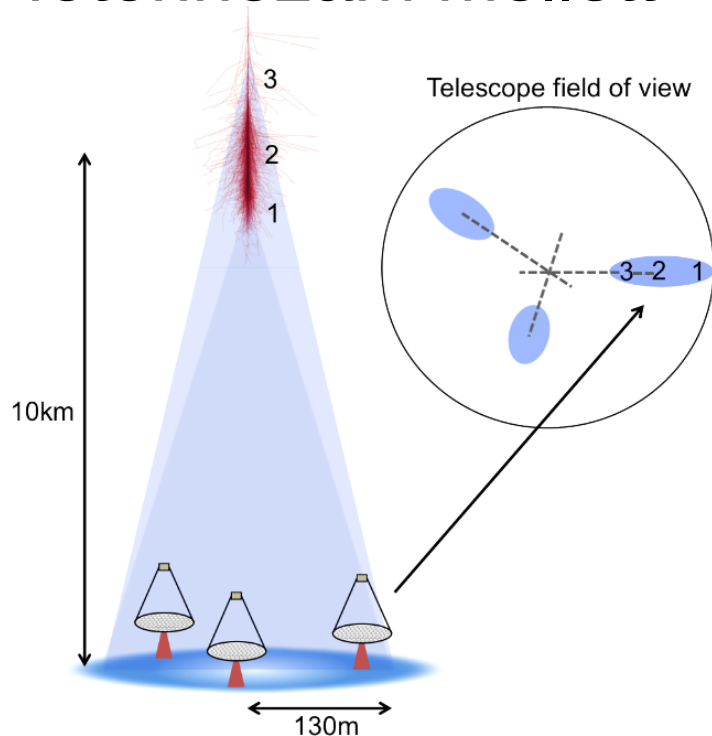
Légköri záporok

- Két fajta:
 - Elektronágneses (EM, főleg foton)
 - Hadronikus (főleg protonok)
- Kaszkád: 5 – 20ns Cserenkov-villanás
- Pl. 100 TeV-es fotonok 50,000 m²-en évente 10 db



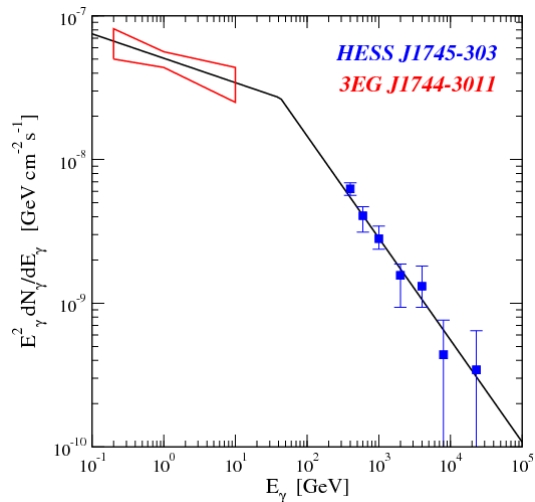
Légköri záporok

- Cserenkov-fény a felszínen: $\sim 1000\text{m}^2$
- Néhány fokos nyílásszög
- EM vs hadronikus záporok:
 - EM-ek rövidebbek és keskenyebbek azonos fotonhozam mellett

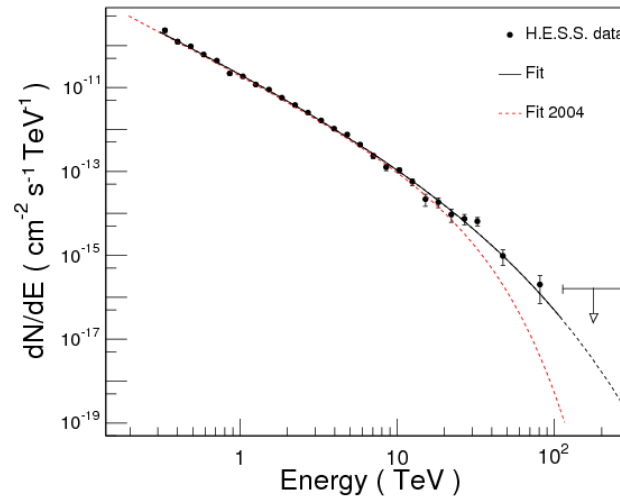


Elektromágneses záporok

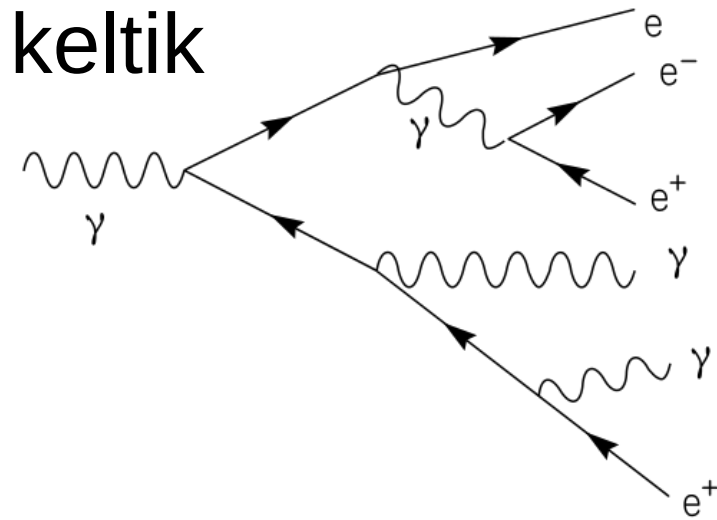
- Foton \rightarrow párkeltés \rightarrow foton (fékezési sugárzásból) \rightarrow párkeltés
- Kompaktabb lavina mint hadronikusnál
- Cserenkov-fényt az elektronok keltik



Ismeretlen forrás

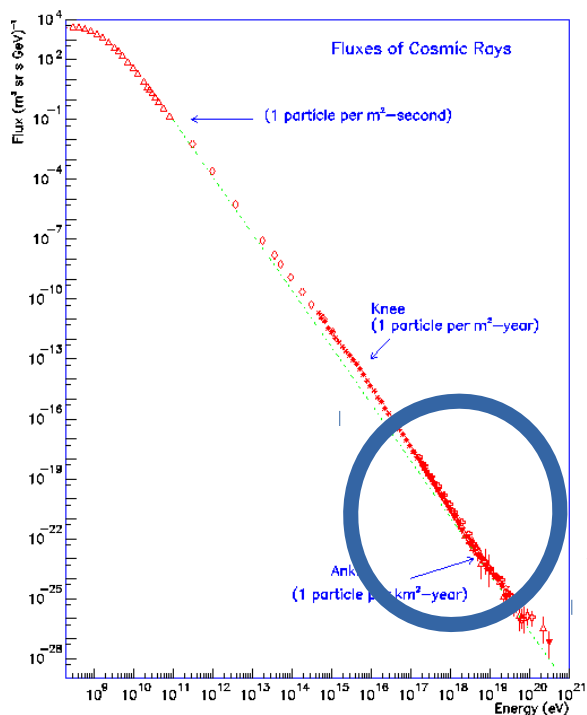


Rák-köd (SNR)

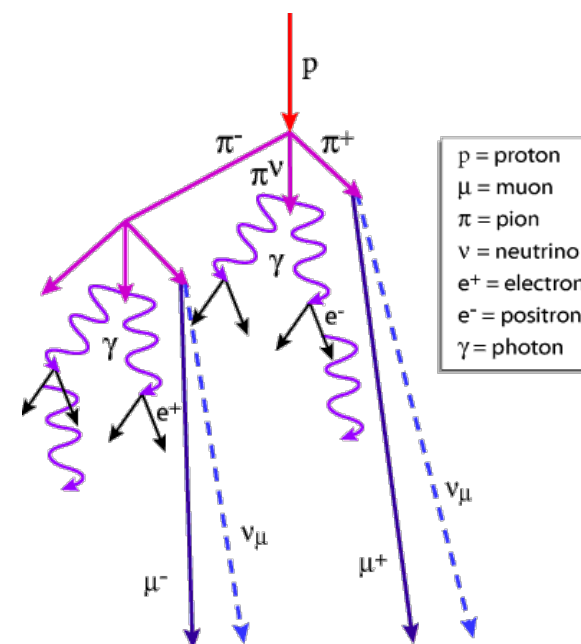


Hadronikus záporok

- Magerőkkel kelt új részecskéket
- Hadron keltés, nukleáris legerjesztődés, pion és müon bomlások
- Semleges pionok fotonokon keresztül EM-záporokat kelt...

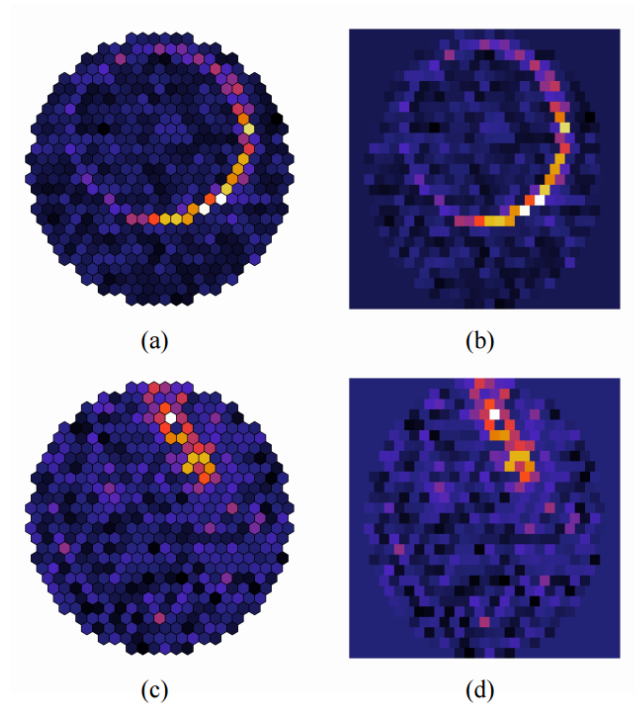


Protonok
SNR



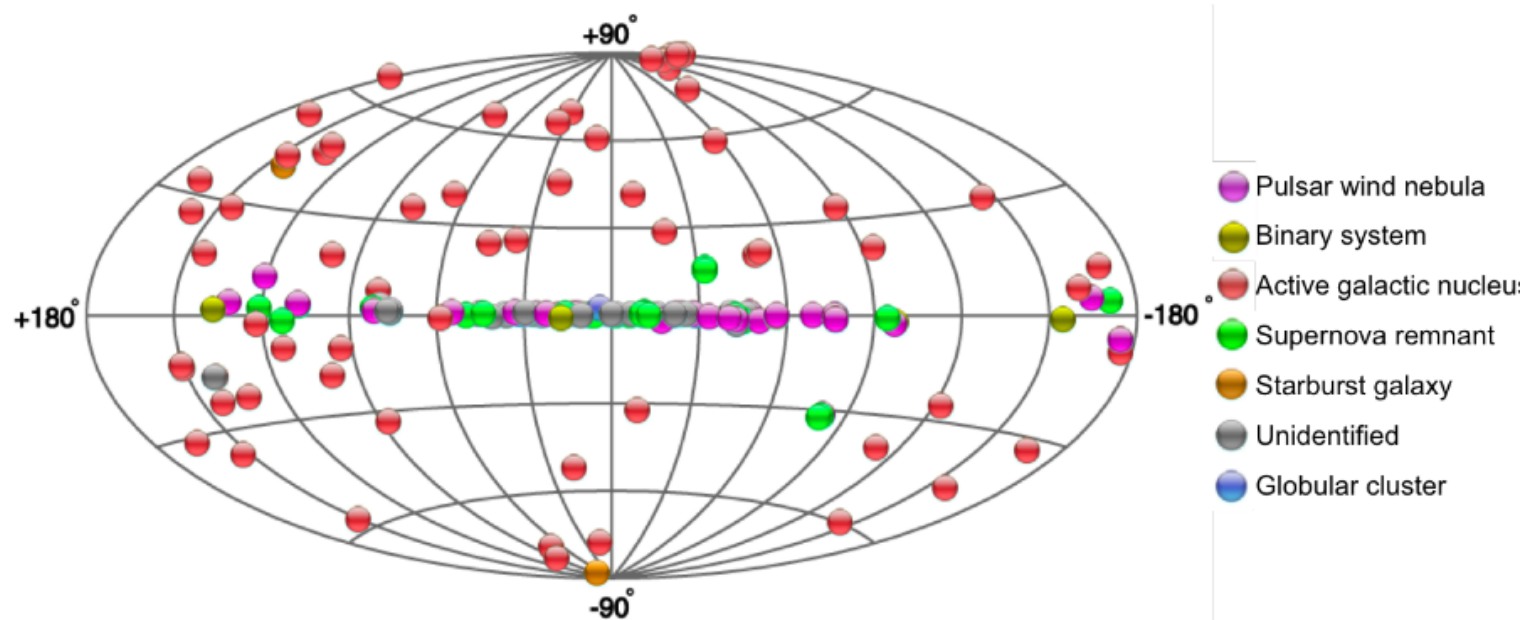
Trigger rendszer

- Cél: csak gamma-sugarakat vizsgáljunk
- Háttér:
 - Hadronikus záporok
 - Holdfény, csillagfény
 - Müonok
- Három szintű trigger:
 - Constant fraction discriminators (pixelenként)
 - Minta válogatás: kompakt formákat tartják csak meg
 - Array trigger: teleszkópot közti koincidencia



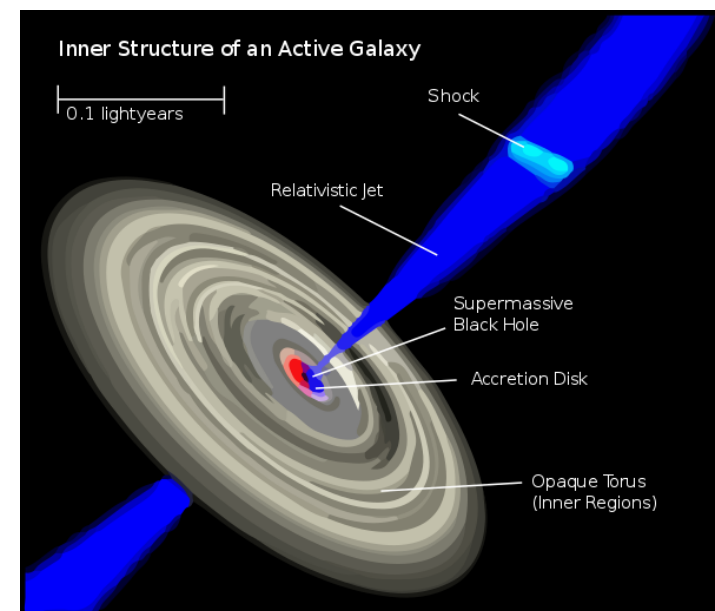
Gamma-sugár források

- Gamma-sugár robbanások (GRB-k)
- Szupernóva maradványok
- Sötét anyag annihiláció (??)
- Pulzárok (PWN)
- Aktív galaxismagok



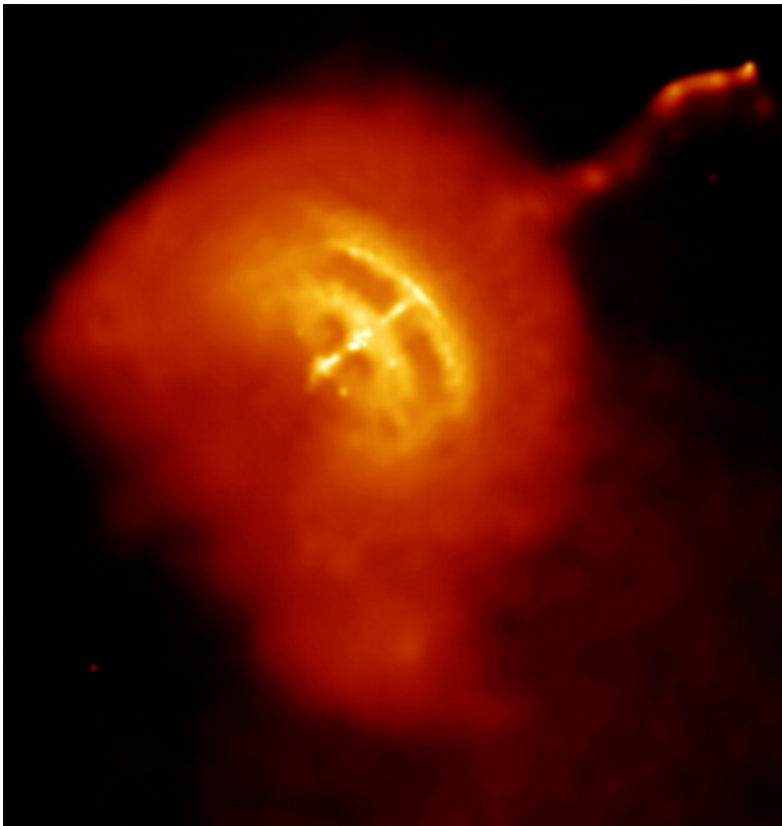
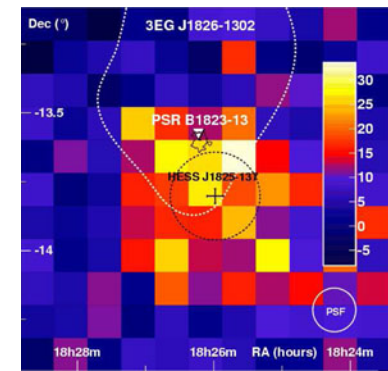
Aktív galaxismagok

- AGN-ek egyik típusa blazárok
- Gamma-sugarak:
 - Szinkrotron-sugárzás
 - Inverz Compton-szórás: foton-on szóródik relat. e-
 - Nagy energiájú semleges pion bomlása



Pulzárok

- SNR-ek egy típusa
- 100 MT tér



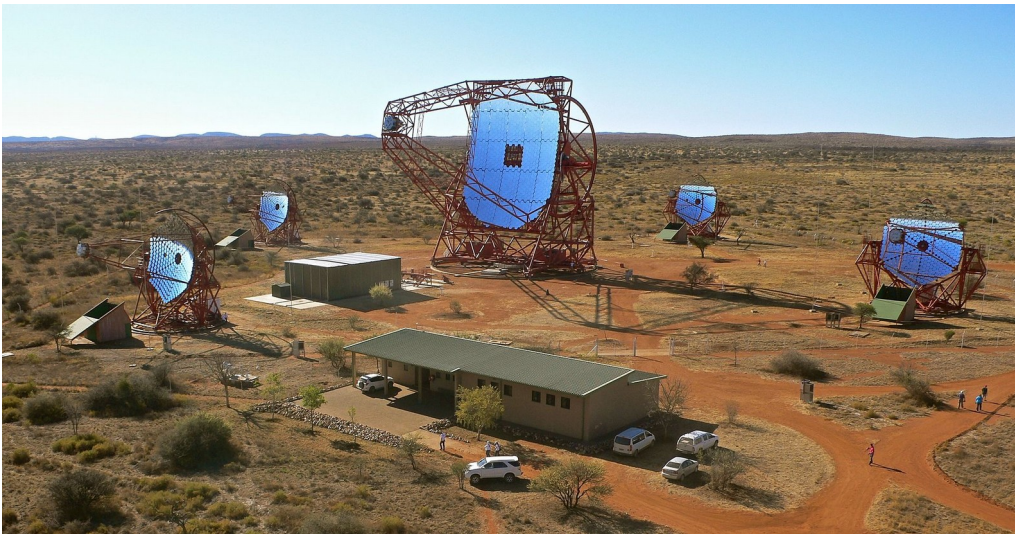
Chandra X-ray űrtávcső



Chandra + HST űrtávcső kompozit képe

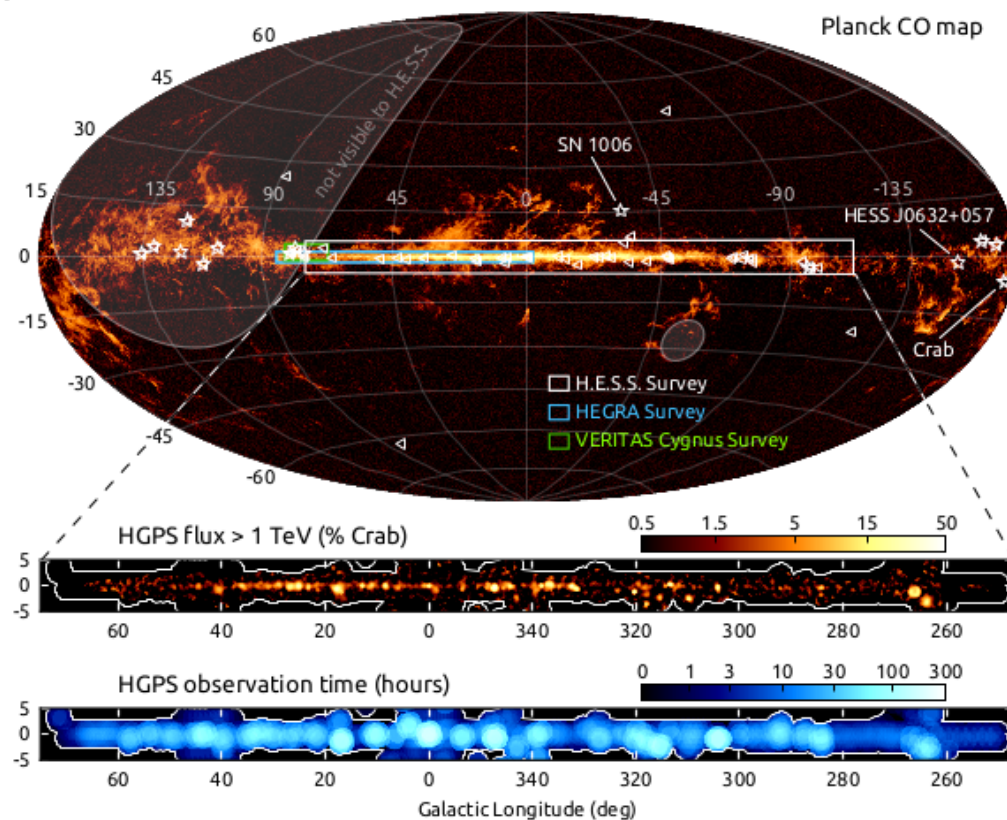
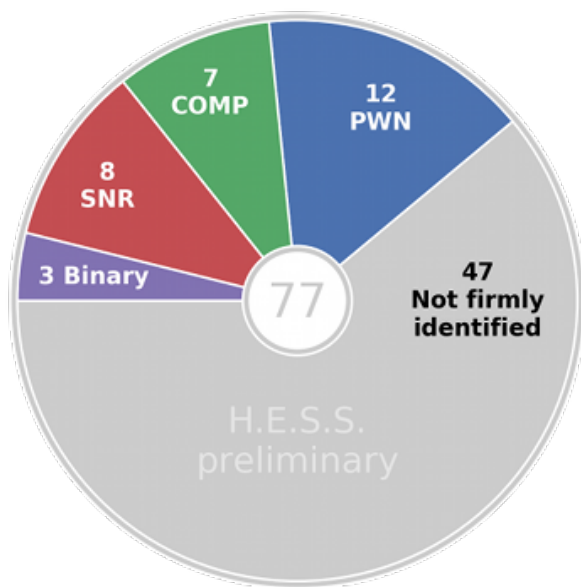
H.E.S.S.

- High Energy Stereoscopic System
- Victor Hess (kozmikus sugarak megtalálója)
- Cranz családi farm, Göllschau, in Namibia



H.E.S.S. eredmények

- 90 TeV-es gamma-sugár forrás:
 - pulsar wind nebulae
 - composite systems
 - SNR
- DM keresés: 140 óra



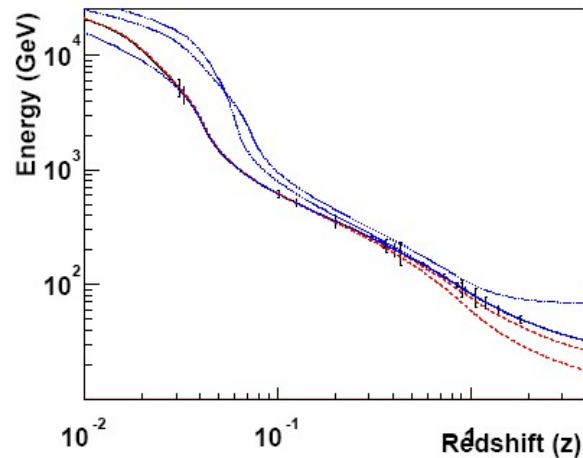
Egy megkérdőjelezett felfedezés

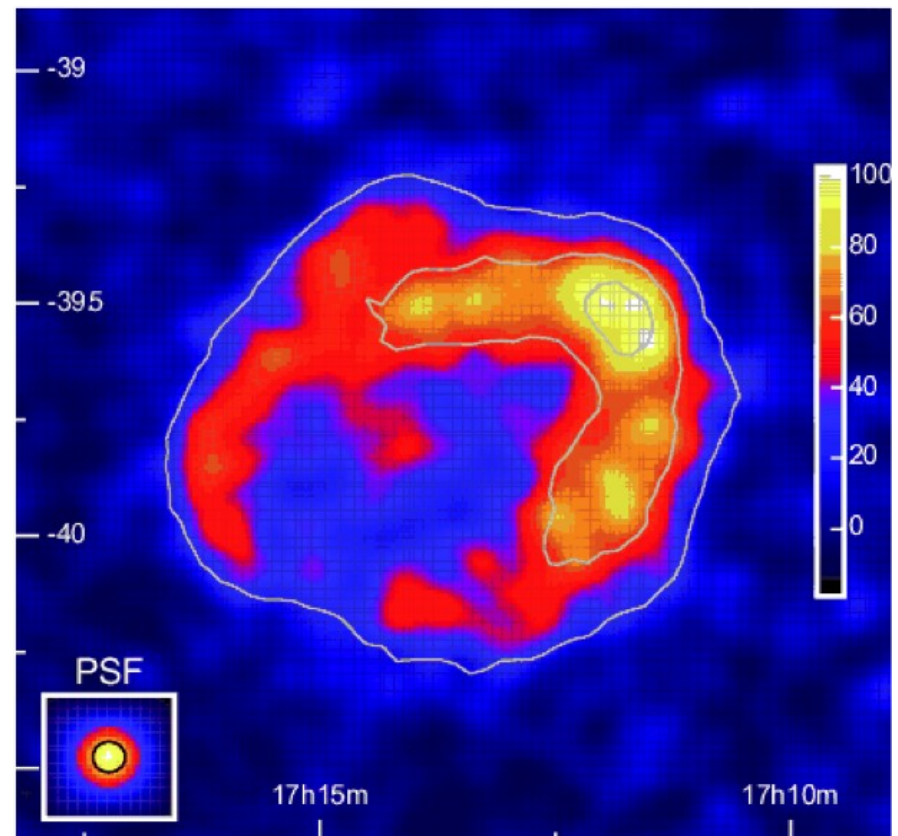
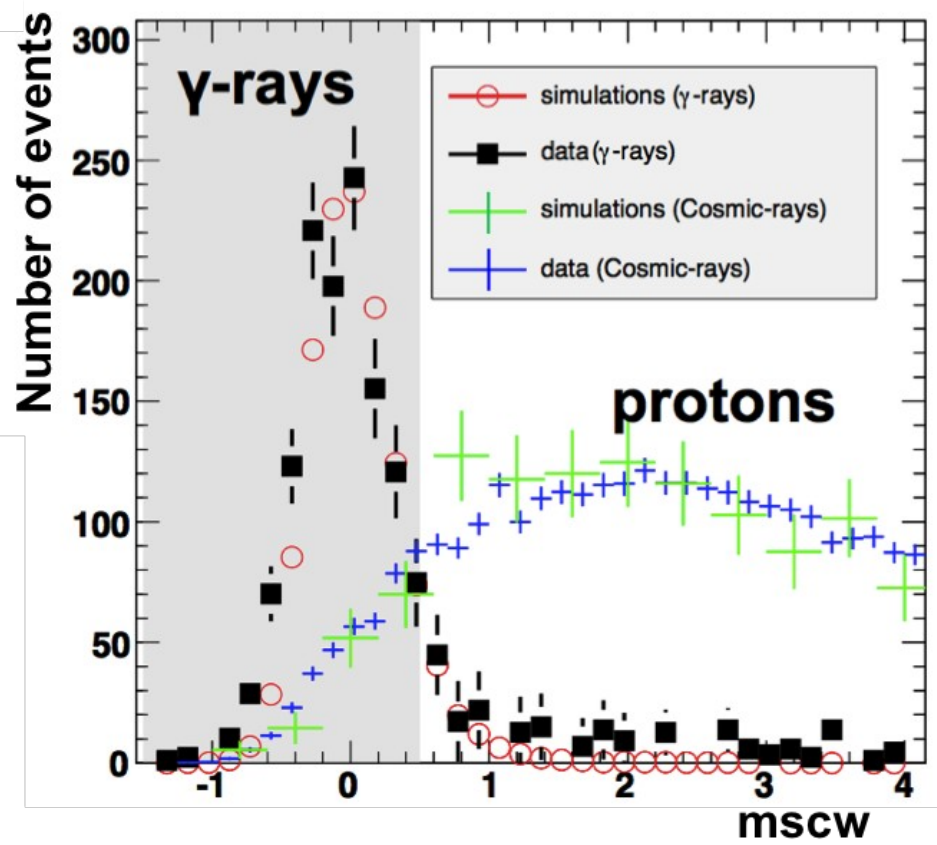
- MAGIC
- A fénysebesség a foton energiájától függ
- Markarian 501 blazar
- 1.2 - 10 TeV fotonok 4 perccel korábban érkeztek 250 - 600 GeV
- Kvantum-hab??



Érdekesség 2

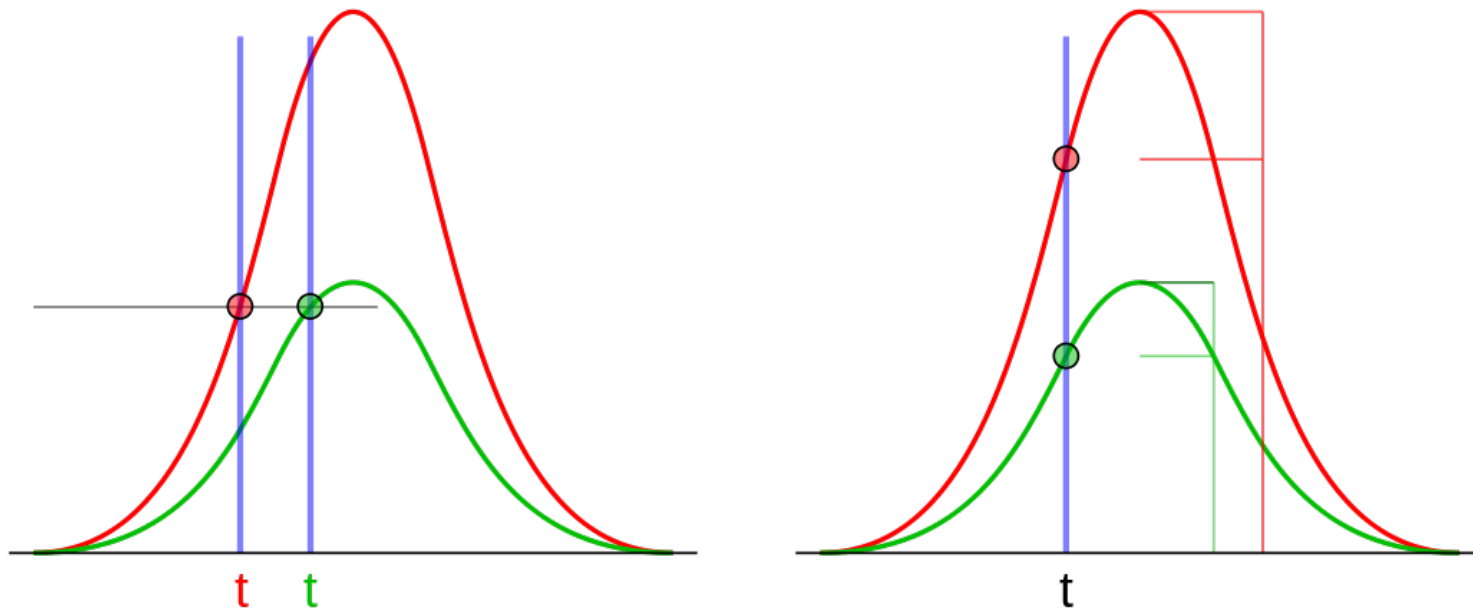
- Milyen messzire látnak a Cserenkov-teleszkópok?
- A gamma-fotonok kölcsönhatnak kóbor fotonokkal
- Nagyobb $E \rightarrow$ Kisebb távolság





RX J1713.7-3946

Constant fraction discriminator vs threshold



Kettős rendszerek

