Neutrínó detektálás

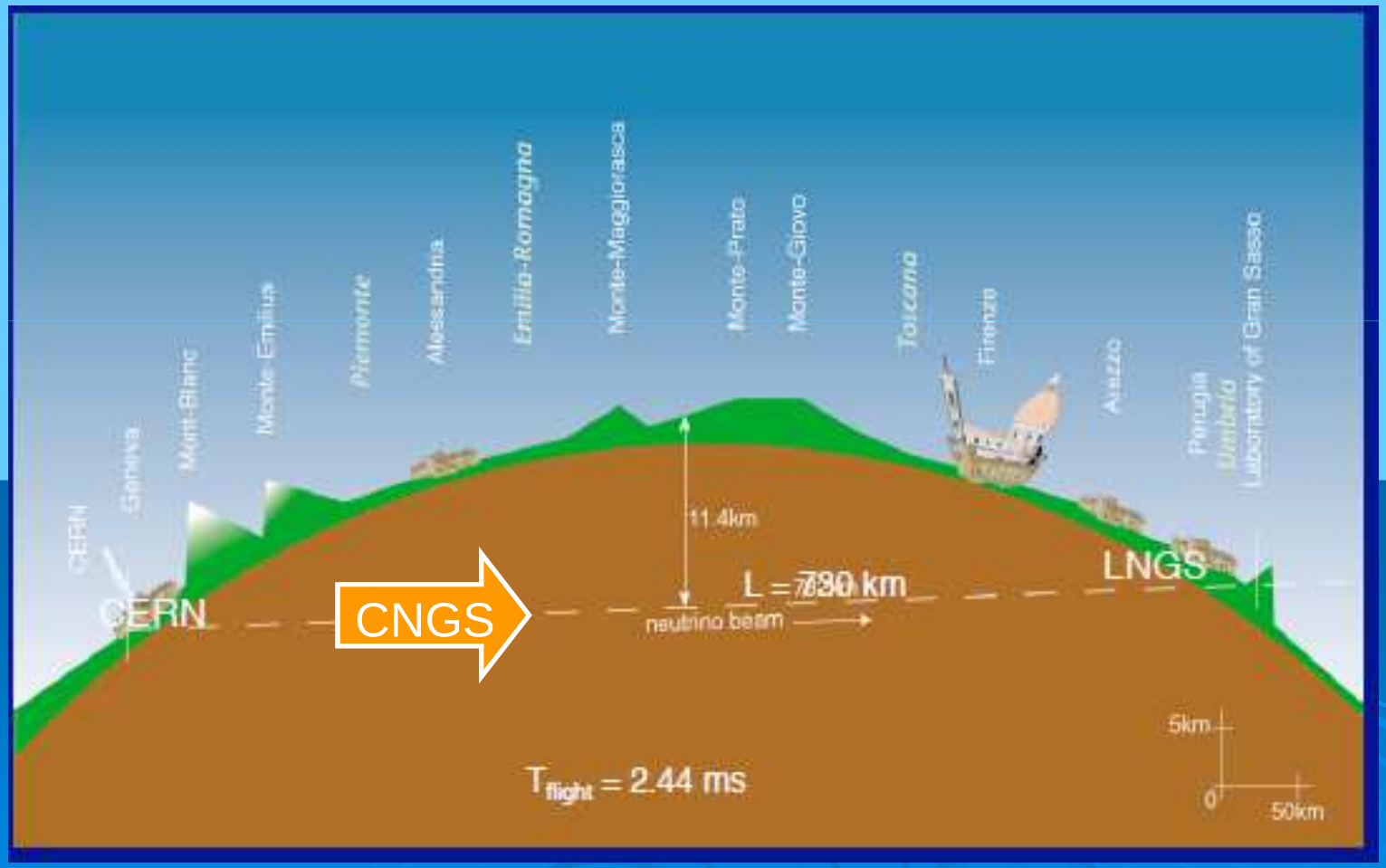
Kis-Tóth Ágnes

Fizika BSC III.

Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Budapest, 2012

OPERA

Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus

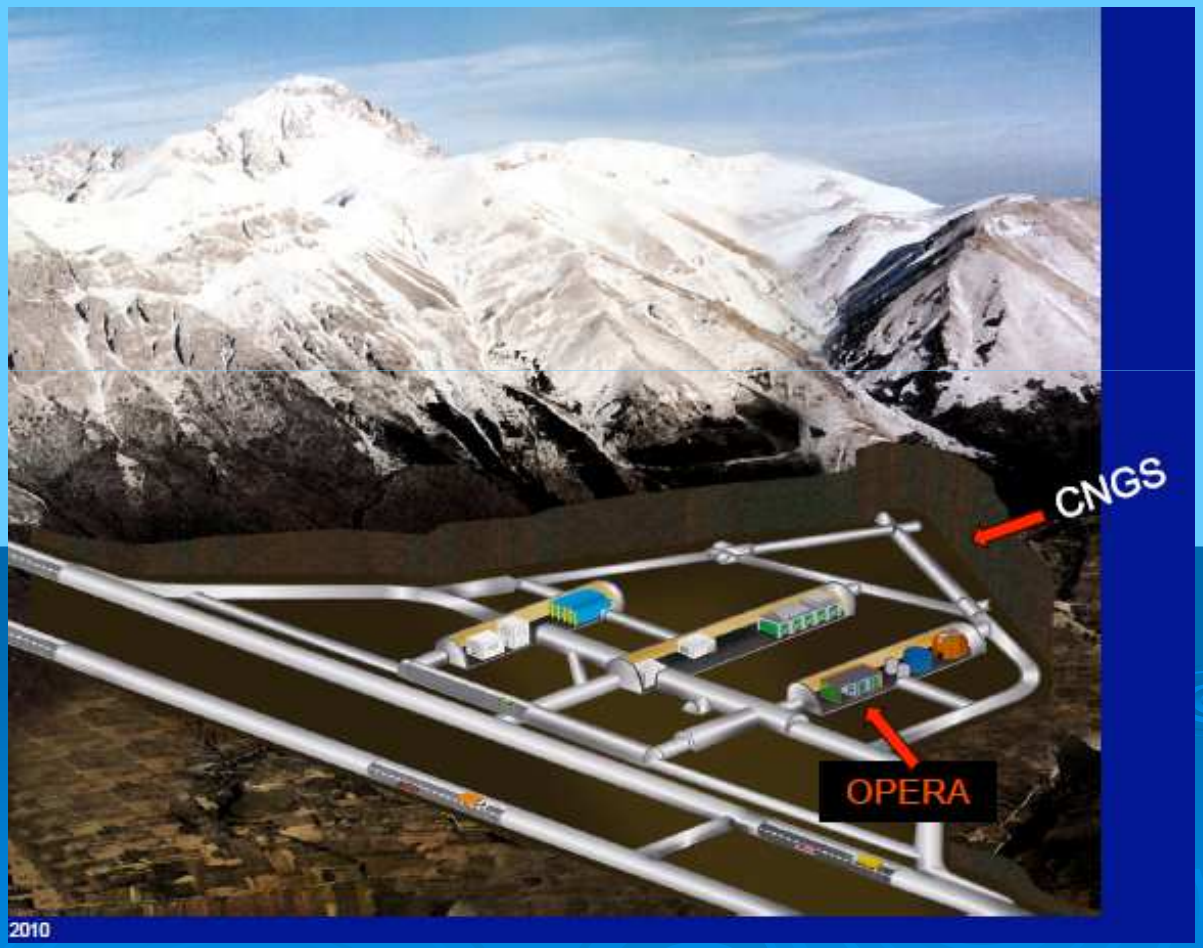


LNGS

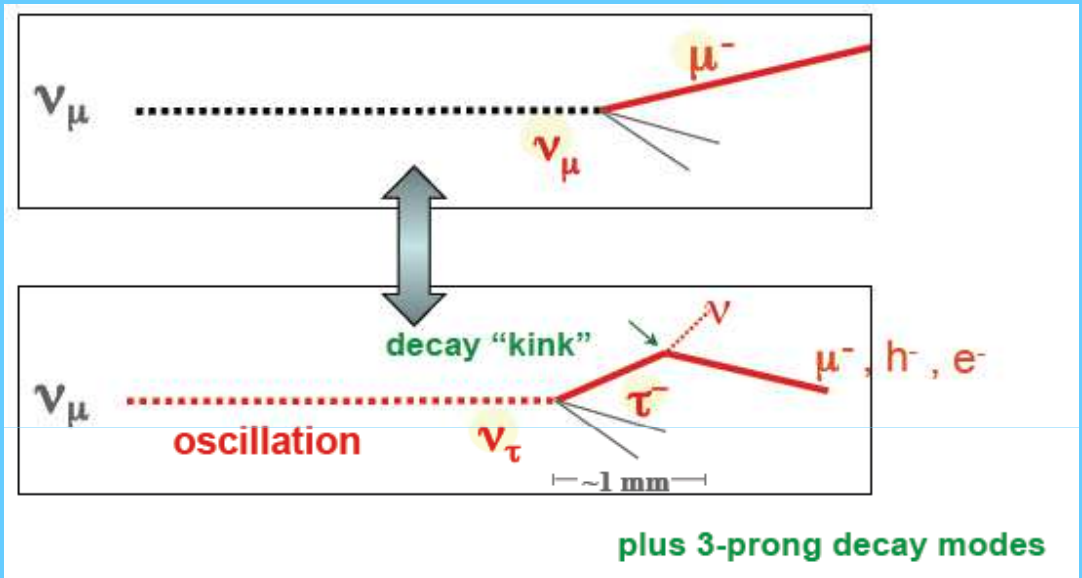
A világ legnagyobb földalatti részecske fizikai laboratóriuma

~180’000 m^3 térfogat
~1400 m–el a felszín alatt, így védve van a kozmikus sugárzás nagy része ellen

Többek között az OPERA és ICARUS kísérletek otthona

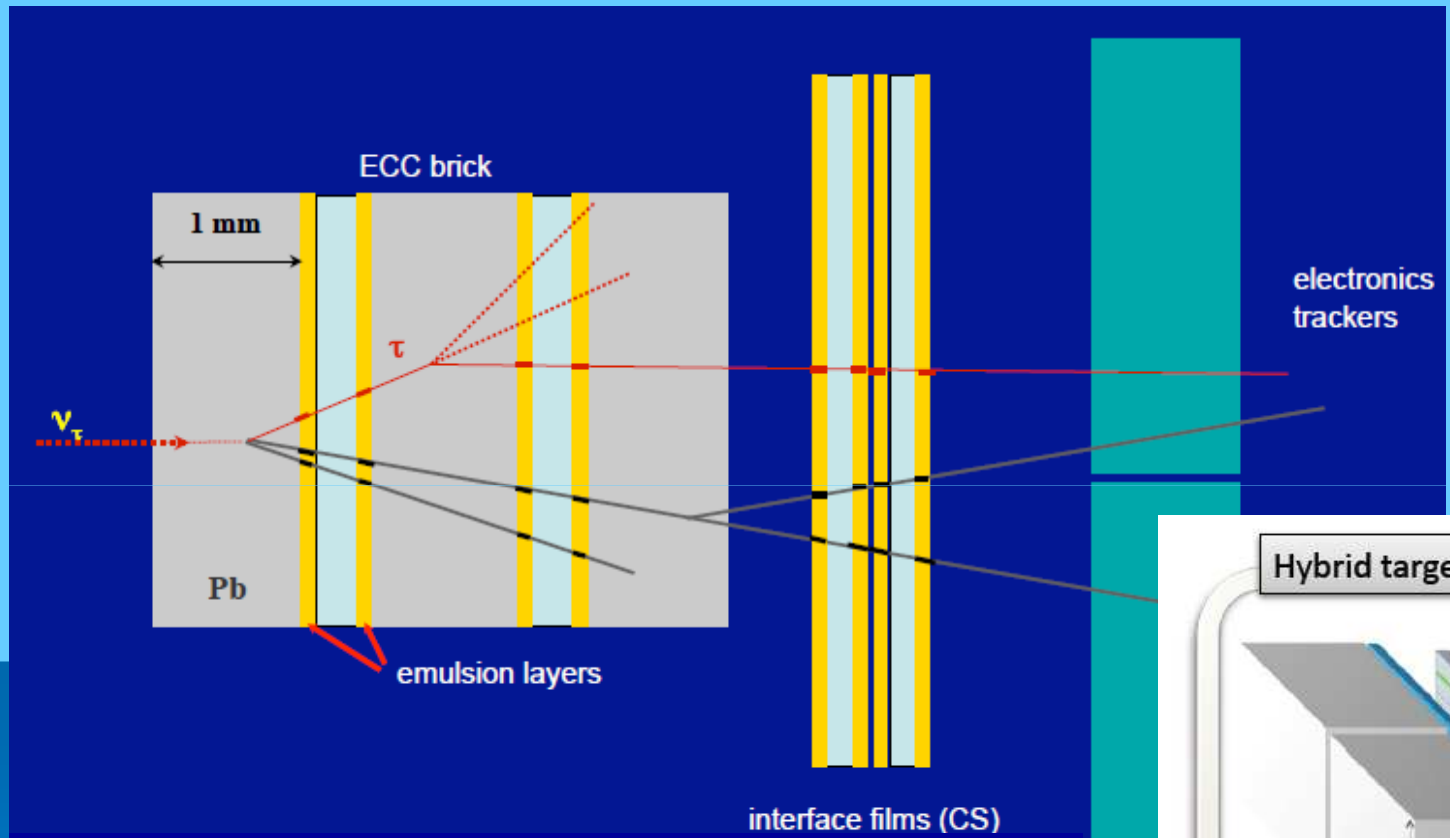


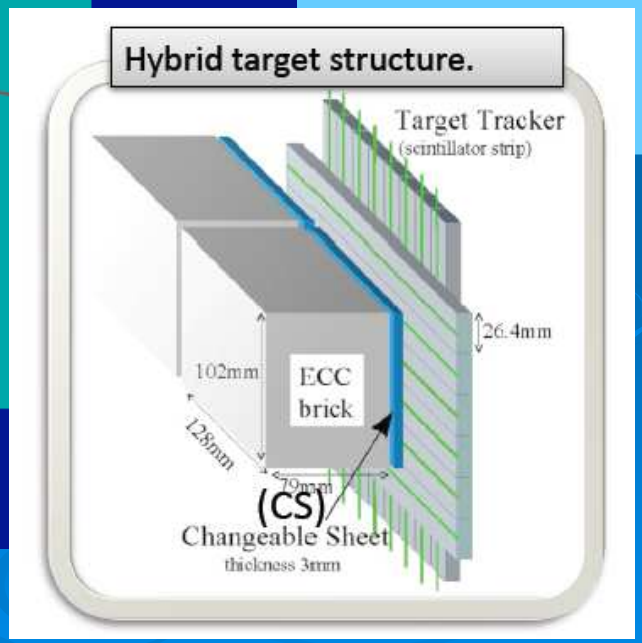
A cél: $\nu_\mu \longrightarrow \nu_\tau$ oszcilláció detektálása



- Hosszú alapvonal
- Nagy energiájú neutrínó nyaláb
- Nagyintenzitású neutrínó nyaláb
- <u>A rövidéletű tau-részecske detektálása</u>

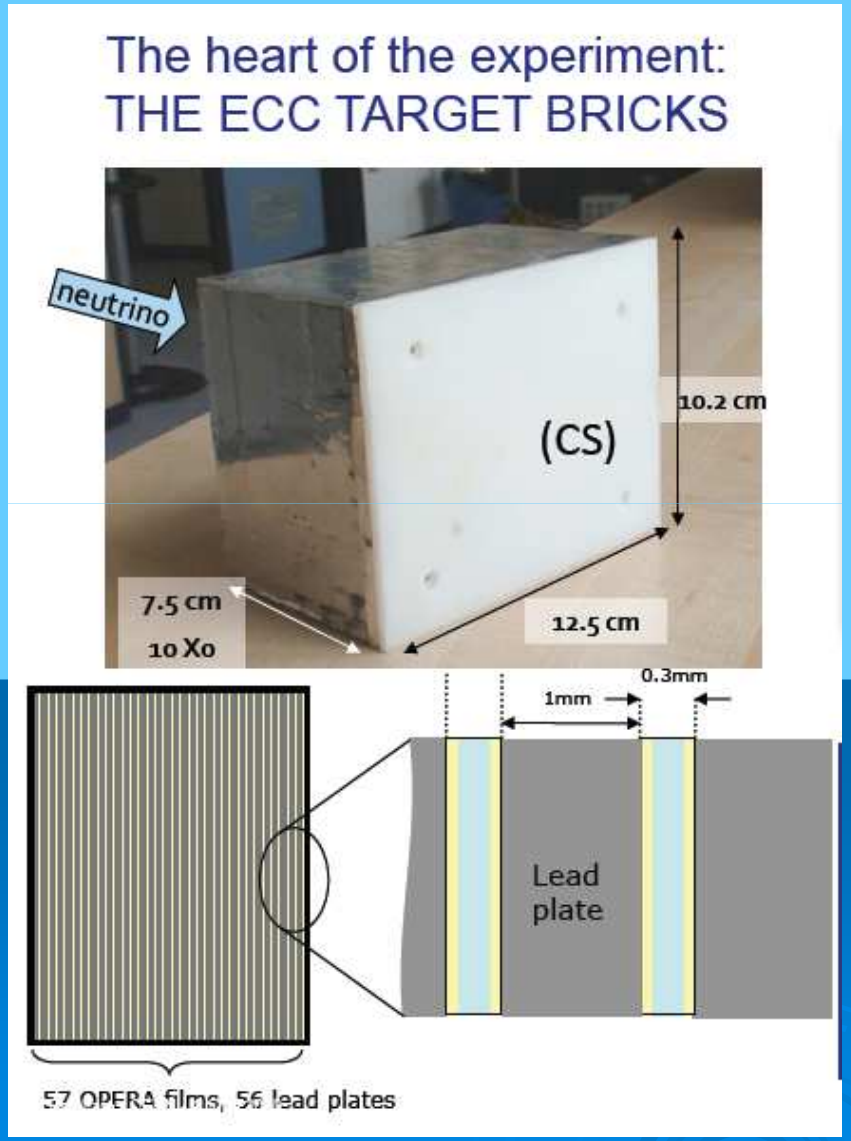
A detektor fő építőelemei





- ECC-Emulsion Cloud Chamber
- Cserélhető lap (Changeable sheet)
- Elektronikus „nyomkövető”

Az ECC téglák



DONUT kísérletben ECC segítségével igazolták a tau-neutrínó létezését

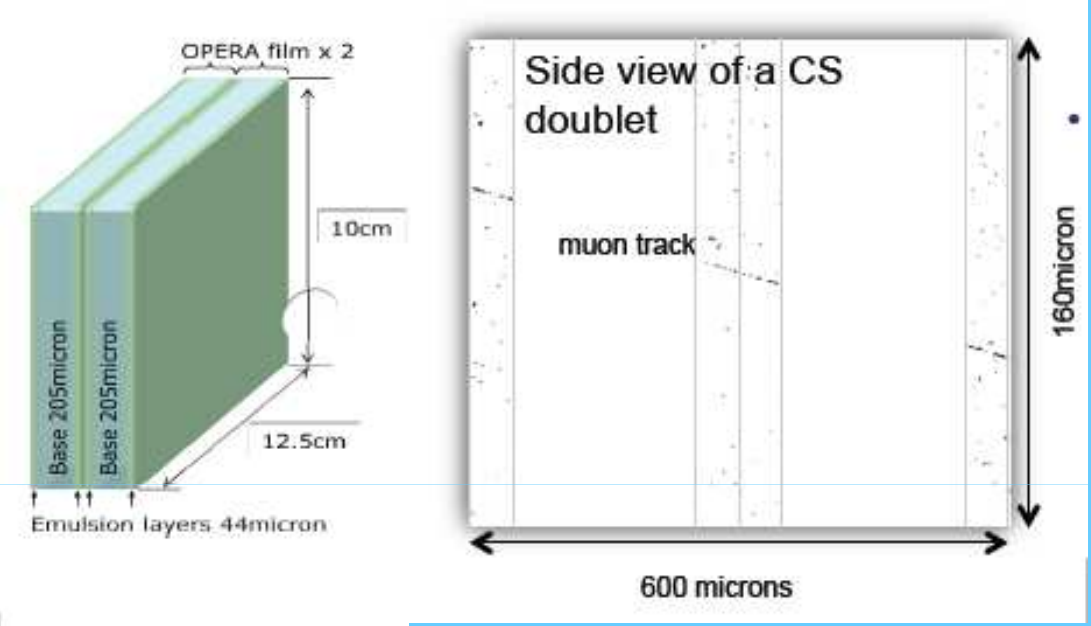
Különbség, hogy ott vas „target”-et használtak, míg az OPERA ólmot

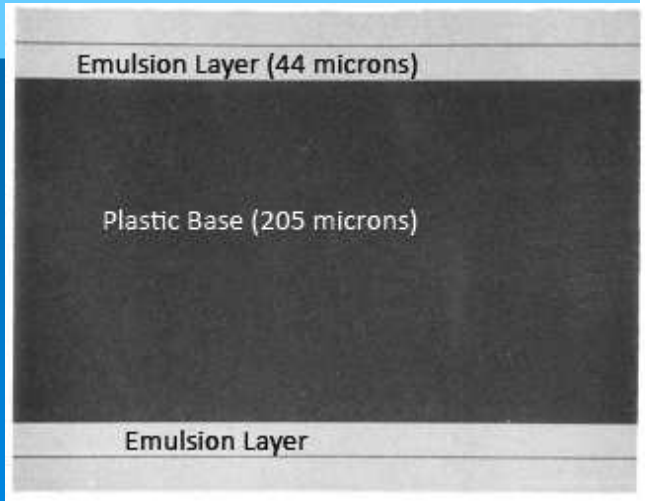
Minden tégla 56 db 1 mm vastag ólomréteget és közöttük 0,3 mm vastag fotoemulziós réteget tartalmaz ~8,3 kg

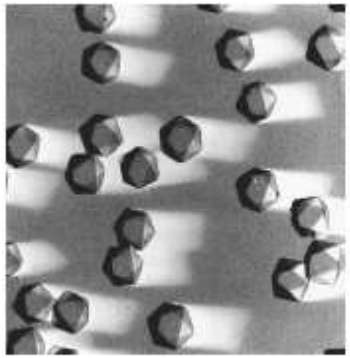
Összesen 150 ezer tégla építi fel az OPERA-t

Changeable sheets (CS)

- Két fotoemulziós réteg
- Helyben cserélhető
- Alacsony a háttér „szennyeződés”







AgBr

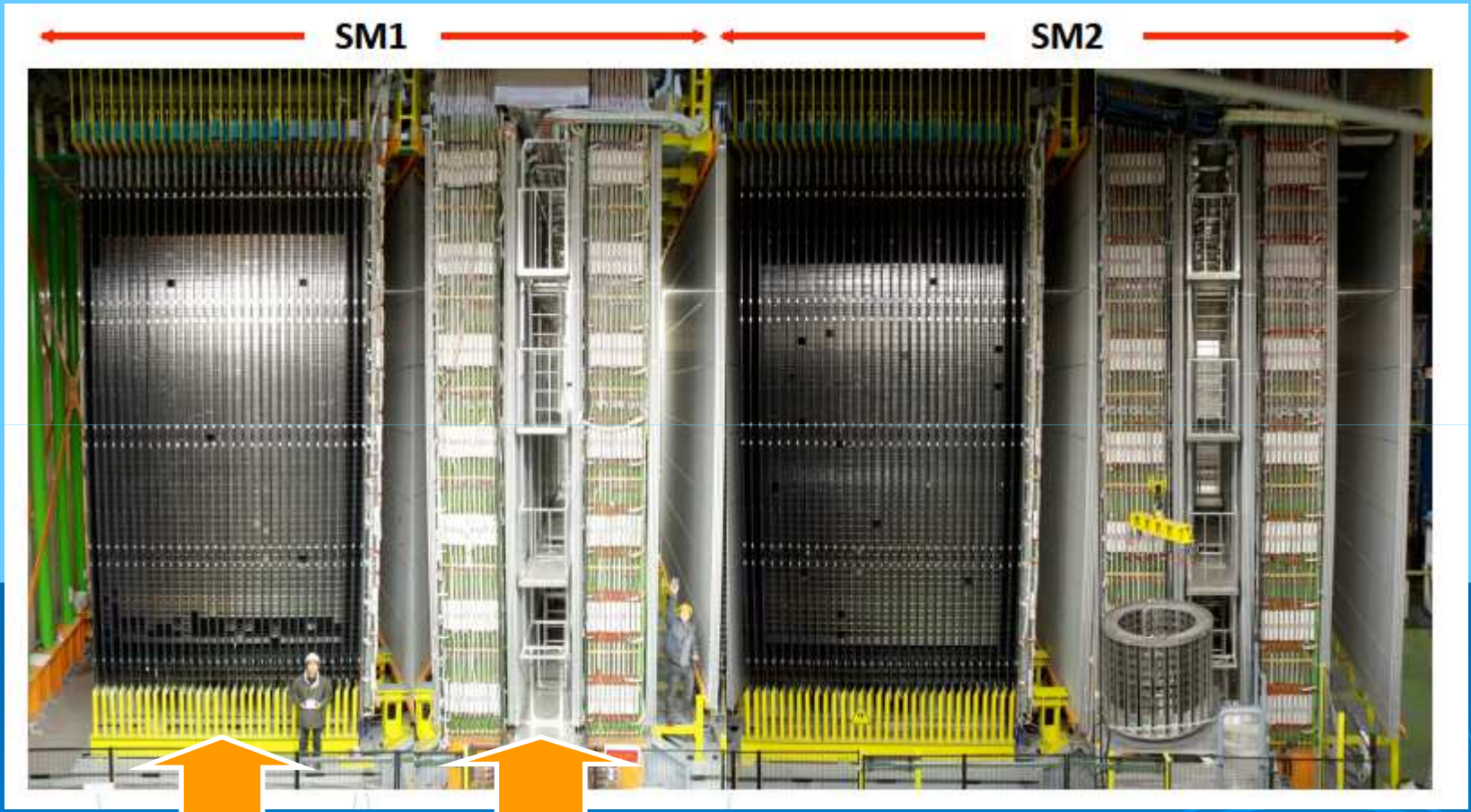
- AgBr kristályok
- ~200 nm
- ~10^{13} „detektor” rétegenként

Elektronikus nyomkövetők

<u>Szcintillátor szalagok</u>
~ 99% hatékony detektálás
Helyzet pontosság: ~8 mm
Szög pontosság: ~ 20 mrad

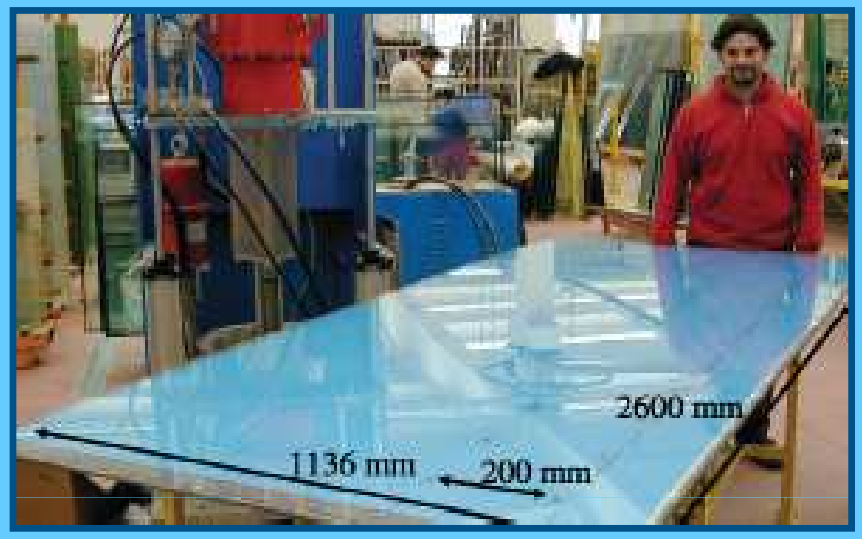
ECC tartó tálcák
~0,5%-a a céltömegnek

Az összeállított OPERA

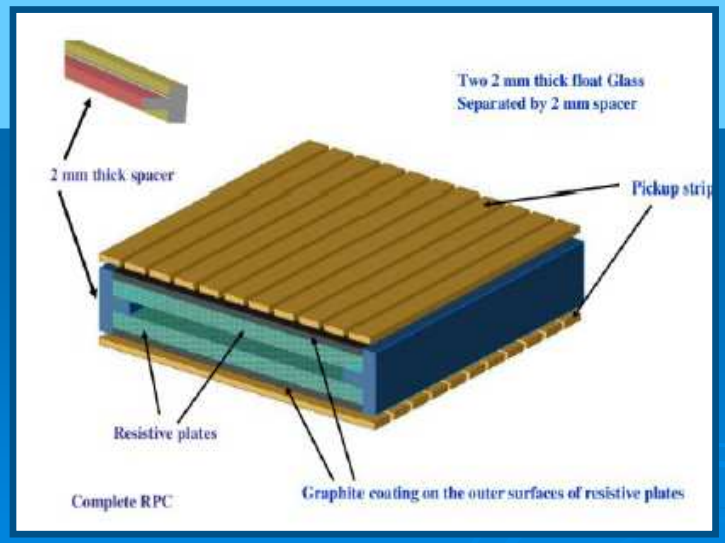


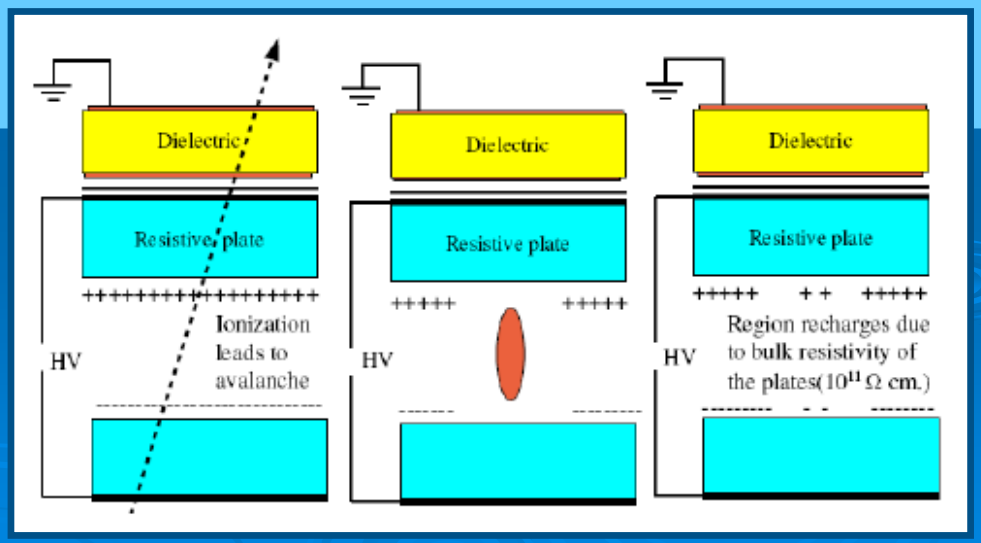
A célterület Spektrométer ➡ RPC-k

Glass Resistive Plate Chambers (RPC)



- ~3200m^2 bakelit RPC
- Pontos helymeghatározás
- Hatékony detektálás (>90%).
- Künnyű összeszerelhetőség
- Egyszerű kiolvasó electronika
- Jó időbeli felbontás (~1ns)

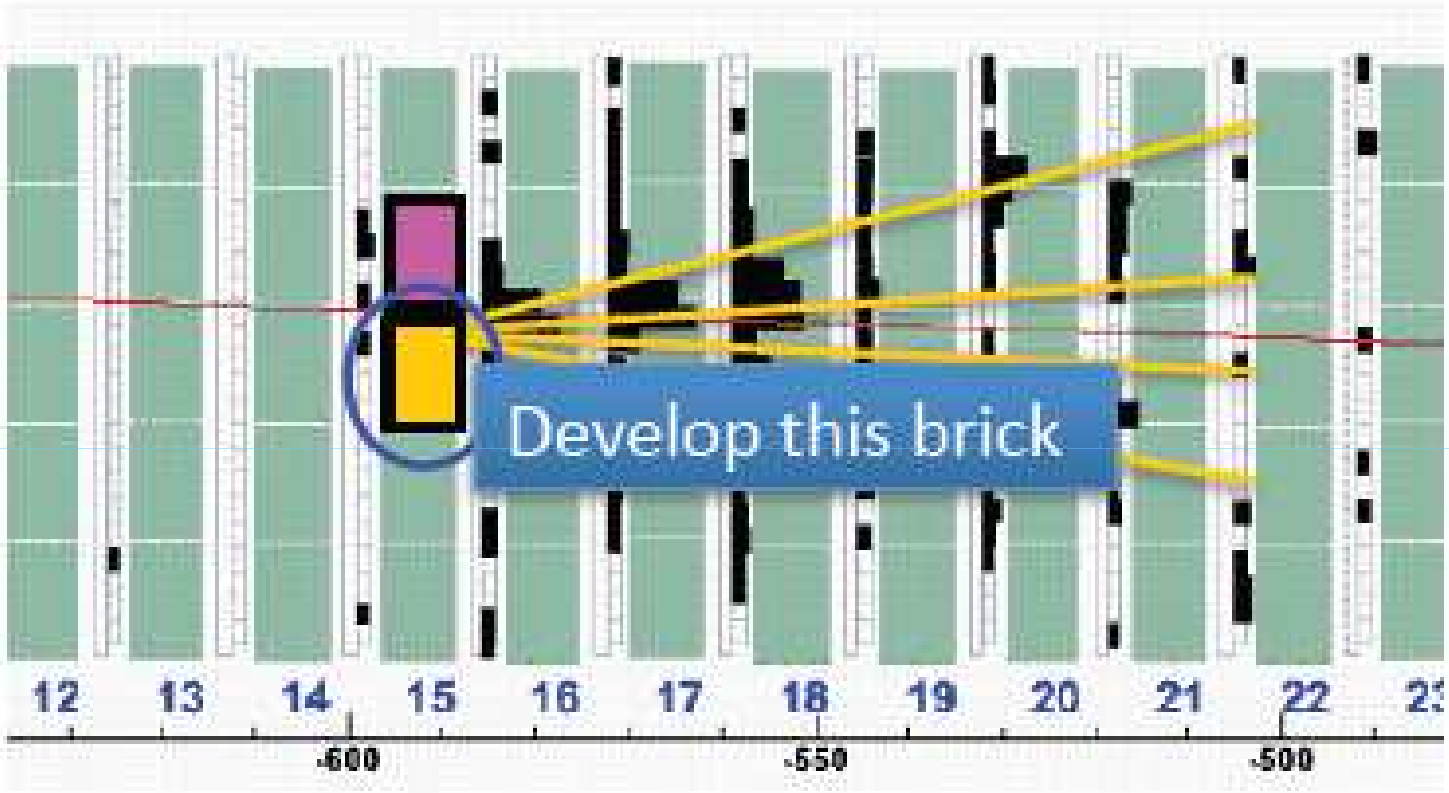




Brick manipulator system (BMS)

Teljesen automata a téglák cseréje
~ 25 tégla / 8 óra
A neutrínók detektálása és a téglák cseréje párhuzamosan zajlik

Egy tégla kijelölése



Az elektronikus nyomkövetők adatai alapján egy szoftver kiválasztja a téglát ahol a legnagyobb valószínűséggel található a neutrínó-kölcsönhatáshoz tartozó vertex

Kiértékelés

CS
- A rétegeket leválasztják és helyben előhívják
- Hitelesíti a kiválasztott téglát
- Segíti a téglán belüli nyomvonalak megtalálását

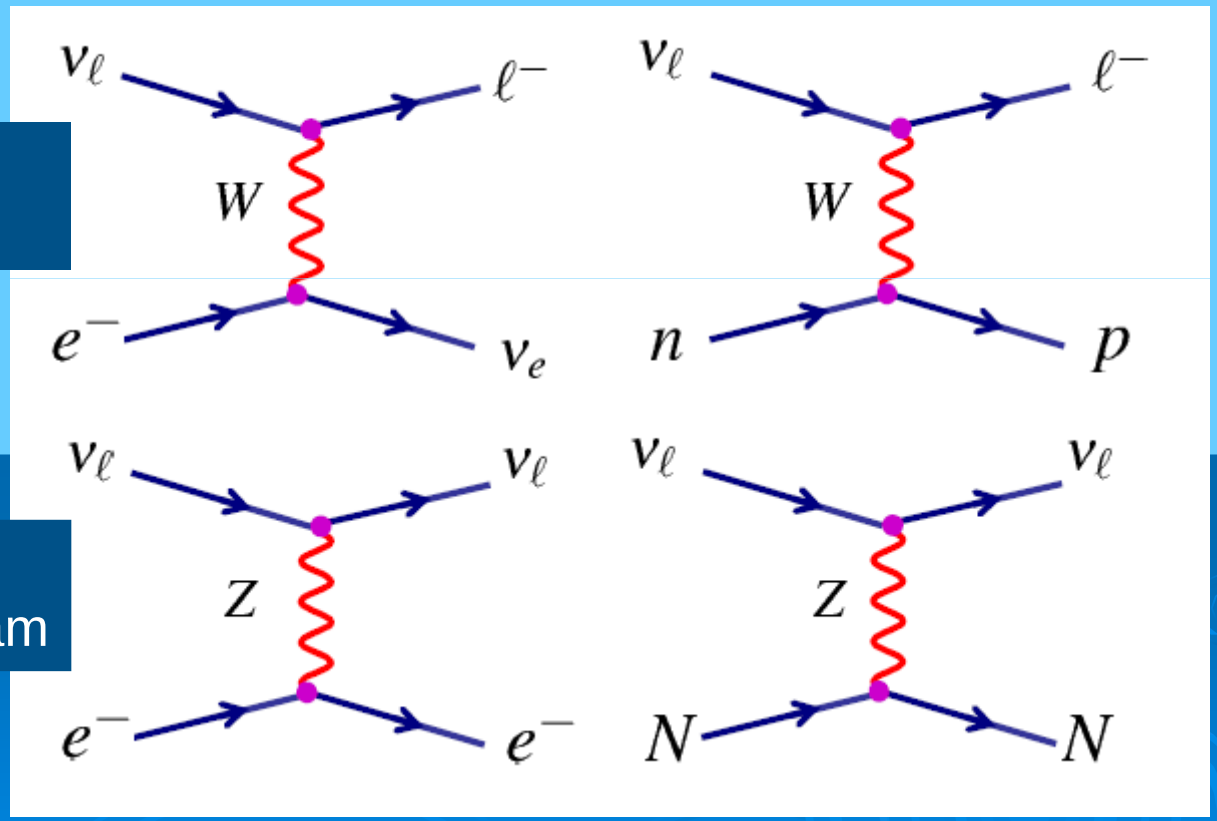
Kiválasztott téglák a 12 kiértékelő labor egyikébe kerülnek

Neutron és anyag kölcsönhatása

Elektron target | nukleon target

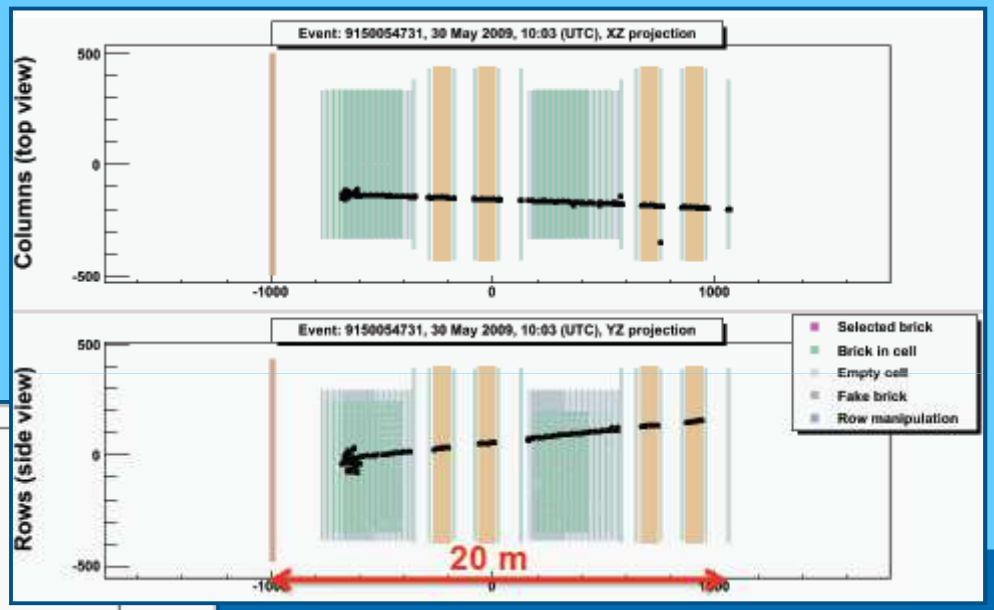
Charged current (CC)
Töltött gyenge áram

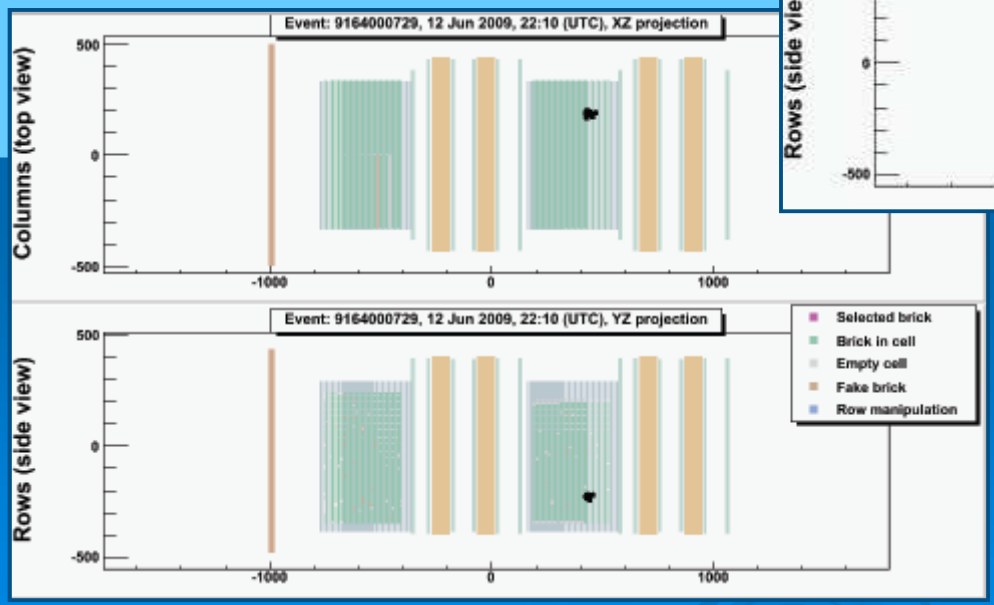
Neutral current (NC)
Semleges gyenge áram



Tipikus ν_μ CC és NC kölcsönhatás

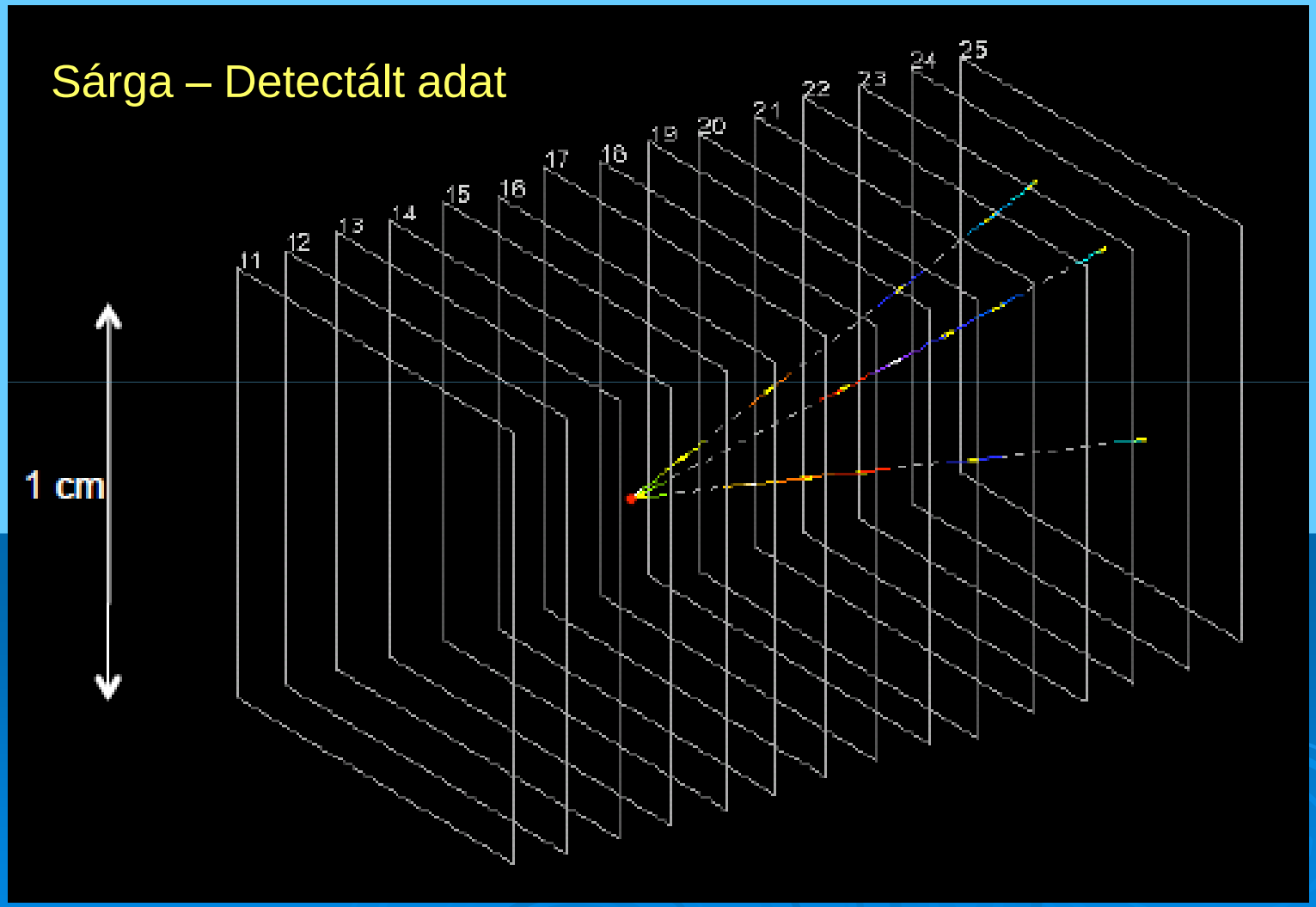
Charged current (CC)



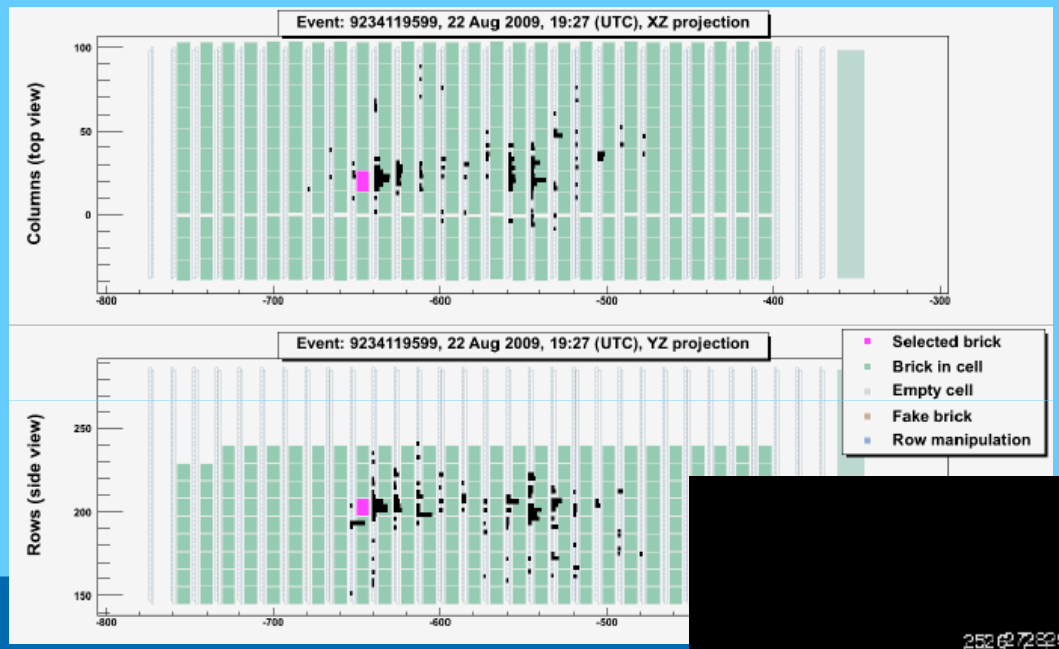


Neutral current (NC)

A kapott kép

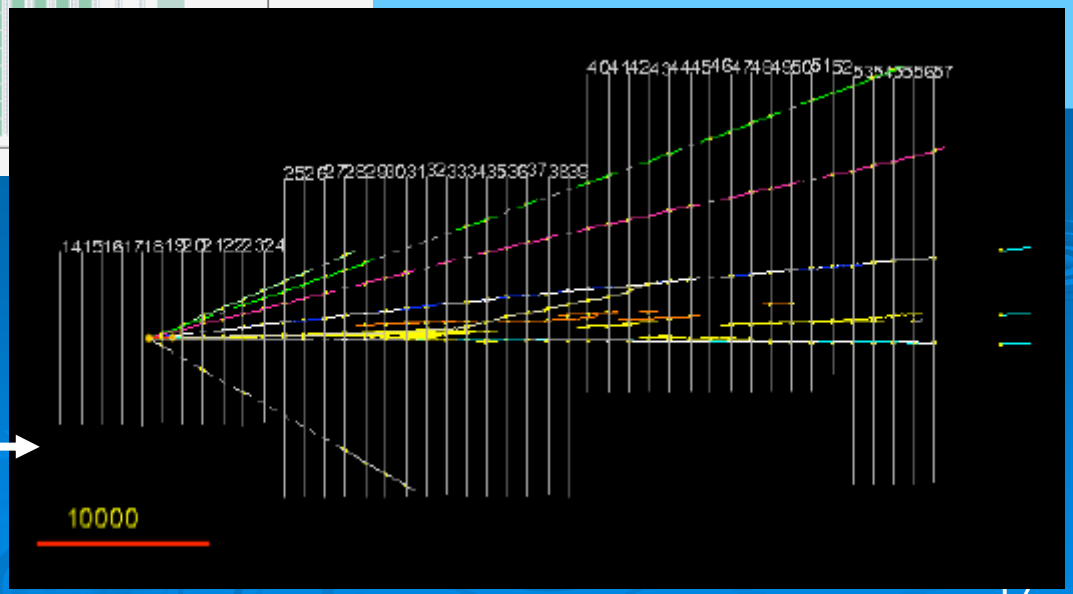

Sárga – Detectált adat
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
1 cm

A várva várt ν_τ

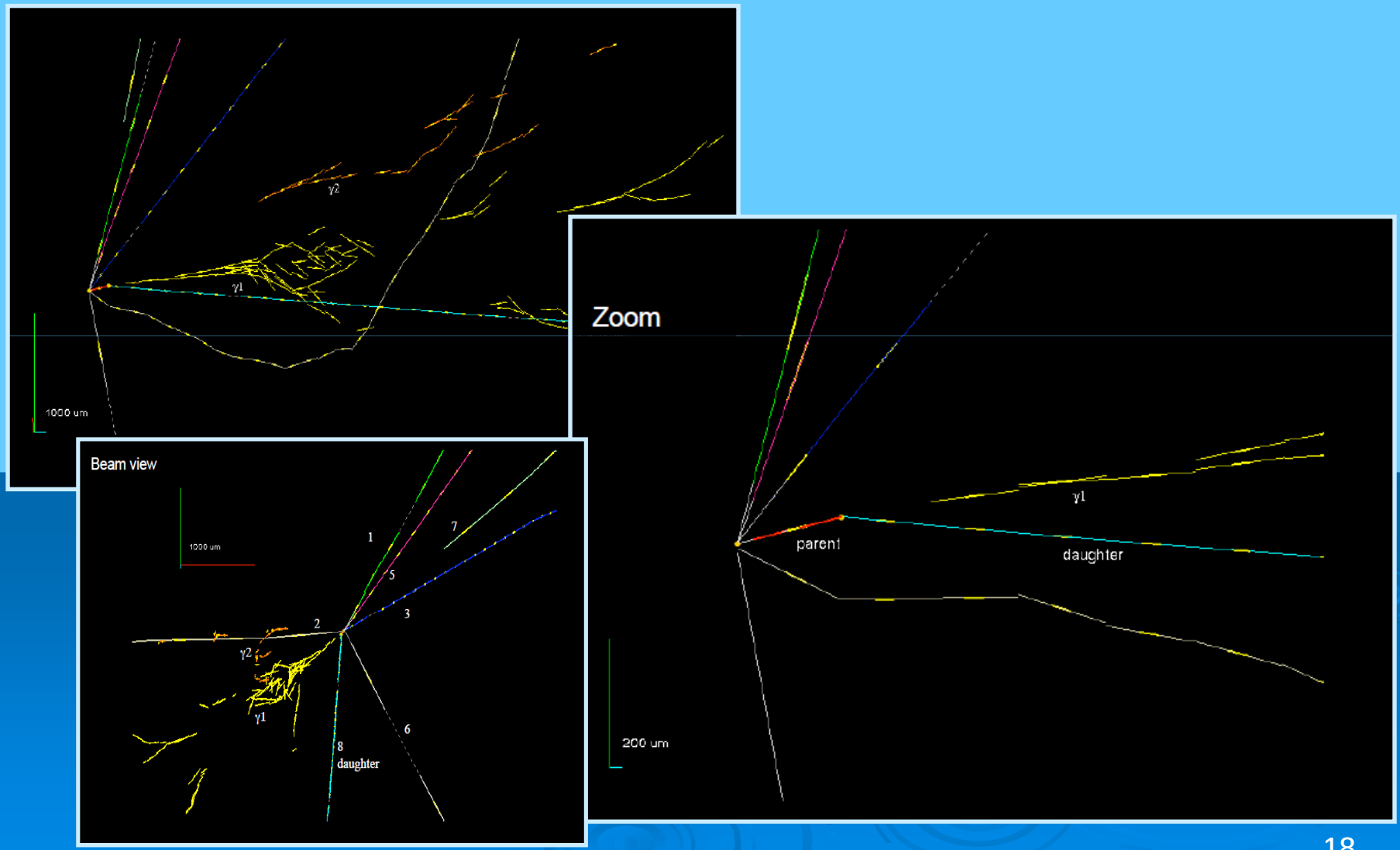


Müon-mentes esemény
22 August 2009
Elektronikus detektorok
képe

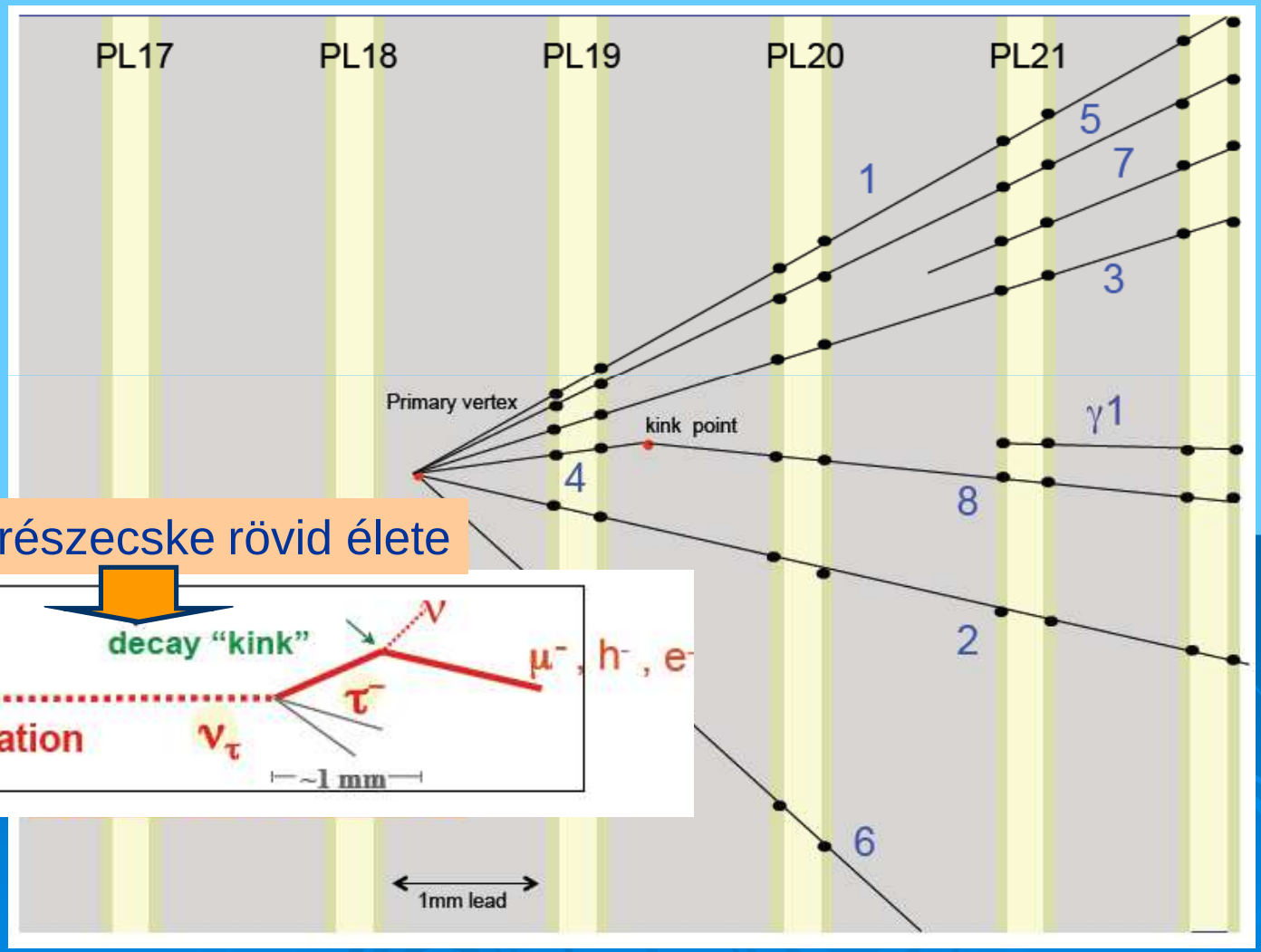
A CS-től a vertex-ig →



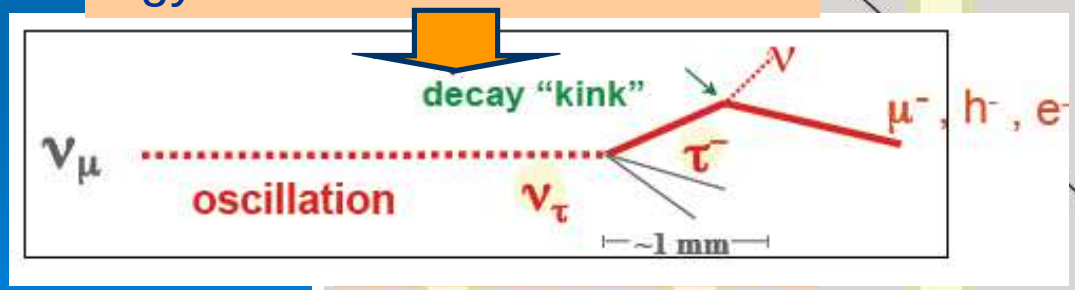
A vertex közelebbi feltérképezése



A sarkalatos sarok



Egy tau részecske rövid élete



Konklúzió

- One muonless event showing a $\tau \rightarrow$1-prong hadron decay topology has been detected and studied in detail. It passes all kinematical cuts required to reduce thephysics background. It is the first ν_τ candidate event in OPERA.

- The observation of 1 candidate signal event within the analyzed sample allows us to exclude at the 90% CL Δm^2_{23} values > 7.5 x 10-3 eV2 (full mixing).

- By considering the 1-prong hadron channel only, the probability to observe 1 event due to a background fluctuation is 1.8%, for a statistical significance of 2.36 σ on the measurement of a first $\nu\tau$ candidate event in OPERA.

- If one considers all decay modes included in the search, the probability to observe 1 event for a background fluctuation is 4.5%. This corresponds to a significance of 2.01 σ.

Köszönöm a figyelmet!