

# Kísérleti részecskefizika

## Új kiértékelési módszerek

Siklér Ferenc

*MTA Wigner FK*

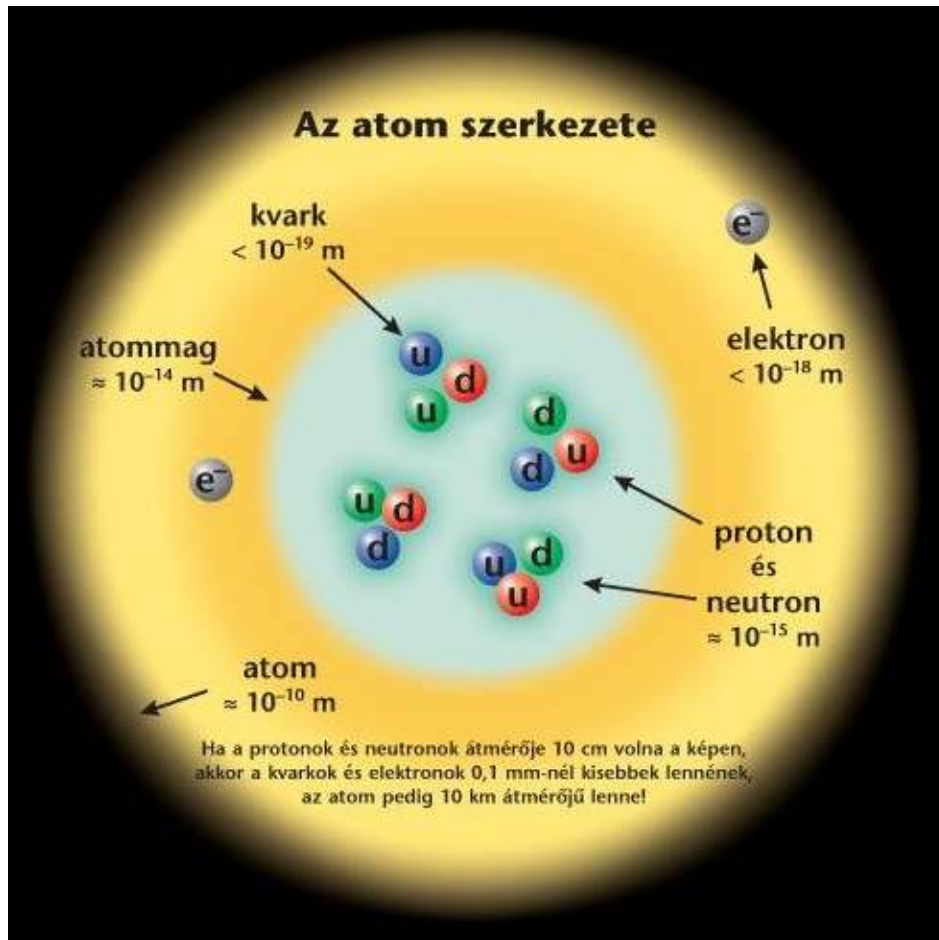
*sikler.ferenc@wigner.mta.hu*



ELTE, TDK hét

Budapest, 2018. november 12.

# Elemi részecskék és kölcsönhatások



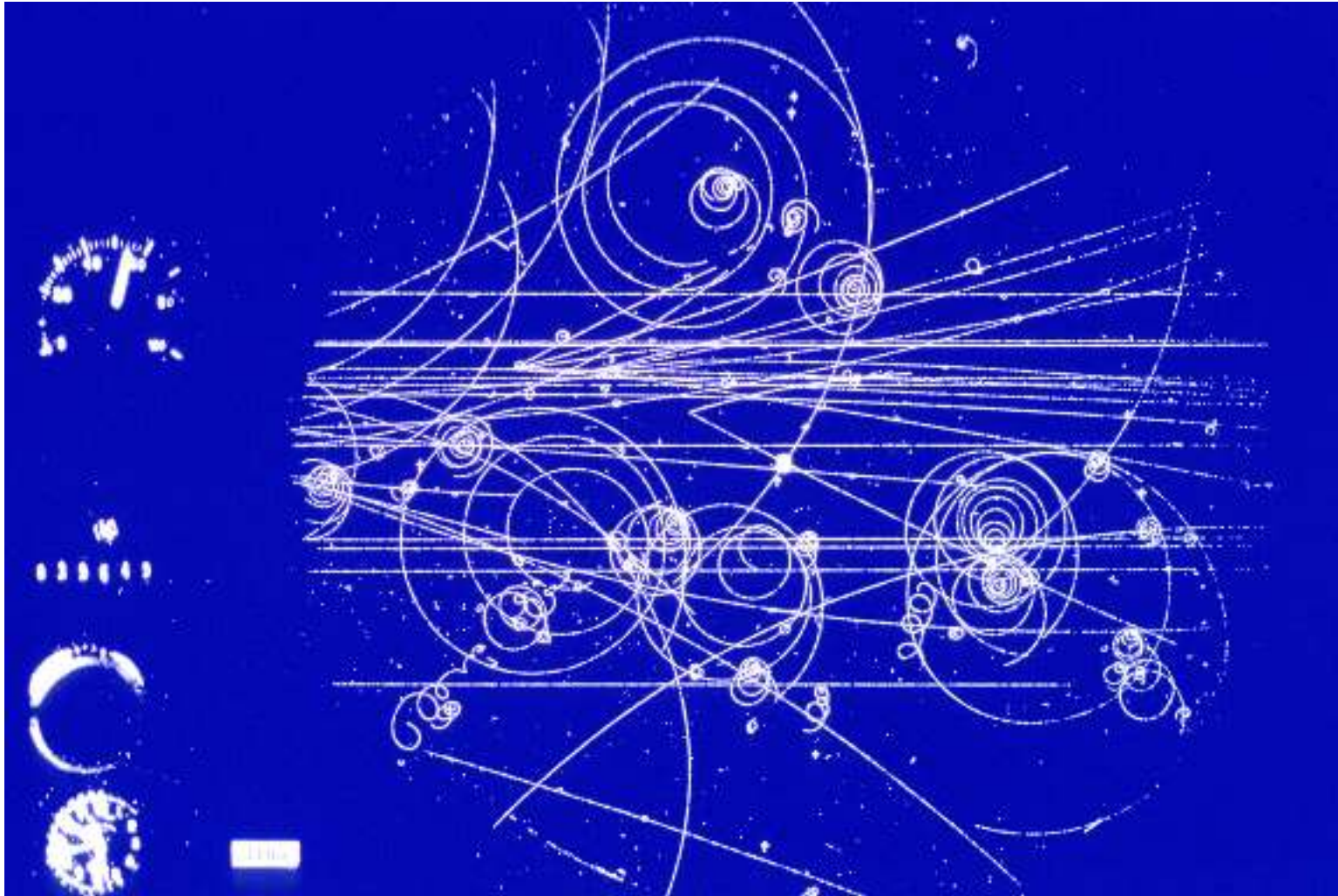
Az anyagi részecskék három családja (fermionok)

	I	II	III	
tömeg →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
töltés →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
név →	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b><math>\gamma</math></b> foton
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
<b>Kvarkok</b>	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>g</b> gluon
	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	<b><math>\nu_e</math></b> elektron-neutrínó	<b><math>\nu_\mu</math></b> műon-neutrínó	<b><math>\nu_\tau</math></b> tau-neutrínó	<b>Z</b> Z-bozon
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	$\pm 1$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
<b>Leptonok</b>	<b>e</b> elektron	<b><math>\mu</math></b> műon	<b><math>\tau</math></b> tau	<b>W<math>^\pm</math></b> W bozon

**Bozonok (kölcsönhatások)**

Elektromágneses, gyenge, erős; tömegvonzás  
A részecskefizika Standard Modellje





16 GeV  $\pi^-$  nyaláb, folyékony hidrogén buborékkamra (1970)

Új jelenségek? Nagyobb energia

# Nagy Hadronütköztető (LHC)

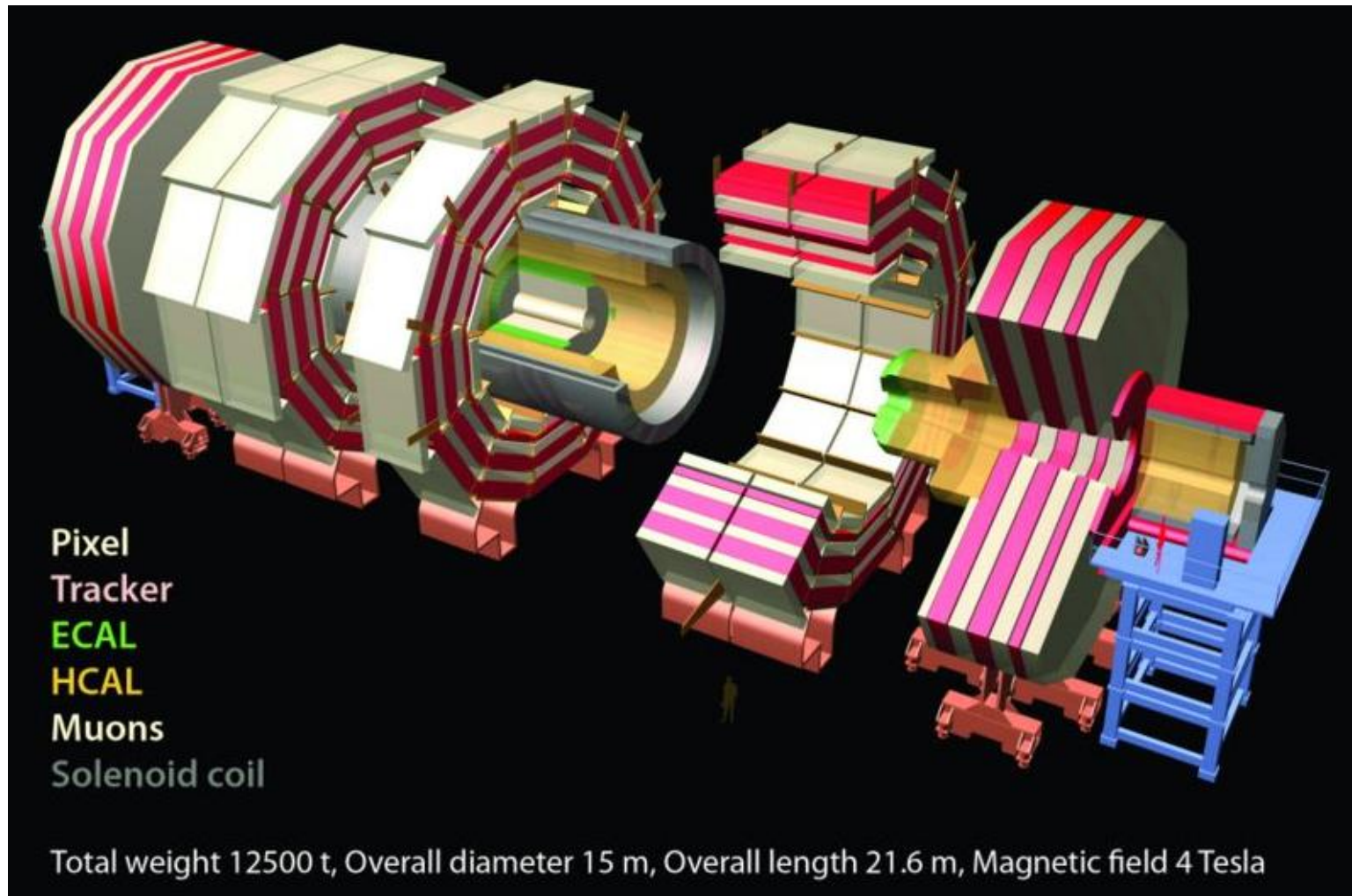
---



27 km kerületű gyűrű a föld alatt

CERN, Genf, Svájc

# A CMS detektor (Compact Muon Solenoid)

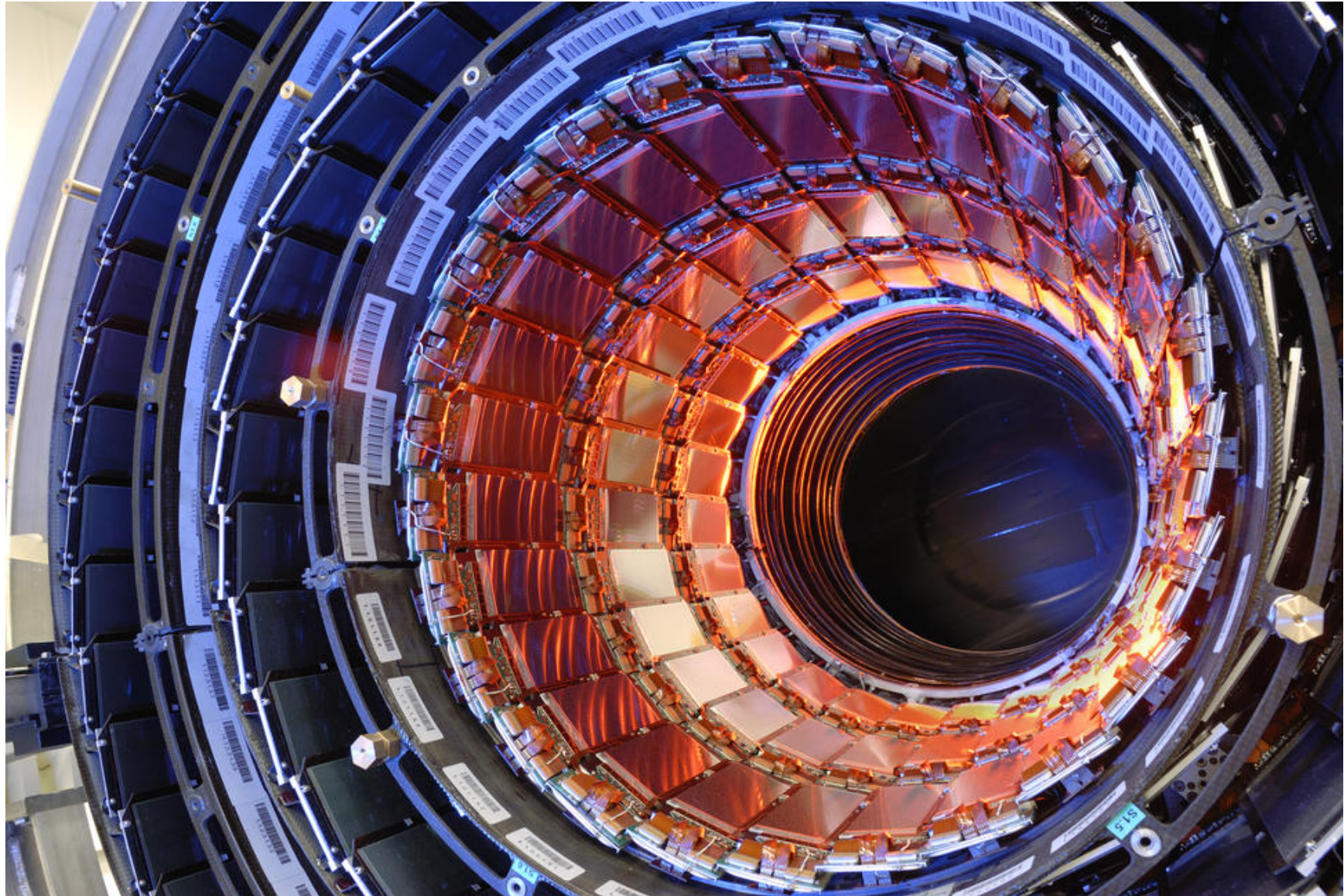


p-p program: a Higgs-bozon felfedezése, a szuperszimmetria keresése

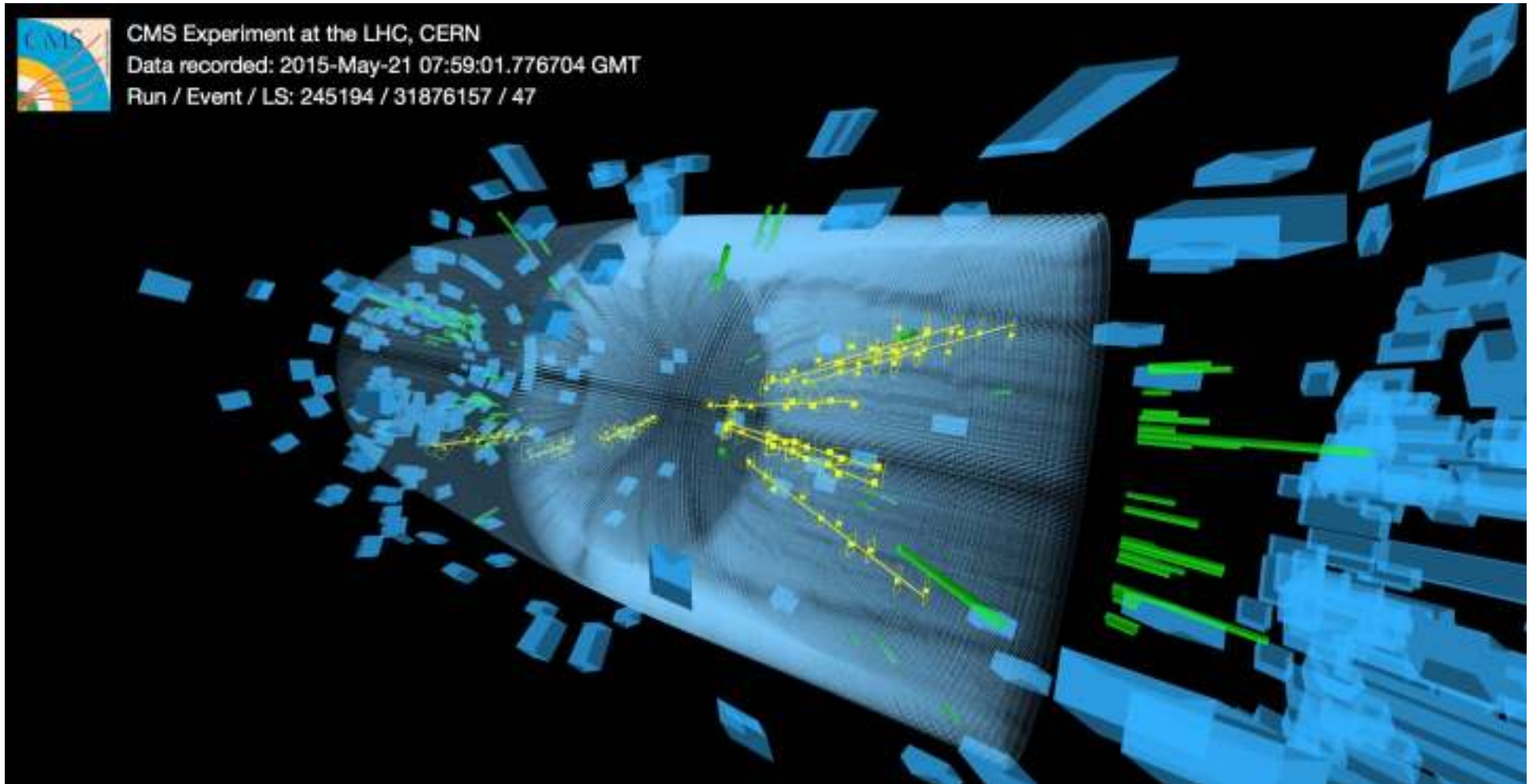
Nehézion program: maganyag extrém körülmények között

# Szilícium nyomkövető

---

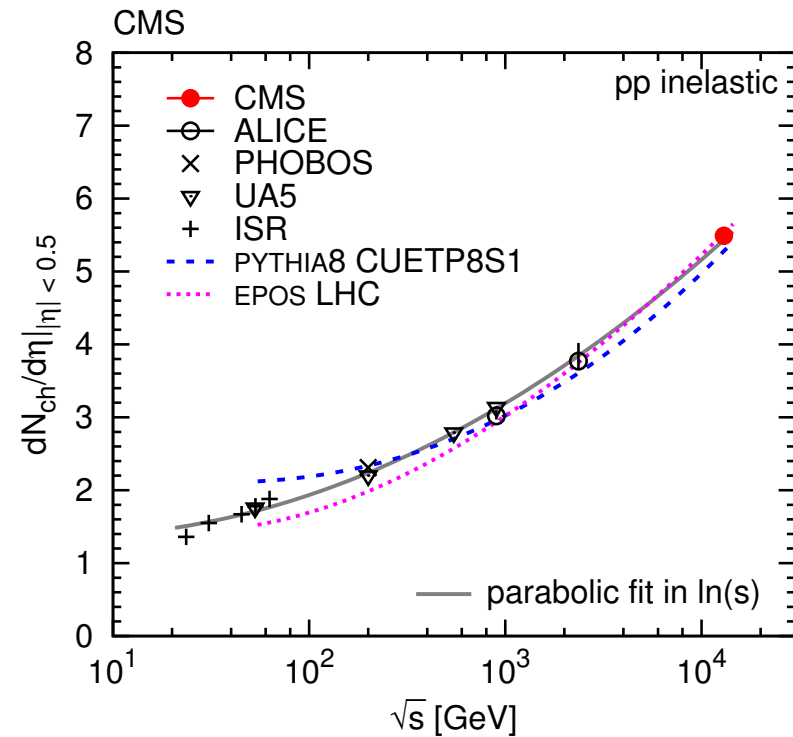
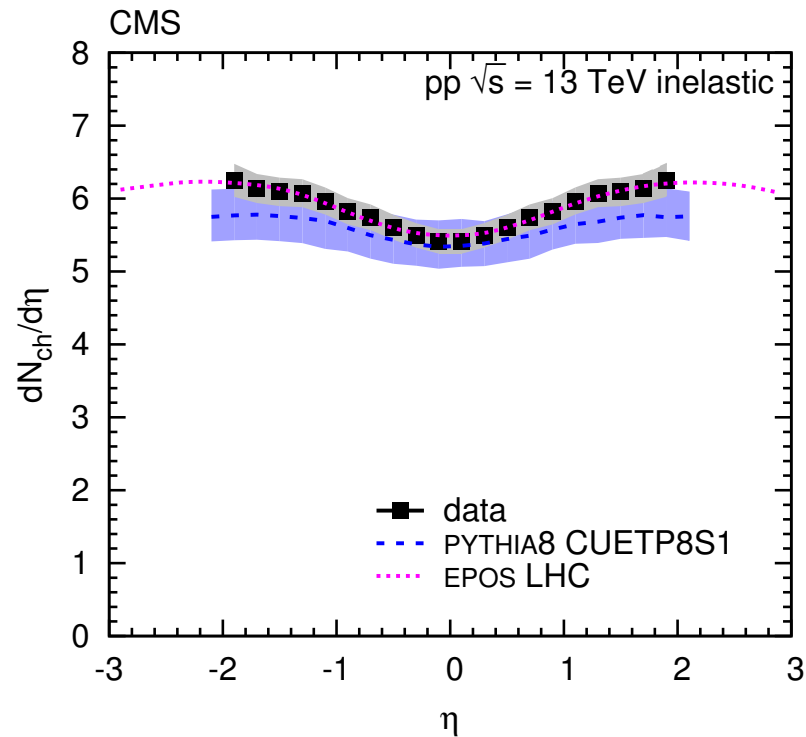


# Proton-proton ütközések



Erős kölcsönhatás tanulmányozása: háttér, de magában is érdekes

# Proton-proton ütközések



CMS Collaboration, Phys Lett B **751** (2015) 143-163

Vezető szerep a CMS kísérlet első publikációiban  
A keltett részecskék szög- és impulzuseloszlása



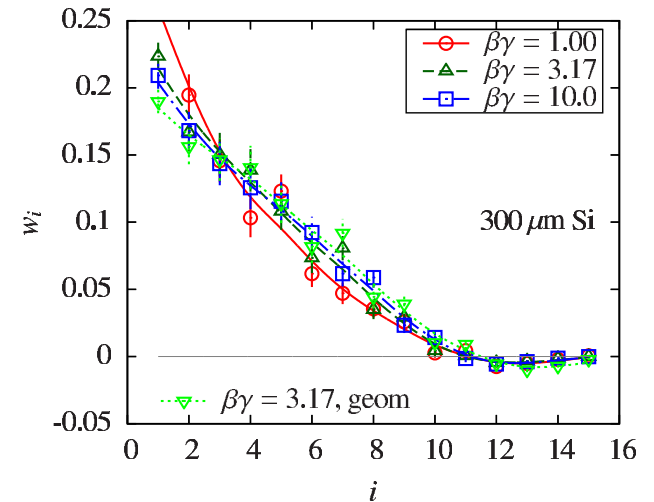
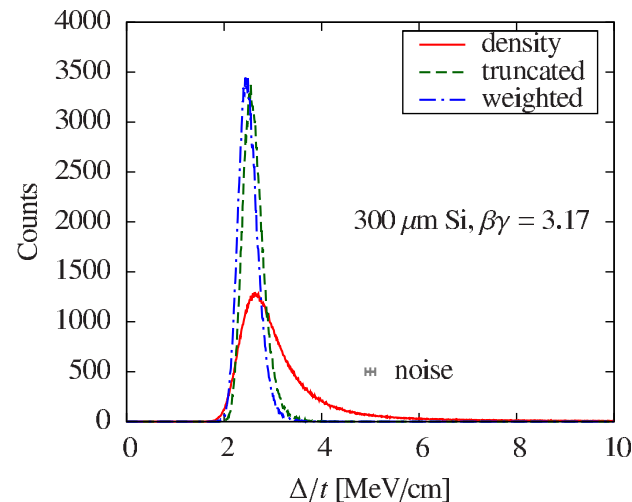
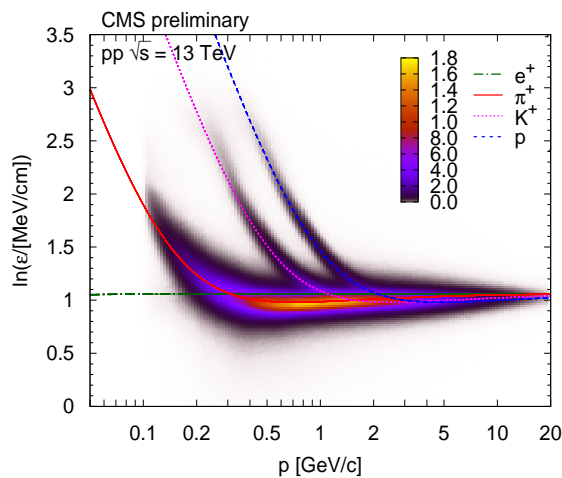
# Korábbi TDK-zók – részecskék azonosítása

- Miért érdekes, mit tudunk?

- **milyen részecske?** a leadott energia ( $dE/dx$ ) sebességfüggő
- egy részecskét több pontban mérünk,  $m_i = dE_i/dx_i$

- Hogyan?

- nézzük a sorba rendezett  $m_i$  értékek súlyozott átlagát,  $m_w$
- keressük **w súlyokat** relatív felbontás a legkisebb,  $w \propto V^{-1} m$

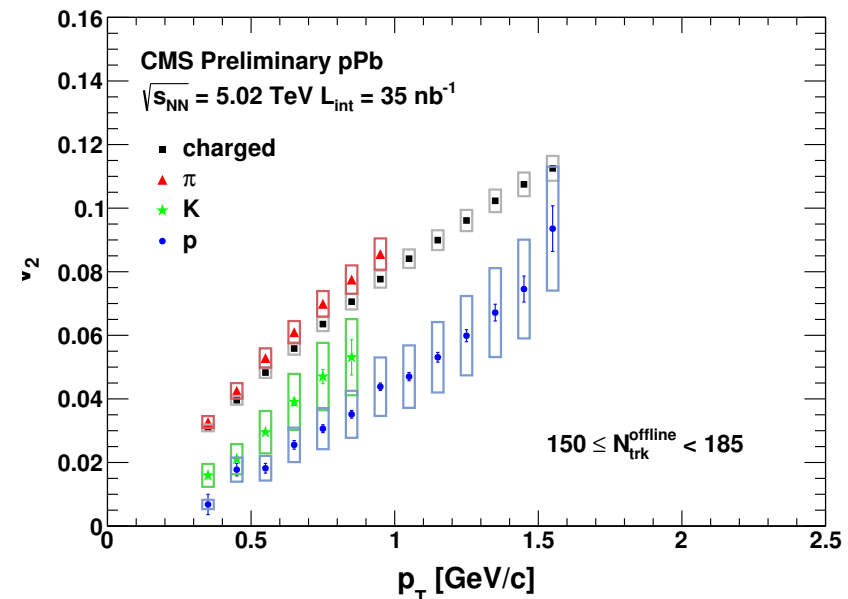
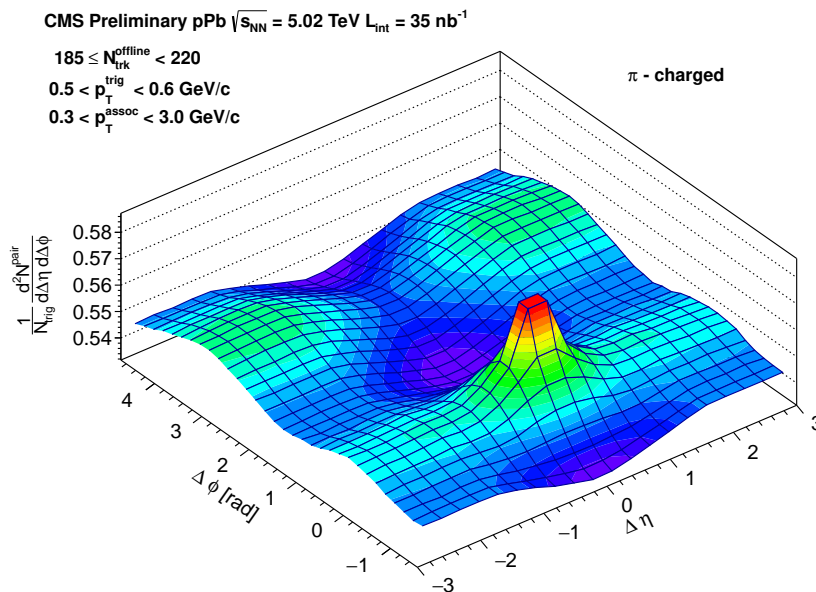


Szeles Sándor (ELTE, V. fizikus), OTDK 2. díj (2009)

F. Siklér and S. Szeles, Nucl Instrum Meth A **687** (2012) 30-39

# Korábbi TDK-zók – részecskék korrelációja

- Miért érdekes, mit tudunk?
  - a keltett részecskék szögeloszlása **nem mindig hengerszimmetrikus**
  - a szögeloszlás **Fourier-sora**  $\Rightarrow$  a keltett közeg tulajdonságai
- Hogyan?
  - részecskeazonosítás, **kétrészecske-korrelációk**
  - érdekesség: távoli részecskék (nagy  $\Delta\eta$ ) is tudnak egymásról



Englert Dávid (ELTE, végzős MSc), OTDK 2. díj (2015)

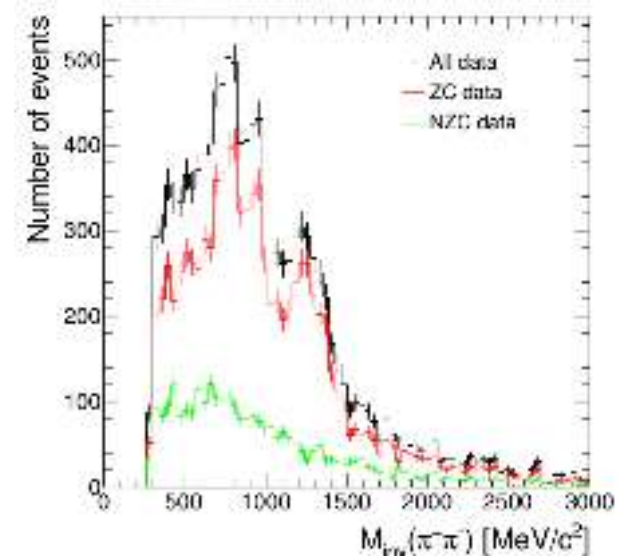
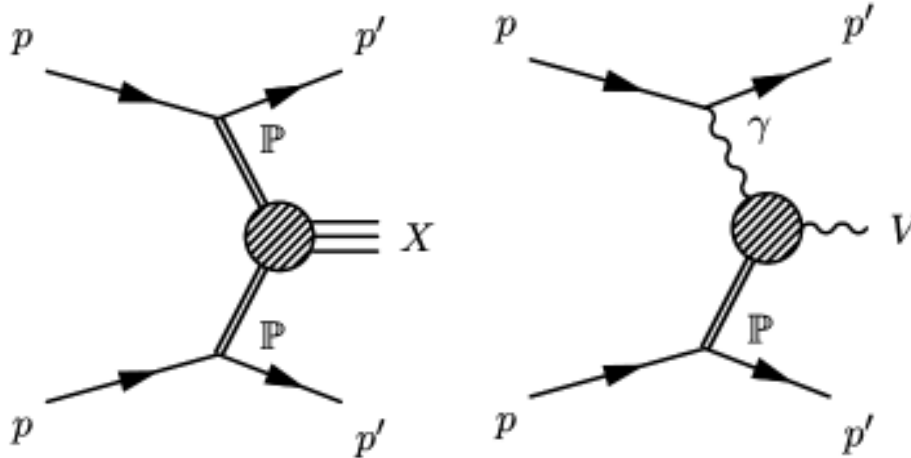
# Korábbi TDK-zók – diffraktív ütközések

- Miért érdekes, mit tudunk?

- az ütköző protonok csak eltérülnek, **Pomeronok** kölcsönhatásai
- a központban keltett rendszert szeretnénk megismerni

- Hogyan?

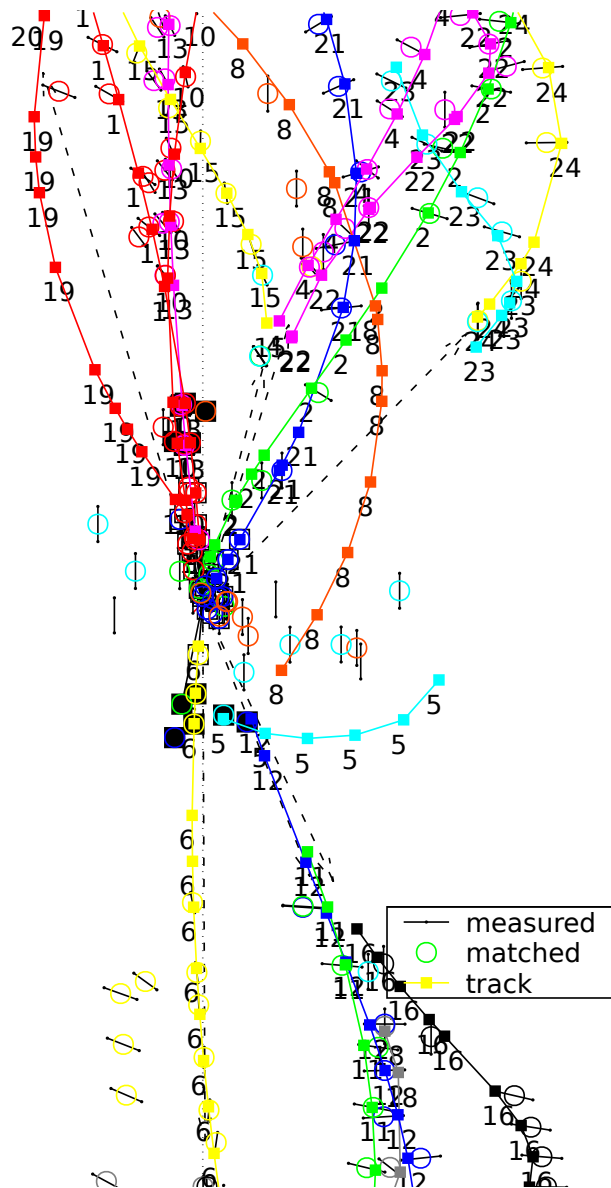
- részecskepárok és -négyesek **invariáns-tömeg eloszlásai**
- érdekesség: látunk-e új, eddig nem ismert folyamatokat?



Surányi Olivér (ELTE, végzős MSc), OTDK 1. díj (2017)

CMS FSQ-16-006, to be submitted to Eur Phys J C

# Új kiértékelési módszerek



- **Mit tudunk:** mért beütések a pixel és a strip nyomkövetőben
- **Cél:** a részecskék pályájának rekonstrukciója
- **Hogyan? Például:**
  - nyomkezdemény, majd a trajektória hosszabbítása
  - transzformációk ( $xyz \rightarrow \mathbf{p}$ )
  - többértelműségek kezelése (gráf hidak)
  - a beütések klaszterezése ( $k$ -medians)
  - deep learning?
  - valami egészen más?
- **Ráadás:** érdekes fizika

# Adatkiértékelés – szimulációval és adattal

---

- Lehetséges célok

- töltött részecskék nyomkövetésének fejlesztése
- semleges részecskék (pl fotonok) keresése
- egzotikus részecskék (pl mágneses monopólus) keresése
- az ötletek tesztelése valós adatokon (CMS, pp 13 TeV)

- Előismeretek

- matematika, fizika,
- algoritmusok, programozás

## Válogatott fejezetek a nagyenergiás kísérleti fizikából

ff1c9a107



**Előadók:**

<i>gyorsítók</i>	Barna Dániel (Wigner) Csanád Máté (ELTE)
<i>részecskék</i>	Hamar Gergő (Wigner) László András (Wigner)
<i>detektorok</i>	Pásztor Gabriella (ELTE) Siklér Ferenc (Wigner)
<i>kiértékelés</i>	Varga Dezső (Wigner) Veres Gábor (ELTE)
<i>fizika</i>	Vértesi Róbert (Wigner)

[sites.google.com/site/nagyenergiasfizika](https://sites.google.com/site/nagyenergiasfizika)

