

Erős (és más) kölcsönhatások az LHC-n Kísérleti fizika a CMS-sel

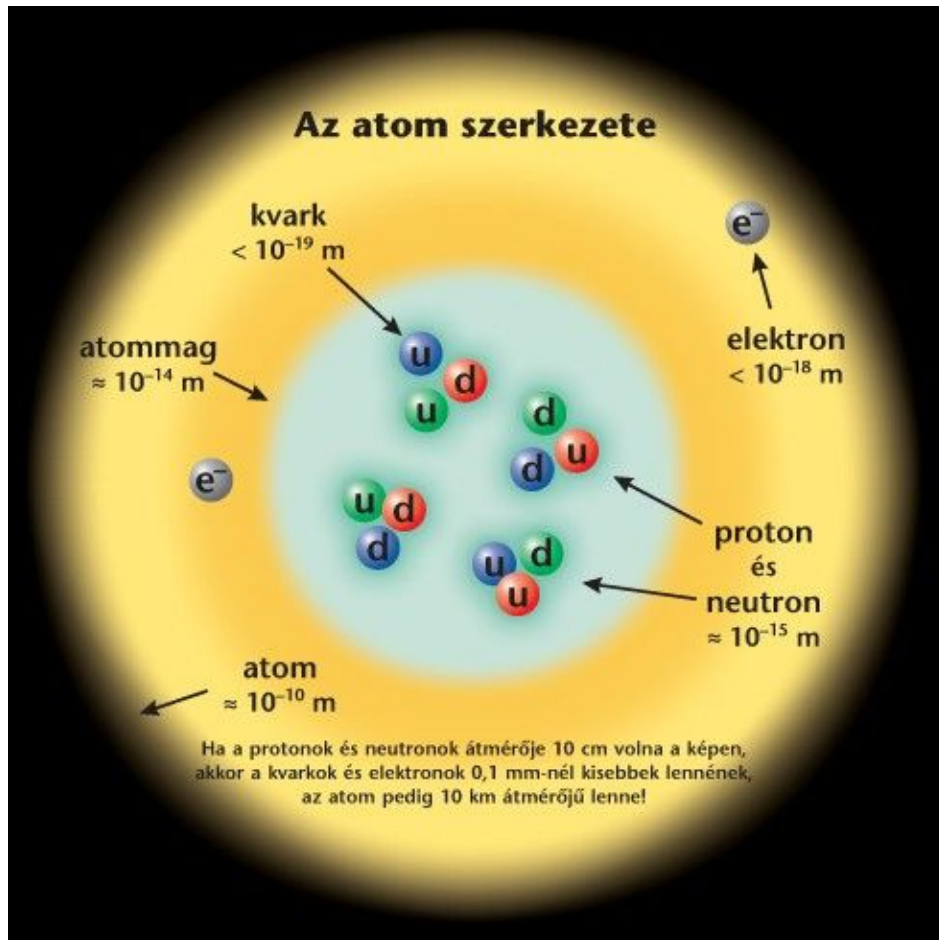
Siklér Ferenc

*MTA Wigner FK Részecske- és Magfizikai Intézet
Budapest*



ELTE, TDK és szakdolgozati hét
Budapest, 2015. november 11.

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 →	u up	c charm	t top	γ foton
	d down	s strange	b bottom	g 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
	ν_e elektron-neutrínó	ν_μ műon-neutrínó	ν_τ tau-neutrínó	Z Z-bozon
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e elektron	μ műon	τ tau	W[±] W bozon

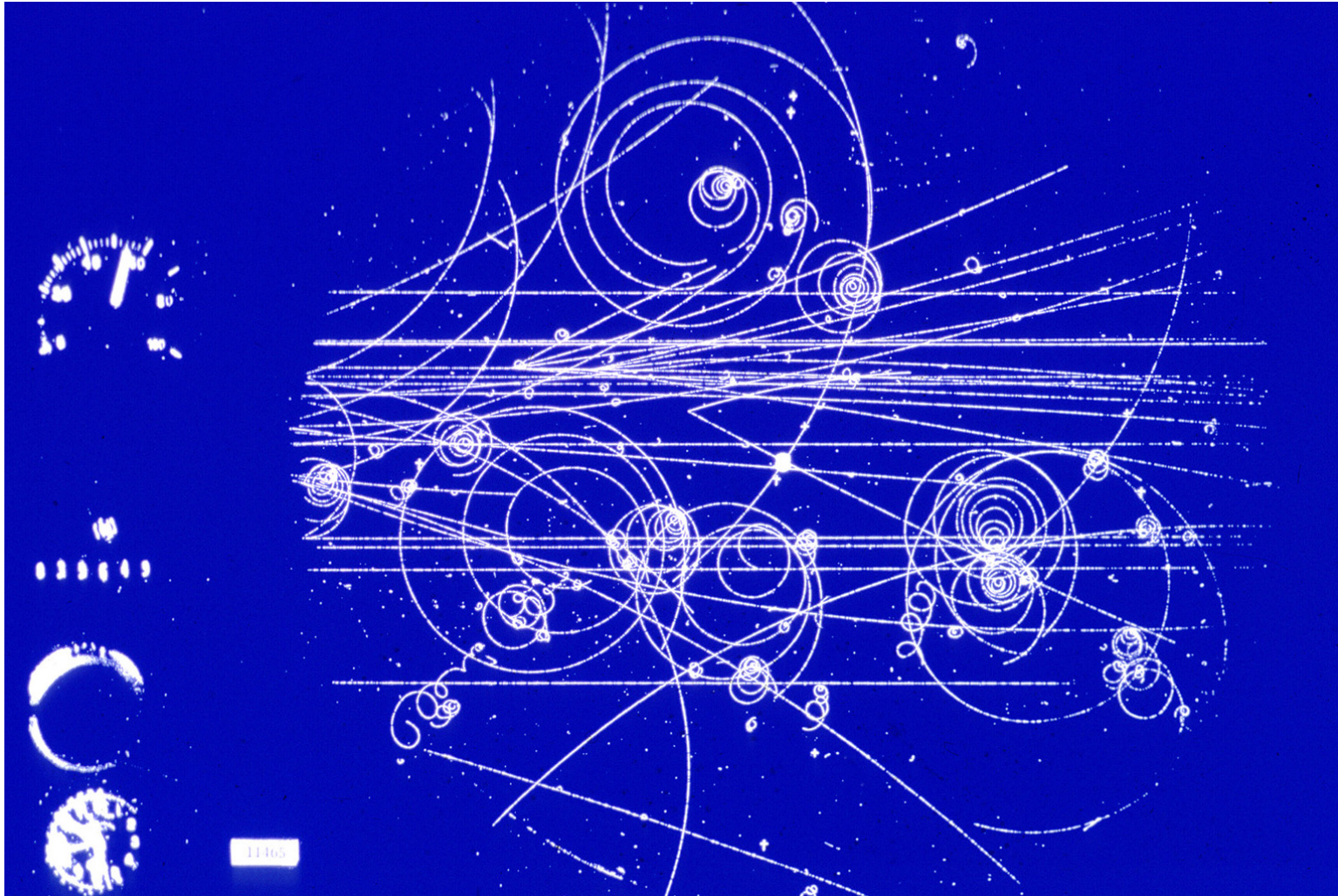
Kvarkok

Leptonok

Bozonok (kölcsönhatások)

Elektromágneses, gyenge, erős; tömegvonzás
A részecskefizika Standard Modellje





16 GeV π^- nyaláb, folyékony hidrogén buborékkamra (1970)

Új jelenségek? Nagyobb energia

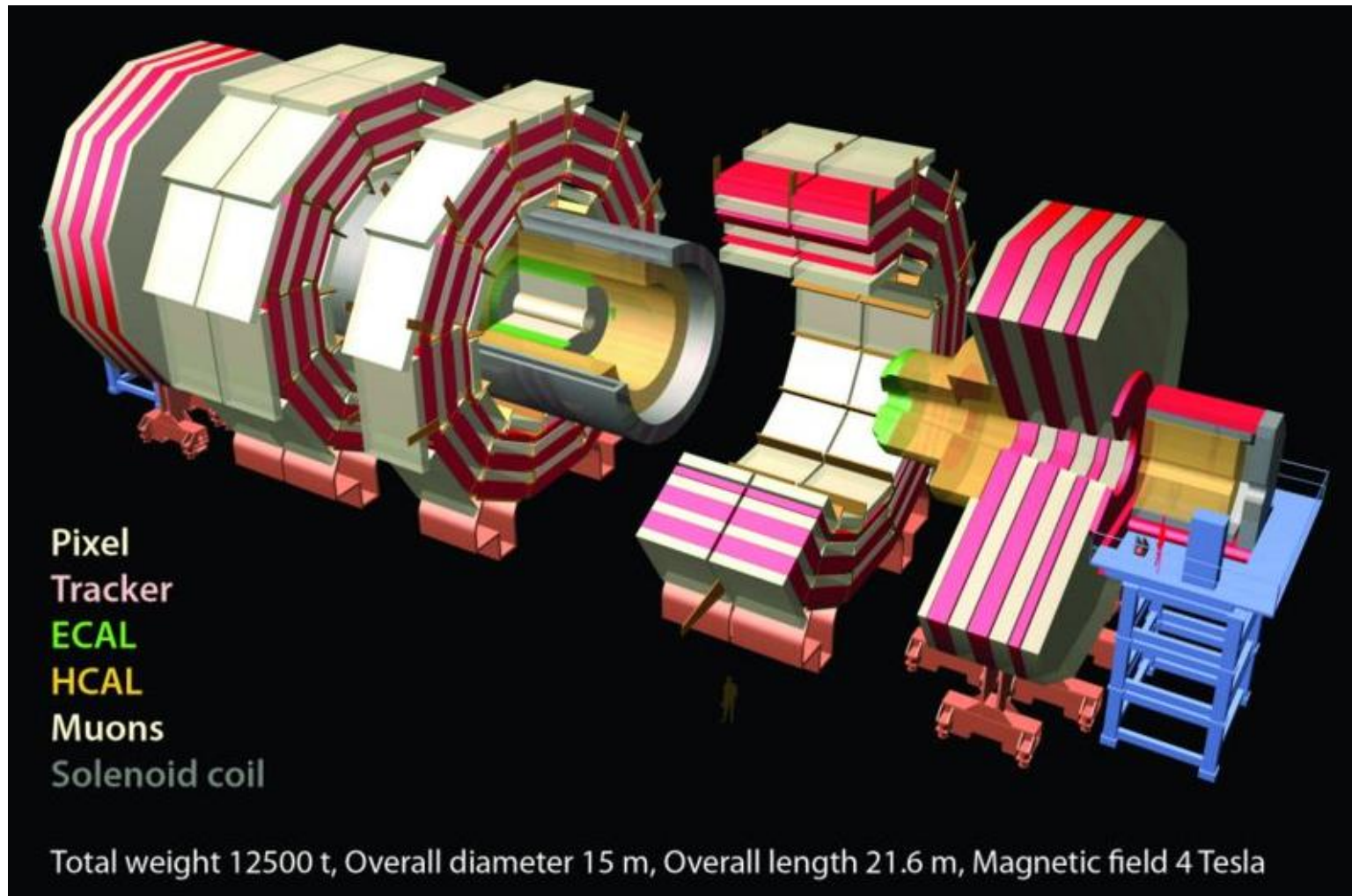
Nagy Hadronütköztető (LHC)



27 km kerületű gyűrű a föld alatt

CERN, Genf, Svájc

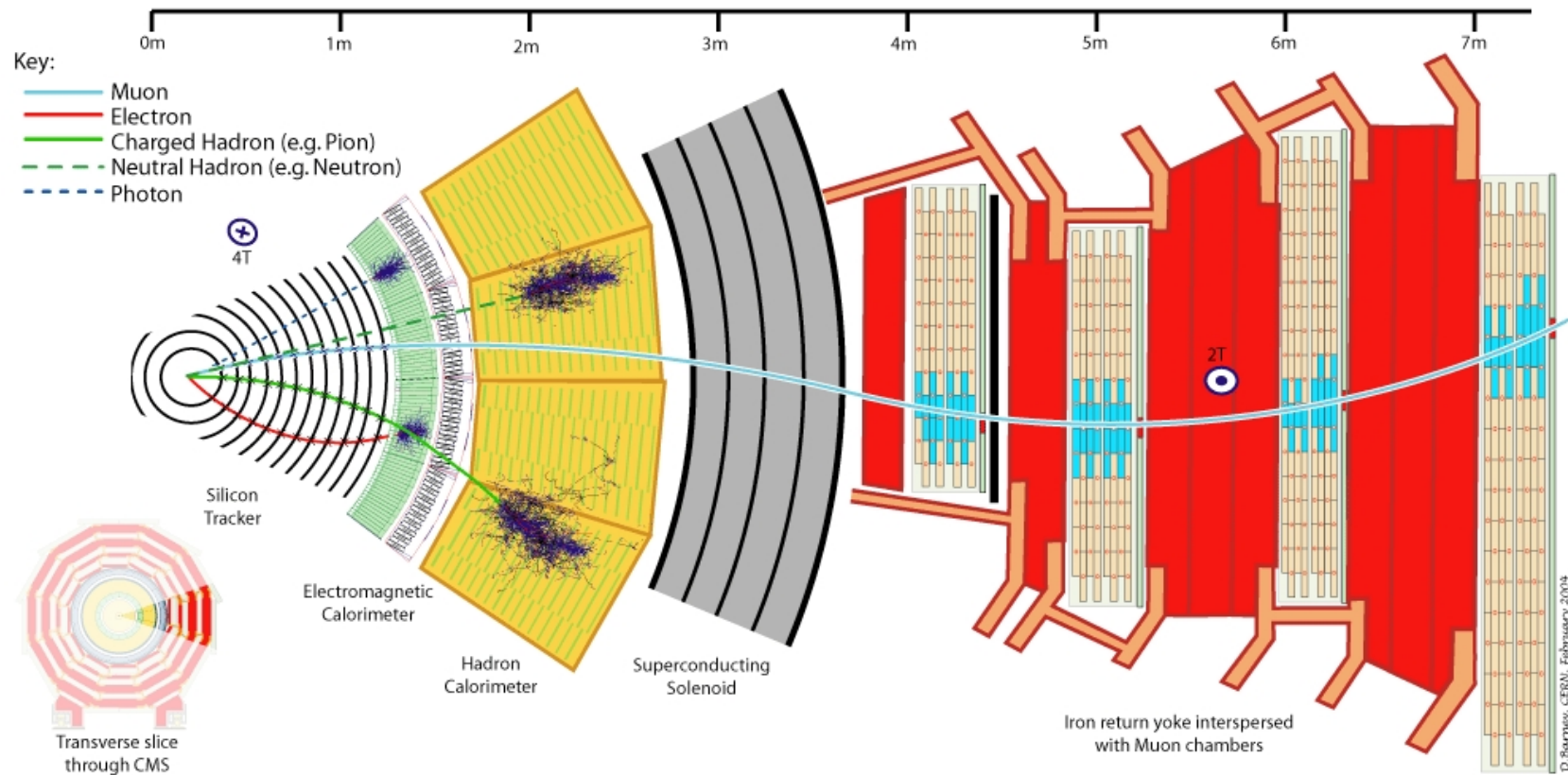
A CMS detektor (Compact Muon Solenoid)



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

Nehézion program: maganyag extrém körülmények között

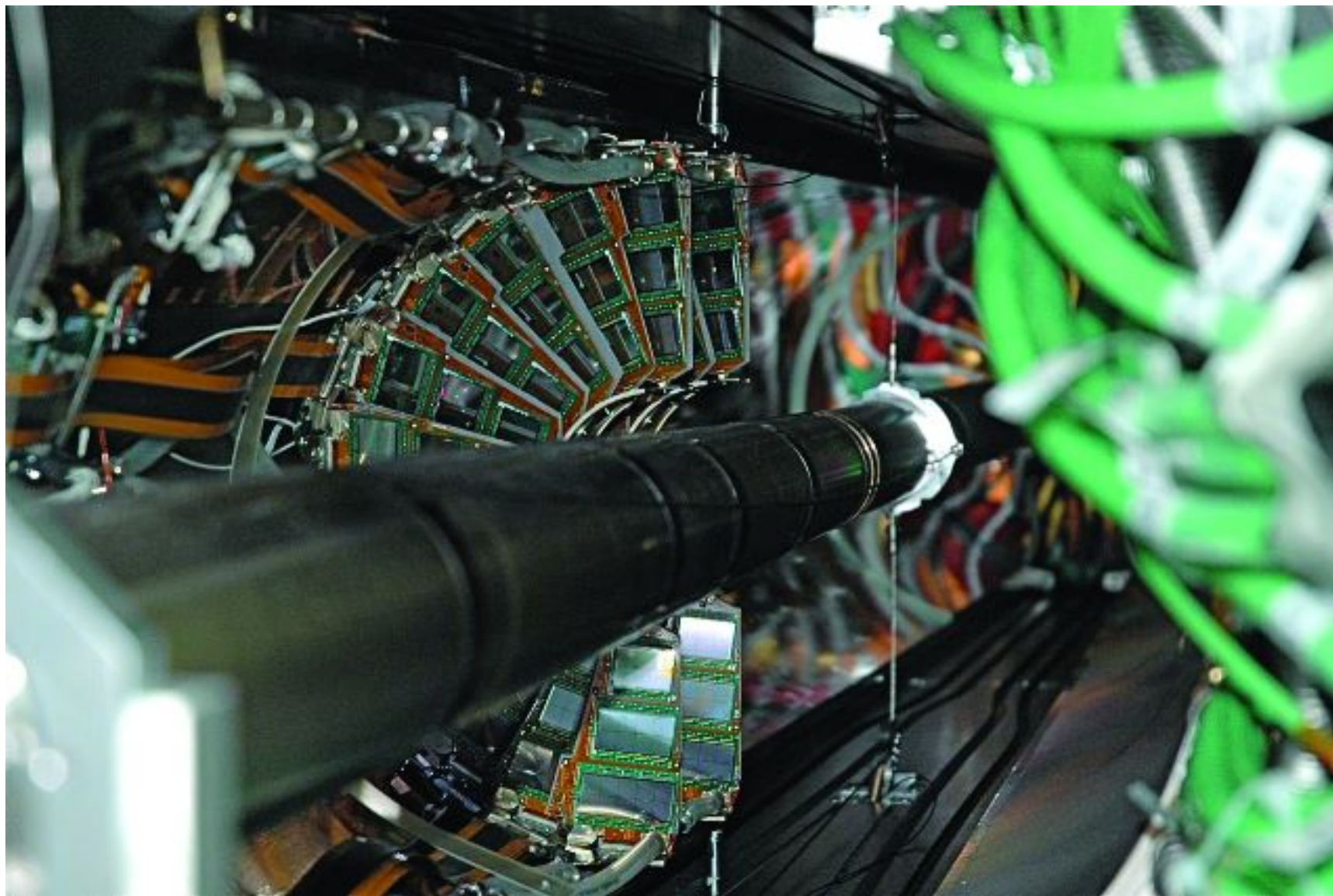
A CMS detektor – részecskék



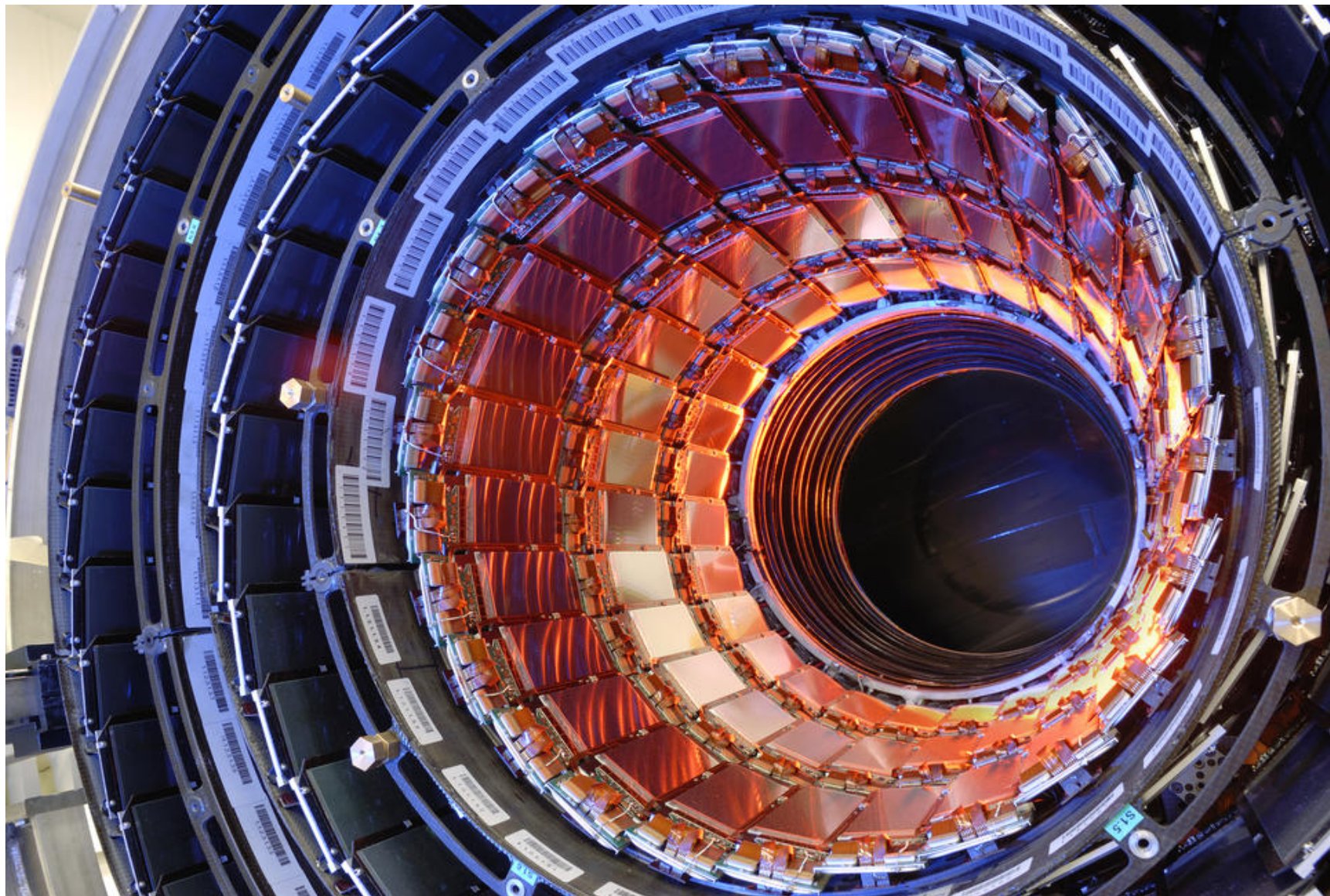
Szilícium nyomkövető; kaloriméterek; müon kamrák

Magyar vonatkozású munkák és eredmények
Wigner FK és ELTE (Budapest),
ATOMKI és a Debreceni Egyetem (Debrecen)

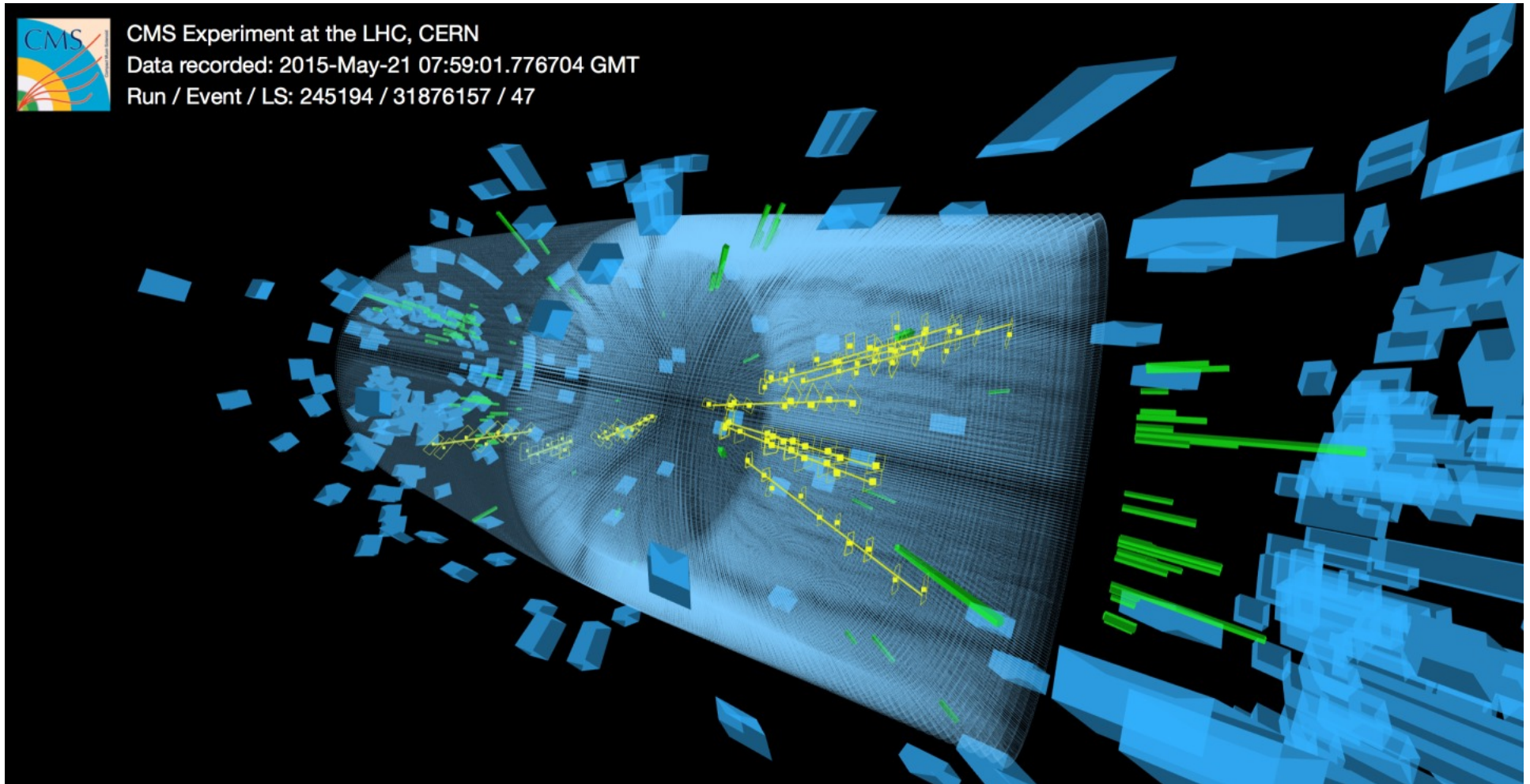
Szilícium nyomkövető – pixel



Szilícium nyomkövető – strip

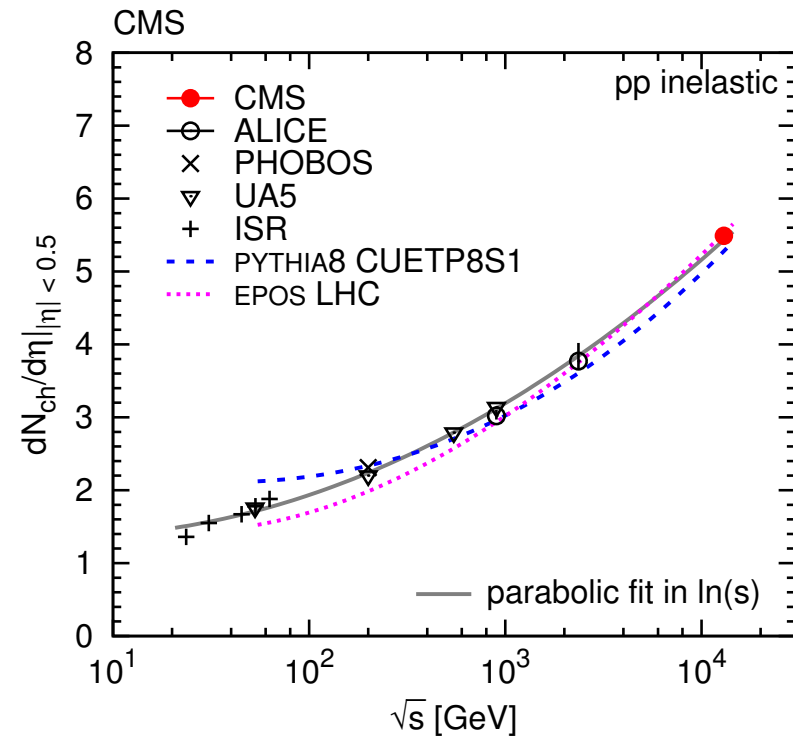
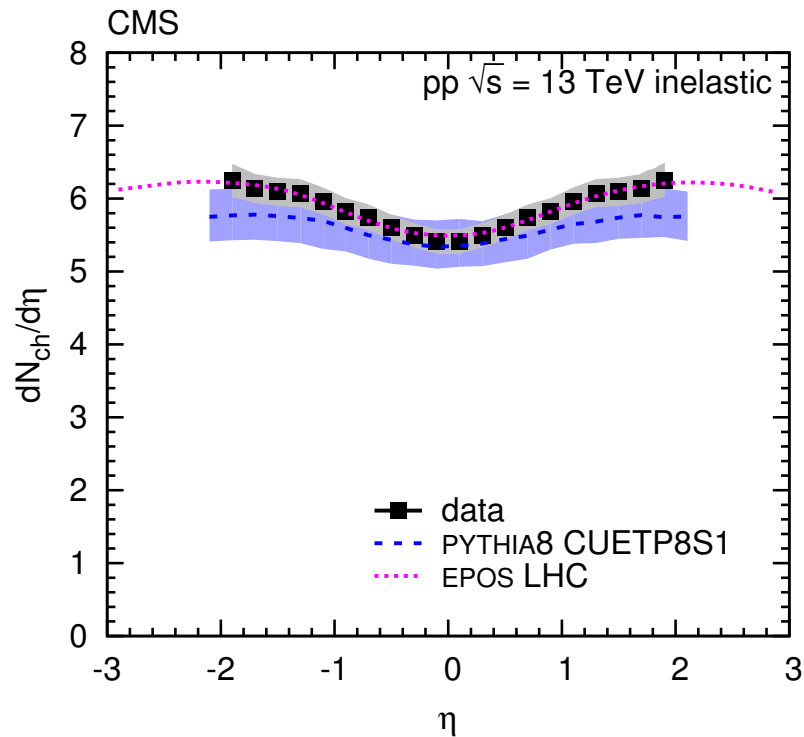


Proton-proton ütközések



Erős kölcsönhatás tanulmányozása: alapvető háttér, de magában is érdekes

Proton-proton ütközések

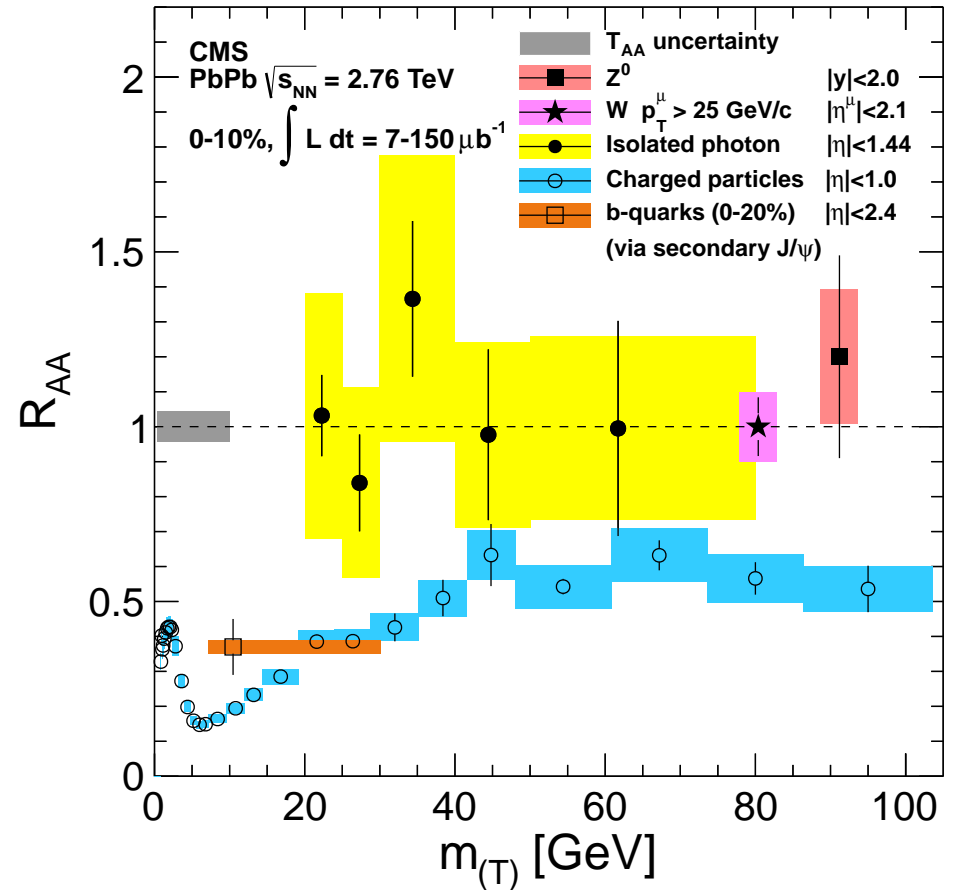
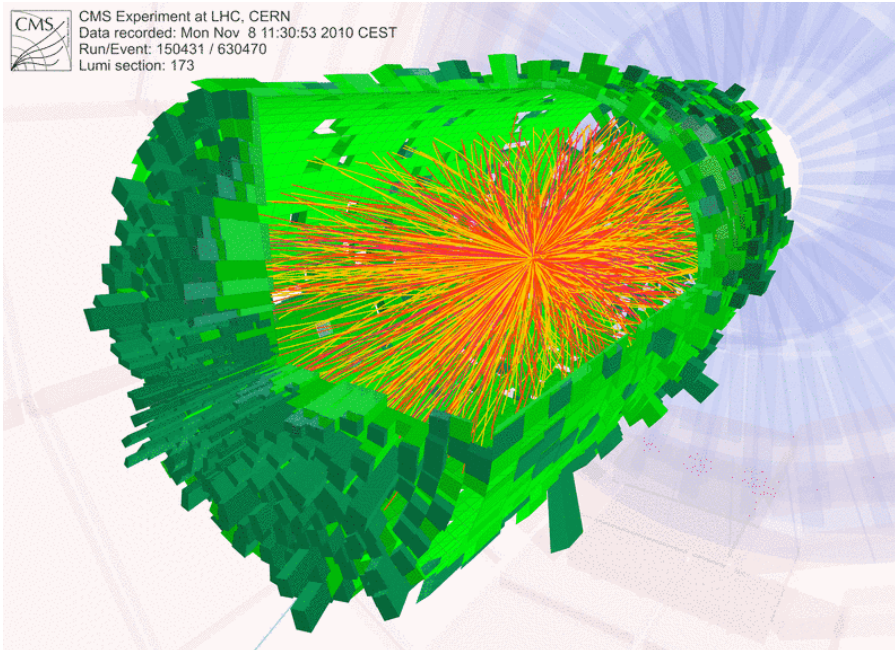


CMS Collaboration, Phys Lett B 751 (2015) 143-163

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

Nehézionok ütközései

Kis Bumm



A forró és sűrű maganyagban az erősen kölcsönható részecskék lelassulnak
Az elektroyenge bozonok (W^\pm , Z^0 , foton) változatlanok

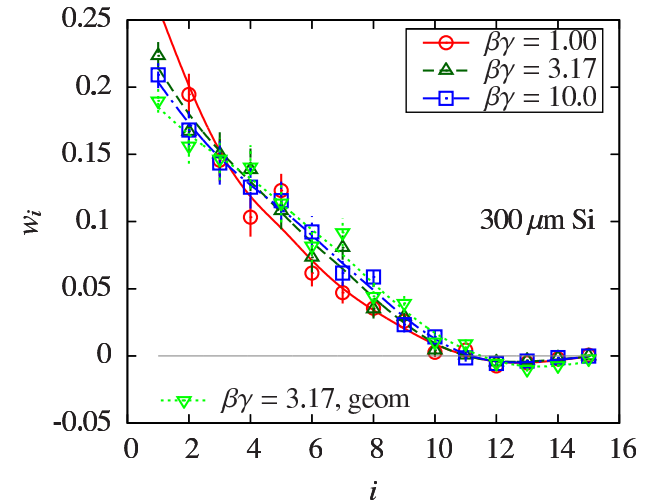
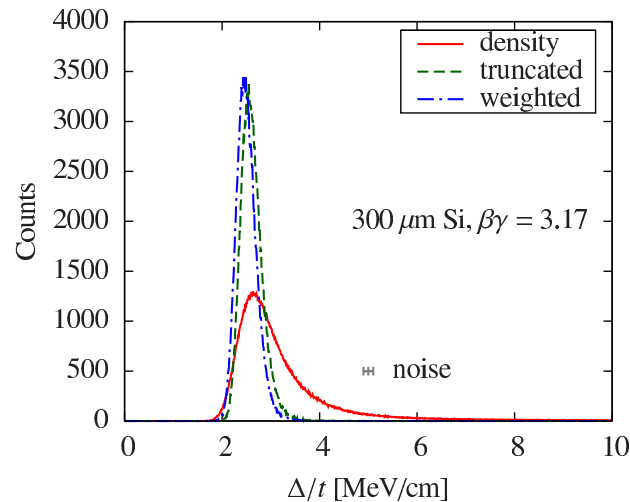
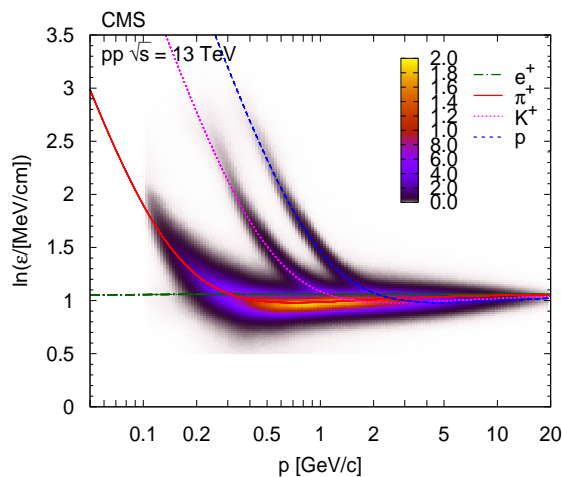
TDK – részecskék azonosítása

- 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
- keressük w súlyokat, relatív felbontás a legkisebb, $w \propto V^{-1} \mathbf{m}$



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

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

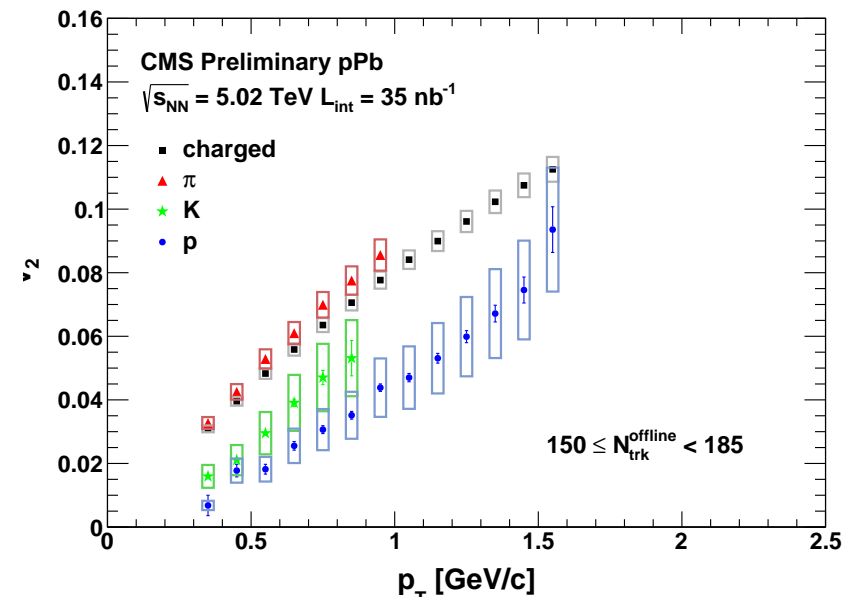
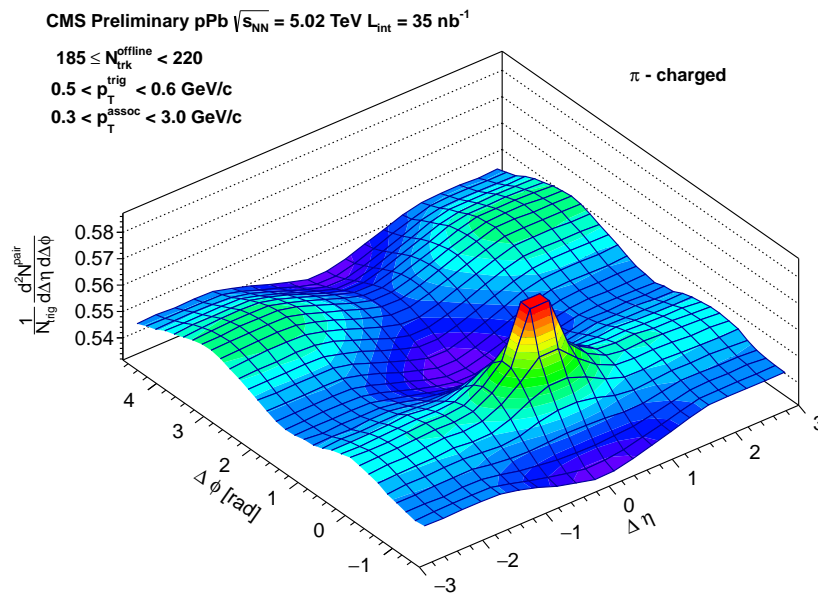
TDK – részecskék korrelációja

- 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, 2. éves MSc), OTDK 2. díj

D. Englert, CMS AN-2014/271, CMS PAS HIN-15-007 in preparation

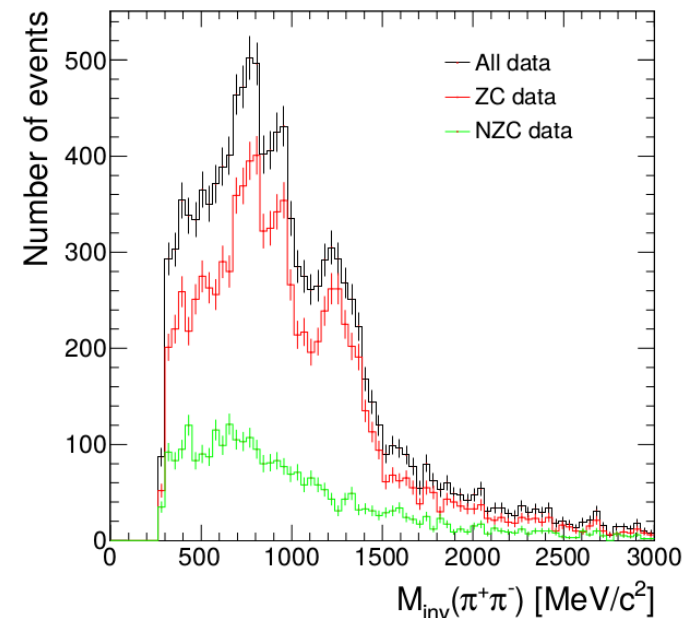
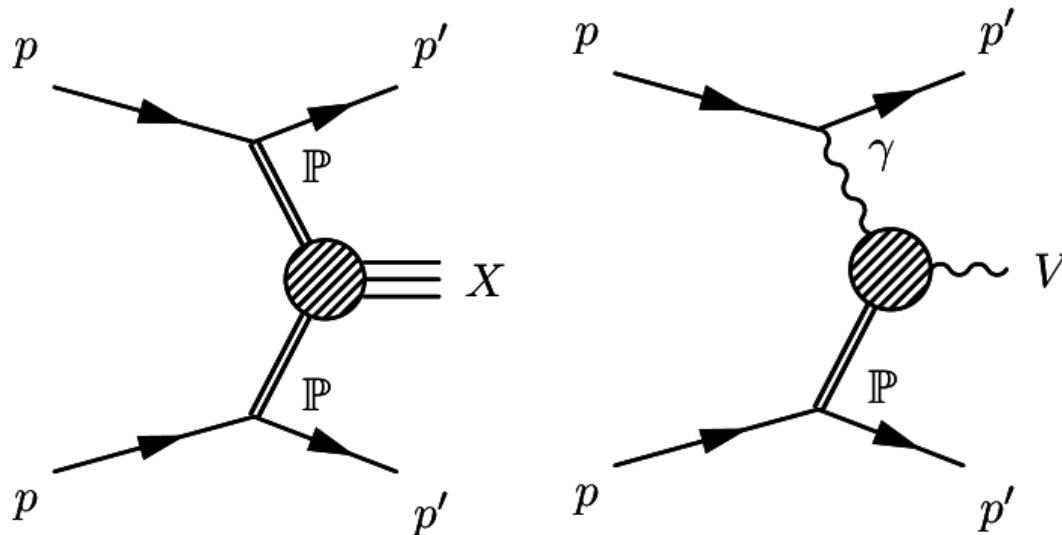
TDK – diffraktív ütközések

- 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, 2. éves MSc), előkészületben

Volt és jelenlegi diákok



Krajczár Krisztián PhD
postdoc, CERN fellow; most MIT postdoc
tudományos munkatárs; Wigner FK RMI



Zsigmond Anna
fiatal kutató, Wigner FK RMI
PhD védése tavasszal

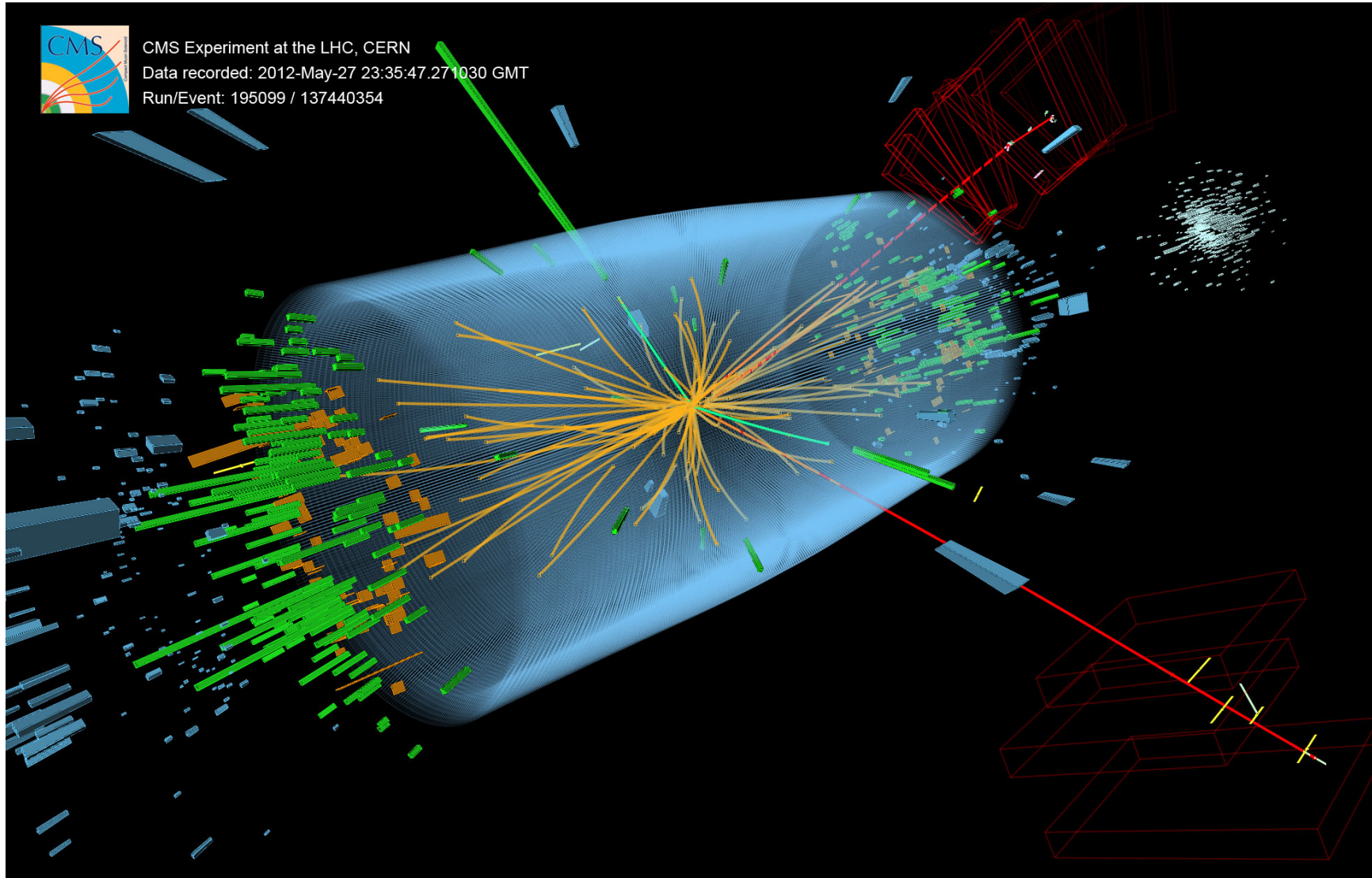


Englert Dávid
BSc majd MSc hallgató;
most PhD hallgató U Southampton



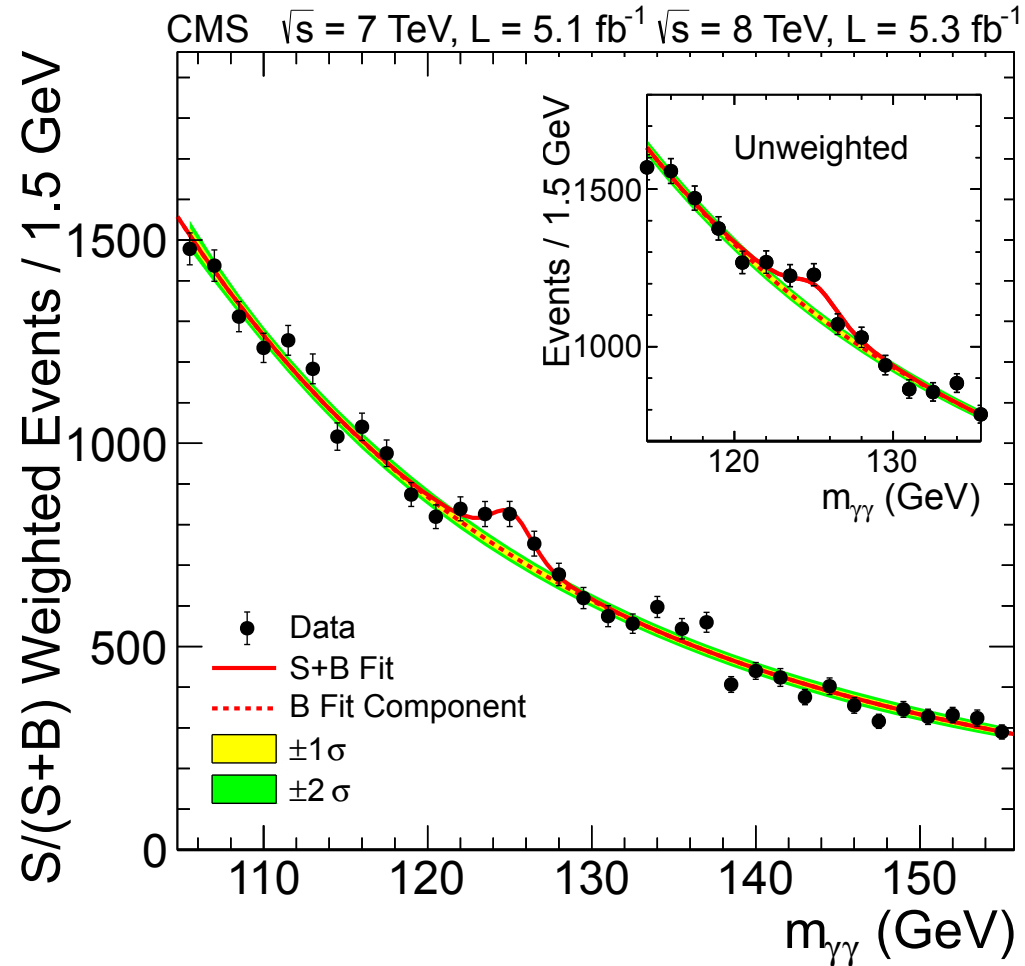
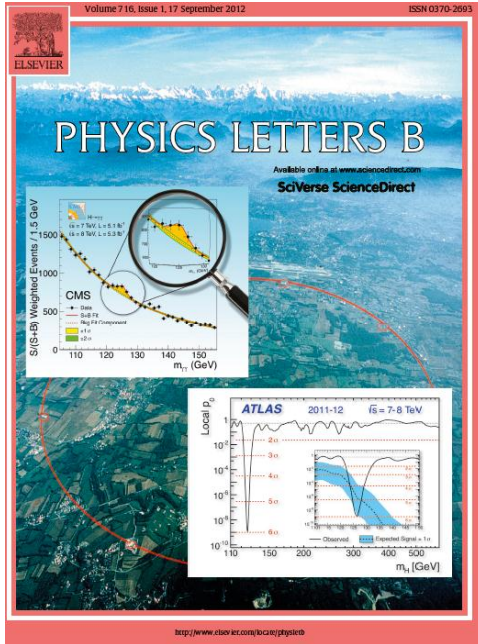
Surányi Olivér
MSc hallgató

Higgs jelöltek: $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$



Az egyik Z **müon-párra**, a másik Z pedig **elektron-pozitron párra** bomlott

Higgs jelöltek: $H \rightarrow \gamma\gamma$



A két fotonra bomló részecskék helyreállított tömegei
Jól kivehető csúcs a kombinatorikus háttér felett, 125 GeV-nél

Adatkiértékelés – CMS

- Célok, lépések

- TDK dolgozat
- nyári diák programok
- MSc dolgozat
- egy folyóiratcikk a CMS együttműködésben

- Előismeretek

- matematika
- fizika
- algoritmusok, programozás

Az LHC újra működik, ismét rekord energián (13 TeV)

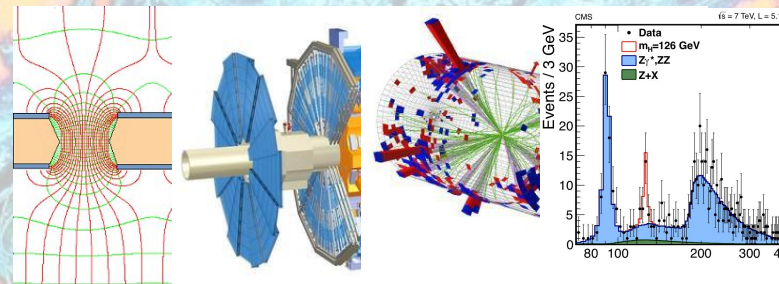
Sok adat vár feldolgozásra

sikler.ferenc@wigner.mta.hu, goo.gl/amo508



Válogatott fejezetek a nagyenergiás kísérleti fizikából

ff1c9a107



Előadók:

<i>gyorsítók</i>	Barna Dániel (Tokió) Csanád Máté (BNL/ELTE)
<i>részecskék</i>	Hamar Gergő (Trieste/Wigner) László András (Wigner)
<i>detektorok</i>	Pásztor Gabriella (ELTE) Siklér Ferenc (Wigner)
<i>kiértékelés</i>	Varga Dezső (Wigner) Veres Gábor (CERN/ELTE)
<i>fizika</i>	Zsigmond Anna (Wigner)

sites.google.com/site/nagyenergiasfizika

