



Európai Nukleáris Kutatási Szervezet Európai Részecskefizikai Laboratórium

62 év a részecskefizikai kutatásban



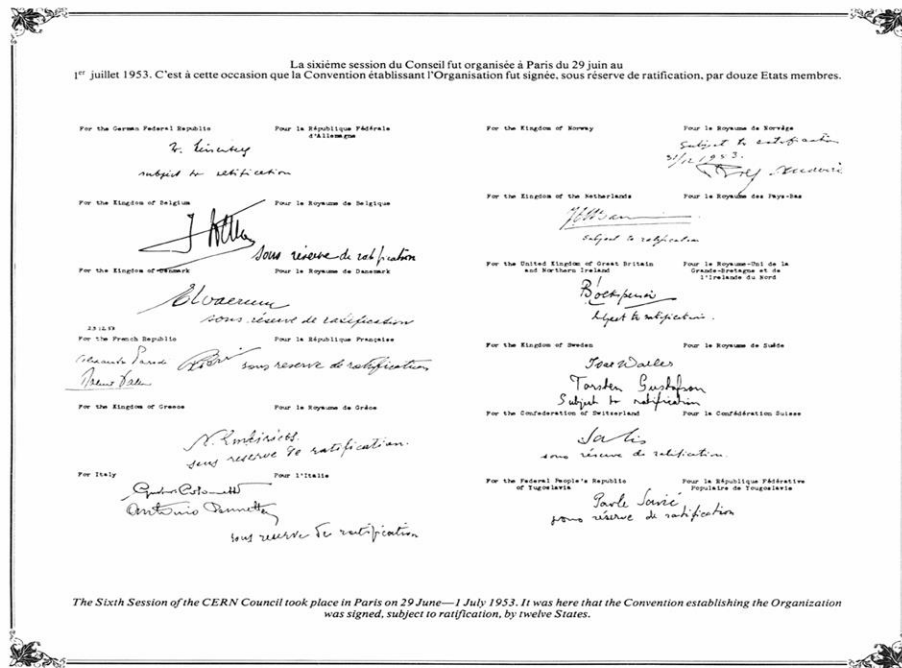
CERN Európai Nukleáris Kutatási Szervezet Európai Részecskefizikai Laboratórium

1954-ben 12 ország alapította, ma 22 tagország

Utolsó csatlakozottak: **2014: Izrael (nem Európa!), 2016: Románia**

+ Szerbia felvéve + Ciprus tárgyal (régen :-) + **Pakisztán, Töröko. tagjelölt**

- **+ EU, UNESCO, India, Japán, Oroszo., USA megfigyelők**
- **2800 dolgozó + 68 ország, 792 intézmény, 11454 kutató (2015.12.31.)**
- **Éves költségvetése 1,1 milliárd CHF (Magyarország: 0.6%)**

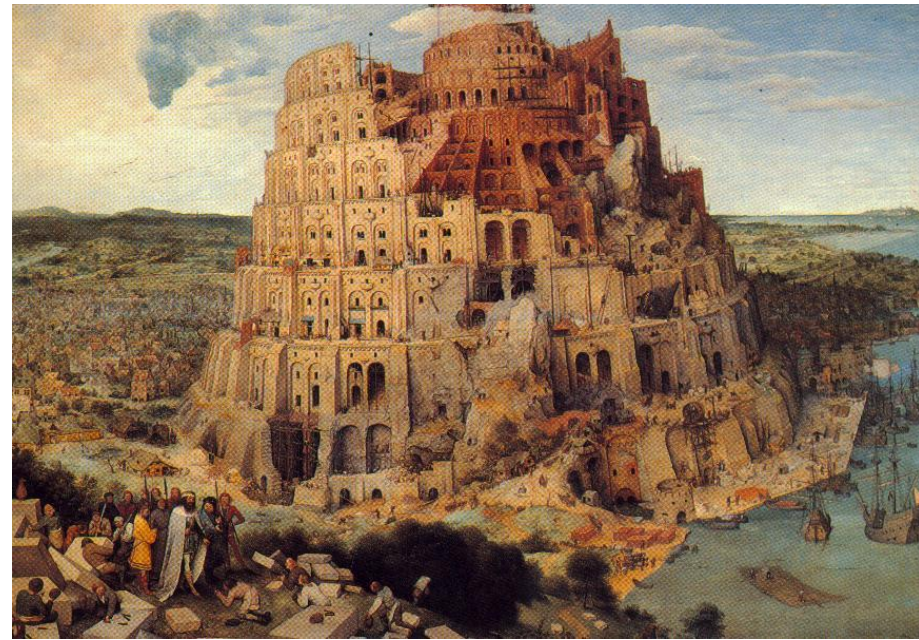


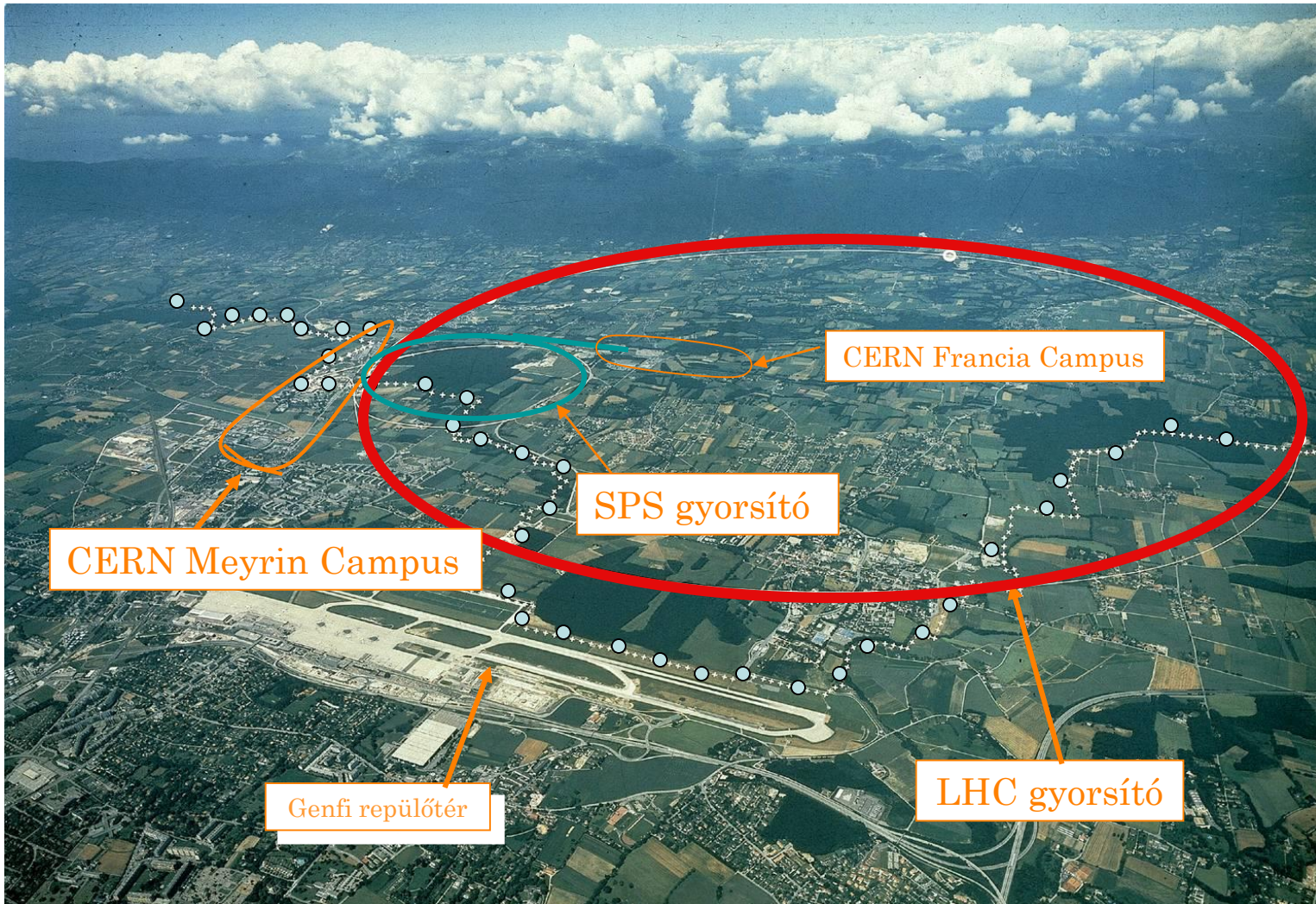
1954: A szervezet alapító okirata az eredeti aláírásokkal



2004: A 20 tagország

- A CERN 20 tagországa 18 különböző hivatalos nyelvet használ
- A 80 országból érkező kutatók közel 100 nyelven beszélnek
- A CERN hivatalos munkanyelvei az angol és a francia







• **Alkalmazottak [2800 össz. – 18 magyar]** (2014-es adat)

A CERN közvetlen alkalmazásában állnak

- Munkatársak (staff members) [2340 - 9]
- Ösztöndíjasok (fellows) [412 - 9]
- Tanulók, egy. hallgatók (apprentices)

• **Szerződésesek**

Máshol alkalmazásban (egyetemek, kutatóintézetek, non-profit szervezetek)

- Felhasználók (users, associates) [11 4540 - 68]
- Diákok (students) [441 - 8]

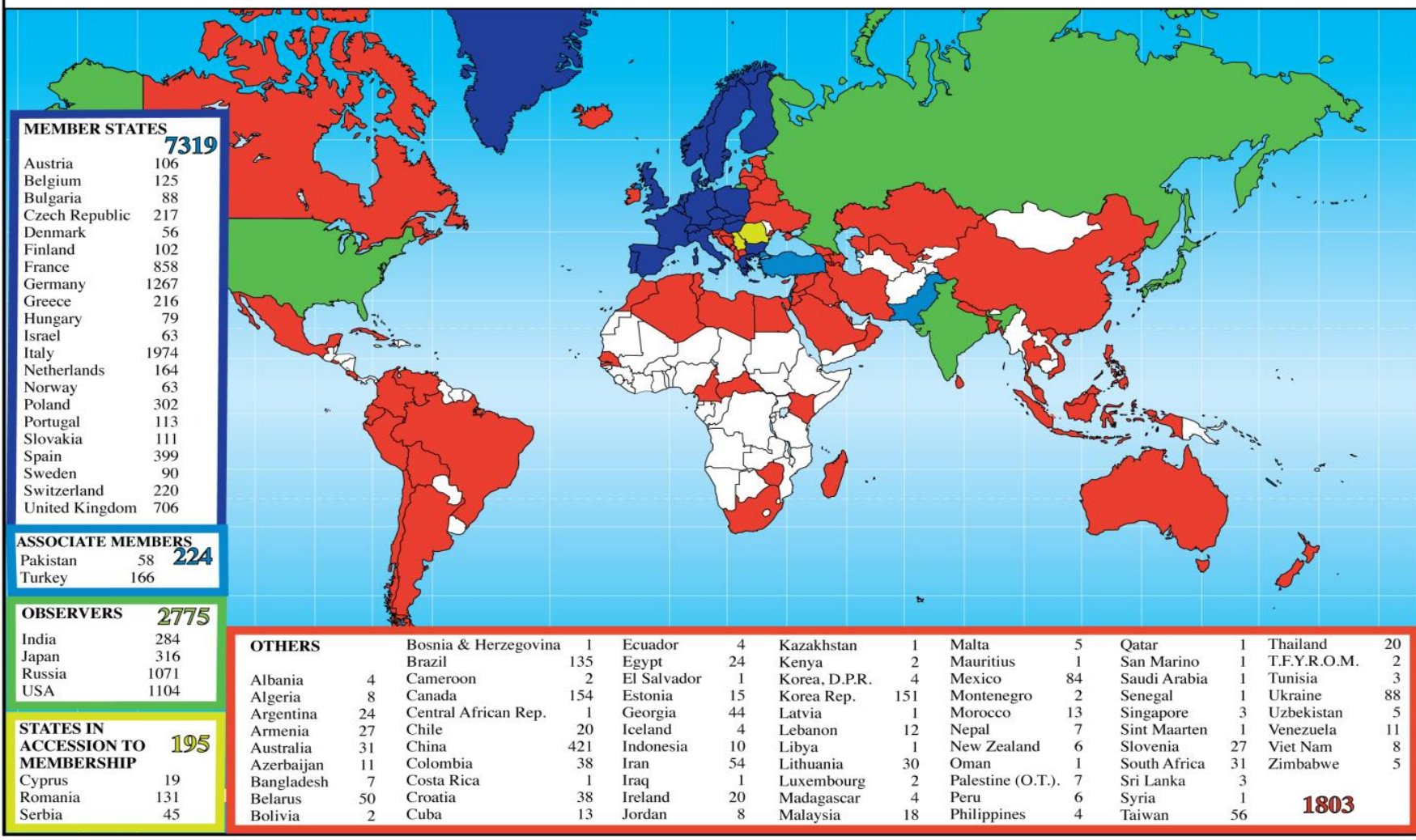
• **Beszállítók, szolgáltató cégek alkalmazottai**

Profitorientált vállalkozások alkalmazottai



A CERN kutatói

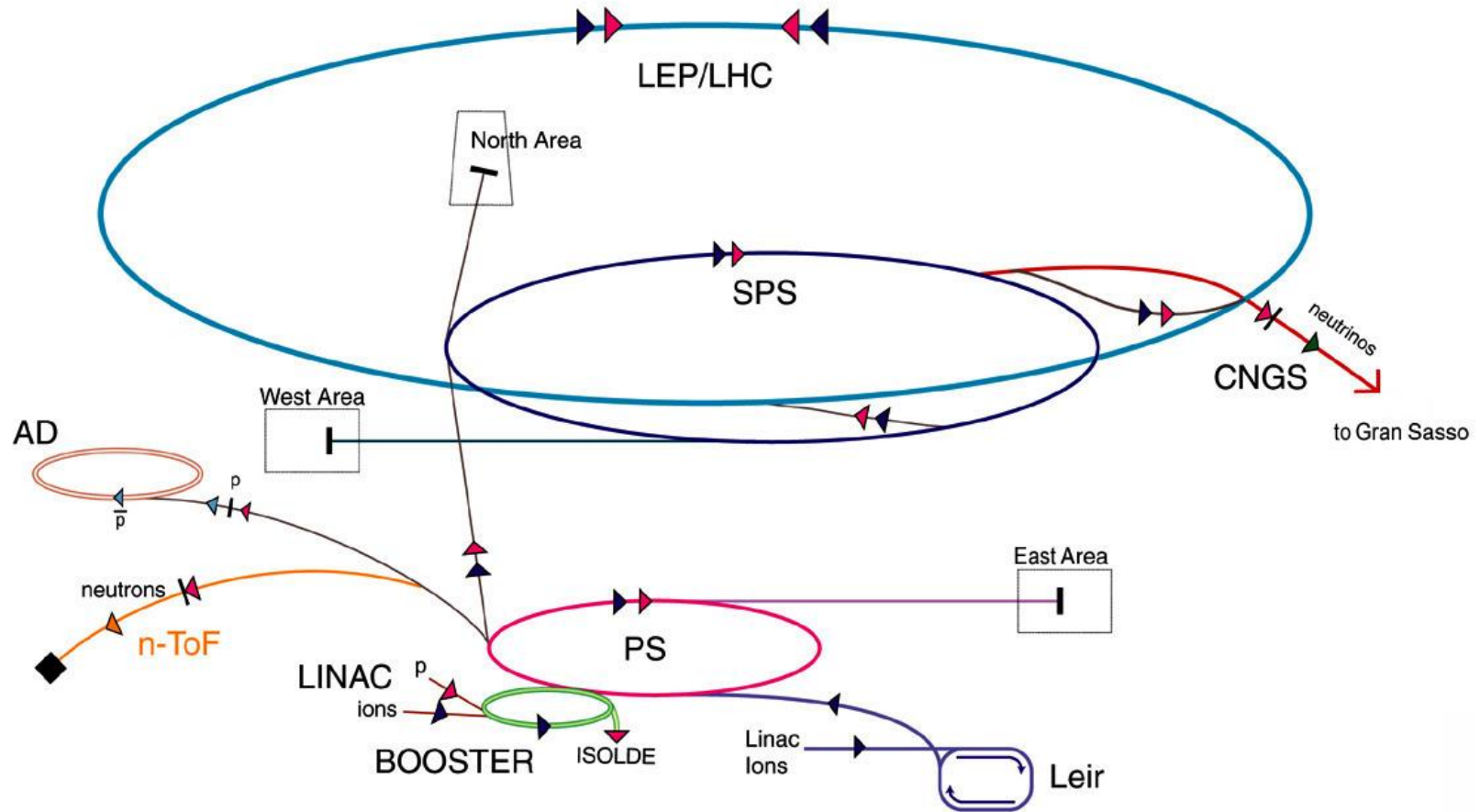
Distribution of All CERN Users by Nationality on 12 January 2016



1803

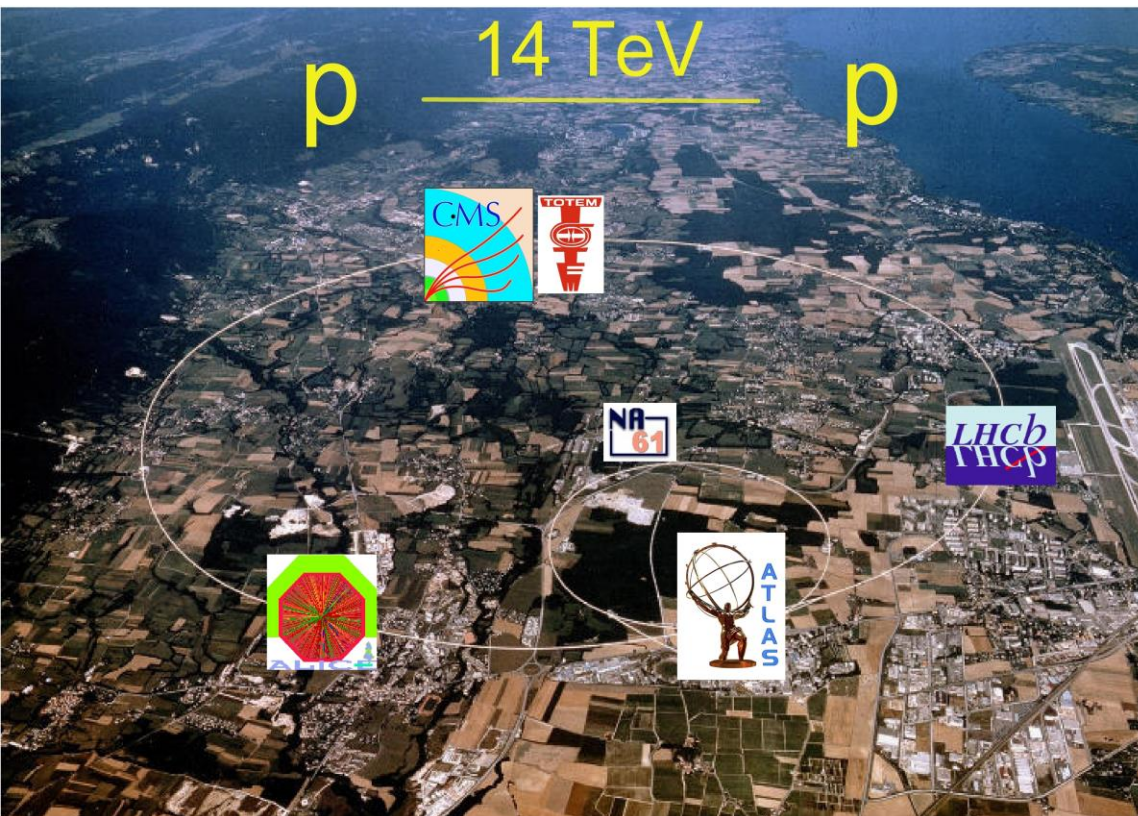
Olasz > német > amerikai > orosz > francia

CERN gyorsítókomplexuma



- | | | | |
|--------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| ▶ p (proton) | ▶ \bar{p} (antiproton) | AD Antiproton Decelerator | LHC Large Hadron Collider |
| ▶ ion | ▶ \bar{p} + p (proton/antiproton conversion) | PS Proton Synchrotron | n-ToF Neutron Time of Flight |
| ▶ neutron | ▶ neutrino | SPS Super Proton Synchrotron | CNGS Cern Neutrinos Gran Sasso |

A Nagy Hadron Ütköztető (LHC) a valaha épített legnagyobb, az elemi részecskék vizsgálatára szolgáló tudományos mérőberendezés.

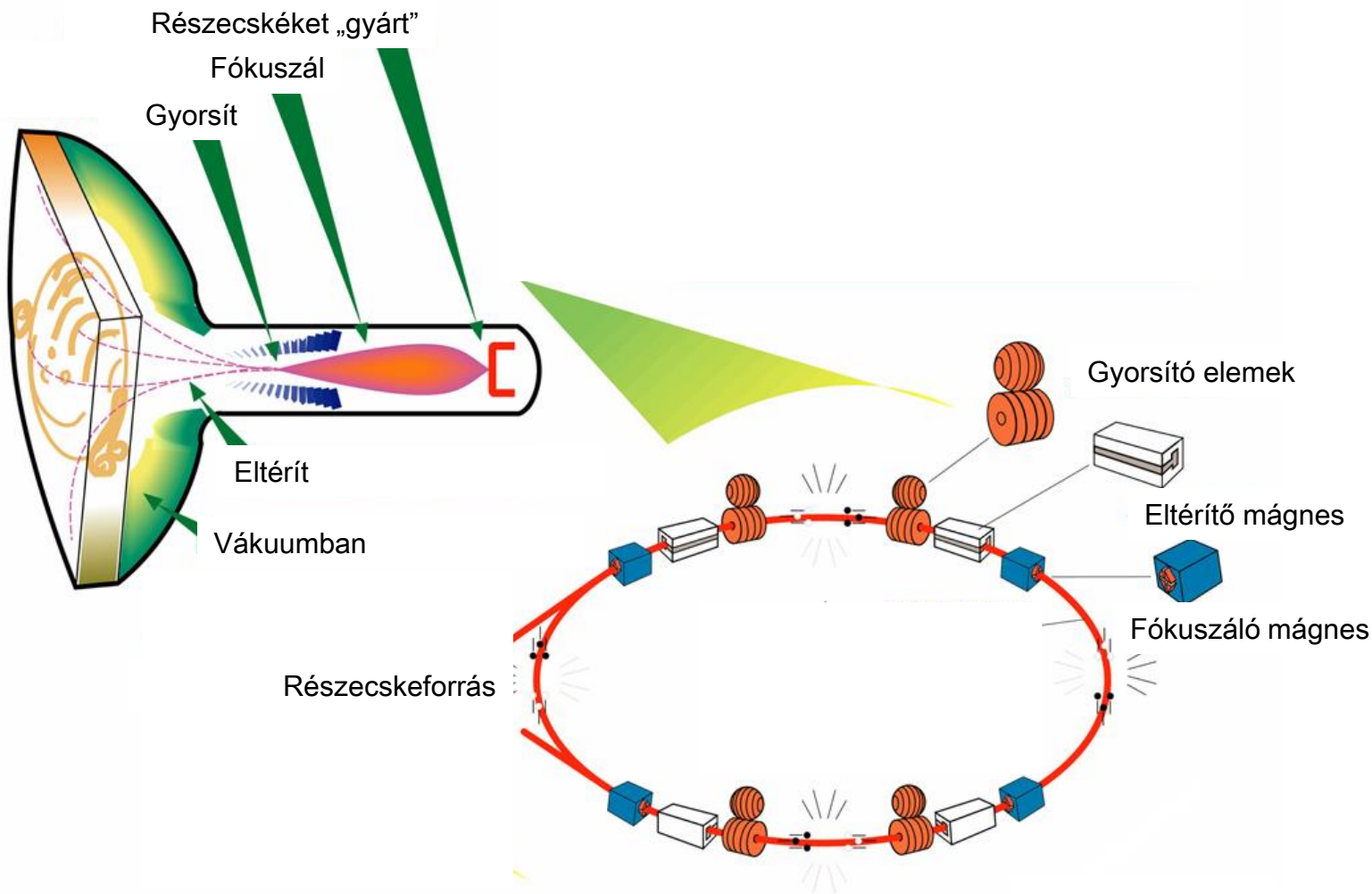


Óriási detektorok négy hatalmas földalatti csarnokban

A világ legnagyobb teljesítményű tudományos részecskegyorsítója

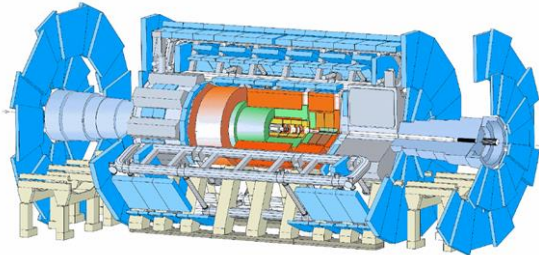
Szupravezető mágnesei alacsonyabb hőmérsékleten mint a világűr hidege

a hagyományos televíziós készülék!

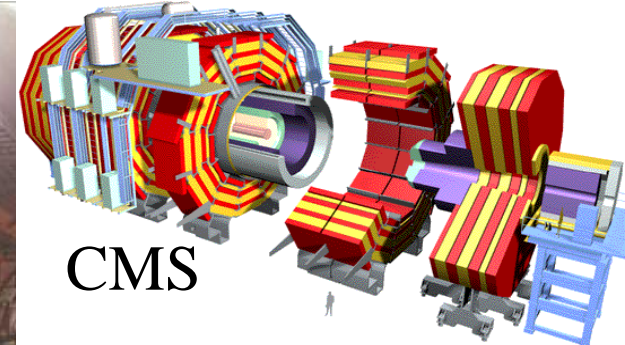


A Nagy hadron-ütköztető (LHC)

Az LHC megváltoztathatja a világegyetemről alkotott képünket.

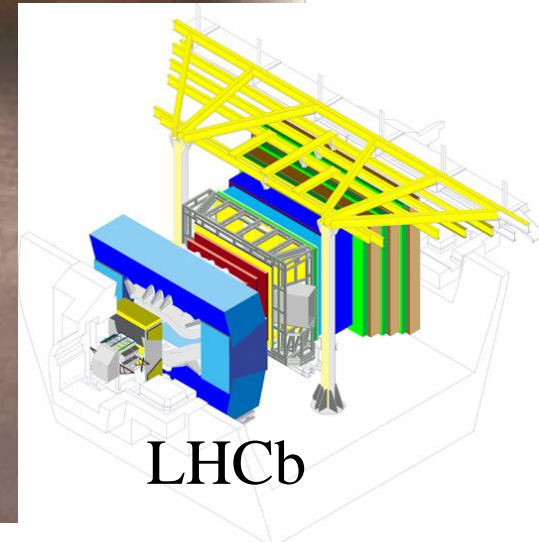
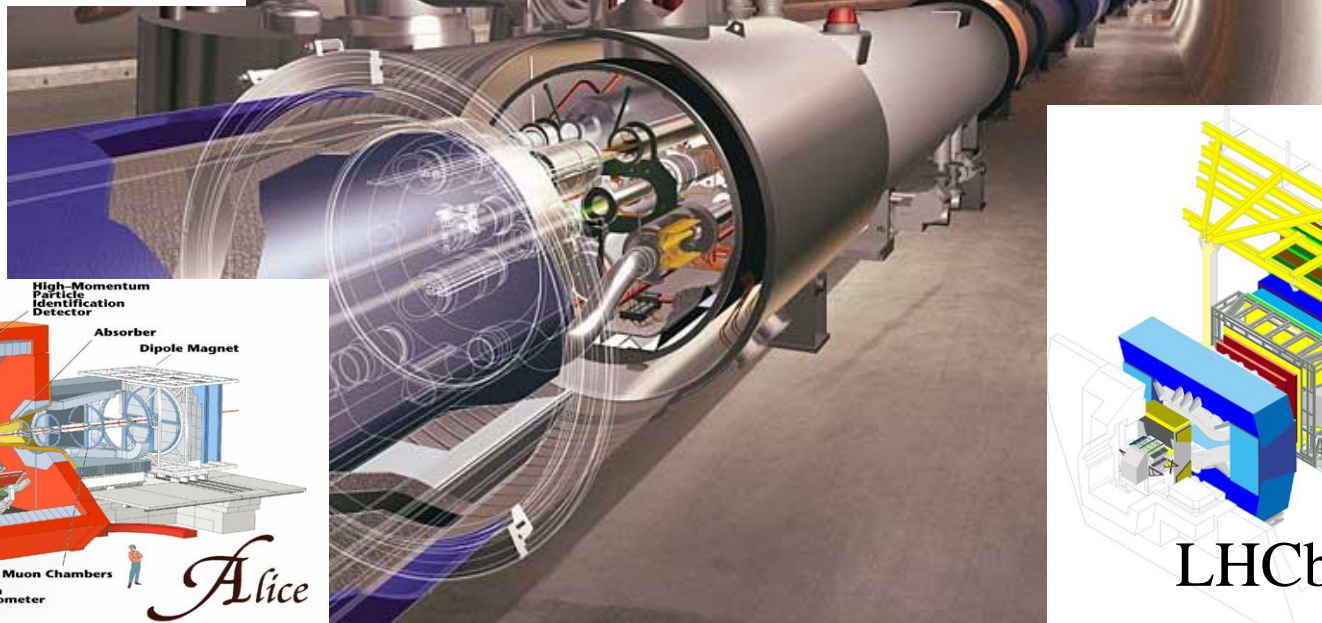


ATLAS



CMS

ALICE



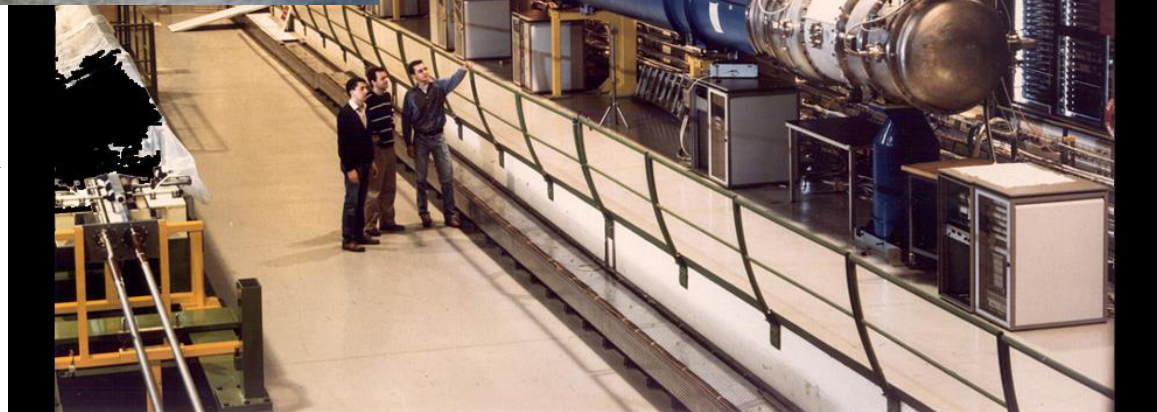
LHCb



27 km kerületű
100 méterre a föld alatt

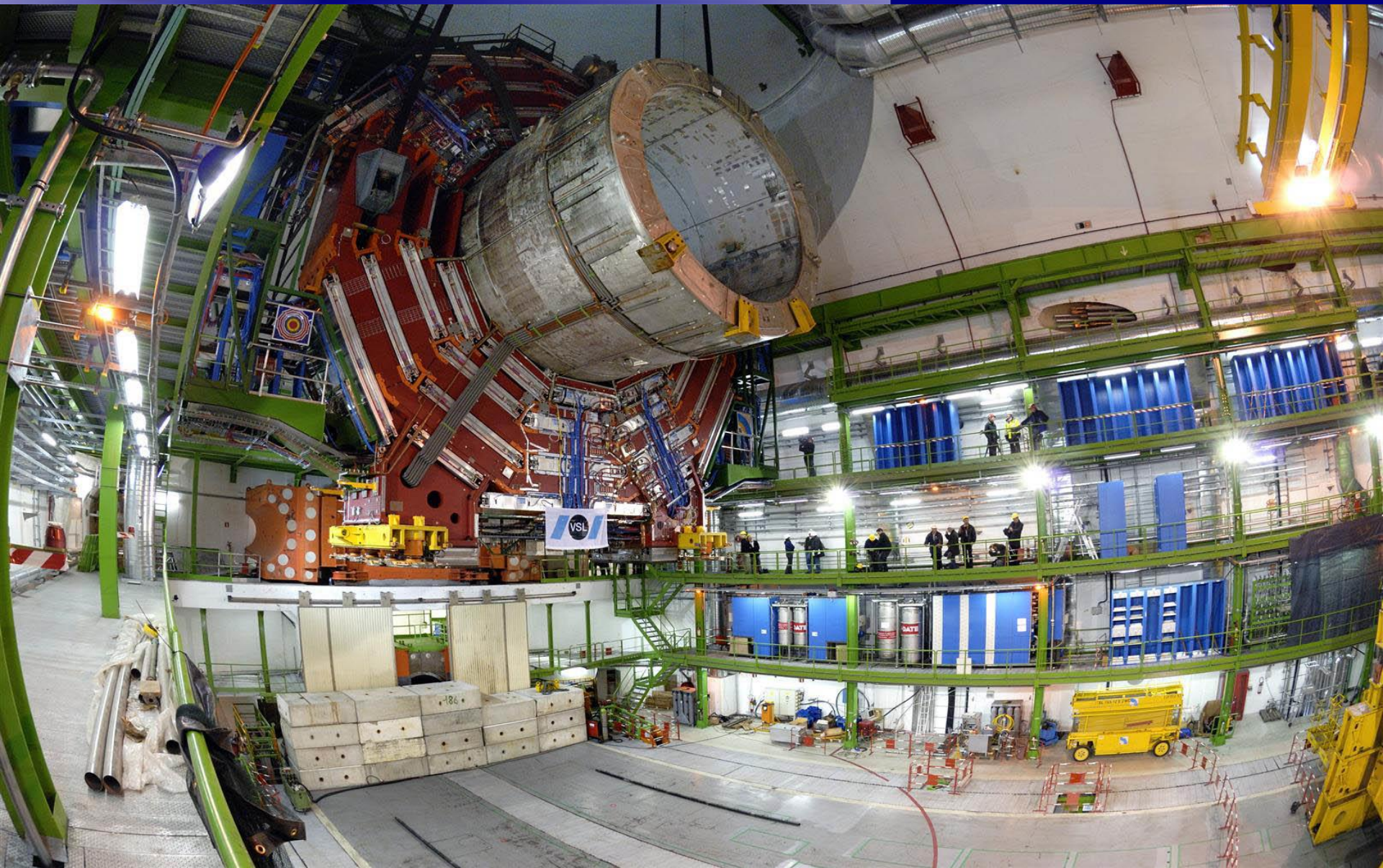
Az alagút építése

SM18

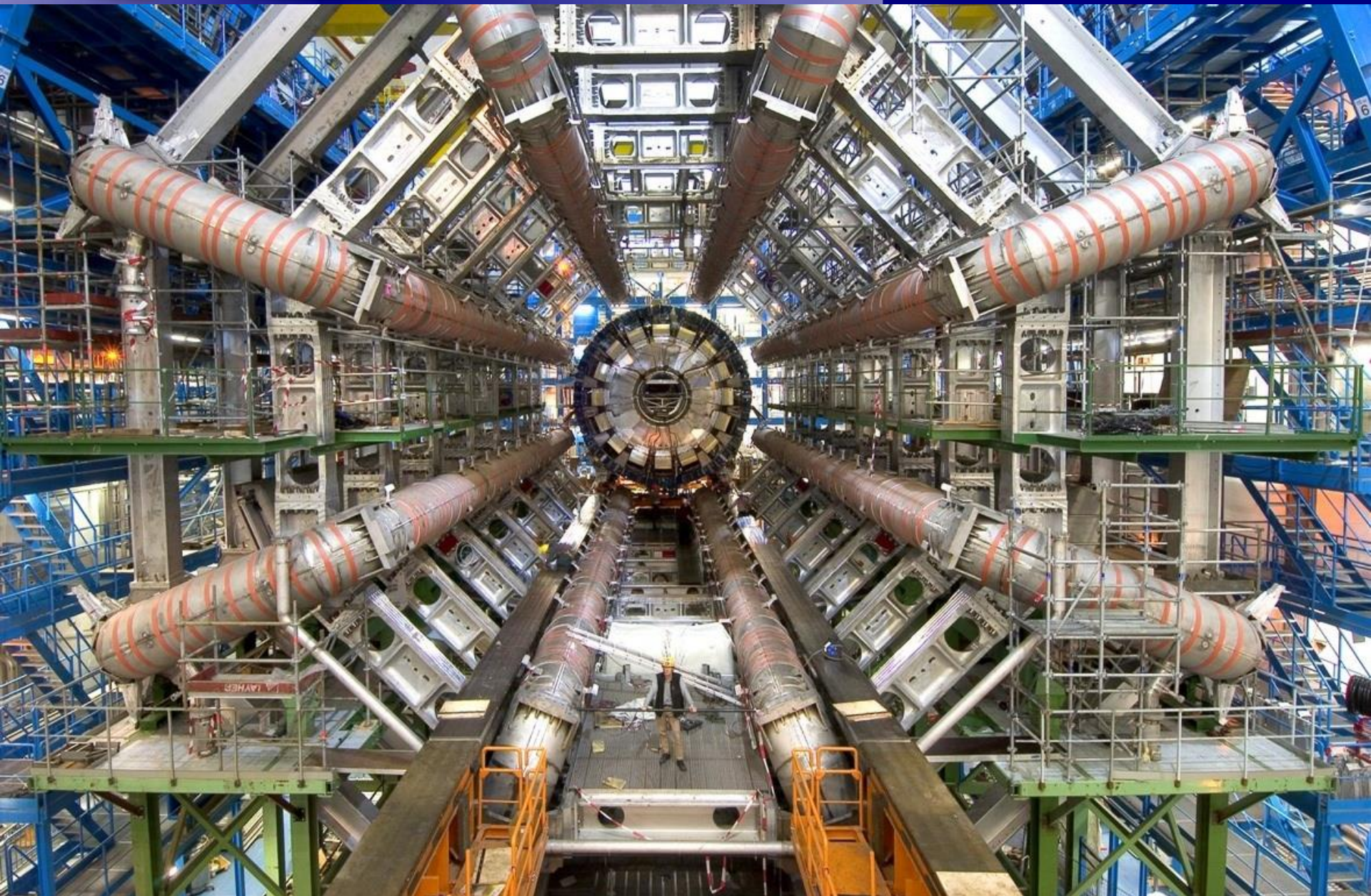




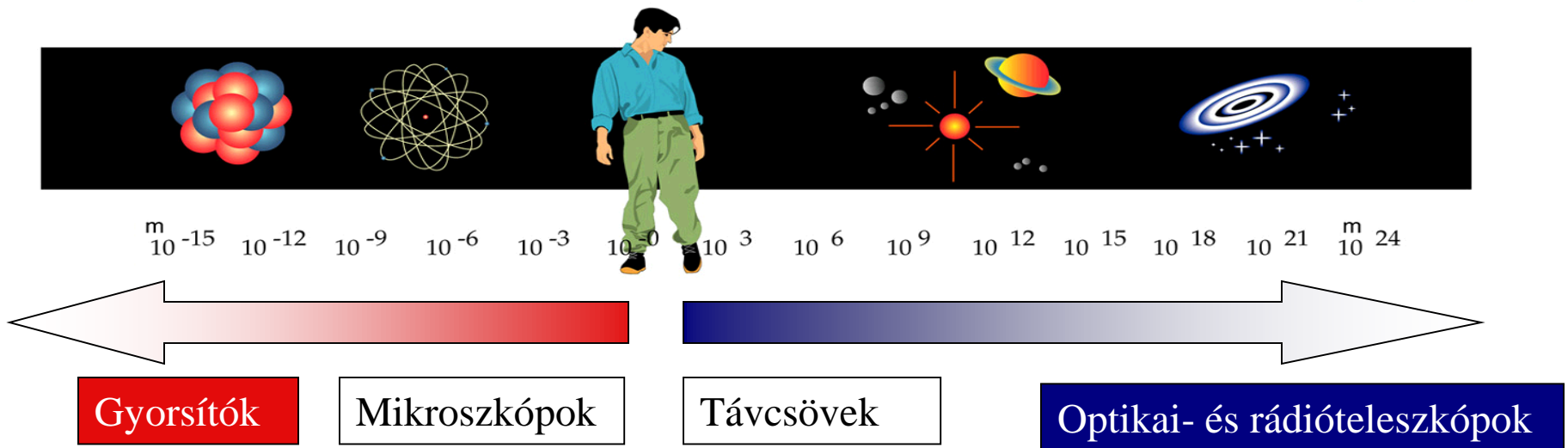
A CMS-mágnes behelyezése



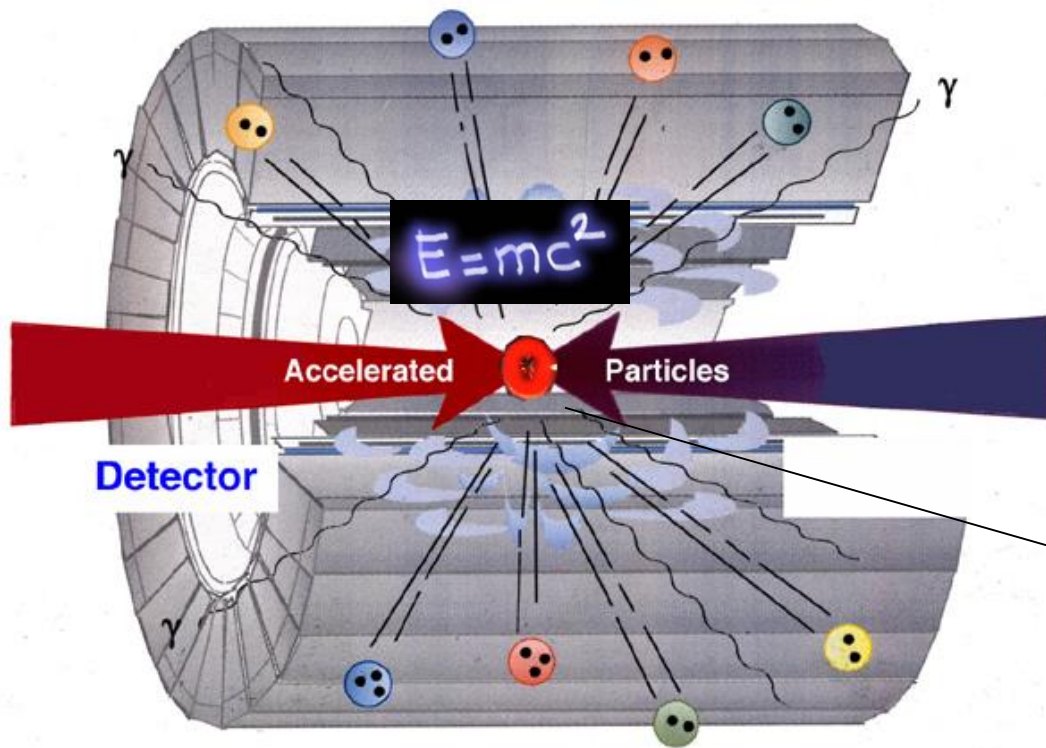
Az ATLAS detektor mágnesei



A részecskefizika az anyag legmélyebb szerkezetét vizsgálja



Nagyobb energia → rövidebb hullámhossz → kisebb távolság
→ mélyebb szerkezet



1) Energiakonzentráció a részecskéken (**gyorsító**)

2) Részecskék **ütköztetése** (ősrobbanás-közeli állapot előidézése)

3) Létrehozott részecskék azonosítása a **detektorban** (új fizikára mutató jelek keresése)

Gyorsító? Minden nagyenergiás részecske relativisztikus

AZ ELEMI RÉSZECSEKÉK ÉS ALAPVETŐ KÖLCSÖNHATÁSOK Standard Modellje

Az elemi részecskékre és alapvető kölcsönhatásokra vonatkozó jelenlegi legpontosabb ismereteinket összegzi a Standard Modell, amely az erős és egyesített elektromgyenge kölcsönhatások elmélete. A gravitáció, jóllehet alapvető kölcsönhatás, nem része a Standard Modellnek.

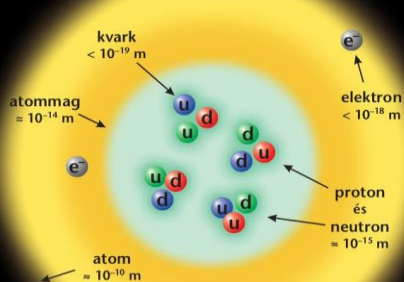
Fermionok – az anyag építőköve, spinjük: 1/2, 3/2, 5/2 ...

kvarkok (spin = 1/2)			leptonok (spin = 1/2)		
jel/íz	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés	jel/íz	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés
u up	0,003	2/3	ν _e elektron neutrínó	< 10 ⁻⁸	0
d down	0,006	-1/3	e elektron	0,000511	-1
c charm	1,3	2/3	ν _μ müion neutrínó	< 0,0002	0
s strange	0,1	-1/3	μ müion	0,106	-1
t top	175	2/3	ν _τ tau neutrínó	< 0,02	0
b bottom	4,3	-1/3	τ tau	1,7771	-1

Tömeg: a részecskefizikában az energiát elektronvoltban (eV), a tömeget GeV/c² egységekben ($E = mc^2$) mérik. 1 GeV = 10⁹ eV = 1,60 · 10⁻¹⁰ J. A proton tömege 0,938 GeV/c² = 1,67 · 10⁻²⁷ kg.

Töltés: az elektromos töltéseket a protontöltés egységében adjuk meg. A proton töltése 1,60 · 10⁻¹⁹ Coulomb.

Az atom szerkezete



Ha a protonok és neutronok átmérője 10 cm volna a képen, akkor a kvarkok és elektronok 0,1 mm-nél kisebbek lennének, az atom pedig 10 km átmérőjű lenne!

Bozonok – a kölcsönhatások közvetítői, spinjük: 0, 1, 2 ...

erős – szín (spin = 1)			elektromgyenge (spin = 1)		
jel/név	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés	jel/név	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés
g gluon	0	0	γ gamma-foton	0	0
			W [±] W-bozon	80,39	-1 / 1
			Z ⁰ Z-null bozon	91,187	0

Szintöltés: a kvarkok és gluonok „szintöltést” hordoznak. A kvarkok három-, a gluonok nyolcféle „színűek” lehetnek. Kvarkok és gluonok szabadon nem létezhetnek. Őket a szintöltések között ható alapvető erős kölcsönhatás kétféleképpen kötheti össze színsemleges hadronokba: vagy három kvark alkothat egy bariont, vagy egy kvark-antikvark-pár alkothat egy mezont.

A visszamaradó erős kölcsönhatás a színsemleges nukleonok – vagyis az atommagot alkotó neutronok és protonok – között hat (ez felelős a „magerőkért”), jellegetben a Van der Waals-kölcsönhatáshoz hasonlít.

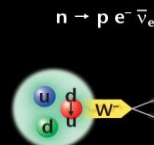
A spin a részecske saját perdülete. A spint ħ egységekben adjuk meg, ahol ħ = h/2π = 6,58 · 10⁻²⁵ GeVs = 1,05 · 10⁻³⁴ Js.

Fermionikus hadronok

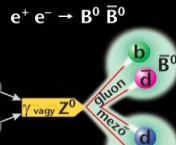
barionok (qqq) és antibarionok (q̄q̄q̄) – több száz ismert barion van				
jel/név	kvark-össz.	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés	spin
p proton	uud	0,938	1	1/2
anti-proton	ūūū	0,938	-1	1/2
n neutron	udd	0,940	0	1/2
lambda	uds	1,116	0	1/2
omega	sss	1,672	-1	3/2

Antianyag: a részecskének általában van „antirészecskéje”, amely azonos tulajdonságú, de ellentétes töltésű, mint a részecske. Néhány elektromosan semleges részecske egyben saját antirészecskéje is. Ilyen a Z⁰-bozon, a γ-foton, vagy az η_c-mezon, de a K⁰-kaon, mely d s kvark-antikvark-párból áll, már nem.

Az ábrák a jellemző fizikai folyamatokat csak szemléltetik, hozzájuk értelmes módon skálát rendelni nem lehet. A kékeszöld tartományok a gluonok felhőjét, illetve mezejét, a piros vonalak a kvarkok pályáját mutatják.

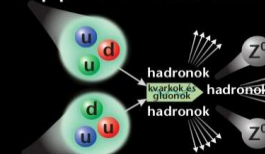


Egy neutron protonra, elektronra és antineutrínóra bomlik egy virtuális W-bozon (gyenge kölcsönhatás) közvetítésével. Ez a béta-bomlás.



Nagy energiájú elektron-pozitron-ütkezésben (elektromgyenge kölcsönhatás) B⁰-anti-B⁰ keltése, γ-foton vagy Z⁰-bozon közvetítésével.

p p → Z⁰ Z⁰ + hadronok



Nagy energiájú, erős kölcsönható protonok ütközésekor keletkezhetnek hadronok és nehéz részecskék, például Z⁰-bozonok.

A kölcsönhatások tulajdonságai

tulajdonság	erős		gyenge (elektromgyenge)		elektromágneses		gravitációs (nem az SM része)	
	alapvető	visszamaradó	íz	elektromos töltés	tömeg, energia, lendület	tömeg, energia, lendület	tömeg, energia, lendület	
amire hat	szintöltés	lásd magyarázat	íz	elektromos töltés	tömeg, energia, lendület	tömeg, energia, lendület	tömeg, energia, lendület	
ezek a részecskék érzik	kvarkok, gluonok	hadronok	kvarkok, leptonok	elektr. töltötték	minden	minden	minden	
közvetítő részecske	gluonok	mezonok	W [±] , W ⁰ -bozon	γ-foton	graviton (még nem figyelték meg)	graviton	graviton	
relatív erősség két up kvarkra	10 ⁻¹⁶ m	25	0,8	1	10 ⁻⁴¹	10 ⁻⁴¹	10 ⁻⁴¹	
két proton az atommagban	3 · 10 ⁻¹⁷ m	60	10 ⁻⁴	1	10 ⁻⁴¹	10 ⁻⁴¹	10 ⁻³⁶	
		–	10 ⁻⁷	1	10 ⁻³⁶	10 ⁻³⁶	10 ⁻³⁶	

Bozonikus hadronok

mezonok (qq̄) – több száz ismert mezon van				
jel/név	kvark-össz.	tömeg GeV/c ²	elekt. töltés	spin
π pion	u d̄	0,140	1	0
K kaon	s ū	0,494	-1	0
ρ ró-mezon	u d̄	0,770	1	1
B ⁰ B-null mezon	d b̄	5,279	0	0
η eta-c mezon	c c̄	2,980	0	0

Az eredeti posztert a **Contemporary Physics Project** (<http://CPEPweb.org>) készítette. A magyar változat Kármán Tamás és Somogyi Gábor munkája.

Megjelent a **Fizikai Szemle** mellékleteként, a **Paksi Atomerőmű Zrt.** támogatásával. Letölthető a <http://fizikaiszemle.hu> honlapról.

Kereskedelmi forgalomba nem hozható, oktatási célra szabadon felhasználható.



Mystery



Miért van éppen három részecskegeneráció?

Mystery



Csak egyetlen Higgs-bozon van?

Mystery



Miért nincsenek antigalaxisok?

Mystery



Mi alkotja a sötét anyagot?

Az LHC segít
válaszolni
ezekre a
kérdésekre

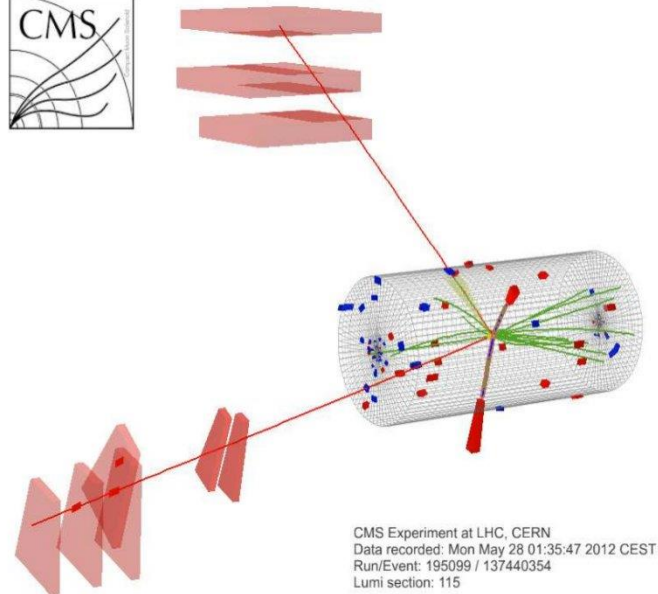
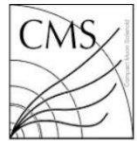


Az LHC CMS együttműködése 2012-ben

- 41 ország 179 intézménye
- 3275 fizikus (közülük 1535 diák)
- 790 mérnök és technikus
- Résztvevők intézmény országa szerint:
USA: 1149, Olaszo.: 439, Németo.: 298, Oroszo.: 234
- Útlevél szerint:
USA: 707, olasz: 554, német: 315, orosz: 305
- Magyar intézményből: 40, magyar útlevéllal: 44

Az LHC két protonnyalábja 2012-ben másodpercenként 20 millió alkalommal találkozott, esetenként 10-30 p-p ütközéssel

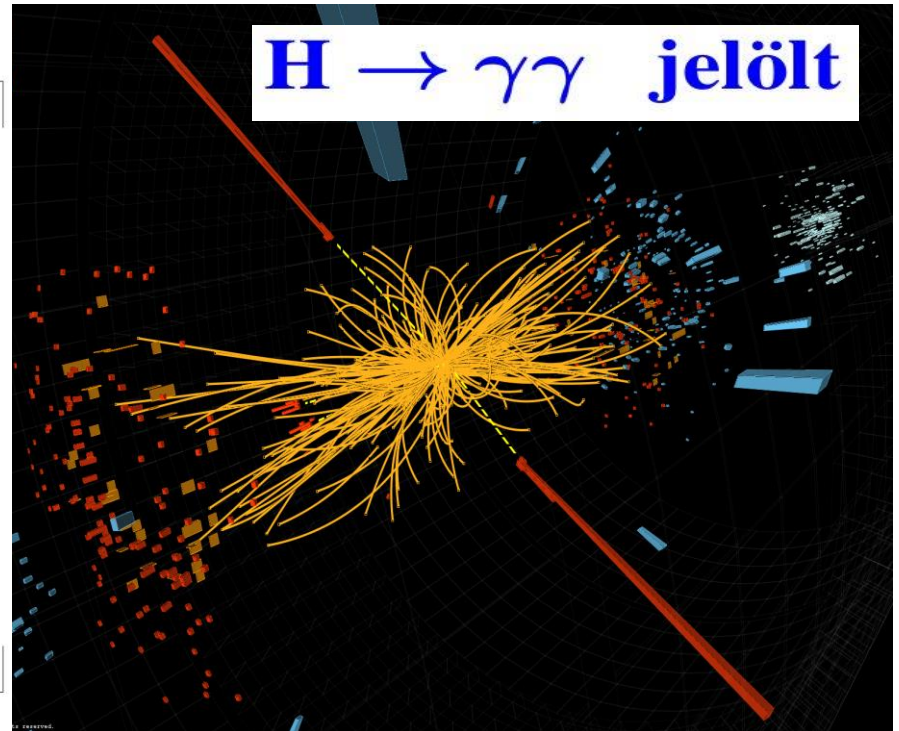
CMS: $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$



Horváth Dezső: Higgs-bozon az LHC-nél

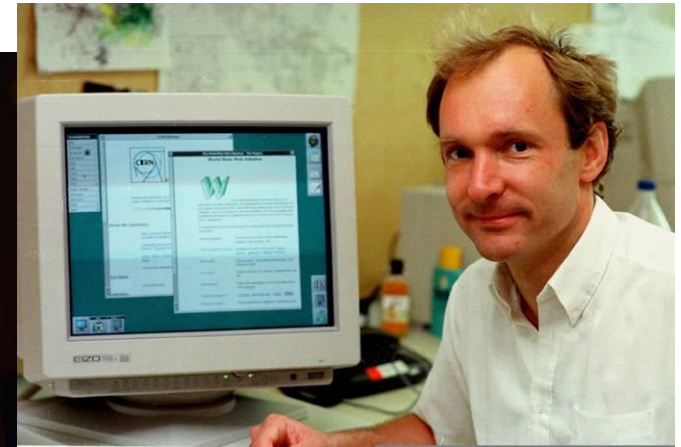
Wiener FK. 2012.07.17.

- p. 37/54

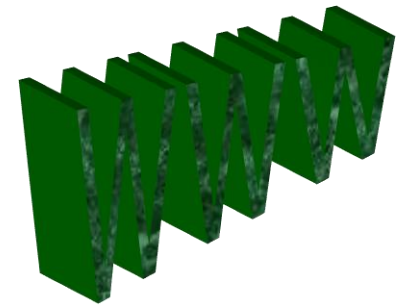


2013-14: fejlesztési szünet. 2015-től 13 TeV, 40 MHz

CERN, Internet és a WWW

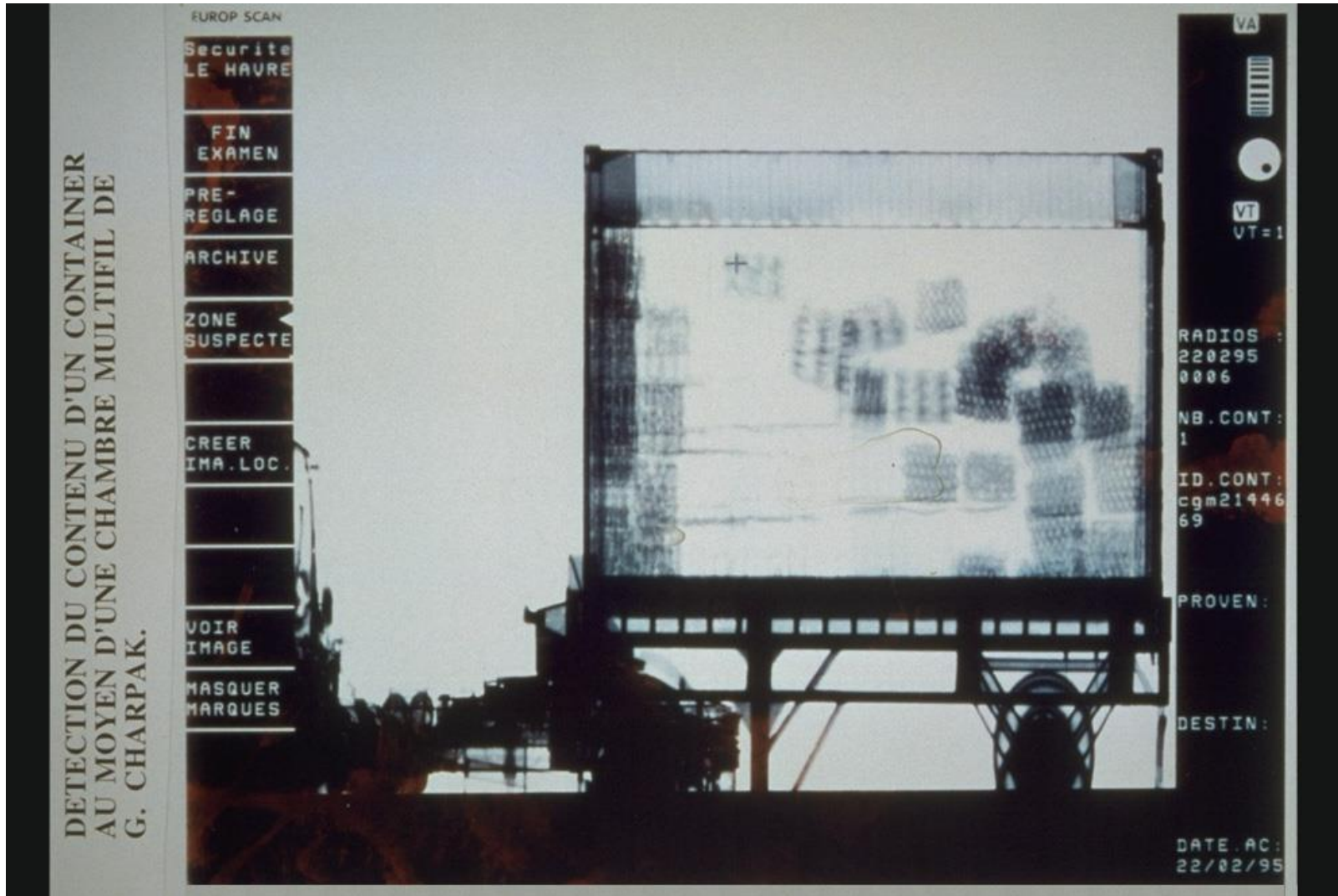


Tim Berners-Lee









Évente közel 500 diák, akik hazaviszik az itt szerzett tudásukat





És a tanárok, akik újtukra indítják őket...



HTP-2006



És ha valaki kíváncsi,
hol talál még valamit a CERN-ről a weben?

Mindenhol !



twitter

You Tube

facebook®

A CERN a nyitott társadalom jó példája:

- Minden kutatási eredmény nyilvános
- Mindenhova be lehet menni, ahol nincs veszély és nem zavarjuk a dolgozókat
- Mindenütt szabad fényképezni
- Webkamerák figyelik az LHC és detektorai működését

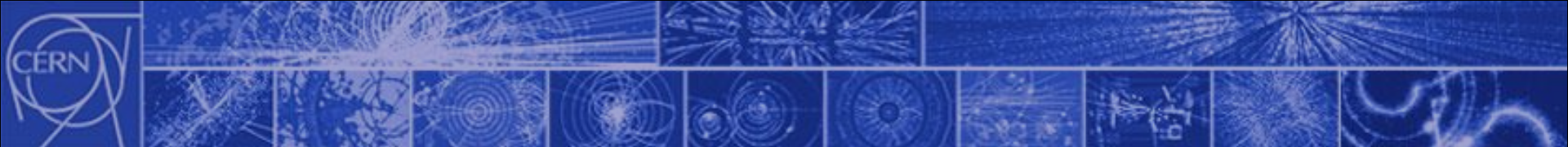
cmseye06 2012-05-02 15:29:33



Ügyelet:
spanyol,
holland,
kínai,
orosz,
francia,
magyar

DCS:
Szillási Z.

DQM: HD



Kate McAlpine (AlpineKat): LHC Rap

A. Capella: Bohemian Gravity

Pontos
fizika,
lehet
tanulni
belőle!