

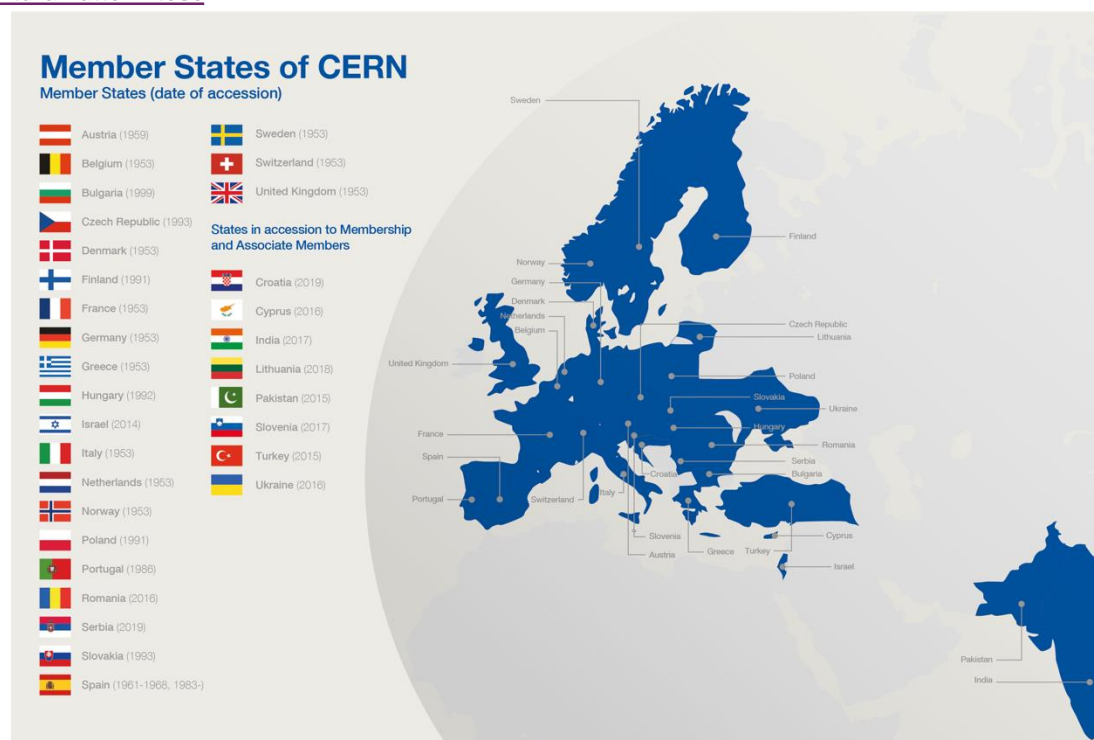
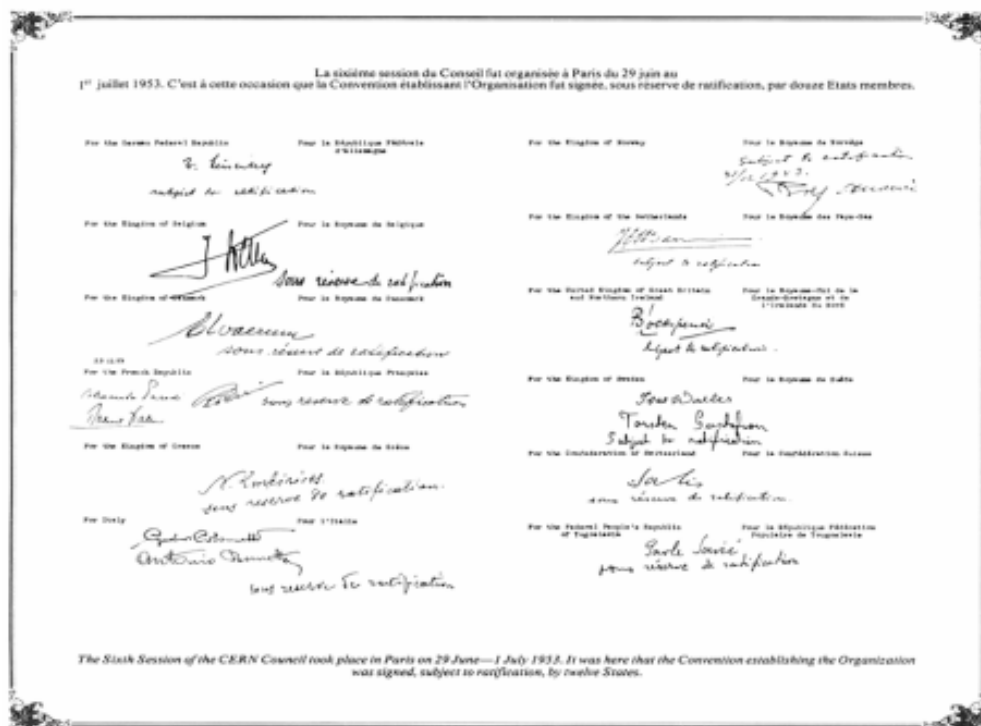
Bevezetés a CERN-hez

HUTP2022

Béni Noémi
tudományos munkatárs,
ELKH, Atommagkutató Intézet (ATOMKI), Debrecen

CERN Európai Nukleáris Kutatási Szervezet Európai Részecskefizikai Laboratóriuma

- 1954-ben 12 ország alapította, ma már 23 ország tagja
- European Council for Nuclear Research / *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*
- ~2500 alkalmazott, 500 diák, több mint 17500 felhasználó
- Éves költségvetése közel 1100 MCHF (300 milliárd HUF) ennek 0.6%-át fizeti Magyarország, ami 2020. évi tagdíj: 7 516 200 CHF (≈ 2 480 millió Ft)
- <https://nkfi.gov.hu/hivatalrol/nemzetkozi-szervezetek/kutatasi-infrastrukturak/nemzetkozi-kutatasi-infrastrukturak-attekintese>

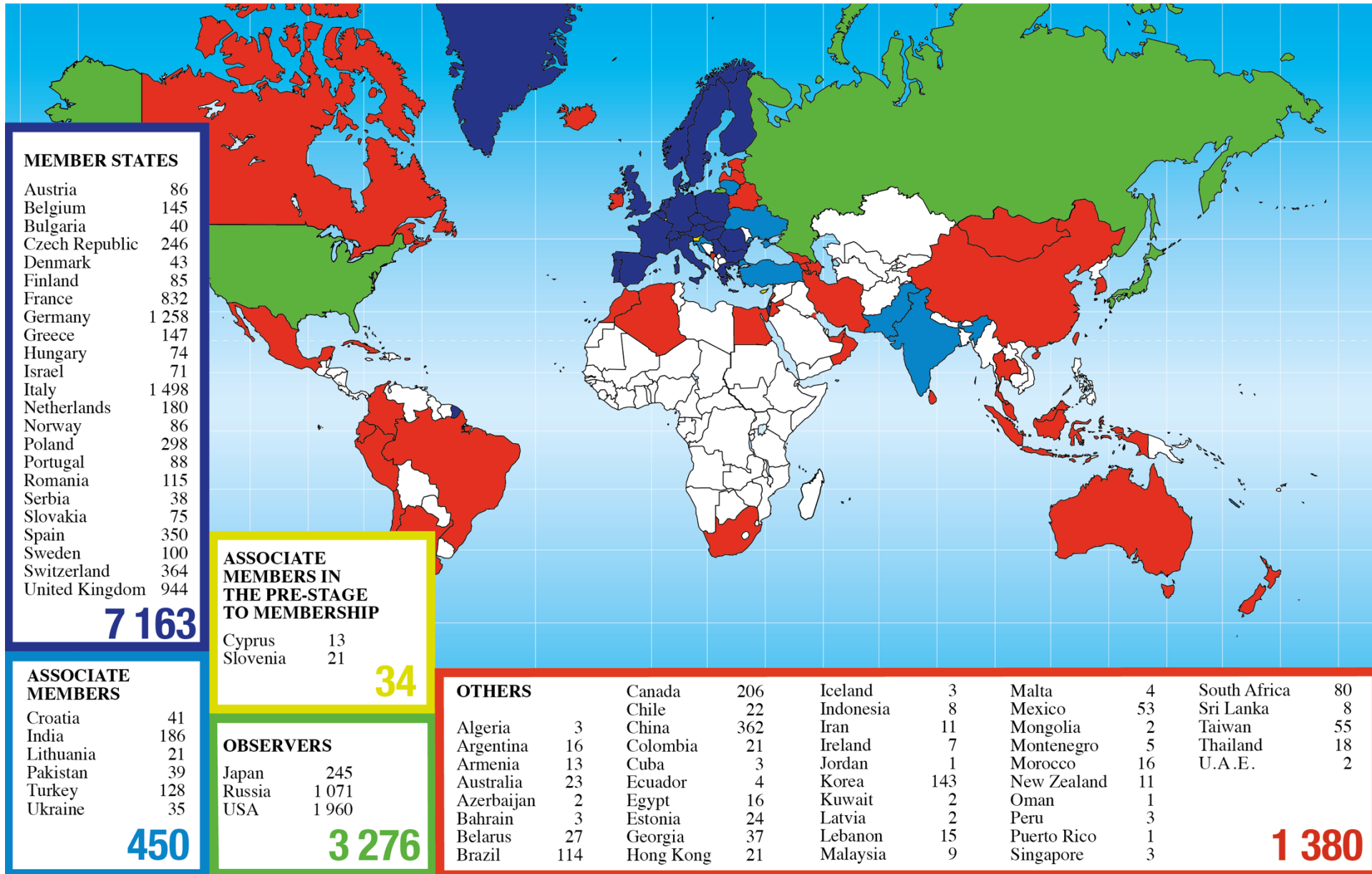


Bábel-torony, amely működik

- **A CERN 23 tagországa 18 különböző hivatalos nyelvet használ**
- **A 80 országból érkező kutatók közel 100 nyelven beszélnek**
- **A CERN hivatalos munkanyelvei az angol és a francia**



Distribution of All CERN Users by Location of Institute on 27 January 2020



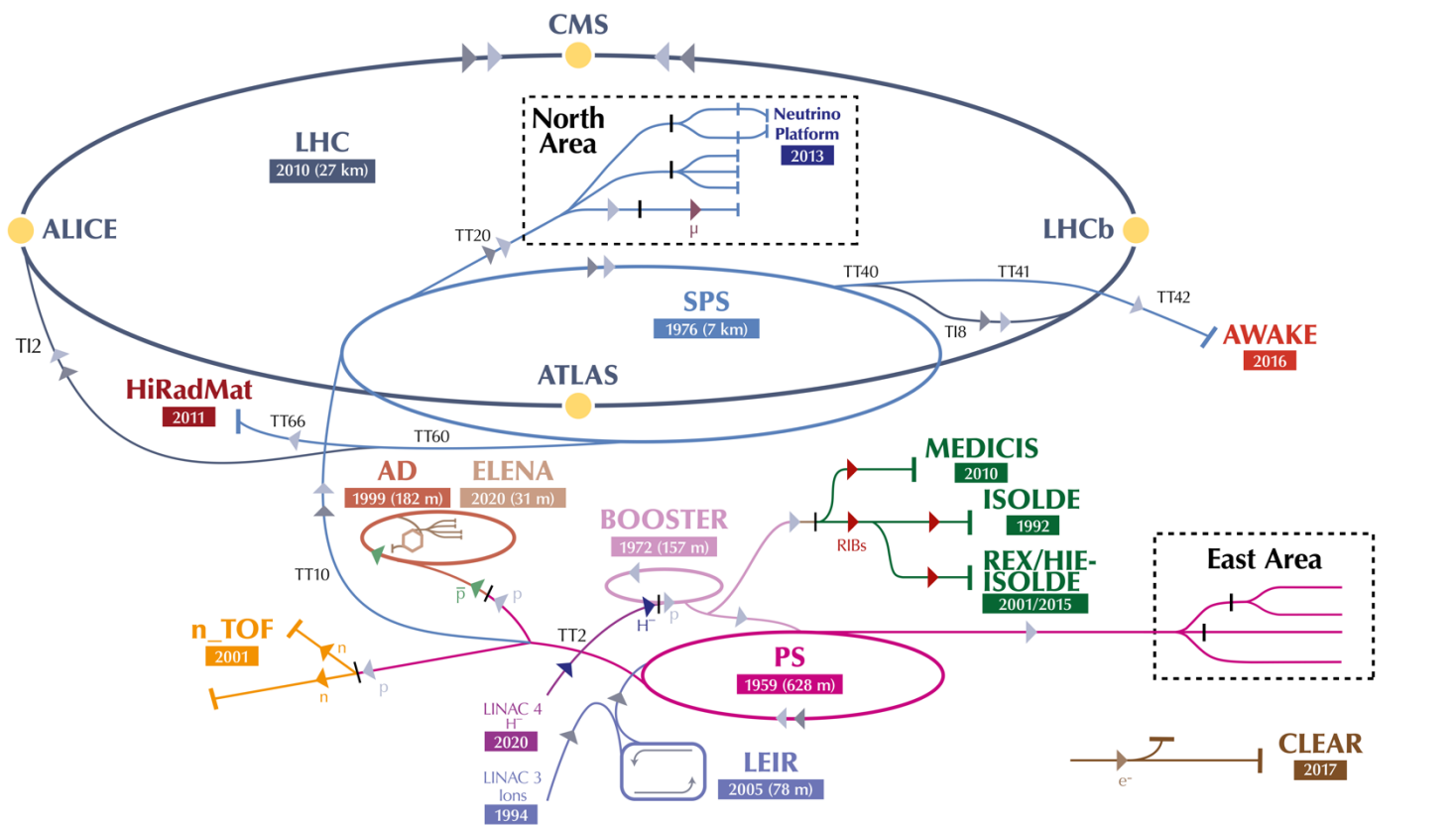
CERN elhelyezkedése



The CERN accelerator complex Complexe des accélérateurs du CERN

CERN gyorsítókomplexuma

Fő feladata:
részecskegyorsítók építése
és üzemeltelése a fizikai
kutatás számára

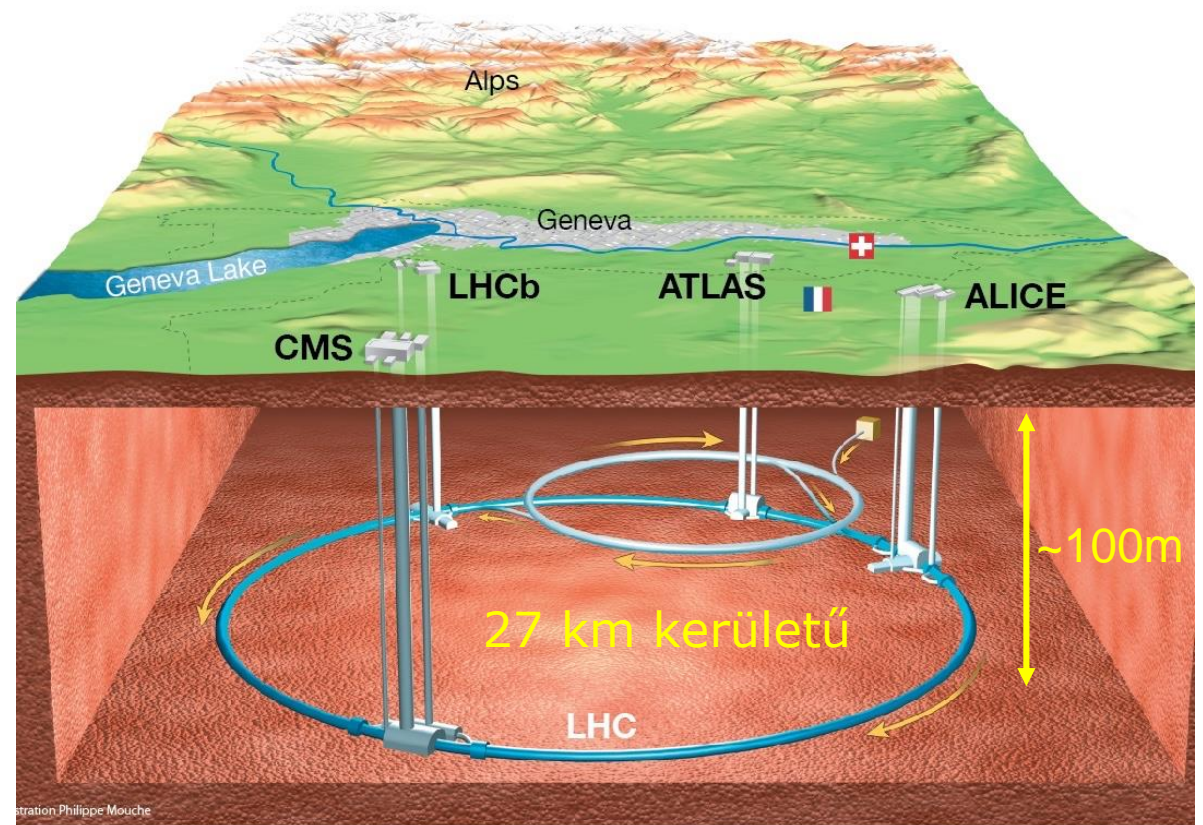


▶ H^- (hydrogen anions) ▶ p (protons) ▶ ions ▶ RIBs (Radioactive Ion Beams) ▶ n (neutrons) ▶ \bar{p} (antiprotons) ▶ e^- (electrons) ▶ μ (muons)

LHC - Large Hadron Collider // SPS - Super Proton Synchrotron // PS - Proton Synchrotron // AD - Antiproton Decelerator // CLEAR - CERN Linear Electron Accelerator for Research // AWAKE - Advanced WAKEfield Experiment // ISOLDE - Isotope Separator OnLine // REX/HIE-ISOLDE - Radioactive Experiment/High Intensity and Energy ISOLDE // MEDICIS // LEIR - Low Energy Ion Ring // LINAC - LINear ACcelerator // n_TOF - Neutrons Time Of Flight // HiRadMat - High-Radiation to Materials // Neutrino Platform

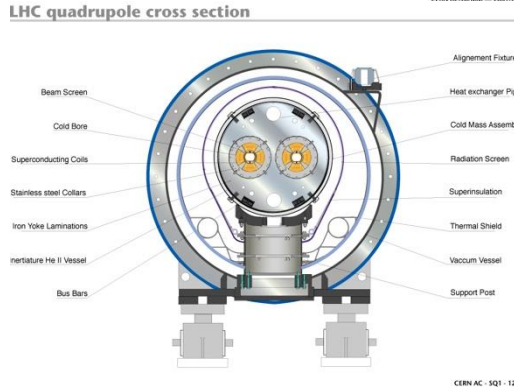
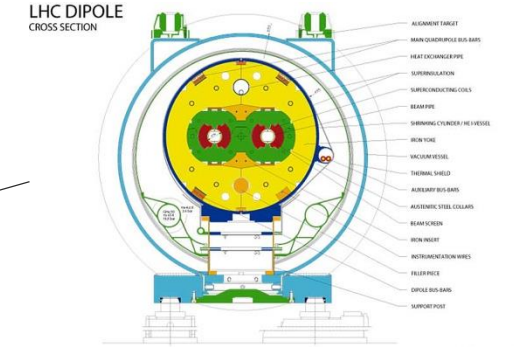
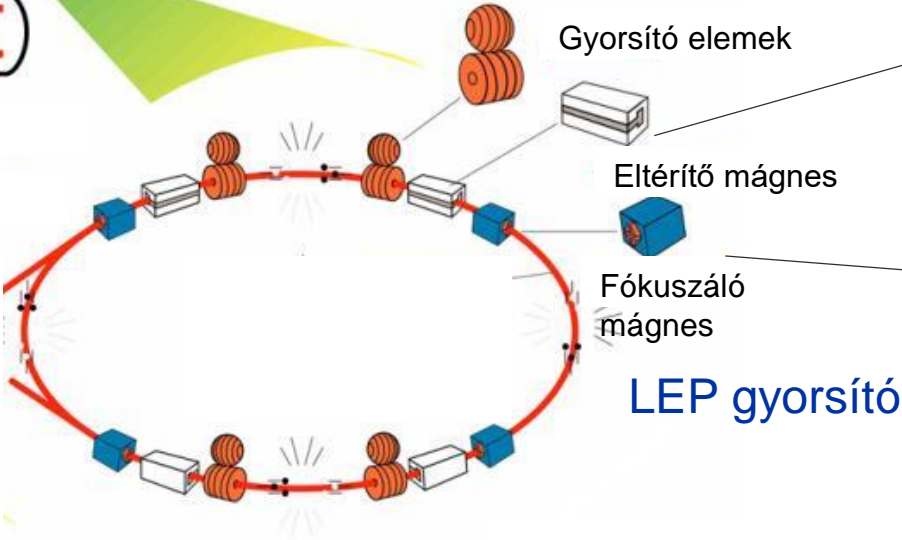
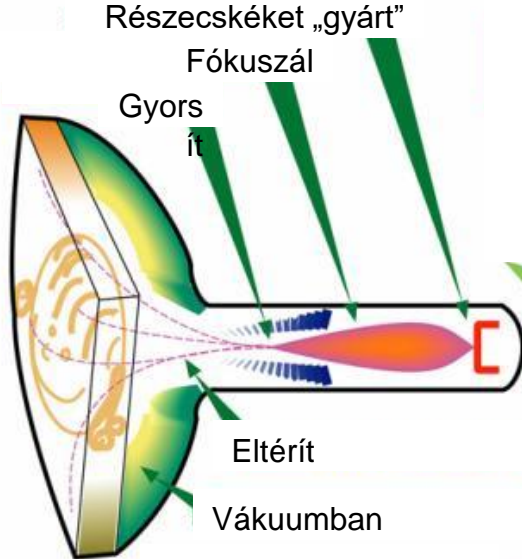
A Nagy Hadron Ütköztető (LHC)

- A Nagy Hadron Ütköztető (LHC) a valaha épített legnagyobb, az elemi részecskék vizsgálatára szolgáló tudományos mérőberendezés.
- Négy hatalmas földalatti csarnok készült az óriási detektorok számára
- A világ legnagyobb teljesítményű tudományos részecskegyorsítója
- Szupravezető mágnesei alacsonyabb hőmérsékleten mint a világűr hidege



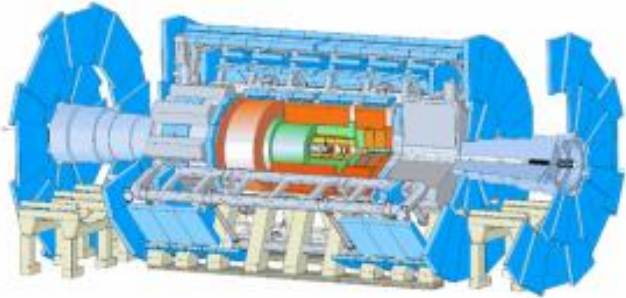
Nem olyan régen még mindenkinek volt részecskegyorsítója...

a hagyományos televíziós készülék!



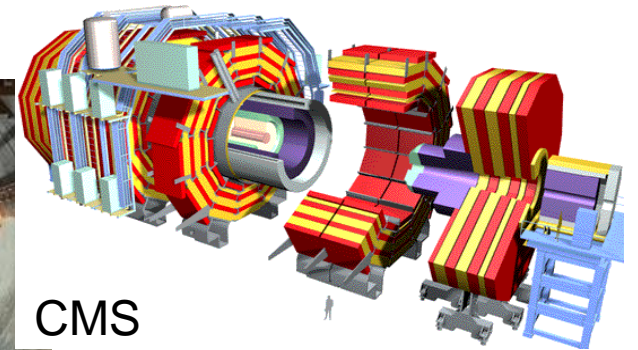
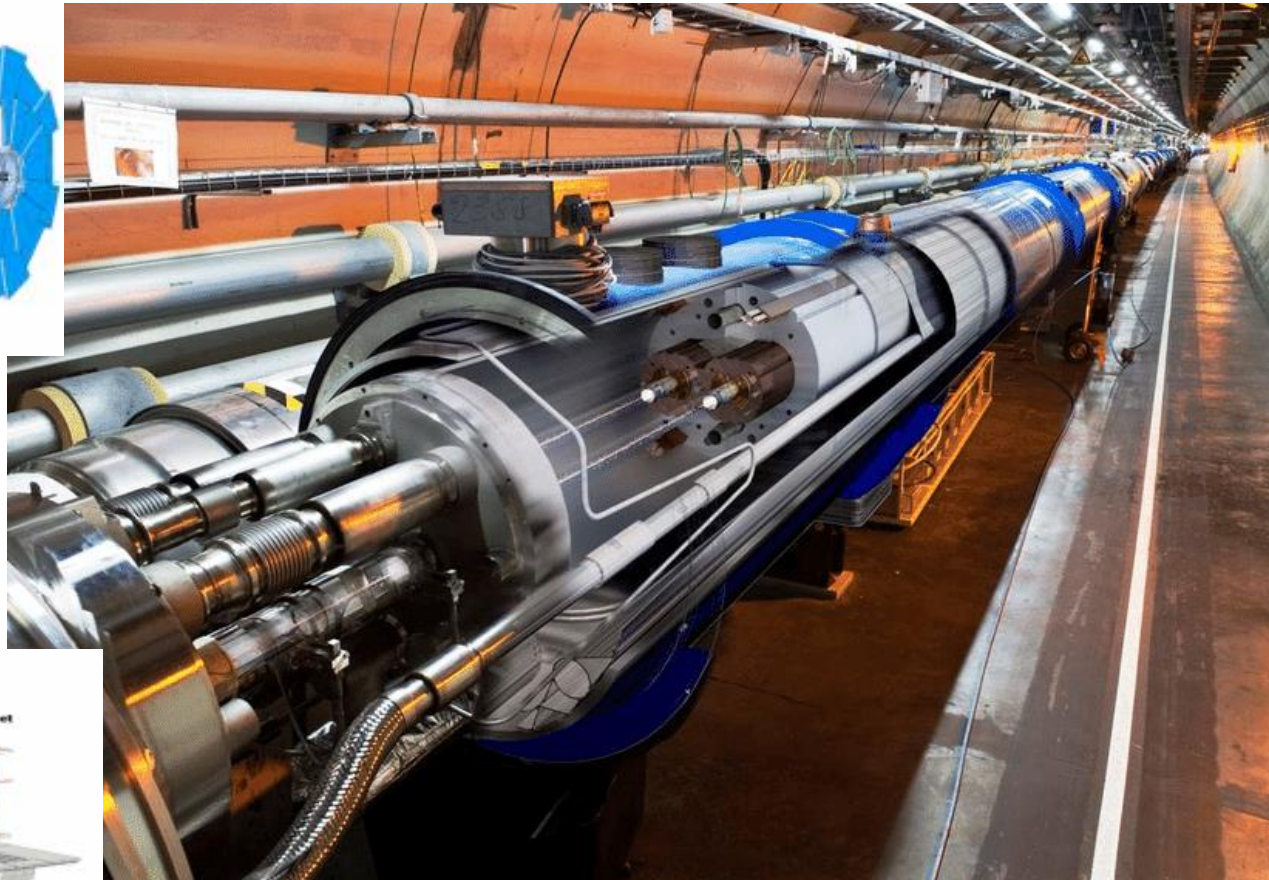
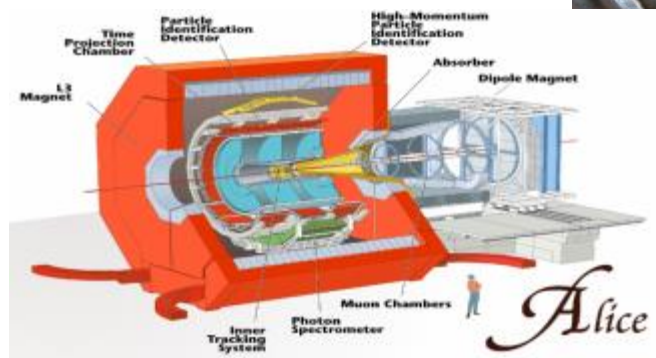
LHC gyorsító

A Nagy hadron-ütköztető (LHC)

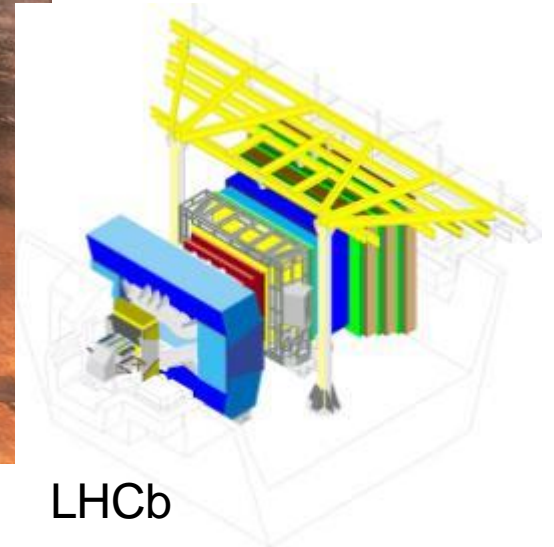


ATLAS

ALICE



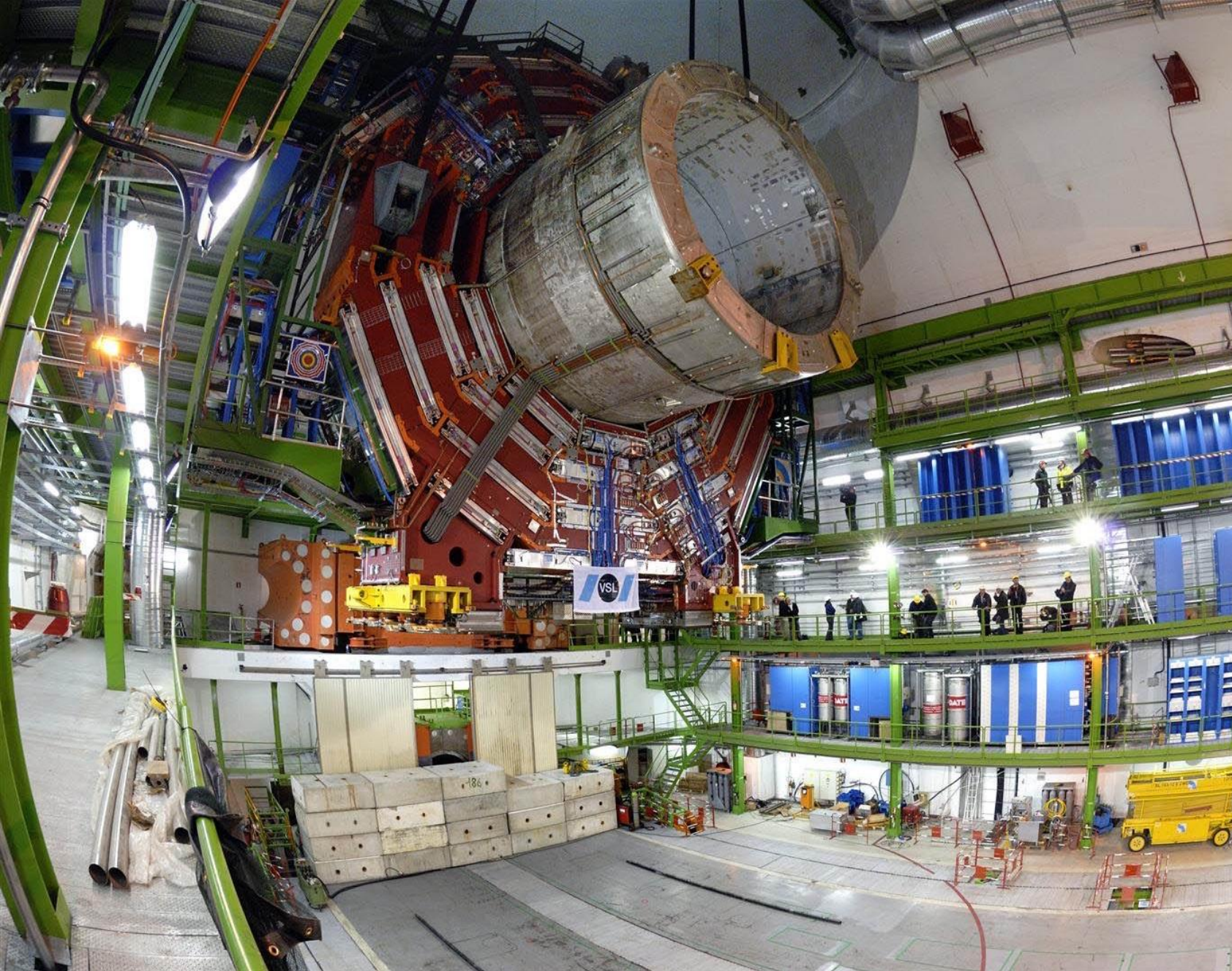
CMS



LHCb

A CMS-detektor építése a felszínen



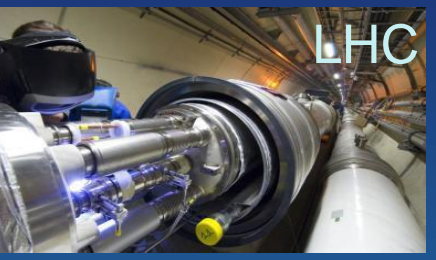
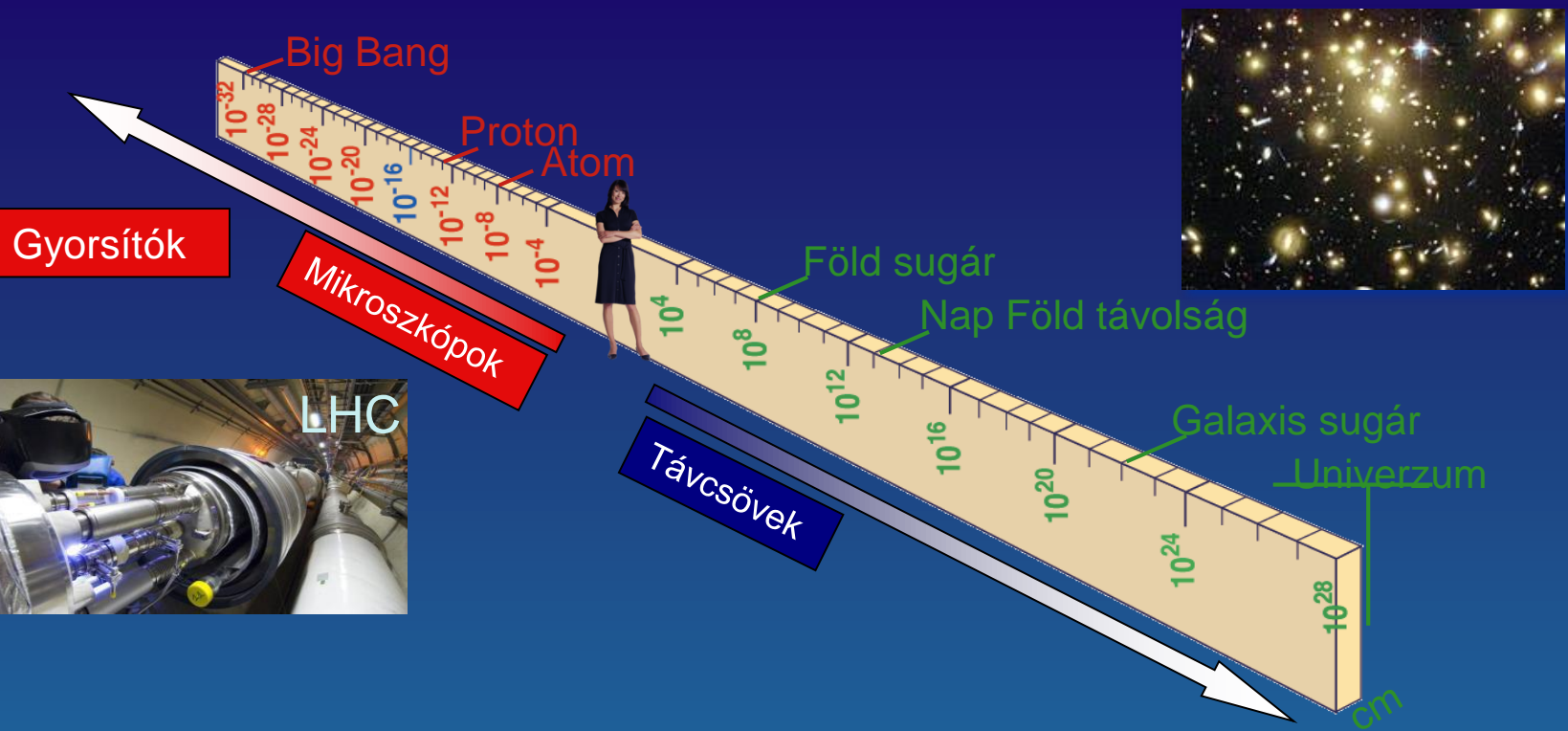


A CMS kísérlet
központi egységének
leeresztése a föld
alatti csarnokba

ALICE (A Large Ion Collider Experiment)



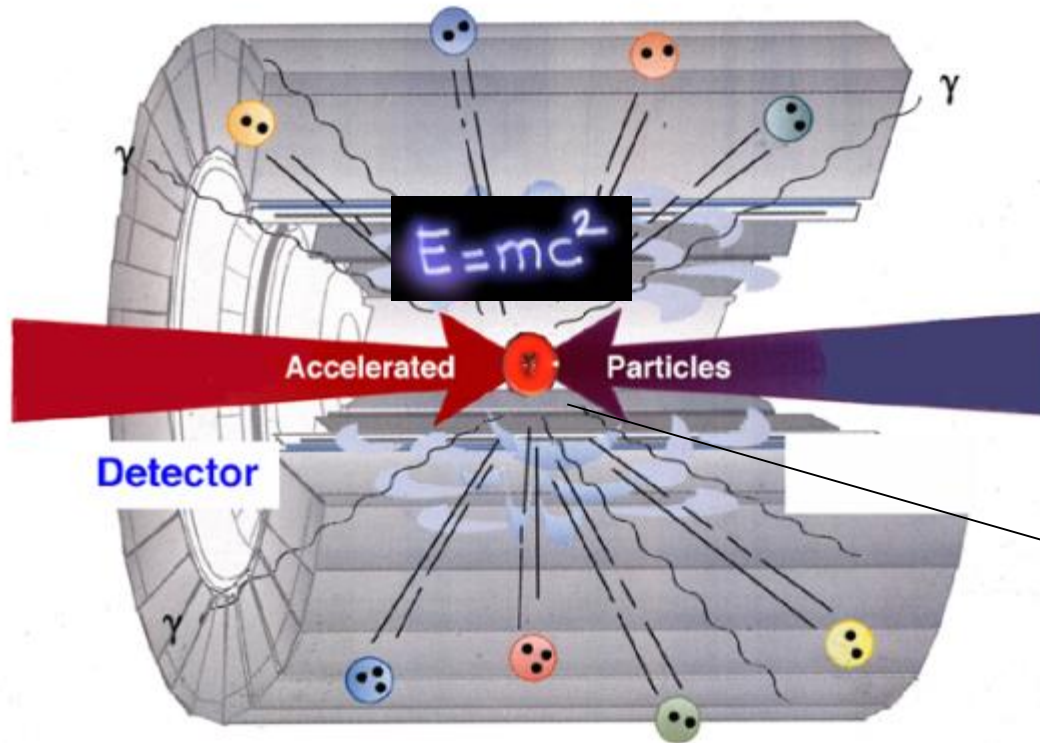
Minek a részecskegyorsító?



A részecskefizika az anyag legmélyebb szerkezetét vizsgálja

nagyobb energia → rövidebb hullámhossz → kisebb távolság → mélyebb szerkezet

A részecskefizika módszerei



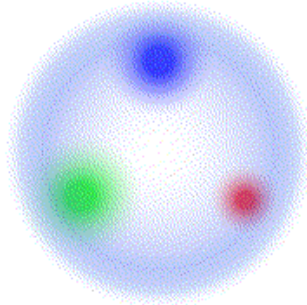
1) Energiakonzentráció a részecskéken (**gyorsító**)

2) Részecskék **ütköztetése** (ősrobbanás – Big Bang- közeli állapot előidézése)

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

Az anyag alkotói

Quarks (Gell-Mann) 1964



Proton

Napjaink periódusos rendszere

	Quarks		Leptons	
Generation 3	Top	Bottom	Tau	Tau-neutrino
Generation 2	Charm	Strange	Muon	Muon-neutrino
Generation 1	Up	Down	Electron	Electron-neutrino

Felfedeztük ugyan a Higgs-bozont, de ...



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

Higgs-jelek az LHC-ben a CMS kísérletben

LHC, 2012: 4 TeV-es protoncsomagok, 20 MHz, esetenként 10-30 8 TeV-es p-p ütközéssel

2013-14: fejlesztés

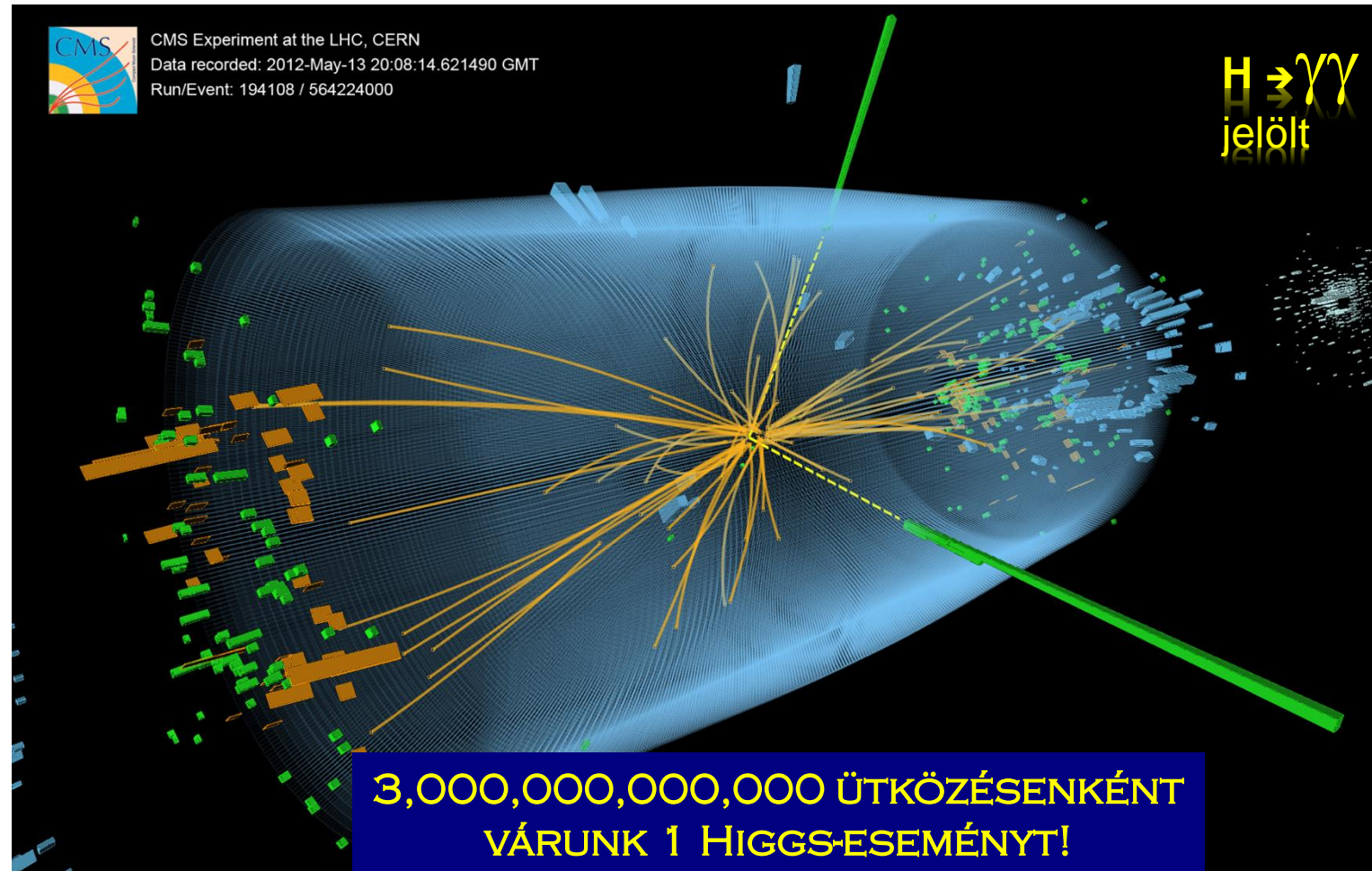
2015-18: 13 TeV, 40 MHz, 60-70 p-p ütközés.

2019-22: fejlesztés

RUN3 adatgyűjtési időszak 2022 Július 5-én indult, 13.6 TeV, 40 MHz, 60-70 p-p ütközés.

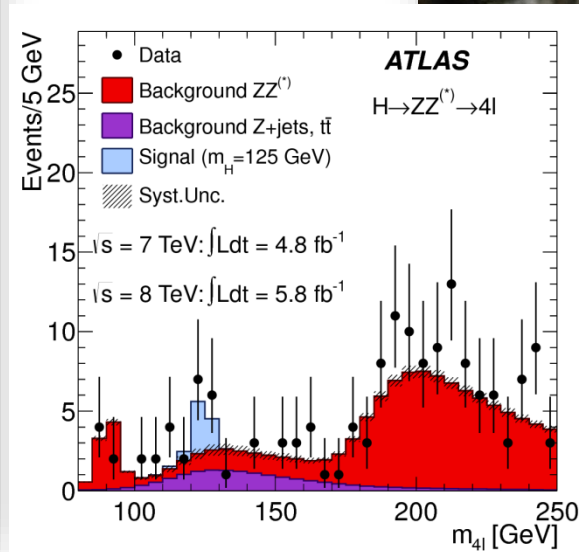
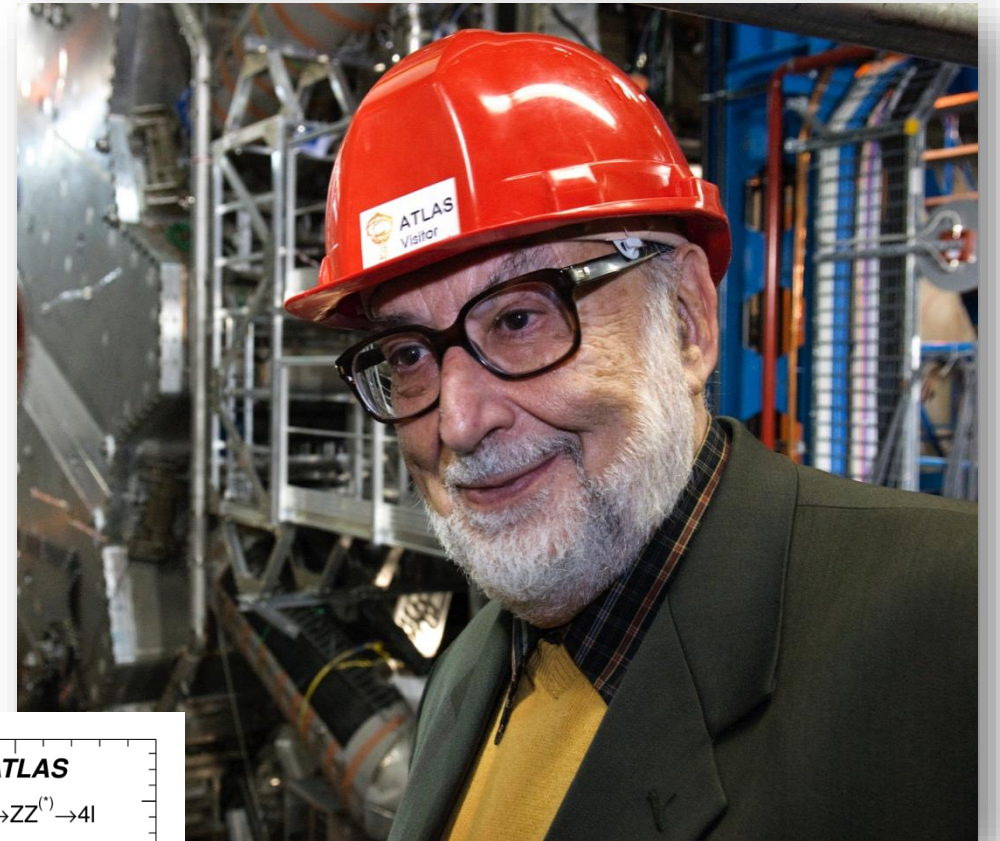
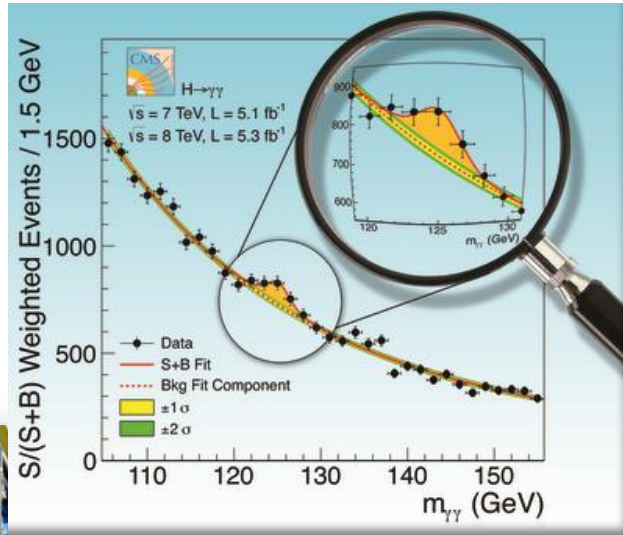
2024-29: fejlesztés

High-luminosity LHC 2029-től





10 éve fedezték fel a



Hova lett az antianyag?

Az ősrobbanás után ugyanannyi antirészecskének és részecskének kellett

keletkeznie, de nincsenek antianyag-galaxisok: hova lett az antianyag?

Lehet-e különbség részecske és antirészecske között (a töltésen kívül)?

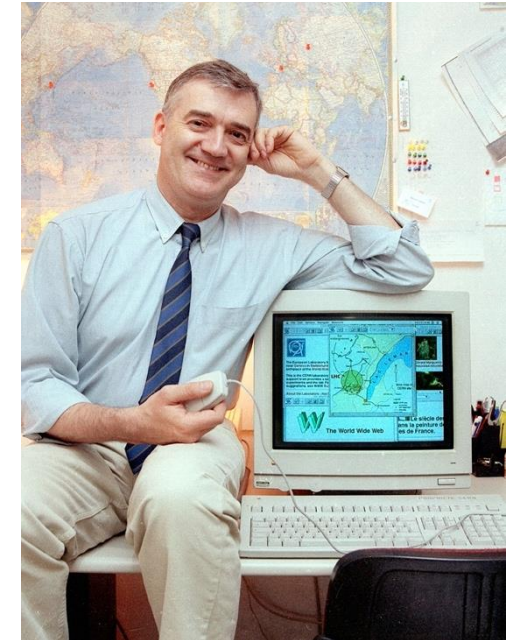
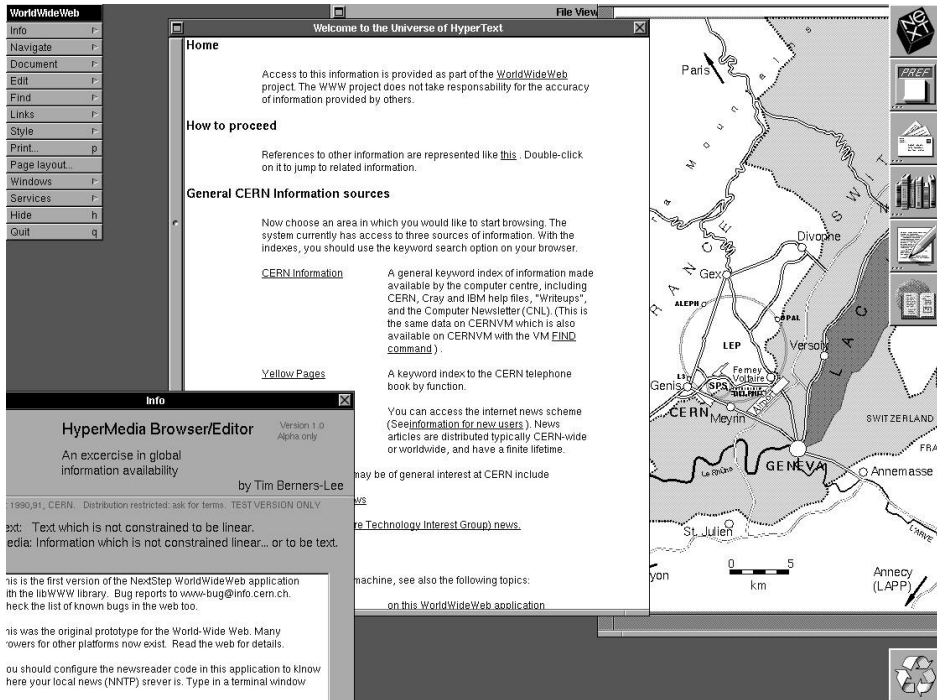


Antianyag gyár



ALPHA első Penning csapdája

CERN, Internet és a WWW



Tim Berners-Lee
Robert Cailliau



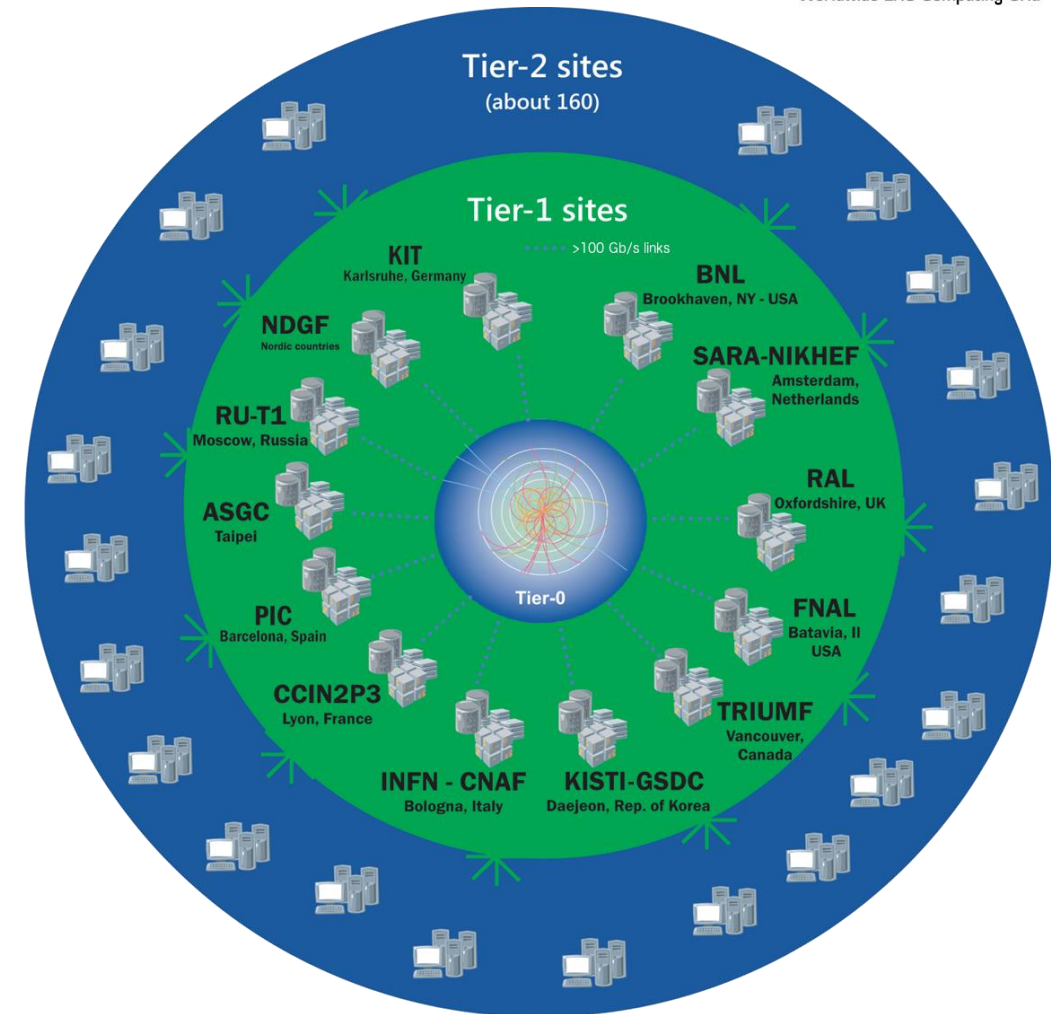
<https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web>

Worldwide LHC Computing Grid

A WLCG egy hatalmas elosztott számítási infrastruktúra (1,4 millió számítógépprocesszort és 1,5 extabájtnyi tárhelyet egyesít, melyek 170 helyszínen 42 országban található), amely világszerte biztosít közel valós idejű hozzáférést az LHC-adatokhoz az adatanalizáló fizikusok számára.

Naponta több mint 2 millió feladatot futtat, és a globális átviteli sebesség meghaladta a 260 GB/s-ot.

Ezek a számok az idő előrehaladtával növekedni fognak, és ahogy a számítási erőforrások és az új technológiák egyre elérhetőbbé válnak világszerte.

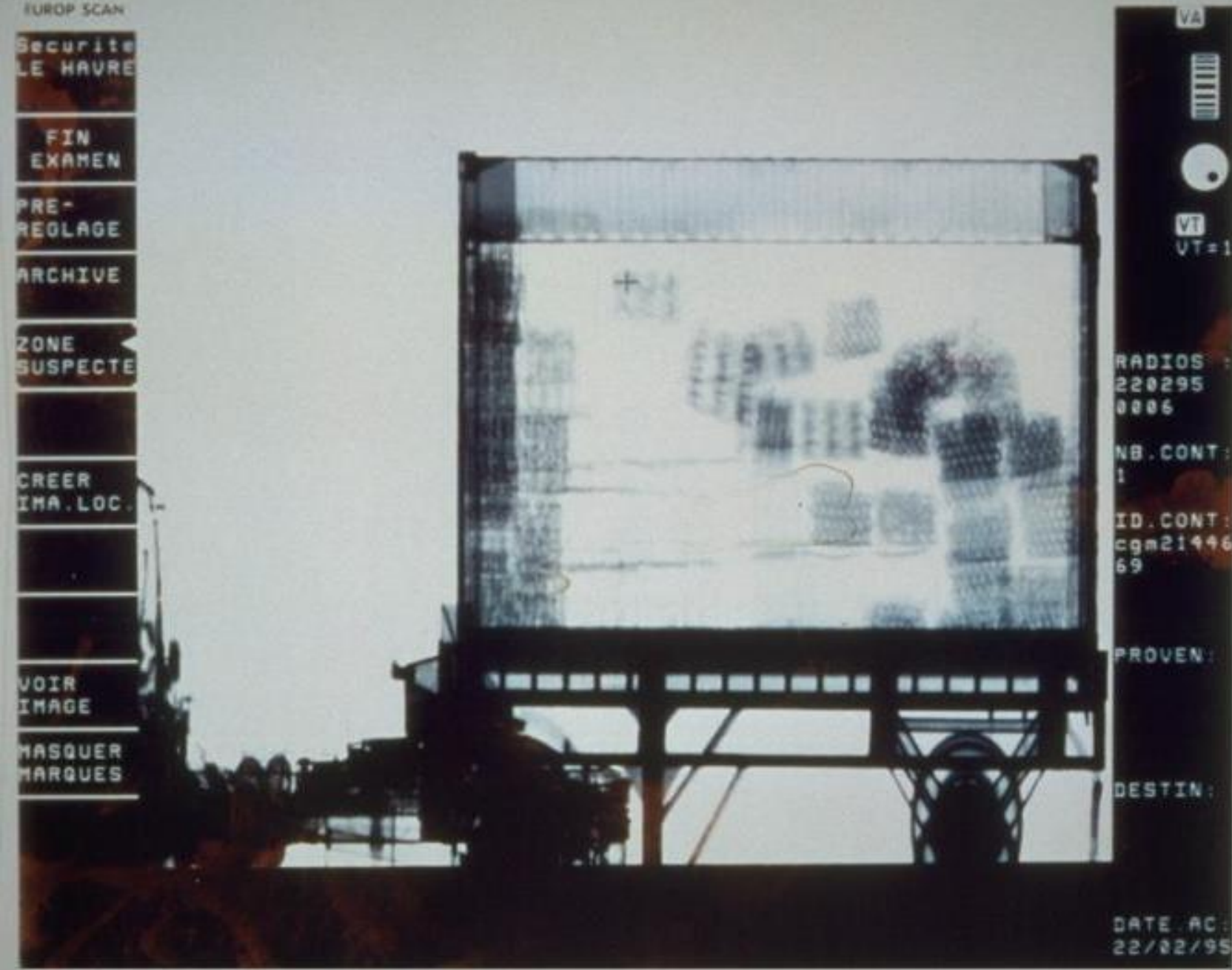




Technológiai alkalmazások



Kormányzati alkalmazások



Évente közel 500 diák, akik hazaviszik az itt szerzett tudásukat



És a tanárok, akik
útjukra indítják őket...

Magyar fizikatanárok
továbbképzése
Jarosievitz Beáta és Sükösd
Csaba kezdeményezésére
2006 óta évente 20-40
tanárral

Az első program résztvevői, 2006

