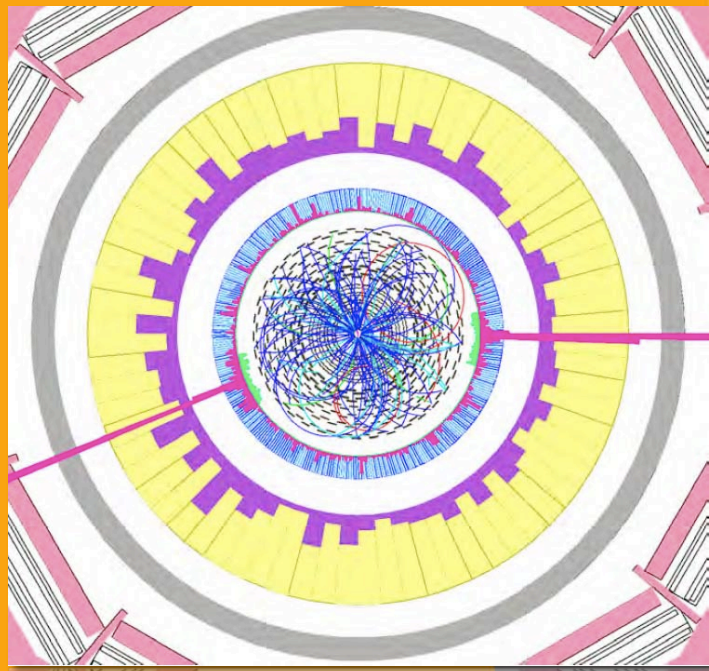
HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

HELSINKI INSTITUTE OF PHYSICS

Suomalainen tutkimus LHC:llä



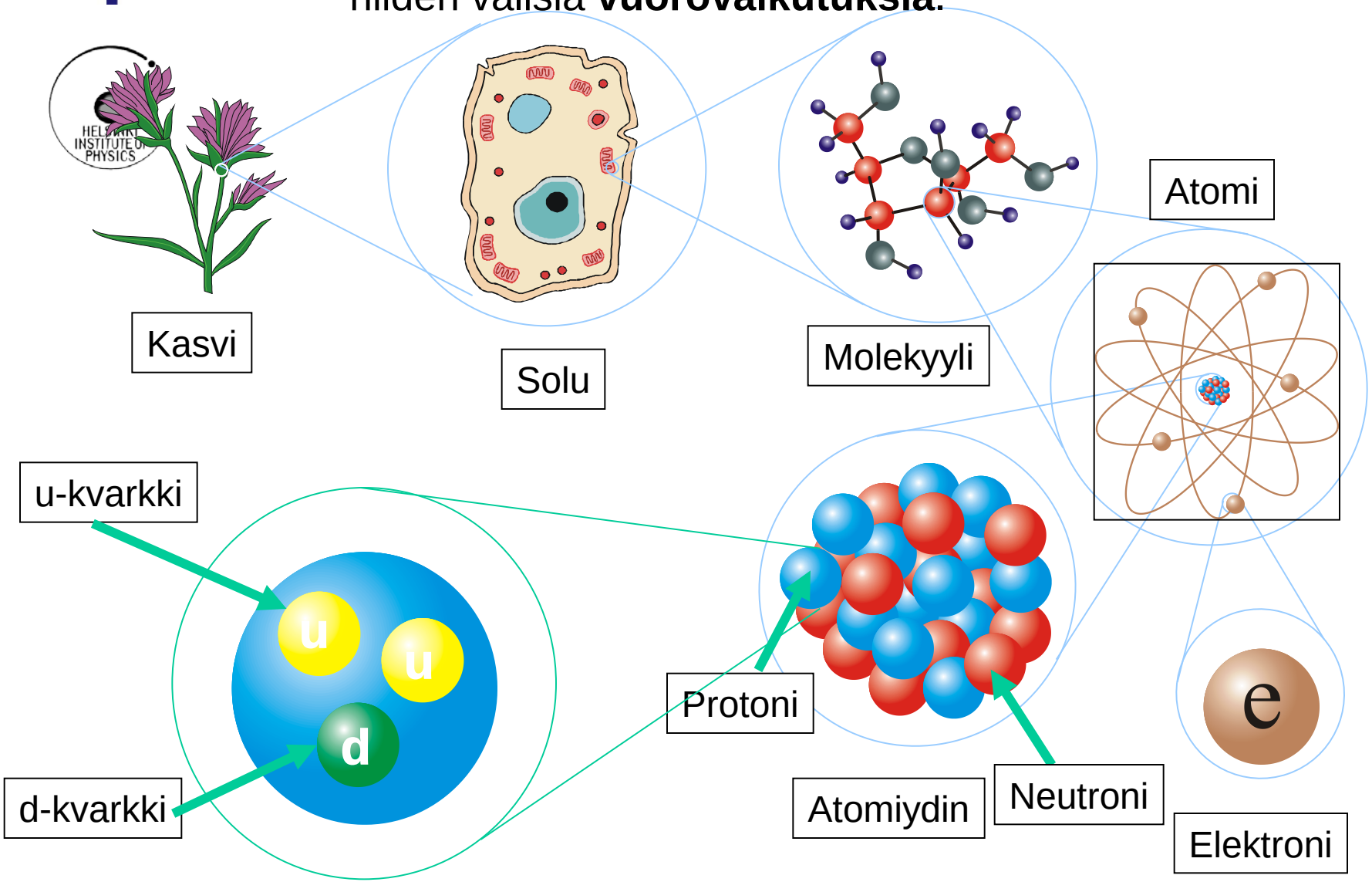
Paula Eerola

Fysiikan laitos ja Fysiikan tutkimuslaitos

2.12.2009

Mitä hiukkasfysiikka tutkii?

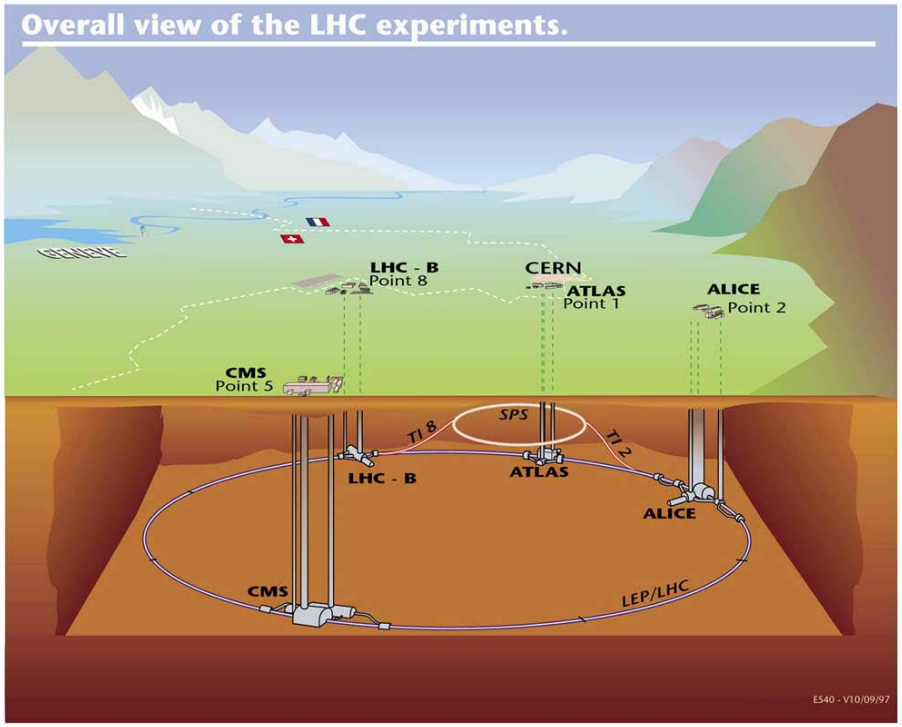
- Hiukkasfysiikka tutkii aineen **pienimpiä rakennusosia** ja niiden välisiä **vuorovaikutuksia**.



Mikä on LHC?

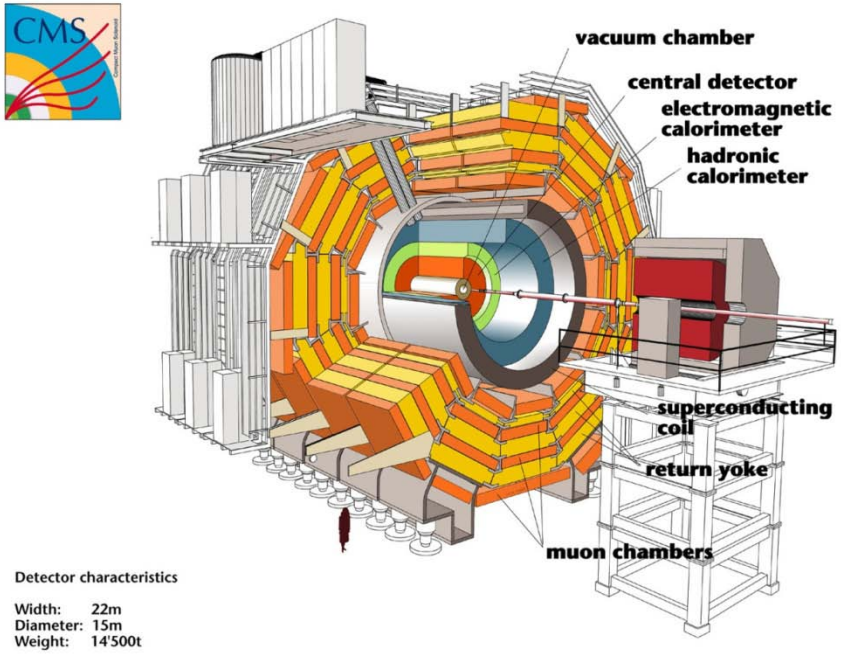
- LHC – Large Hadron Collider – Suuri Hiukkastörmäytin – on CERN:ssä sijaitseva kiihdytin, jota käynnistetään parhaillaan.

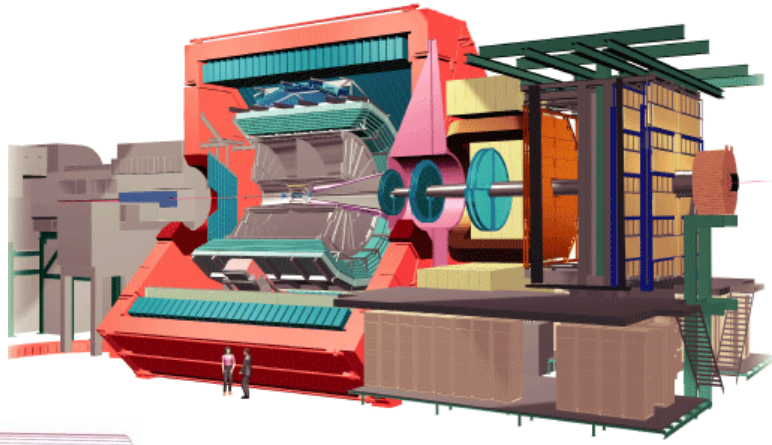
- LHC:ssä kiihdytetään kahta protonisuihkua vastakkaisiin suuntiin 27 km pitkässä tunnelissa. Protonin energia suihkussa on 7 teraelektroni-volttia (7 miljoonaa miljoonaa elektronivolttia).

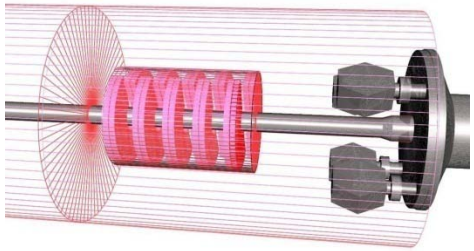


Mitä suomalaiset tutkivat LHC:llä?

- Suomalaiset ovat mukana 3:ssa kokeessa:
  - CMS – Compact Muon Solenoid – ns. yleiskoe,
  - ALICE – tutkii raskaitten atomiytimien törmäyksiä,
  - TOTEM – tutkii protonien törmäyksiä, joissa törmäysten lopputuotteet siroavat vain vähän suihkun suuntaan verrattuna.

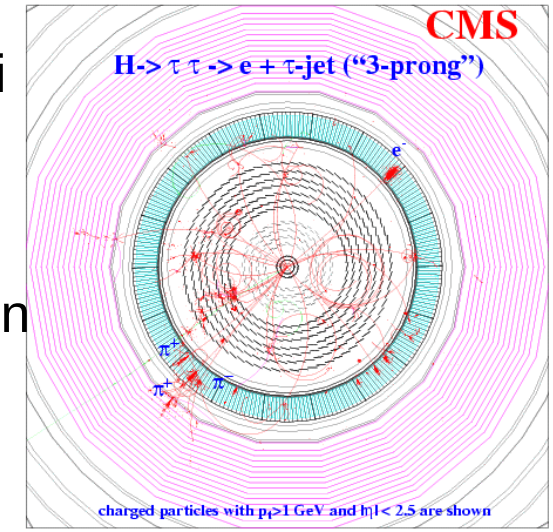




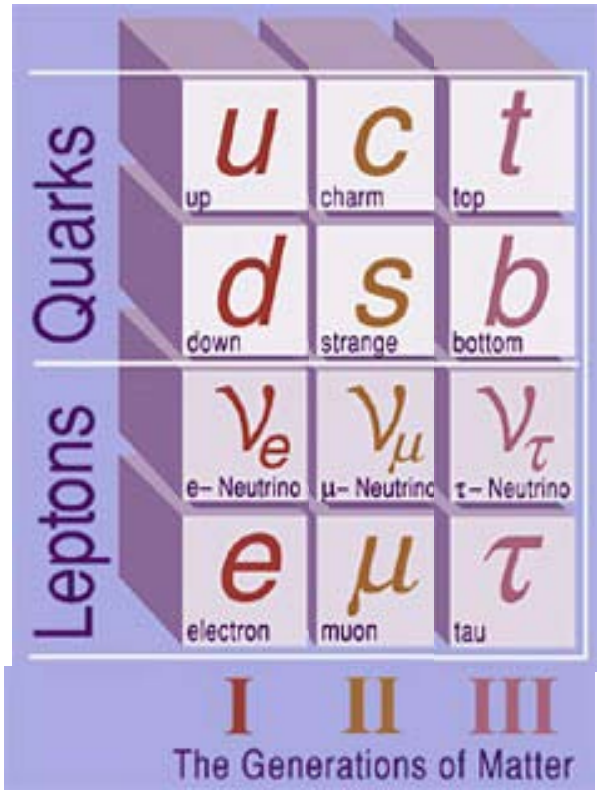


CMS-kokeessa suomalaiset tutkivat mm:

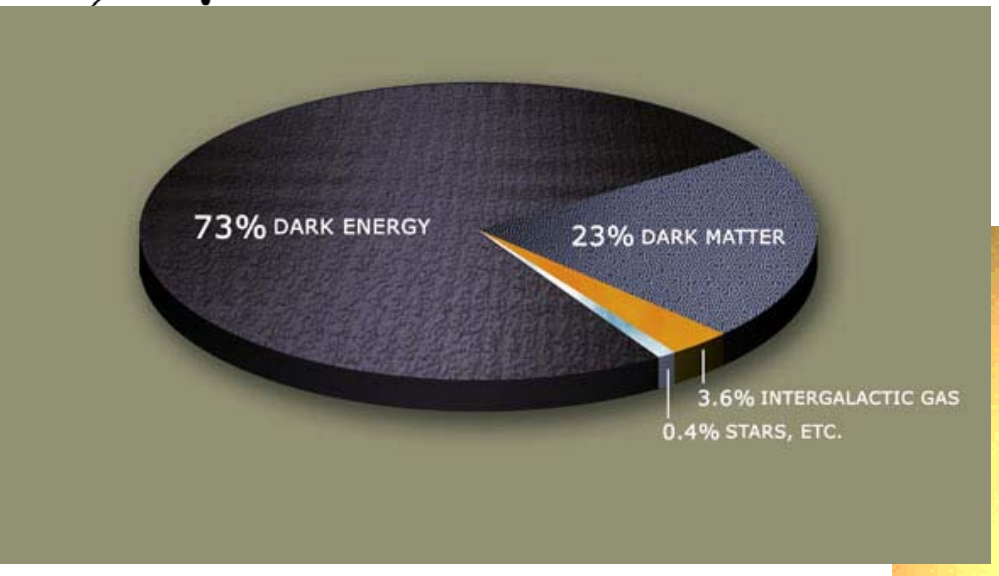
- **...Higgsin hiukkasta**
  - Higgsin hiukkanen tarvitaan jotta hiukkasille saadaan massa – spontaani symmetriarikko!
  - Suomalaiset tutkijat etsivät erityisesti Higgsin hiukkasta lopputiloissa joissa on tau-leptoneita.
  - Jos Supersymmetria puuttuu peliin → Higgsin hiukkasia on tässä tapauksessa ainakin 5 kpl yhden sijasta, ja tau-lopputilat ovat tässä tapauksessa entistä tärkeämpiä.

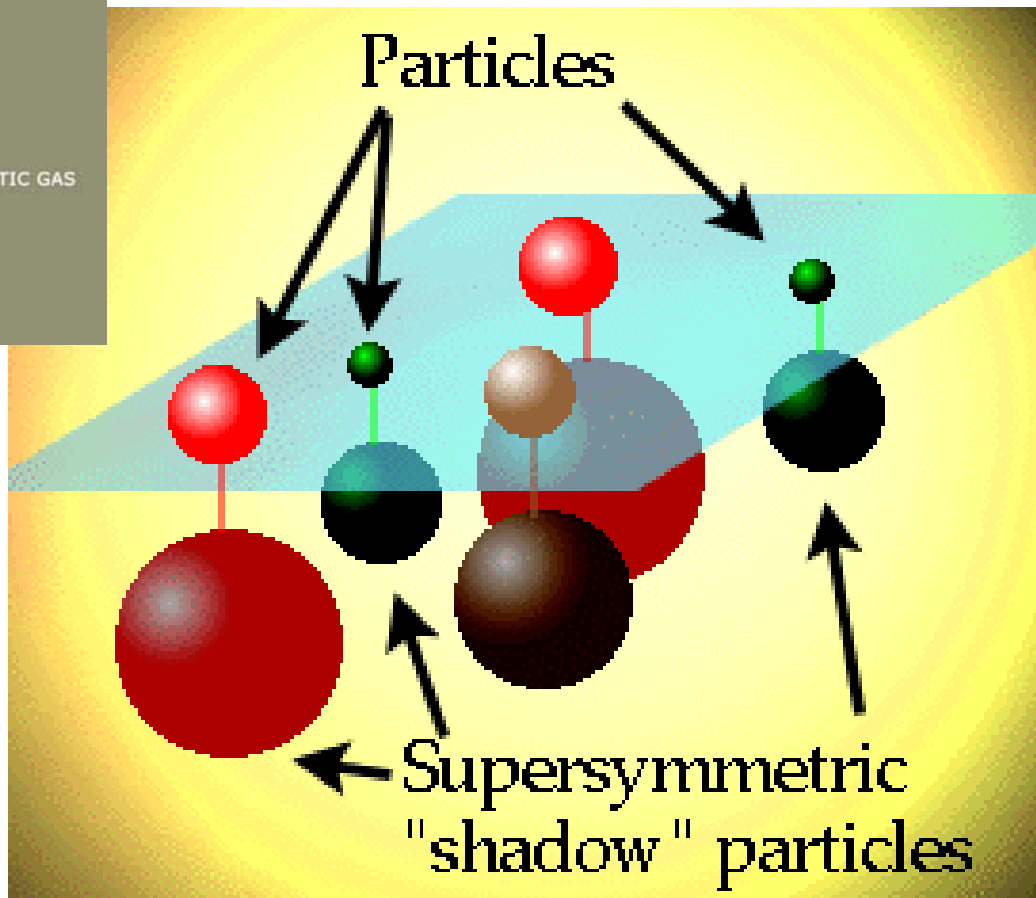


- **...b-kvarkkeja** sisältäviä törmäyksiä
  - b-kvarkit (toiseksi raskaimmat kvarkit top-kvarkin jälkeen) ovat oiva työkalu monien asioiden tutkimiseen, koska niitä tuotetaan paljon ja ne on ”helppo” havaita
  - b-kvarkkien avulla voidaan tutkia ns. **CP-symmetriarikkoa**, vahvoja ja heikkoja vuorovaikutuksia, hiukkasfysiikan ns. Standardimallia, jne.



Maailmankaikkeuden pimeä materia: supersymmetrisiä hiukkasia?

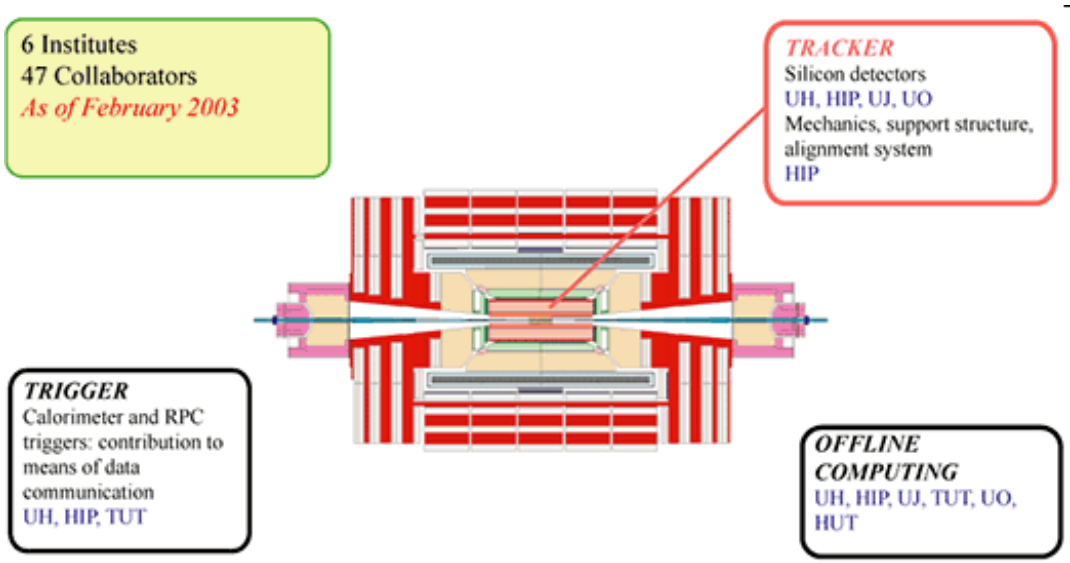




LHC:llä on mahdollista tuottaa ja havaita supersymmetrisiä hiukkasia, jos niitä on olemassa.

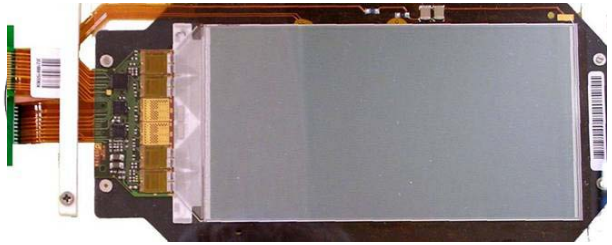
Miten kokeet rakennetaan?

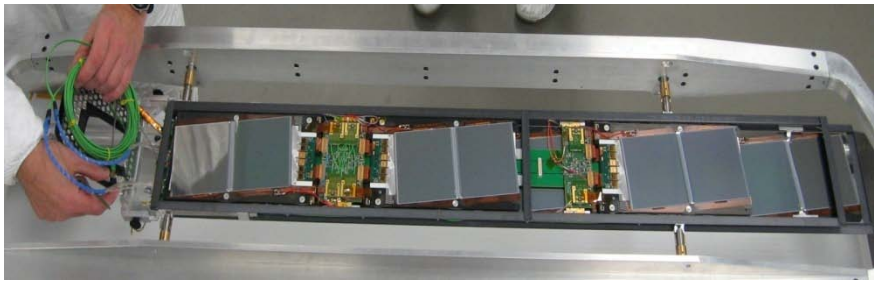
- Koelaitteistot rakentaa ”kollaboraatiot” – eräänlainen tutkimuskonsortio jossa on mukana jopa toista sataa yliopistoa tai tutkimuslaitosta.
- CMS-kollaboraatio: 183 yliopistoa/tutkimuslaitosta 38:sta maasta, yhteensä yli 3000 fyysikkoa, insinööriä ja opiskelijaa.
- Suomen kontribuutiot (Helsinki, Lappeenranta):
  - Jälki-ilmaisin (Tracker)
  - Tietokoneohjelmistot
  - Myoniliipaisu



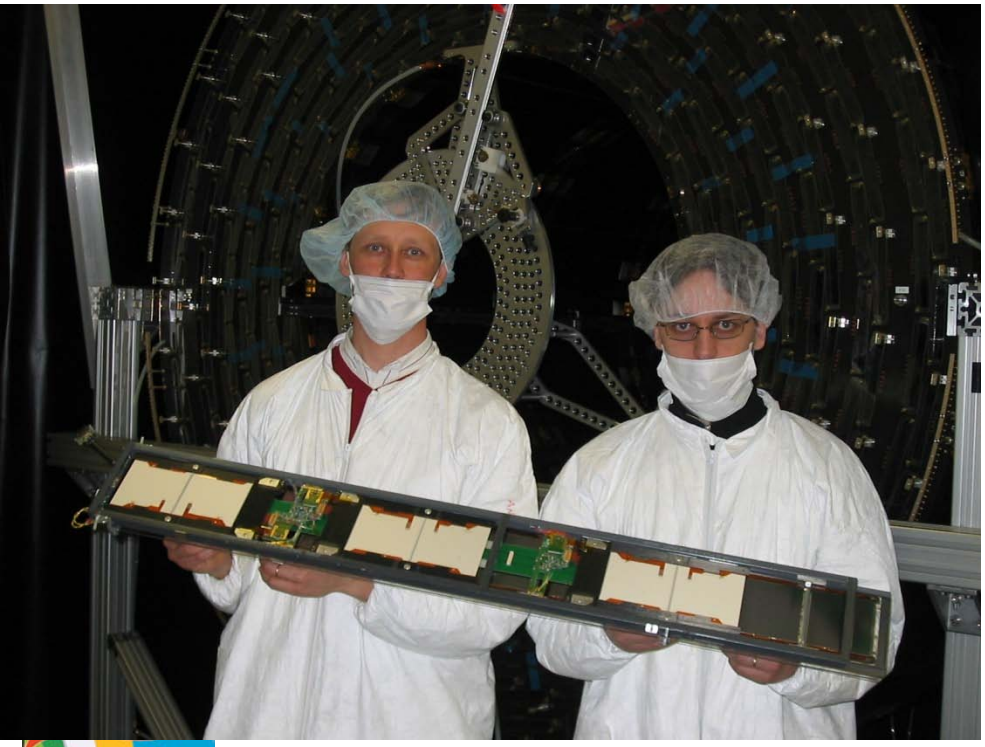
(Æ): UH - University of Helsinki, Helsinki; HIP - Helsinki Institute of Physics, Helsinki; UJ - University of Jyväskylä, Jyväskylä; TUT - Tampere University of Technology, Tampere; UO - University of Oulu, Oulu; HUT - Helsinki University of Technology, Helsinki

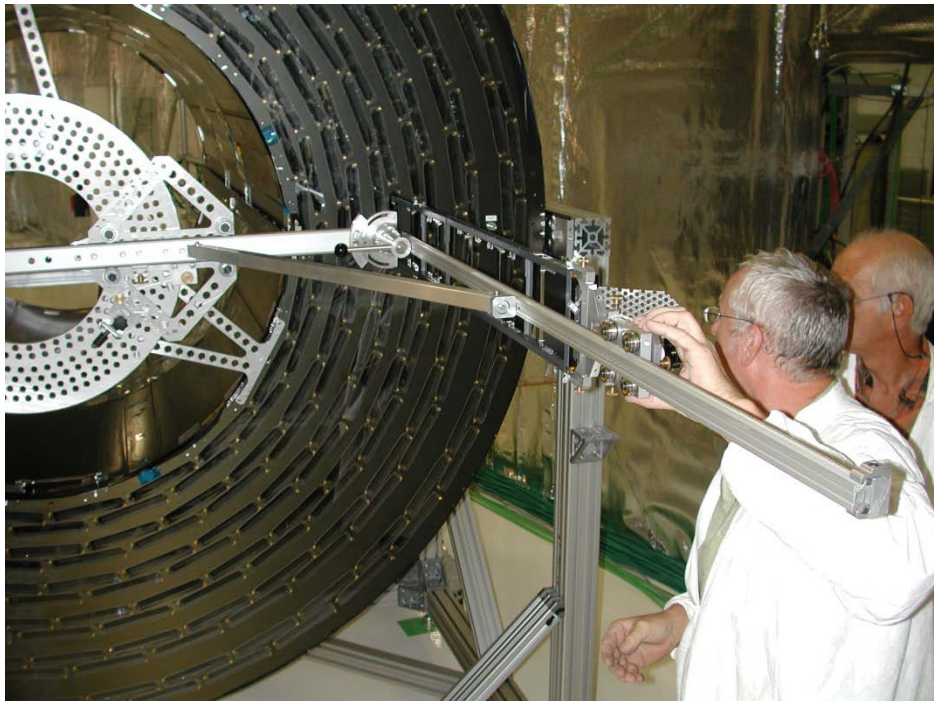
CMS:n jälki-ilmaisimen asennus





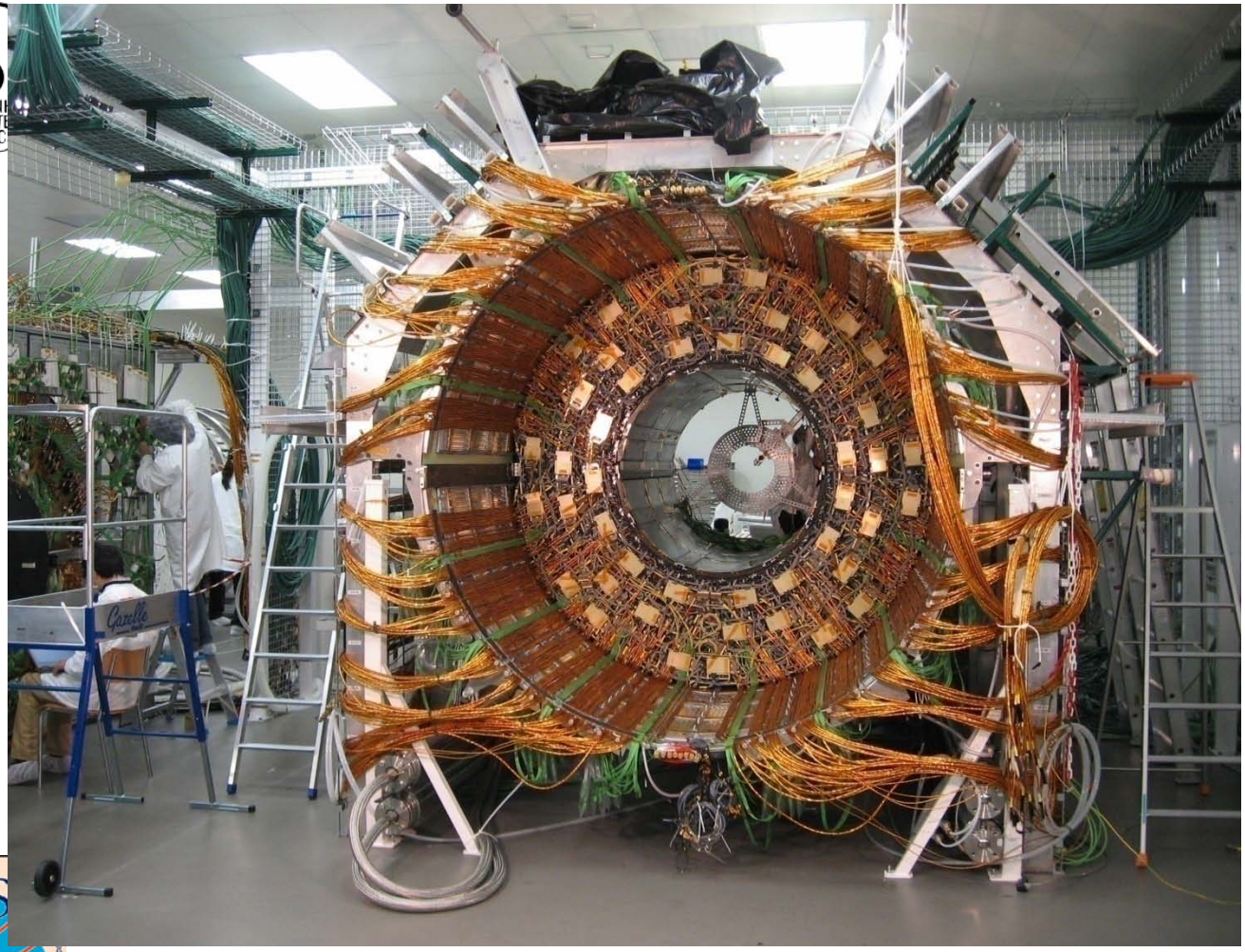
Jälki-ilmaisin koostuu pii-ilmaisimista, joista muodostuu 10 miljoonaa tiedonlukuyksikköä.



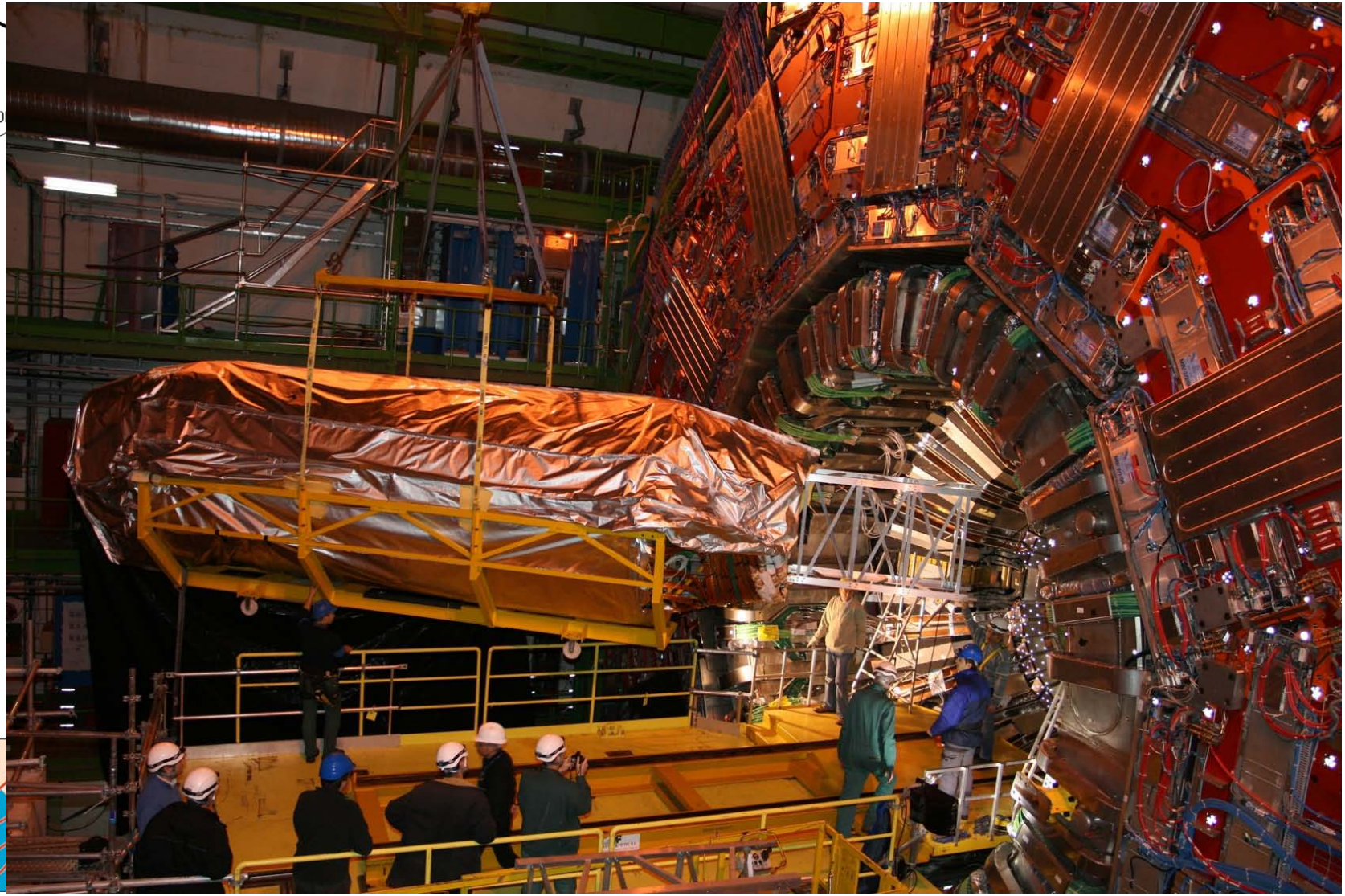


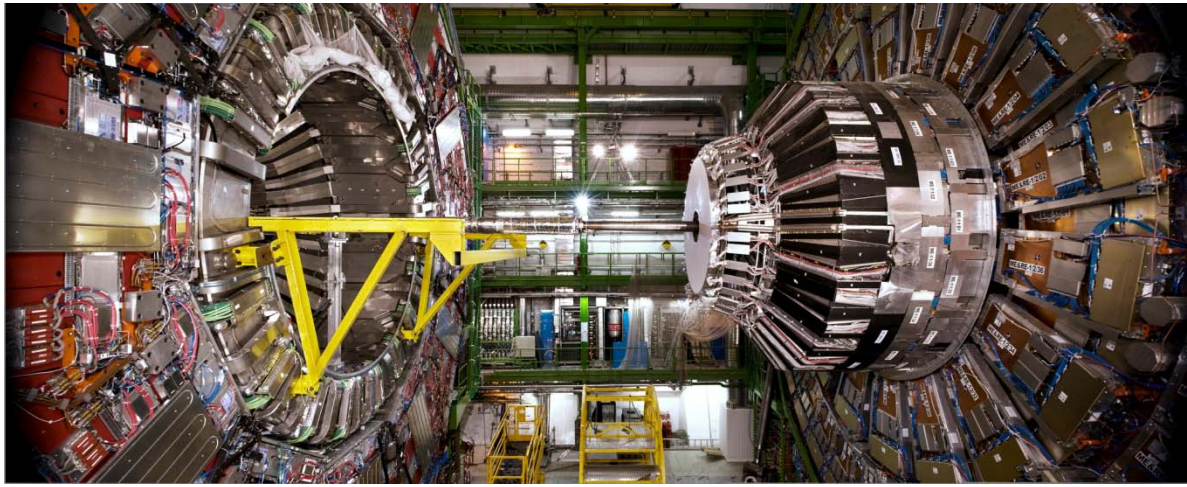
Antti Onnela ja Harri Katajisto

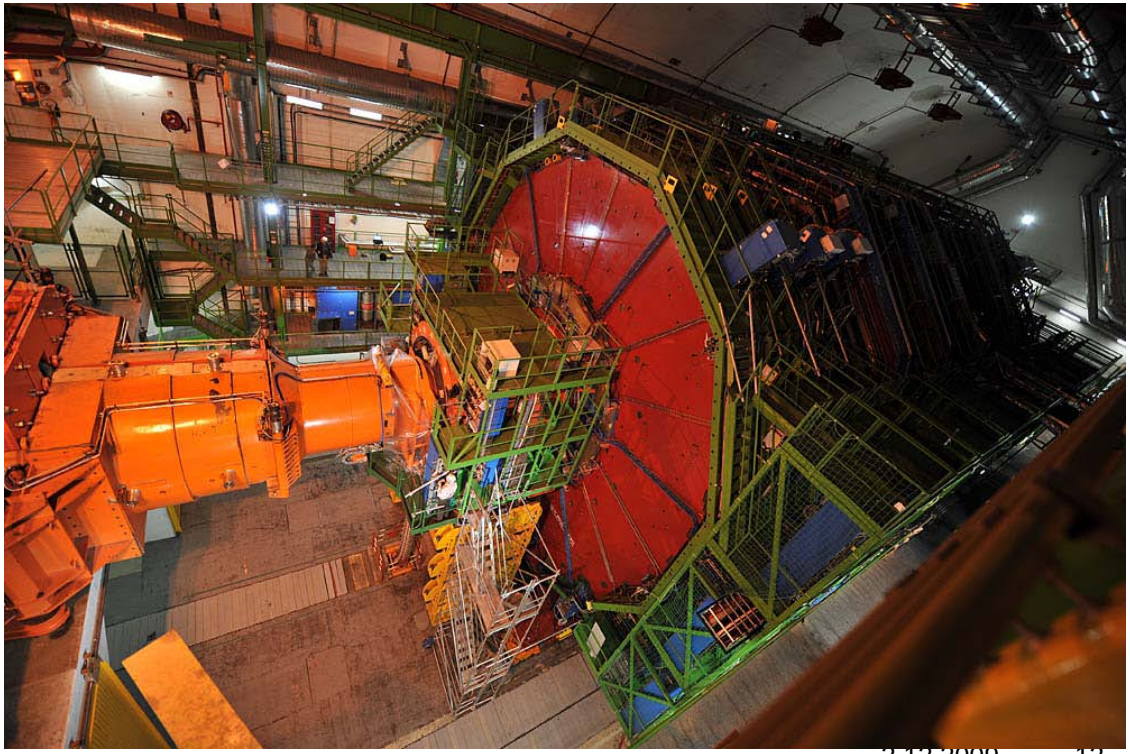
CMS jälki-ilmaisin joulukuussa 2006



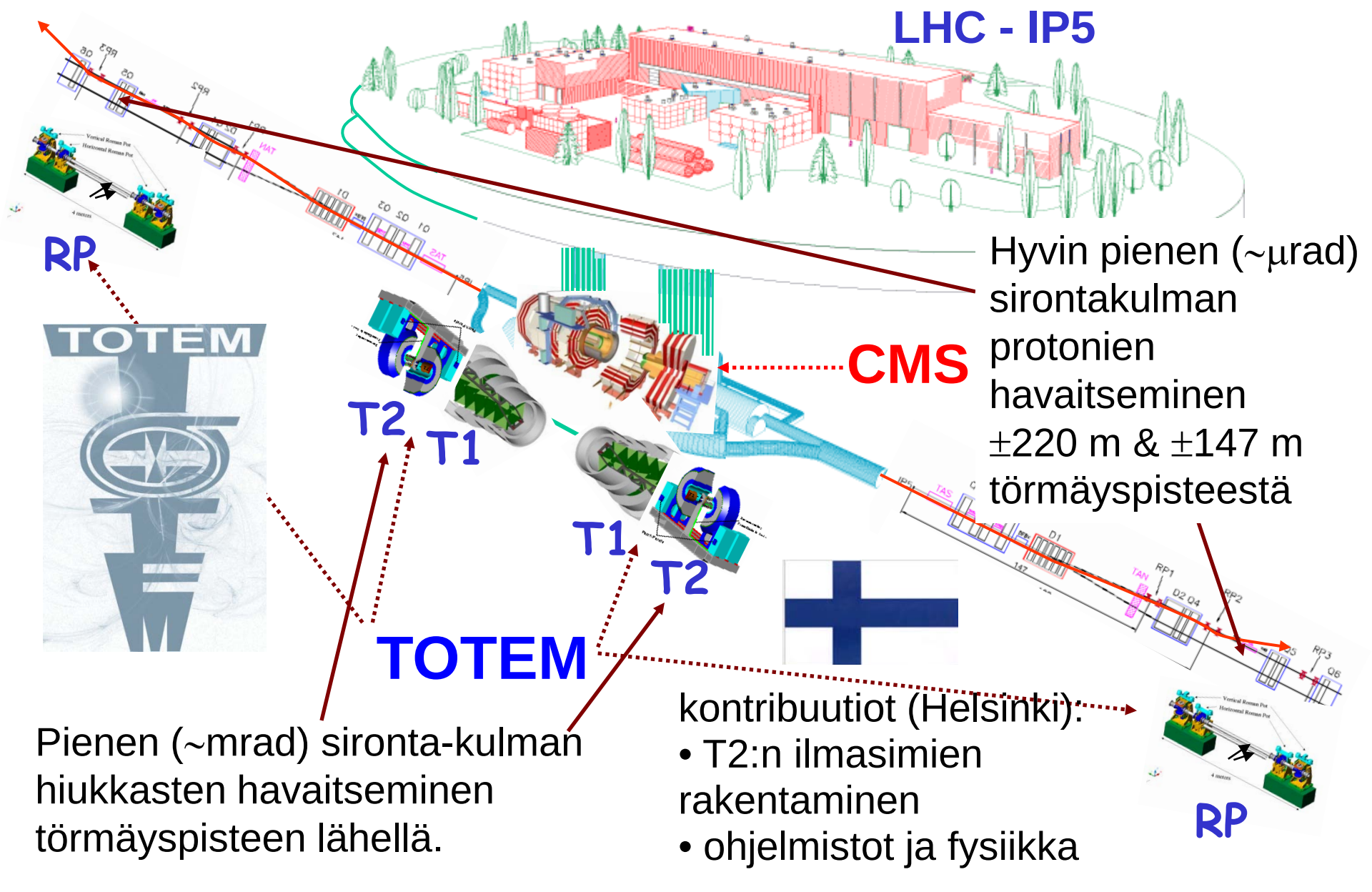
Jälki-ilmaisimen asennus CMS-kokeen sisään







TOTEM-koe



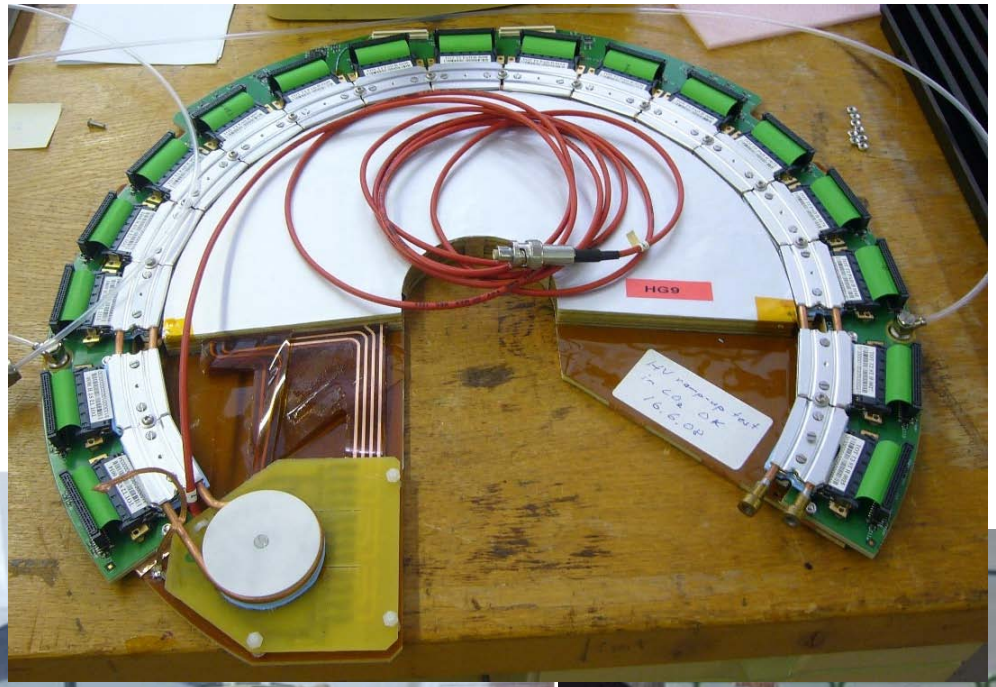
Hyvin pienen (~μrad) sirontakulman protonien havaitseminen ±220 m & ±147 m törmäyspisteestä

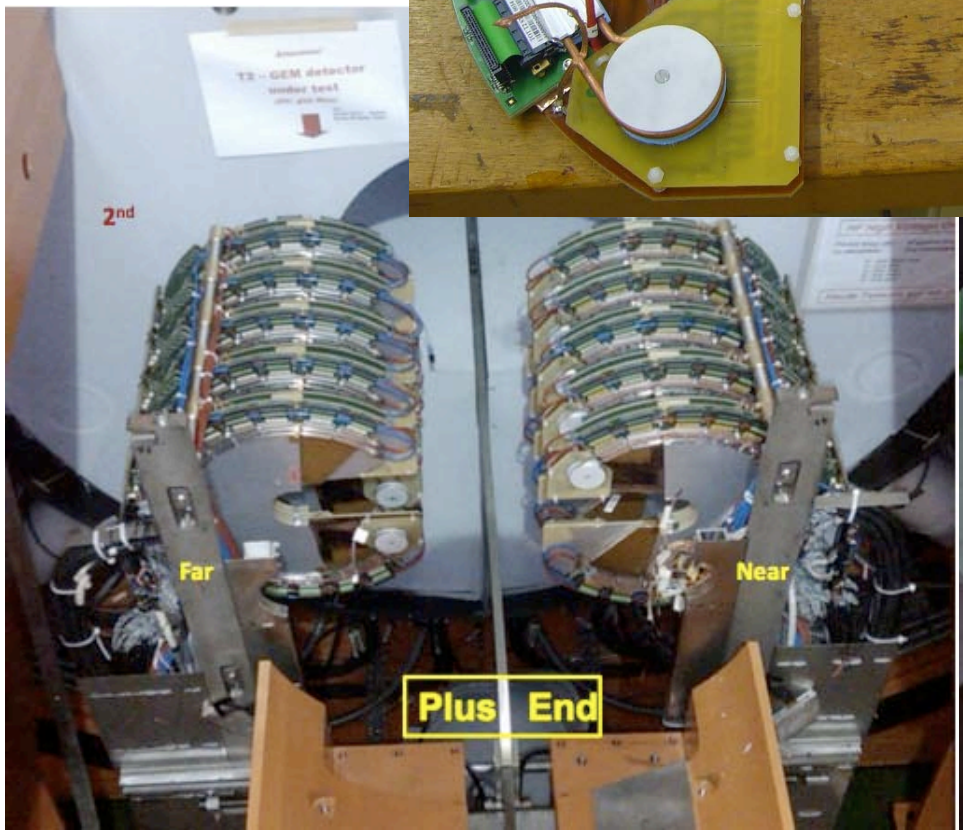
Pienen (~mrad) sironta-kulman hiukkasten havaitseminen törmäyspisteen lähellä.

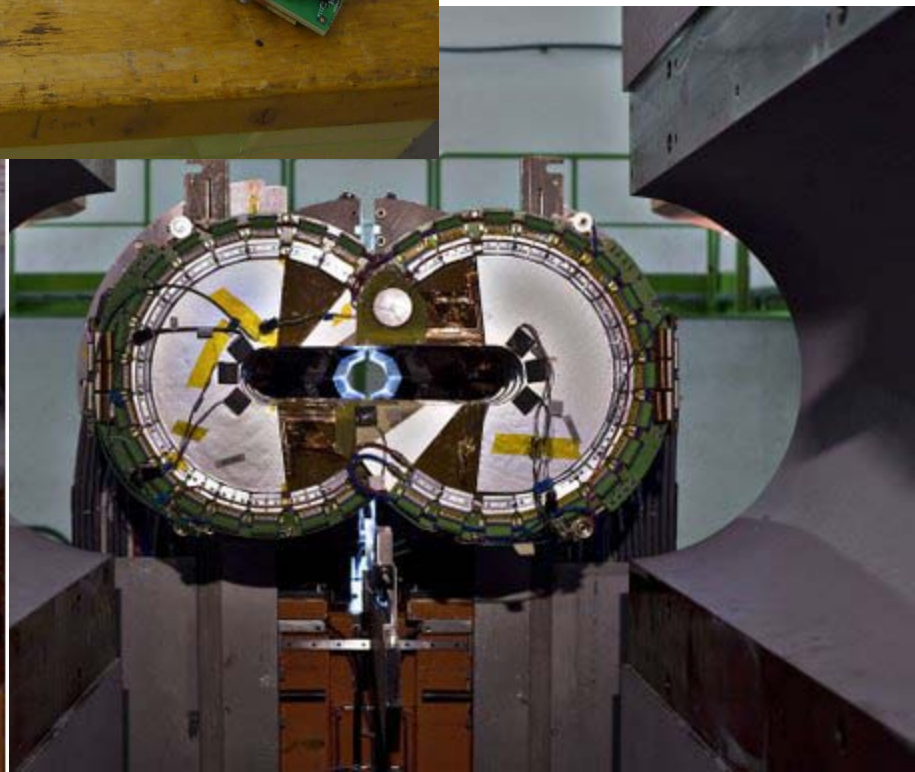
kontribuutiot (Helsinki):

- T2:n ilmasimien rakentaminen
- ohjelmistot ja fysiikka

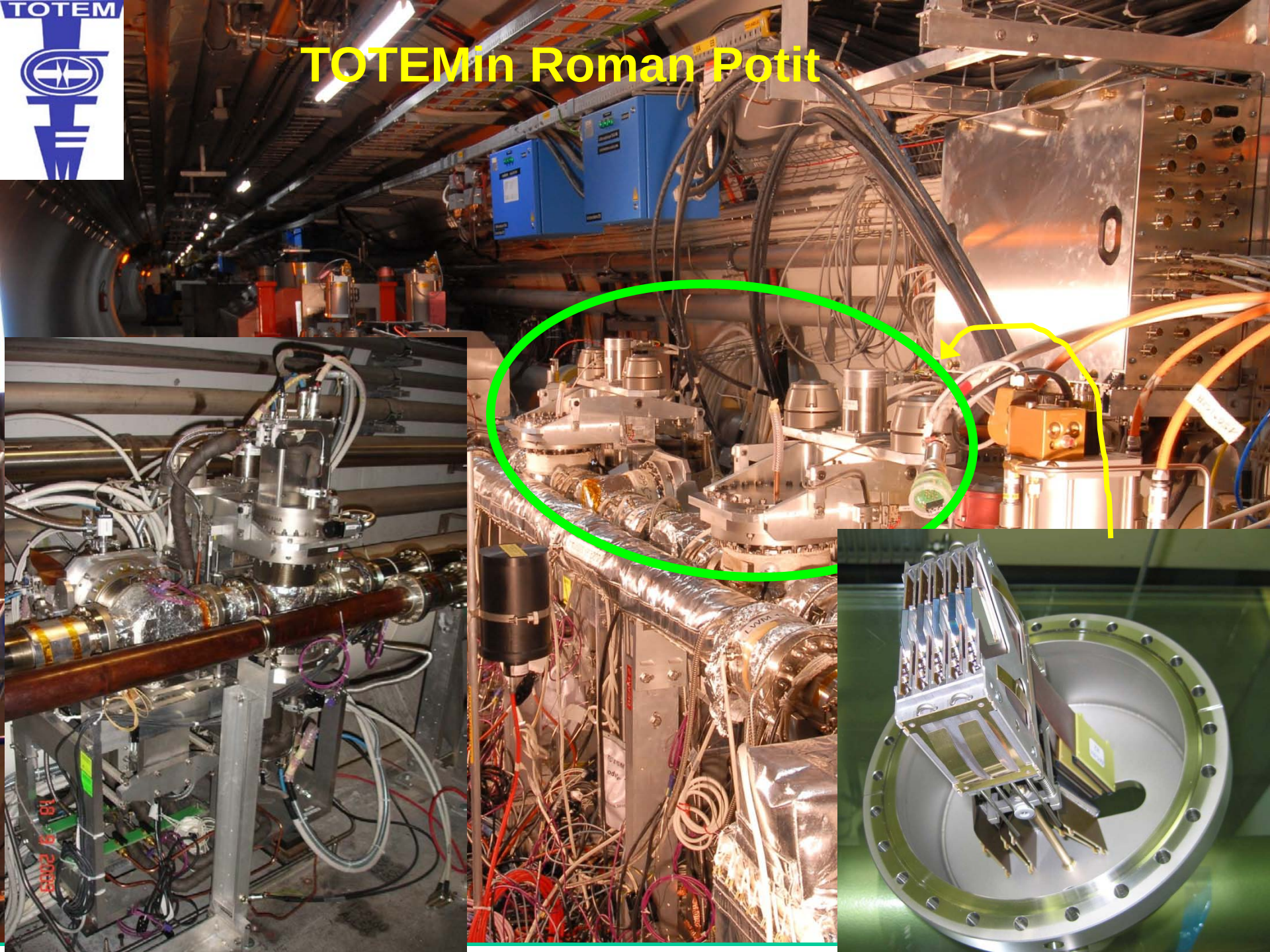
TOTEMin T2-trakkeri



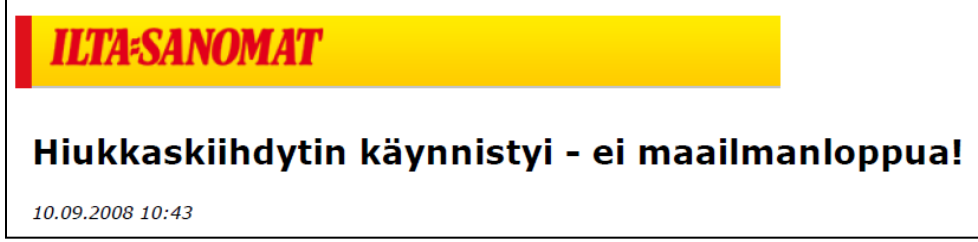




TOTEMin Roman Potit



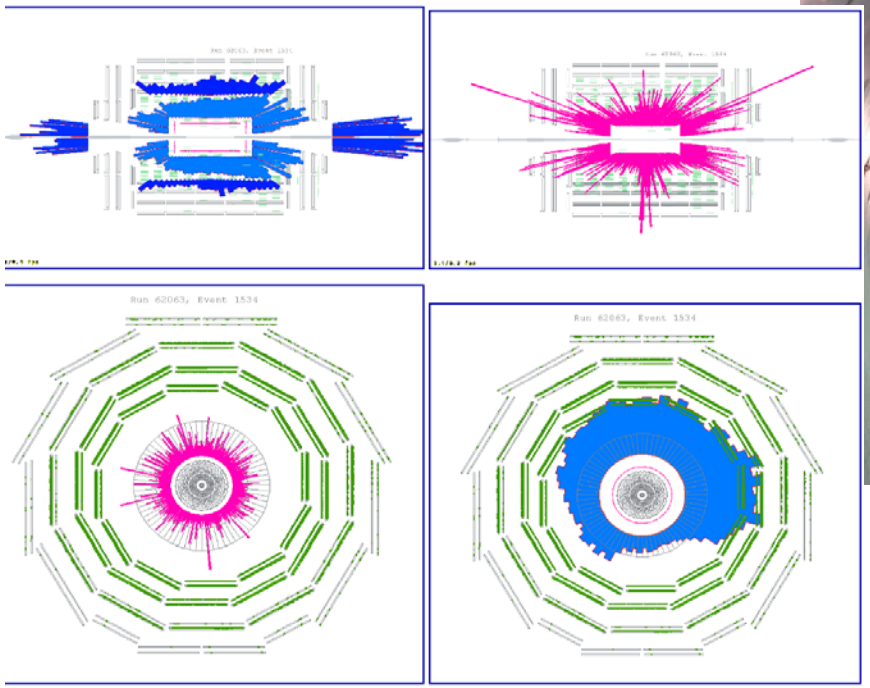
1. käynnistys

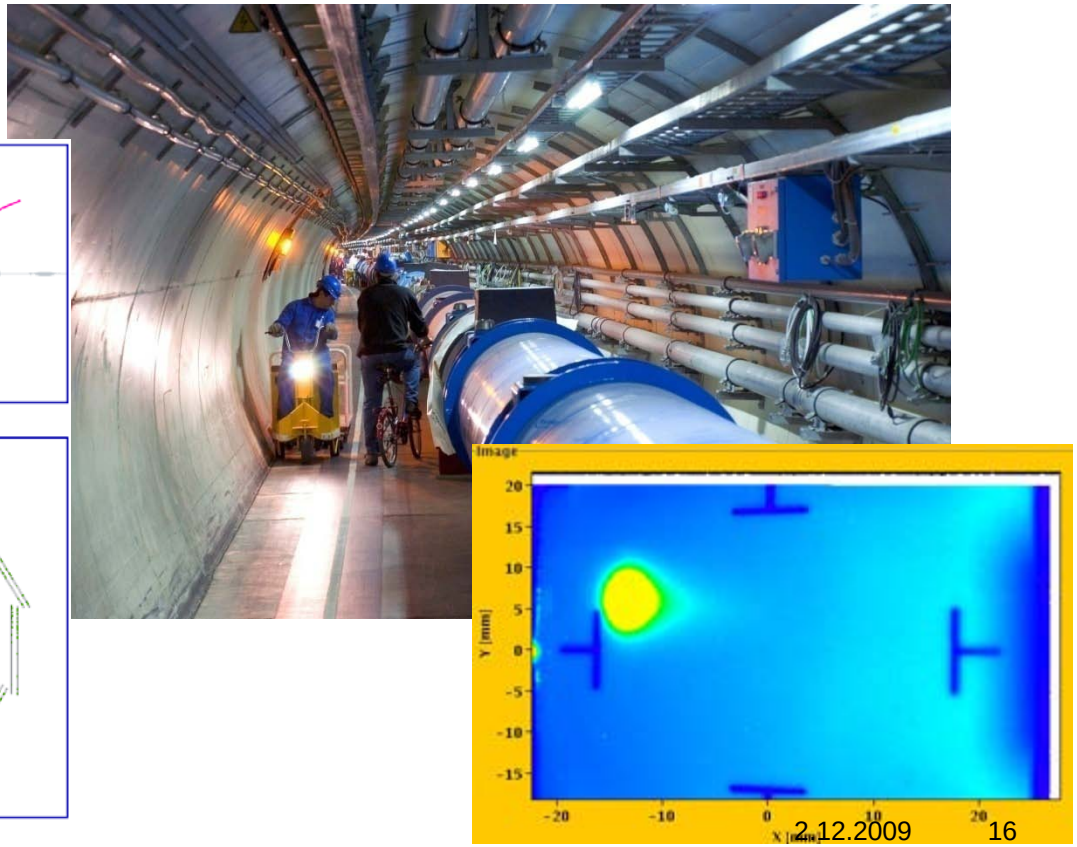

ILTA-SANOMAT

Hiukkaskiihdytin käynnistyi - ei maailmanloppua!

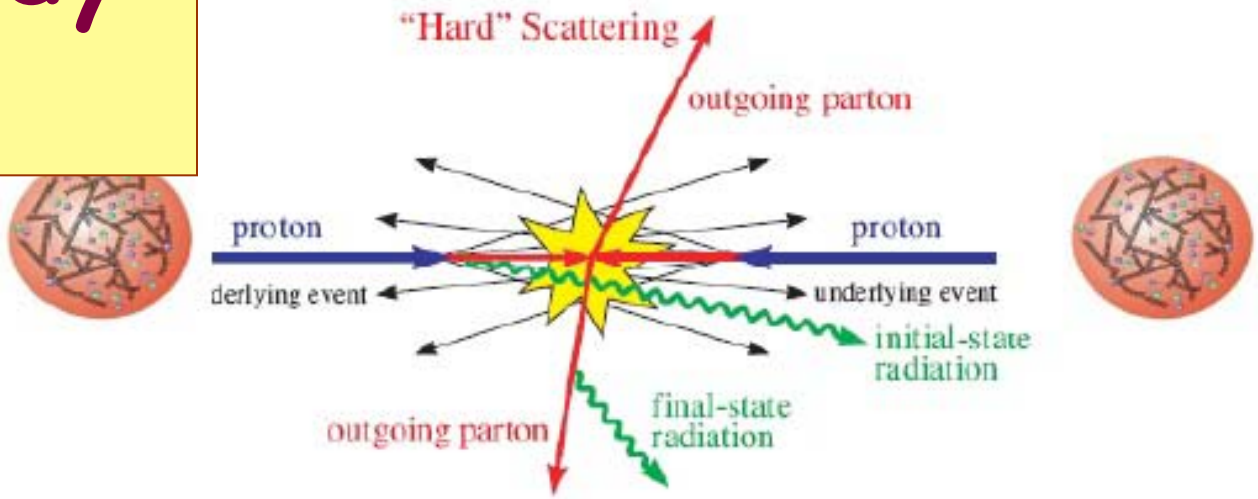
10.09.2008 10:43

- LHC käynnistettiin 10.9.2008 – ensimmäiset protonisuihkut renkaan ympäri molempiin suuntiin, kuitenkin eri aikaan (ei törmäyksiä)
- 19.9.2008 – kahden magneetin välinen sähköinen liitos petti → heliumvuoto, mekaanisia rikkoja.





LHC is ready again...



P.Jenni

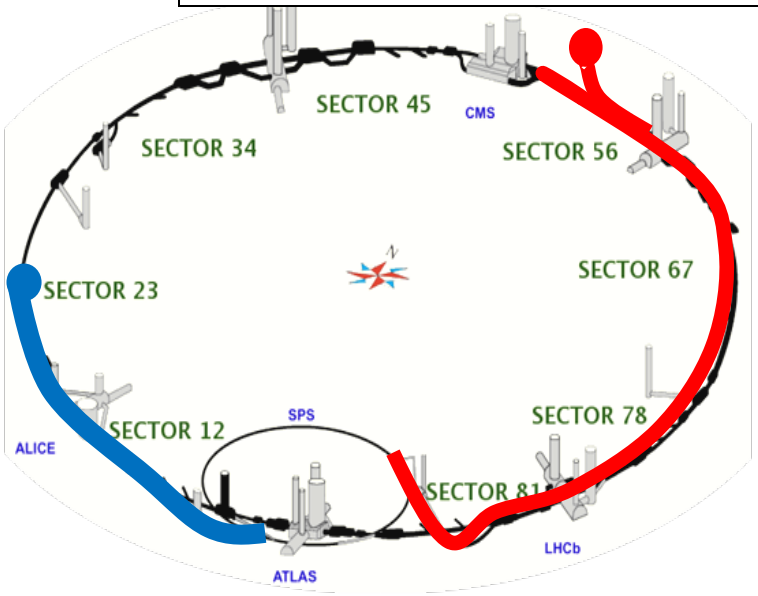
2. käynnistys

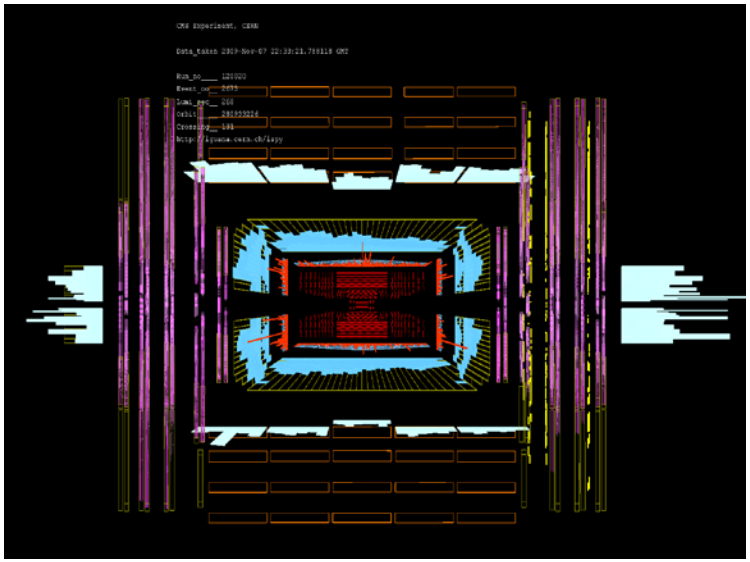
- Tällä hetkellä kaikki on uudestaan valmista, ja LHC:tä käynnistetään.
- 8-9.11.2009 toinen suihkuista CMS-detektoriin asti: ns. beam splash events, joissa suihku pysäytetään kollimaattoreihin juuri ennen detektoria → miljoonia samansuuntaisia myoneja detektorin läpi.

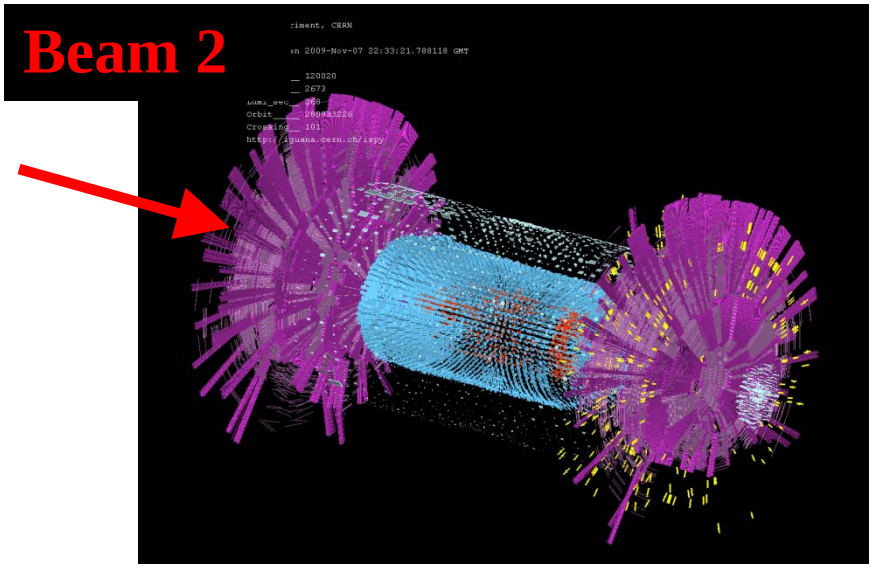
ILTA-SANOMAT

Lintu aiheutti oikosulun Cernin hiukkaskiihdyttimessä

09.11.2009 13:24





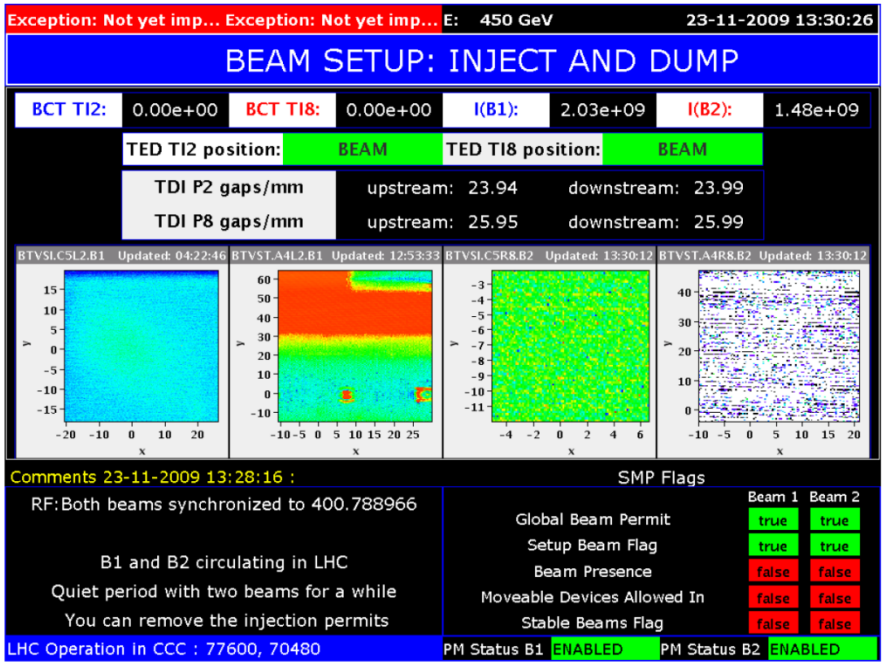


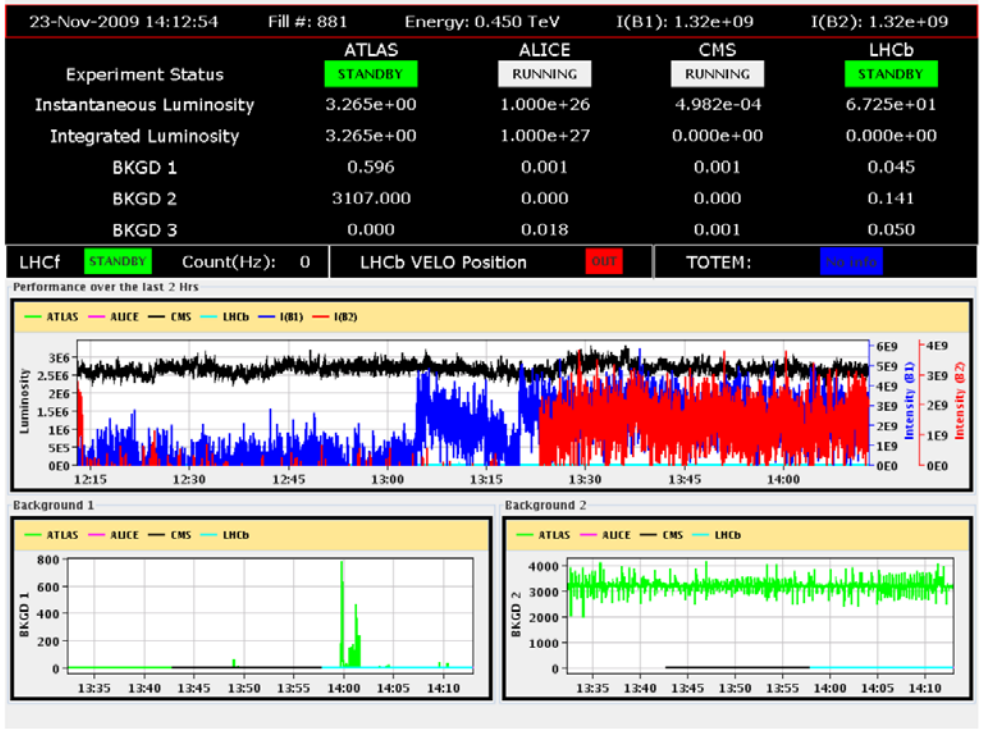
ILTA-SANOMAT

Maailman suurin hiukkaskiihdytin käynnistetään

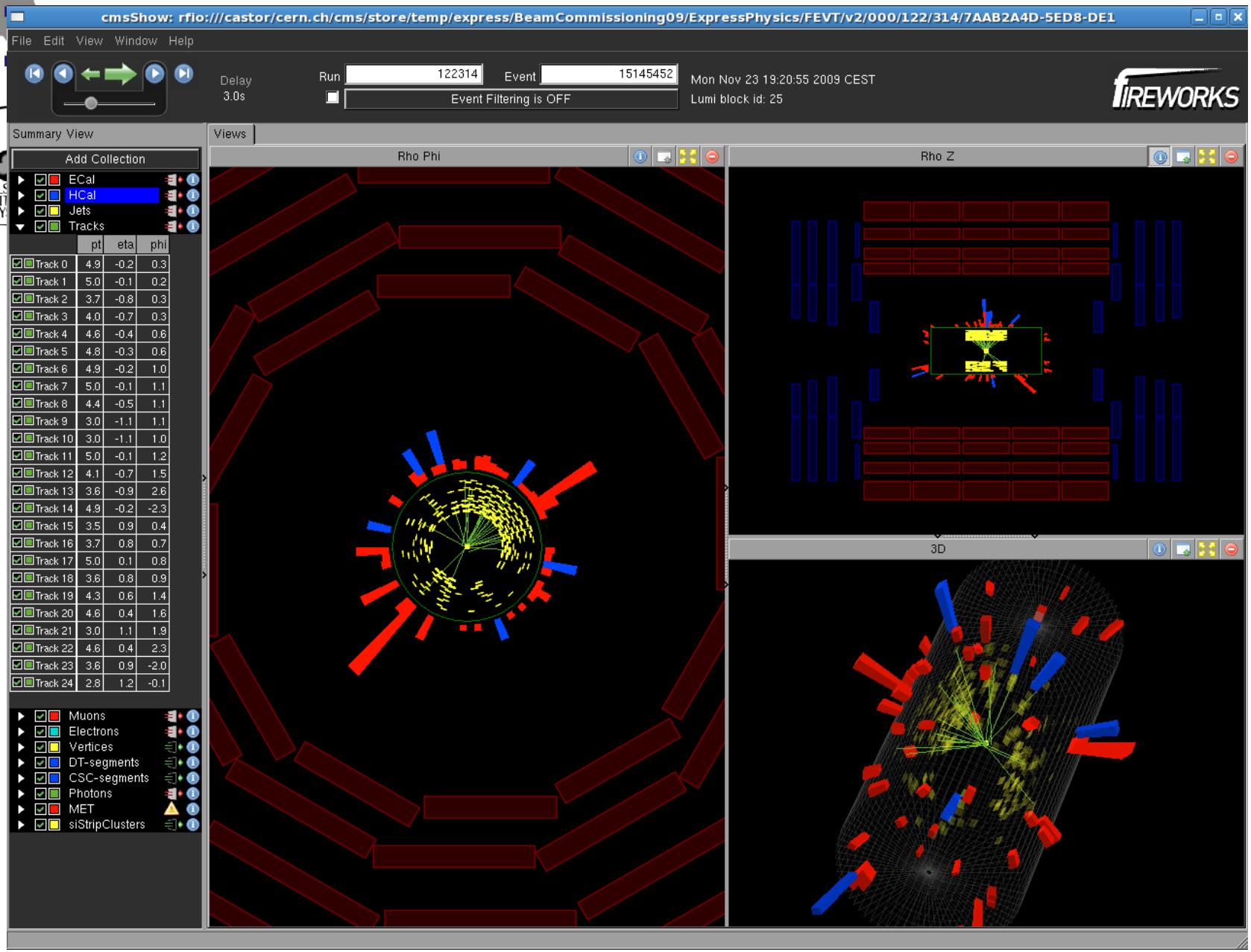
20.11.2009 17:23

- **Suihkut renkaan ympäri 20.11.**
- **23.11. 2 stabiilia suihkua renkaassa**





. Ensimmäinen pp-törmäys CMS:ssä 23.11.09 n. 19.20



The Grand Plan

Nov2009

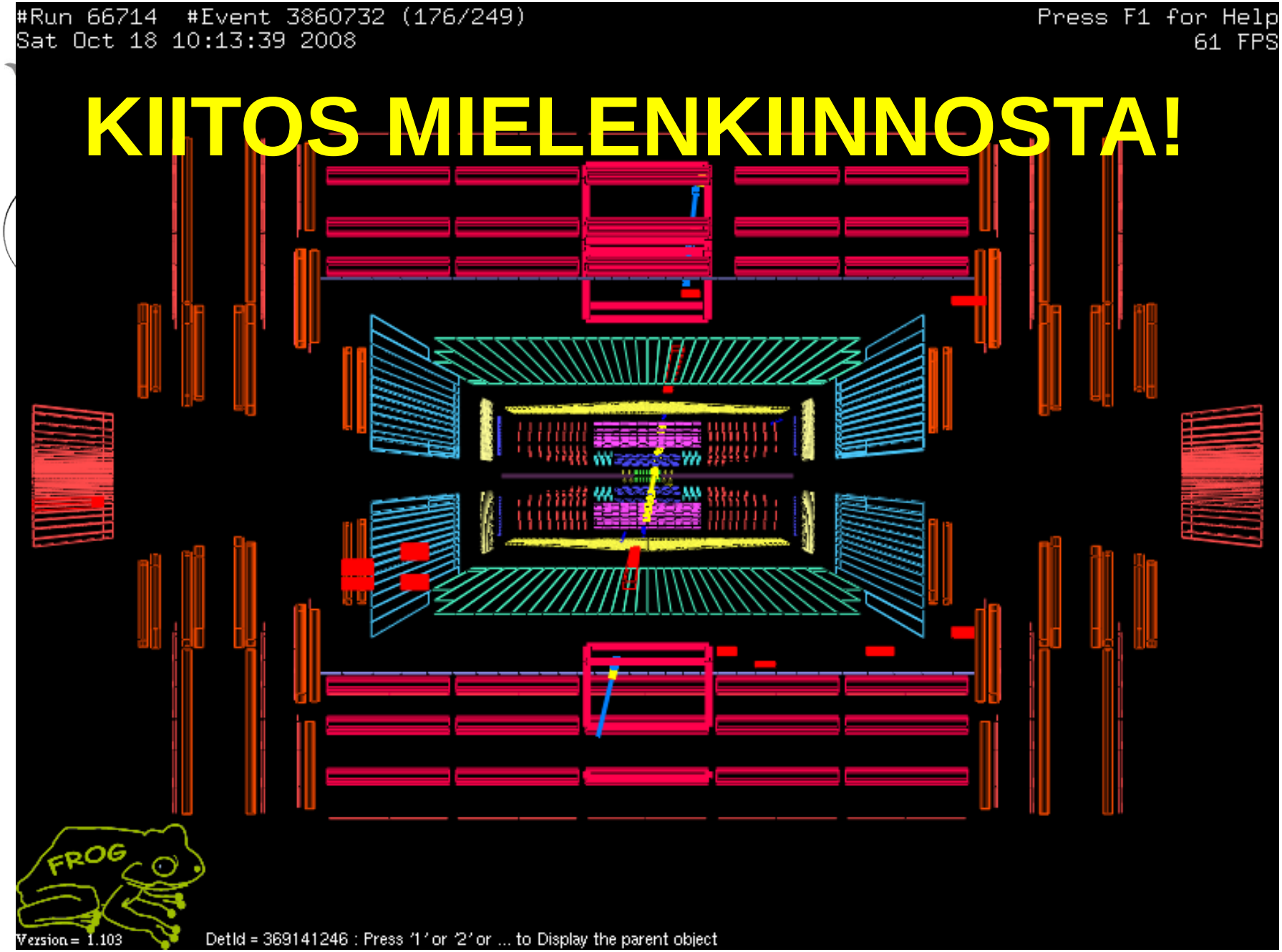
End 2009

Jan 2010

- Essential 450 GeV commissioning
- Machine protection commissioning 1
- Experiments' magnets at 450 GeV
- 450 GeV collisions
- Ramp commissioning to 1.2 TeV
- Machine protection commissioning 1.5
- First collisions at 1.2 TeV
- System/beam commissioning
- Machine protection commissioning 2
- 3.5 TeV beam & first collisions
- Full machine protection qualification
- Pilot physics

Beam 'safety'

Energy	'Safe'	Pretty Safe
450 GeV	1 e12	1 e11
1 TeV	2.5 e11	2.5 e10
3.5 TeV	3.0 e10	5 e9


#Run 66714 #Event 3860732 (176/249)
Sat Oct 18 10:13:39 2008
Press F1 for Help
61 FPS
KIITOS MIELENKIINNOSTA!
FROG
Version = 1.103
DetId = 369141246 : Press '1' or '2' or ... to Display the parent object