



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

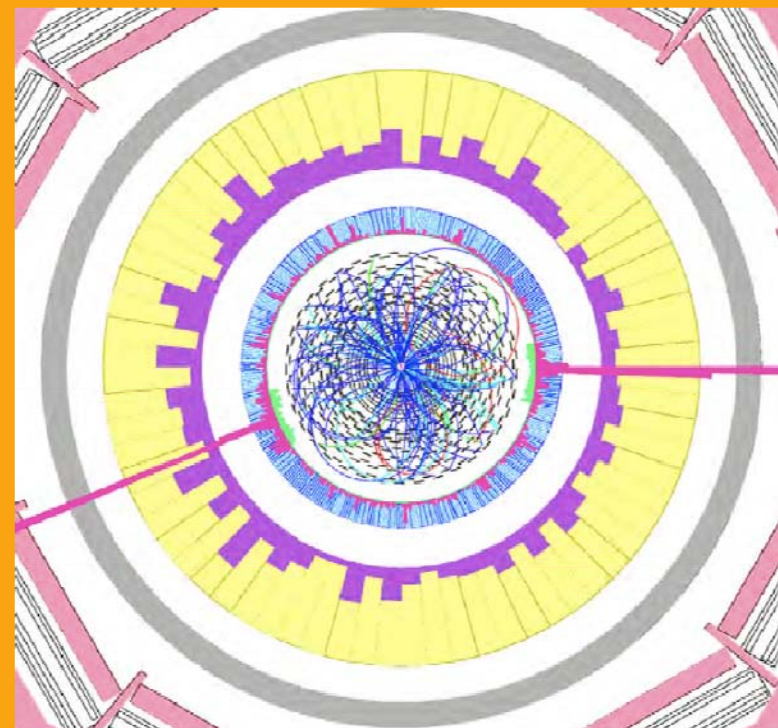


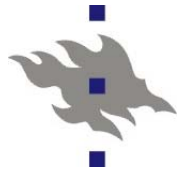
Suomalainen tutkimus LHC:llä

Paula Eerola

Fysiikan laitos ja Fysiikan tutkimuslaitos

17.1.2012



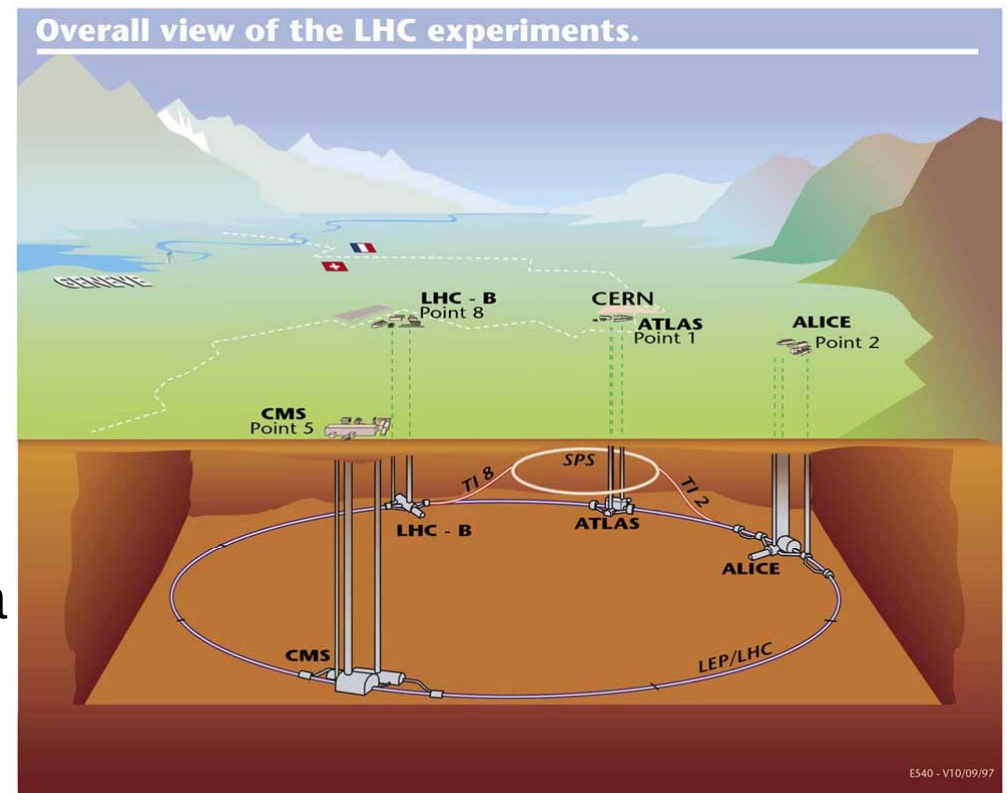


Mikä on LHC?



- LHC – Large Hadron Collider – Suuri Hiukkastörmäytin – on CERN:ssä sijaitseva kiihdytin, **toiminnassa vuodesta 2009.**

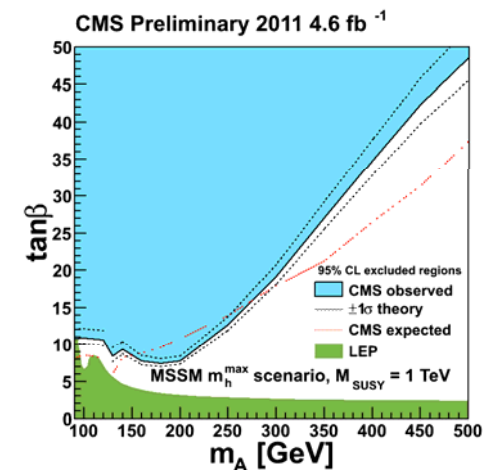
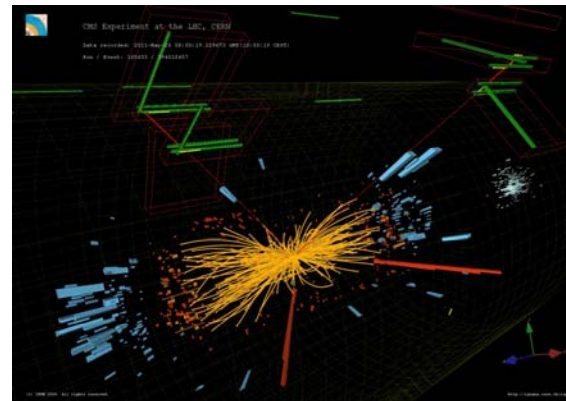
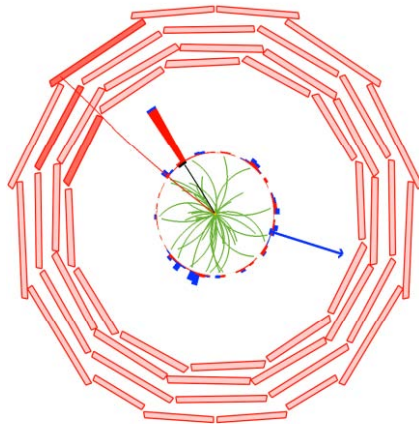
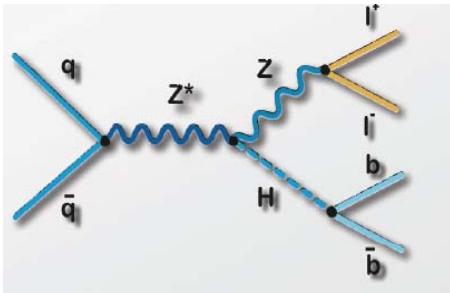
- LHC:ssä kiihdytetään kahta protonisuihkua vastakkaisiin suuntiin 27 km pitkässä tunnelissa. Protonin energia suihkussa on 7 teraelektronivoltia (7 miljoonaa miljoonaa elektronivoltia).

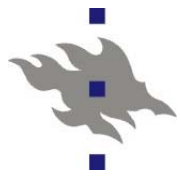


LHC:n fysiikan tavoitteet



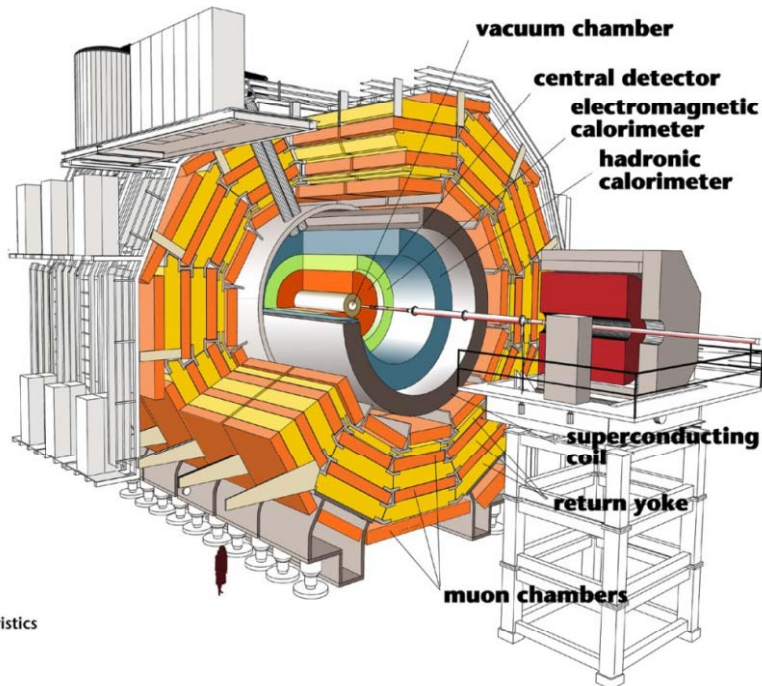
- Uudet hiukkaset tai ilmiöt – harvinaiset/kielletyt hajoamiset – tarkkuusmittaukset
- **Higgsin hiukkaset** – sähköheikko symmetriarikkko
- **Supersymmetria** – ratkaisu pimeään aineeseen?
- **Eksoottiset uudet hiukkaset** – uudet teorat?
- **CP-rikko**, hyvin harvinaiset hajoamiset – Standardimallin mukaisia vai ei?
- **Tarkkuusmittaukset** – epäsuora tapa tutkia fysiikkaa vieläkin korkeammilla energioilla





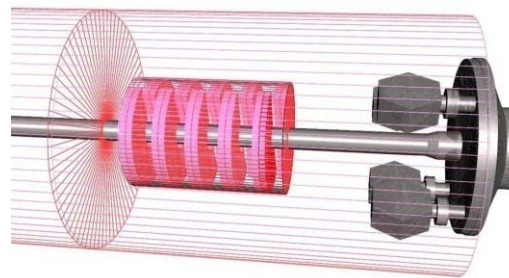
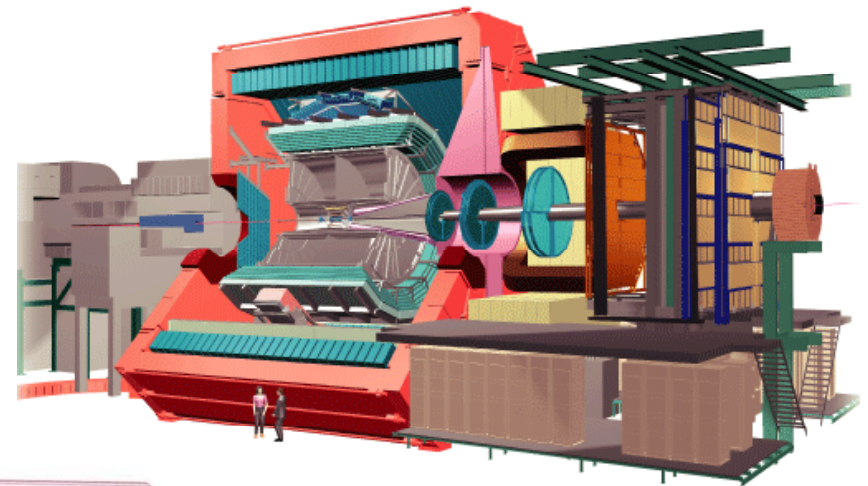
Mitä suomalaiset tutkivat LHC:llä?

- 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.

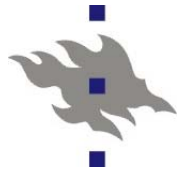


Detector characteristics

Width: 22m
Diameter: 15m
Weight: 14'500t



CMS-kokeessa suomalaiset tutkivat mm:



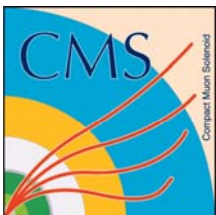
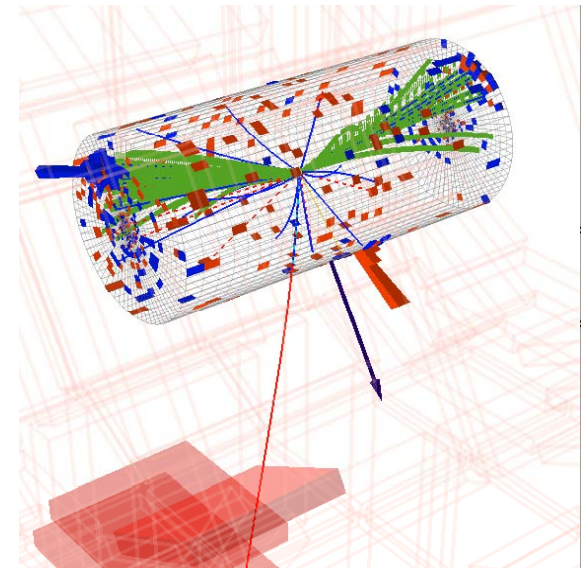
■ ...Higgsin hiukkasta

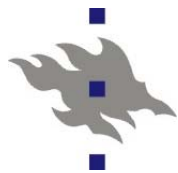
- Higgsin hiukkanen tarvitaan jotta hiukkasille saadaan massa – spontaani symmetriarikko!

■ ...b-kvarkkeja sisältäviä törmäyksiä

- b-kvarkkien avulla voidaan tutkia ns. **CP-symmetriarikkoa**, vahvoja ja heikkoja vuorovaikutuksia, hiukkasfysiikan ns. Standardimallia, jne.

Quarks	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom
	ν_e e- Neutrino	ν_μ μ - Neutrino	ν_τ τ - Neutrino
Leptons	e electron	μ muon	τ tau
I II III			The Generations of Matter





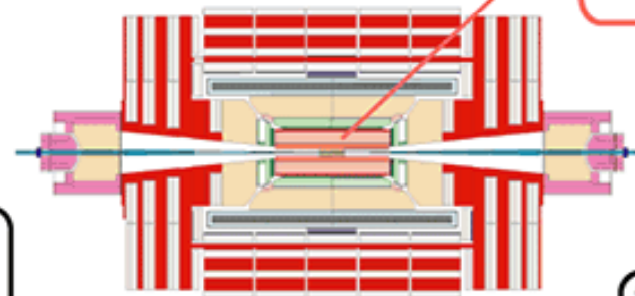
Miten kokeet rakennetaan?



- 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

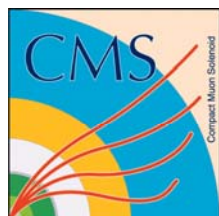
6 Institutes
47 Collaborators
As of February 2003

TRACKER
Silicon detectors
UH, HIP, UJ, UO
Mechanics, support structure, alignment system
HIP

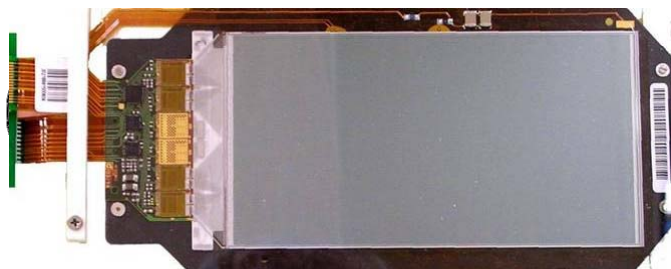


TRIGGER
Calorimeter and RPC triggers: contribution to means of data communication
UH, HIP, TUT

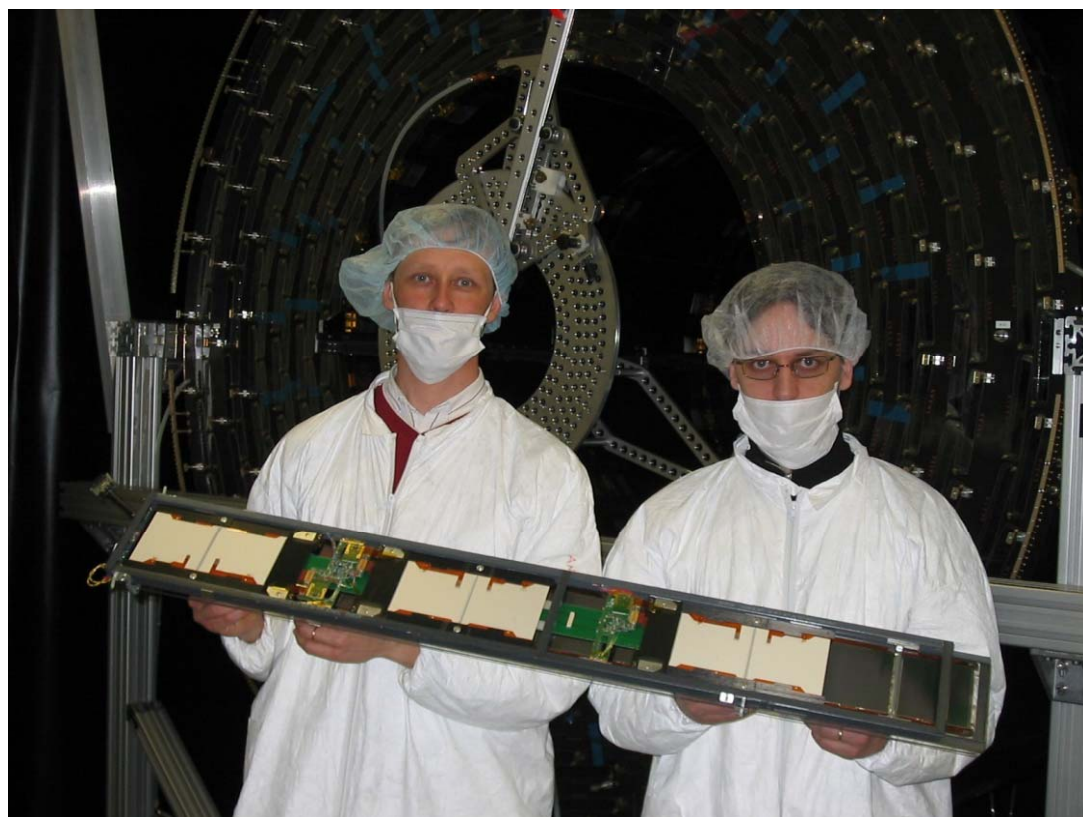
OFFLINE COMPUTING
UH, HIP, UJ, TUT, UO, HUT

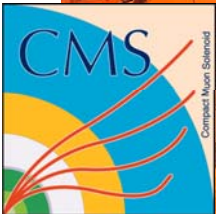
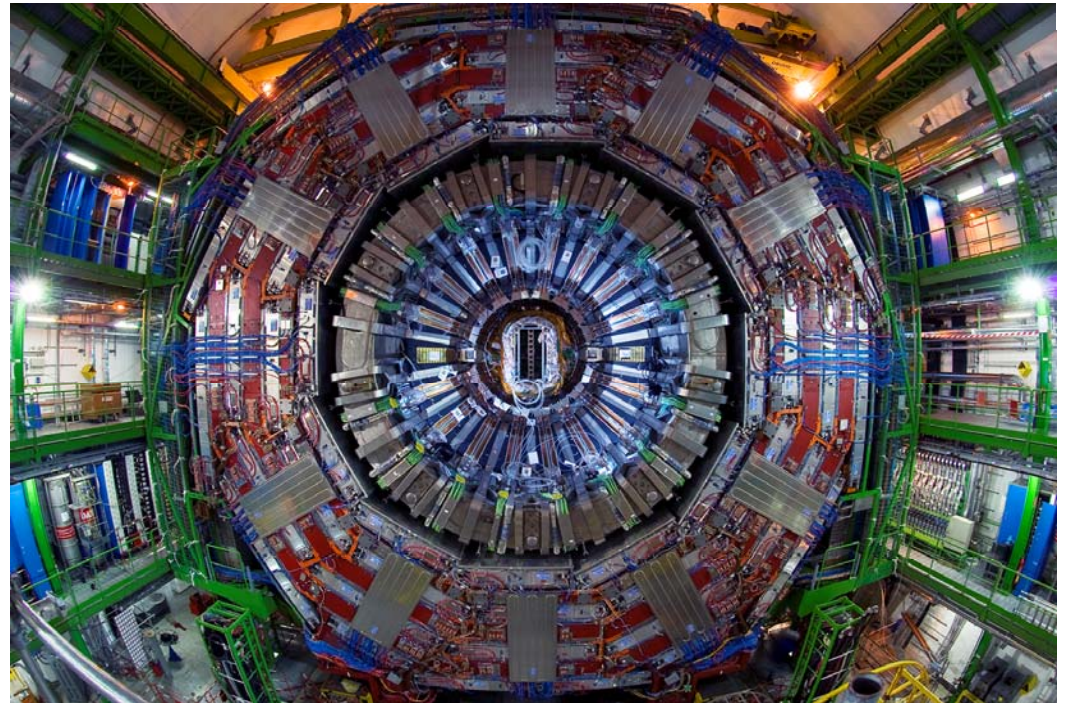
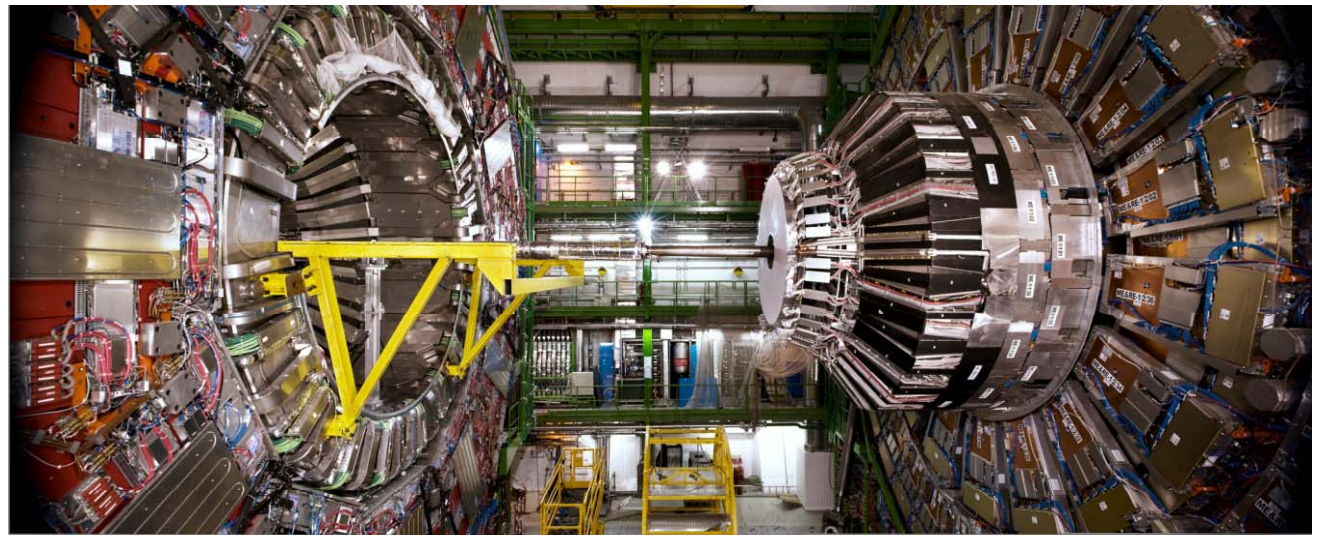


CMS:n jälki-ilmaisimen asennus



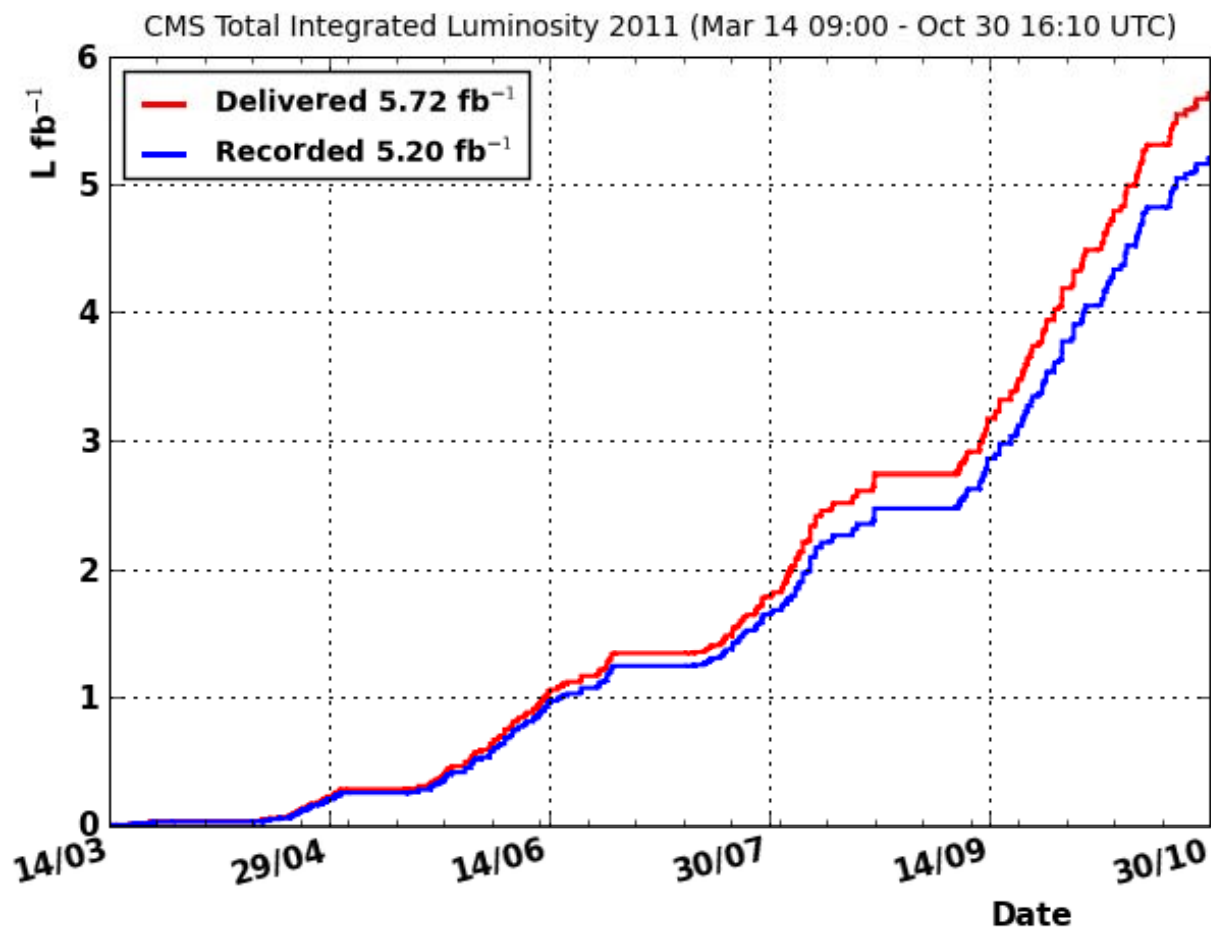
Jälki-ilmaisimen koostuu pii-ilmaisimista, joista muodostuu 10 miljoonaa tiedonlukuyksikköä.



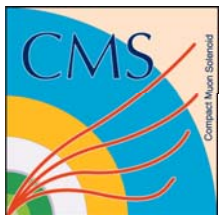




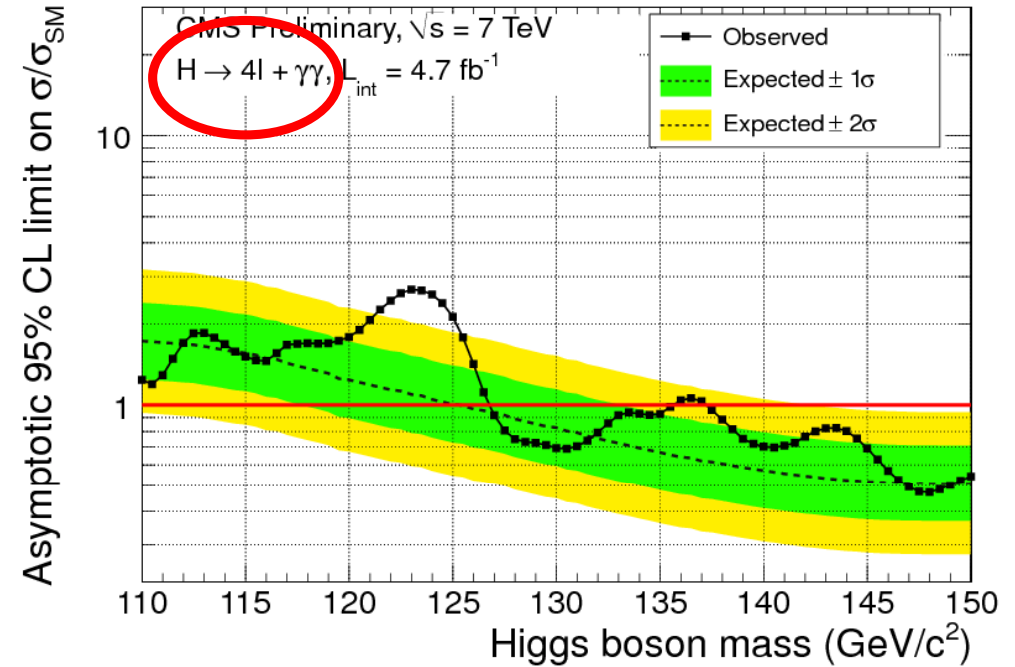
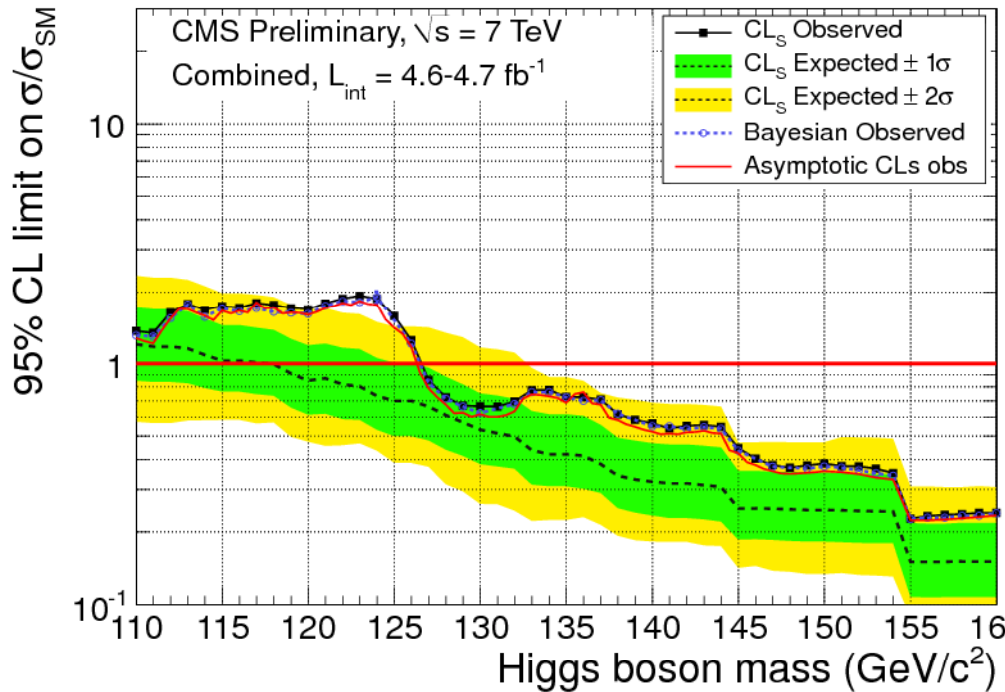
CMS:n status



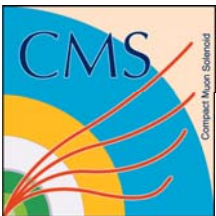
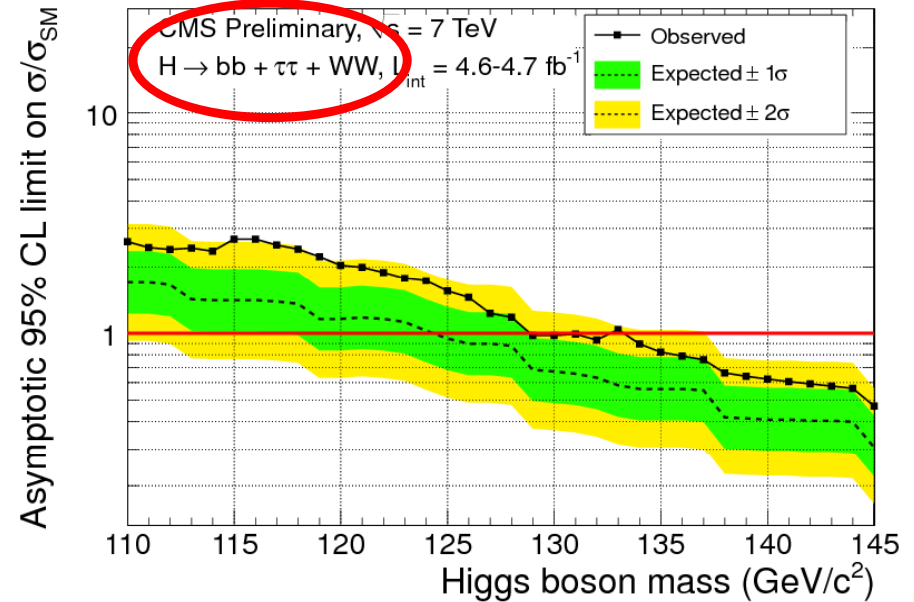
Dataa kerätty 2010-2011, lisää tulee 2012.
Valtava määrä dataa



CMS:n tulokset Higgsin hiukkasesta 13.12.2011

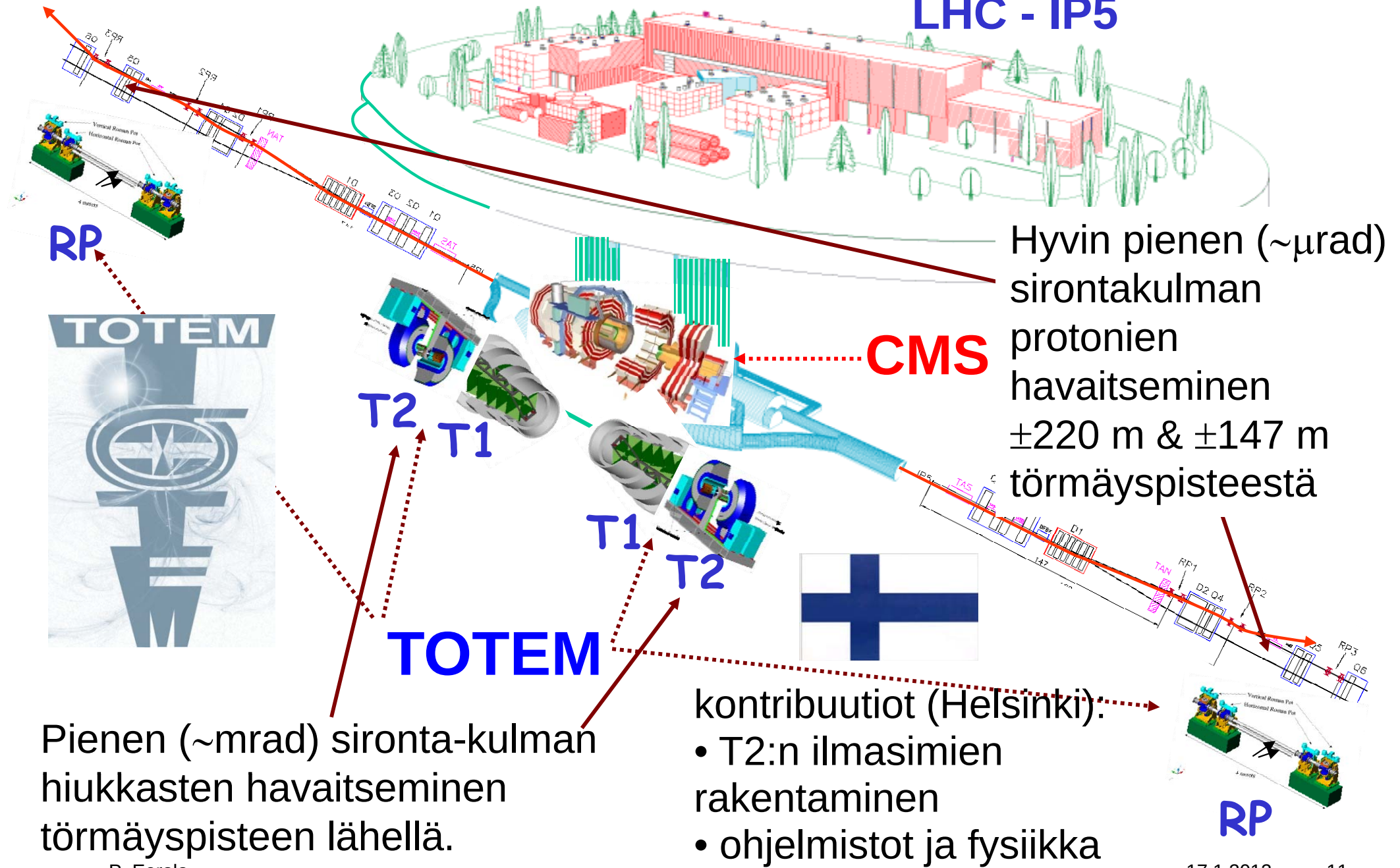


Jonkinlainen kohouma 125 GeV:n kohdalla. Tarvitaan lisää dataa: 2012 datan määrän arvioidaan nelinkertaistuvan.

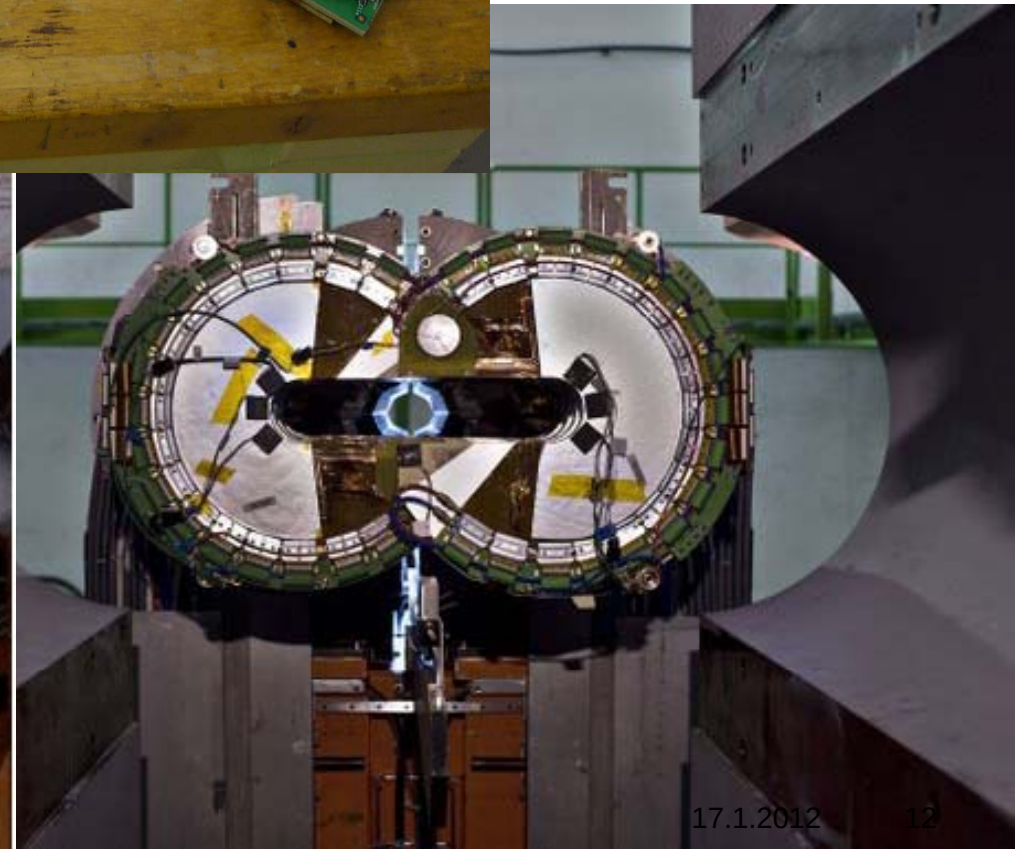
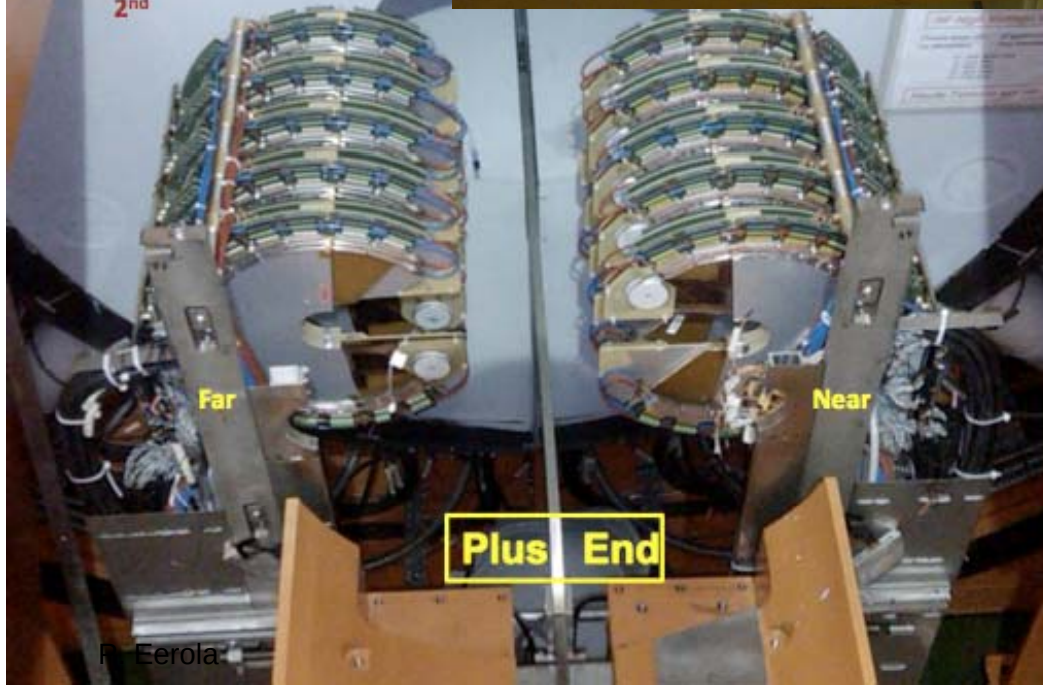
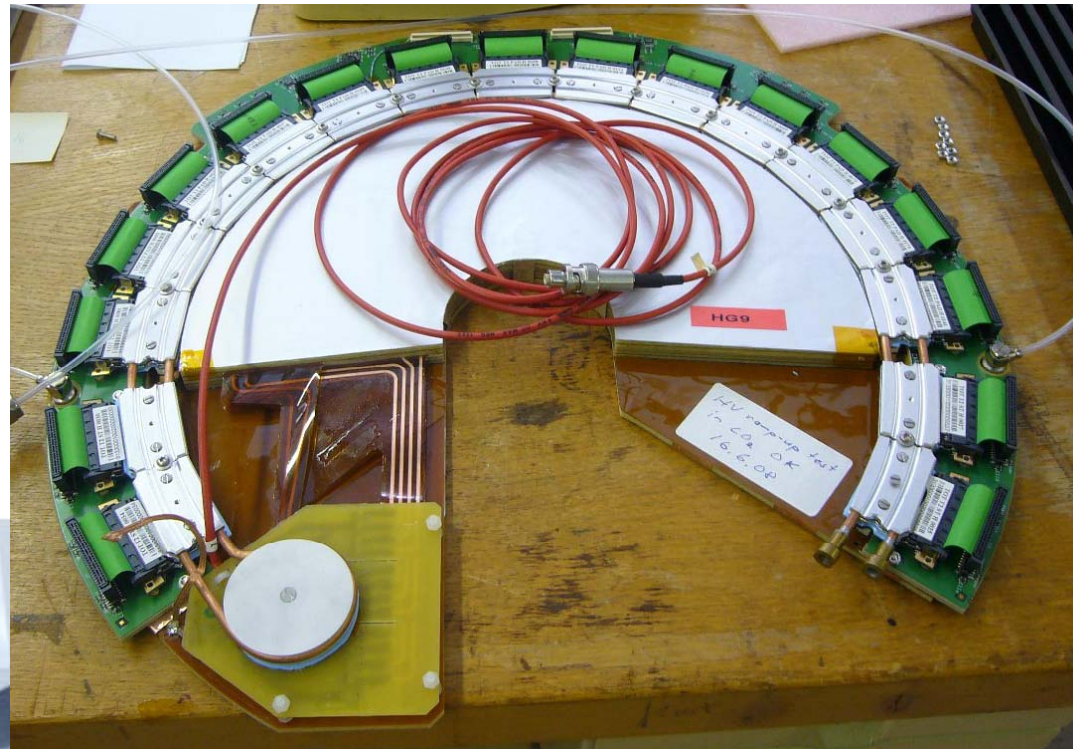
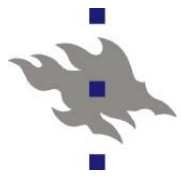


TOTEM-koe

LHC - IP5

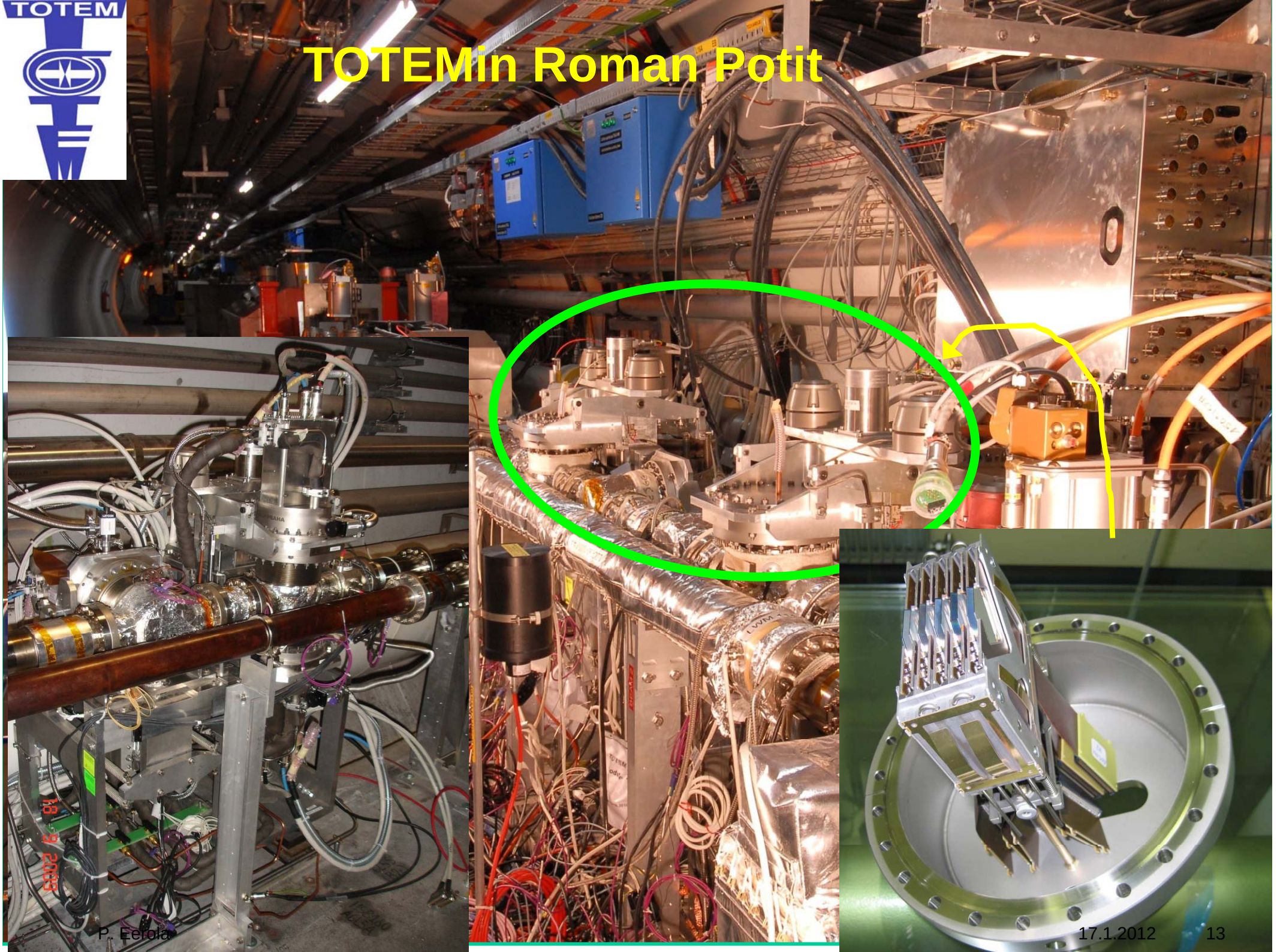


TOTEMin T2-trakkeri





TOTEM in Roman Potit





Harjoittelupaikat

<http://www.hip.fi/educations/kesaharjottelu.html>

■ Hiukkasfysiikka:

- Higgs physics at the LHC
- Experimental particle physics - jets in CMS
- Experimental particle physics at LHC: track-based alignment of CMS silicon tracker
- Physics Analysis with TOTEM at the LHC
- High energy physics TOTEM
- Experimental Particle Physics in ALICE

■ Materiaalifysiikka - detektorikehitys:

- Silicon detector development
- R & D of Gas Detectors

■ Ydinfysiikka:

- Research and development for instrumentation in nuclear physics

■ Mekaniikka:

- Engineering design of the RF structures for CLIC
- Engineering (Mechanical, Aeronautical, Energy, HVAC)

■ Tietotekniikka:

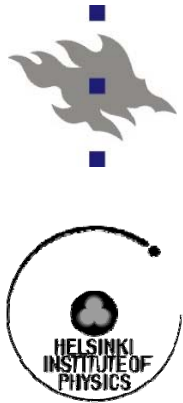
- Cloud benchmarking
- Virtual scheduling, Computer science
- Computer Science
- Data analysis and visualisation for Green IT
- IT Security - Identity Management

■ Teknologian siirto:

- Big Science Activation Team, Finland

Haku

<http://www.hip.fi/educations/kesaharjottelu.html>



- Fysiikan paikat: 3 vuotta opintoja kesällä 2012
- Hiukkasfysiikan opinnot eduksi, ei välttämätön
- Ohjelmointitaidot eduksi
- Haku sähköisen hakulomakkeen kautta
- Hakuaika päättyy 31.1.2012
- Hakemus: vapaamuotoisten hakemus ("motivation letter"), opintorekisteriote ja ansioluettelo

HIP-CERN Summer Application

<http://portal.hip.fi/Eapplication/appform.html>

HELSINKI INSTITUTE OF PHYSICS

[Back to HIP](#) | [Summer student posts](#) | [Application form](#) | [Privacy policy](#) | [Summer info](#)

HIP-CERN Summer Application

1. Personal Information:

Family Name: First Names:
Date of Birth: Place of Birth:
Address: Email Address:

2. Present Studies:

University Name: Department:
Credits:
Attending From: Attending To (Estimation):
Target Degree:

3. Past Studies:

	School	From	To	Degree
1.				
2.				

4. Vacancies of Interest

See the [website](#) for the vacancy list.
Select vacancies in order of priority. Each vacancy must accompany a motivation letter.

1. Vacancy Name: 1. Experimental particle physics at LHC: track-based alignment of CMS silicon tracker
Motivation Letter:

2. Vacancy Name:
Motivation Letter:

3. Vacancy Name:
Motivation Letter:

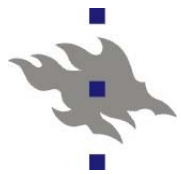
5. Upload Relevant Files:

1. Curriculum Vitae (CV):

2. Academic Records File:

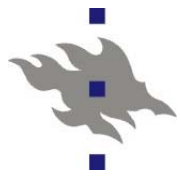
(Note: For the academic records file, please attach one pdf or zip file containing all the transcripts)

Helsinki Institute of Physics 2009

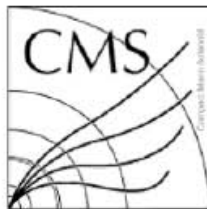


Muut paikat

- **CERNin kesäharjoittelupaikat**
- Hakeminen tapahtuu sähköisesti CERNin HR:n (Human Resources) sivujen kautta
- Tarkempaa tietoa harjoittelupaikoista löytyy: CERN → **Summer Students 2012 (Member State Students)**
- CERN:in kesäharjoittelupaikkojen deadline on 25.1.2012
- Huomaa, että tarvitset suosituskirjeitä, joiden täytyy myös olla ladattuina deadlineen mennessä



KIITOS MIELENKIINNOSTA!



CMS Experiment at LHC, CERN
Run/Event : 171178/11119024
Lumi section : 12

Muon,
 $p_T = 29.11 \text{ GeV/c}$

Electron, $p_T = 22.76 \text{ GeV/c}$

Muon,
 $p_T = 19.21 \text{ GeV/c}$

Tau, $p_T = 33.85 \text{ GeV/c}$

$$M_{\mu\mu\tau_e\tau_h} = 189.9 \text{ GeV}/c^2$$

