

TOTEM HU az LHC-nél



Sziklai János

**A TOTEM-Magyarország
nevében**

(K. Eggert, TOTEM Spokesman és Csörgő Tamás előadásai)

TOTEM HU

TOTEM (1997-)

Totem-Magyarország (2006-)

Fizika: PHENIX ZDC, RHIC eredmények

Projekt történet:

Kezdeményezés, érdeklődés:	2006 április
TOTEM Executive Committee befogadás:	2006 Május
TOTEM Spokesperson Budapesti látogatása:	2006 December
Magyar kutatók munkája elindul(TOTEM költség):	2007 Január
OTKA és OTKA NKTH pályázatok sikere:	2008 tavasz
TOTEM Coll. Board teljeskörű magyar tagság:	2008 április
TOTEM-Hungary MoU aláírás, LHC RRB:	2008 november

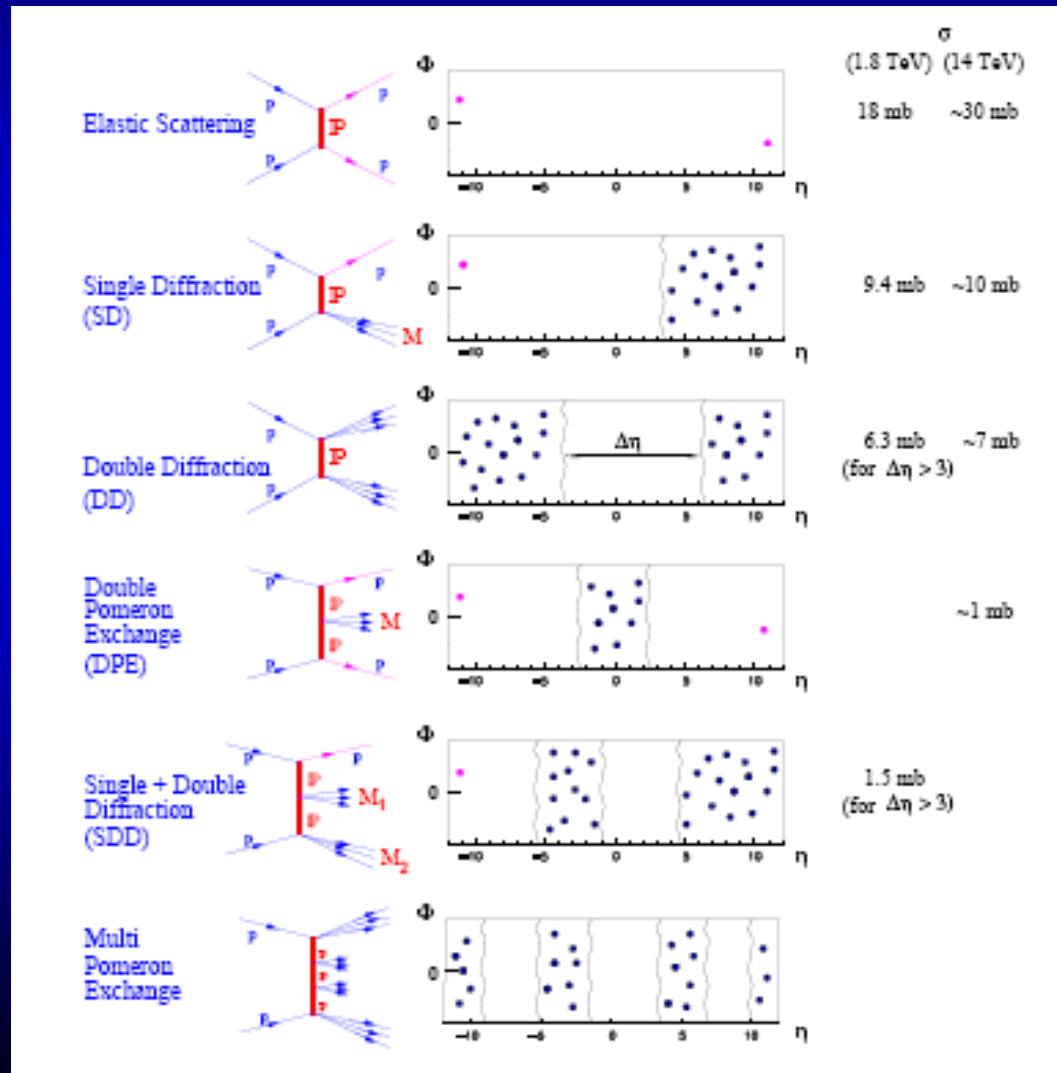
(K. Eggert, TOTEM Spokesman és Csörgő Tamás előadásai)

FŐBB TOTEM CÉLOK:

- ⑩ Teljes hatáskeresztmetszet mérése 1 mb abszolút hibával, luminozításfüggetlen módszerrel. Feltétel: a rugalmas p+p szórás (a lehető legkisebb $|t| \approx 10^{-3} \text{ GeV}^2$ négyes momentum négyzet ($-t \approx p^2 \Theta^2$) transzferig) és a rugalmatlan p+p kölcsönhatási hozam egyidejű mérése előreszögökben a megfelelő akceptanciával
- ⑩ Rugalmas protonszórás vizsgálata széles momentum transzfer tartományban $-t \approx 10^{-3} \text{ GeV}^2 - 10 \text{ GeV}^2$ négyes momentum transzferig
- ⑩ Diffraktív disszociáció vizsgálata, egyes (single), dupla és központi diffrakciós topológiákat is beleértve, az előre szögű inelasztikus TOTEM detektorokat a CMS detektoraival kombinálva.

Diffraktív folyamatok

- Diffraktív folyamatosztályok és hatáskeresztmetszetek (Tevatron mért 1.8 TeV-en, LHC becsült 14TeV-en)



Teljes pp hatáskeresztmetszet mérése

Végső cél : ~1 % pontosság

Előzetes cél: ~5 % pontosság

Luminozitástól független módszer:

$$\text{Optical Theorem} \quad L\sigma_{tot}^2 = \frac{16\pi}{1+\rho^2} \times \frac{dN}{dt} \Big|_{t=0}$$

$$L\sigma_{tot} = N_{elastic} + N_{inelastic}$$



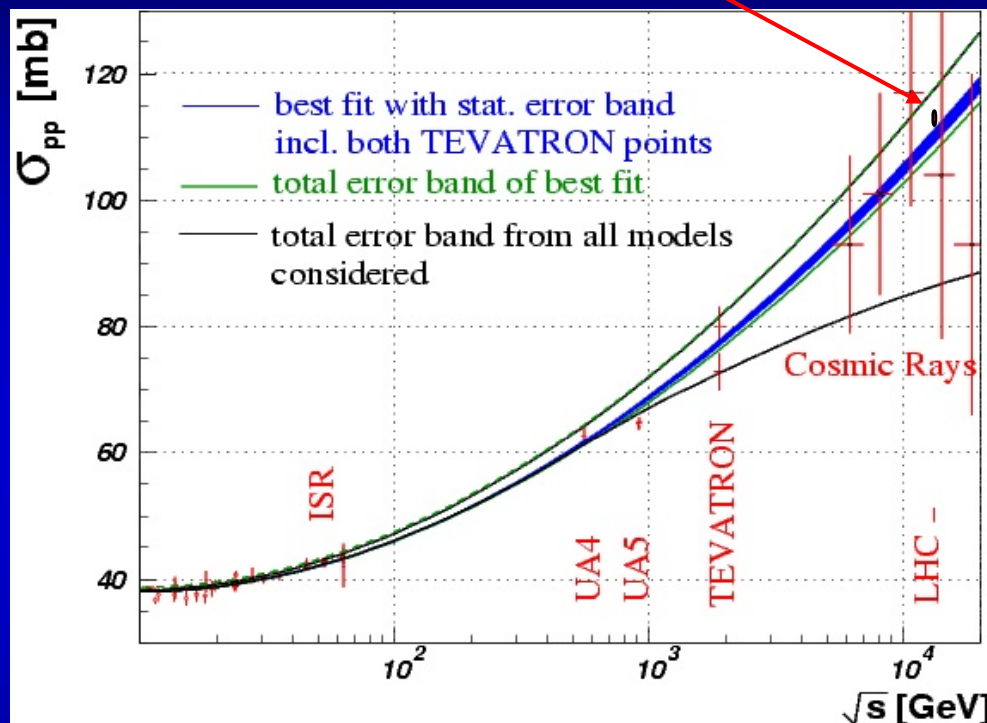
$$\sigma_{tot} = \frac{16\pi}{1+\rho^2} \times \frac{(dN/dt)|_{t=0}}{N_{el} + N_{inel}}$$

Kiindulás az LHC luminozitás becsléshez

⇒ Az LHC hatáskeresztmetszet mérés lényeges összetevője

$$\mathcal{L} = \frac{1 + \rho^2}{16\pi} \frac{(N_{el} + N_{inel})^2}{dN_{el}/dt|_{t=0}}$$

A TOTEM mérés 1σ



COMPETE Collaboration, PRL 89 (2002) 201801.

Valamennyi rendelkezésre álló hadron adatara történt illesztés:

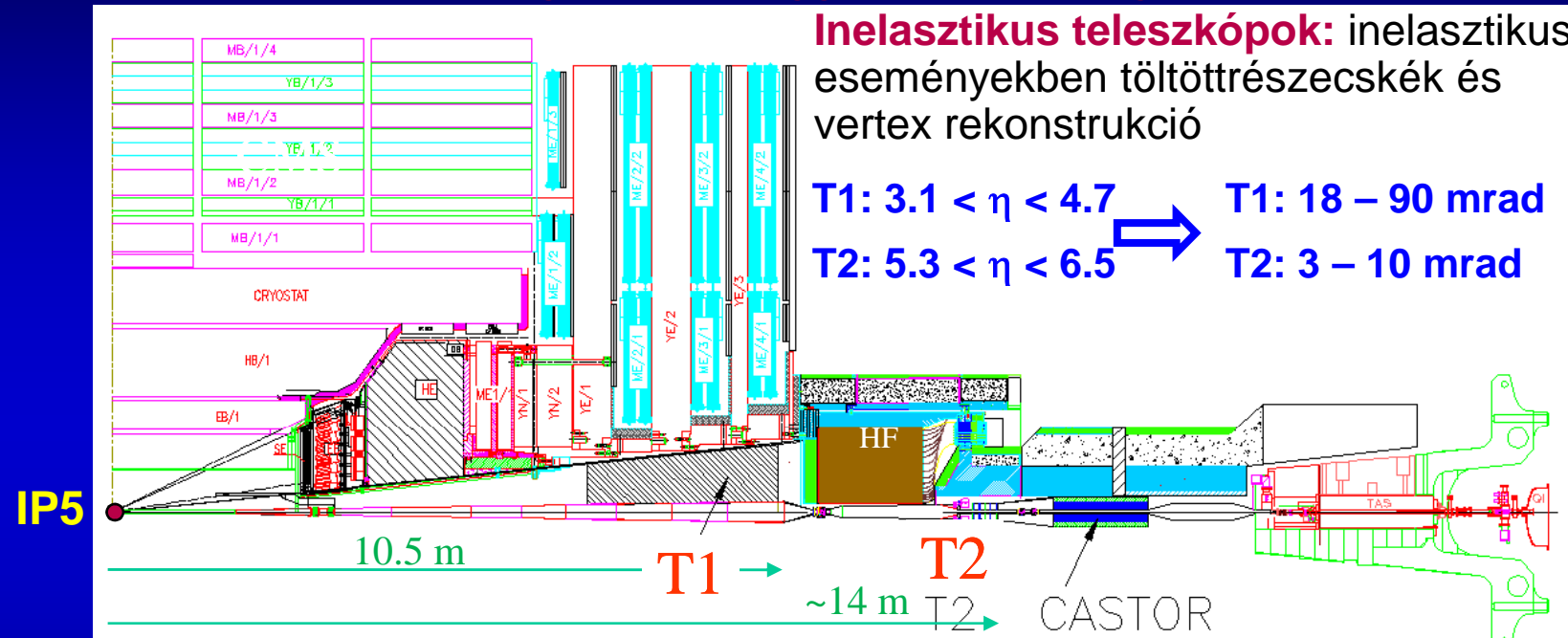
$$\sigma_{tot} = 111.5 \pm 1.2 \begin{matrix} +4.1 \\ -2.1 \end{matrix} \text{ mb}$$

Kísérleti Megoldások

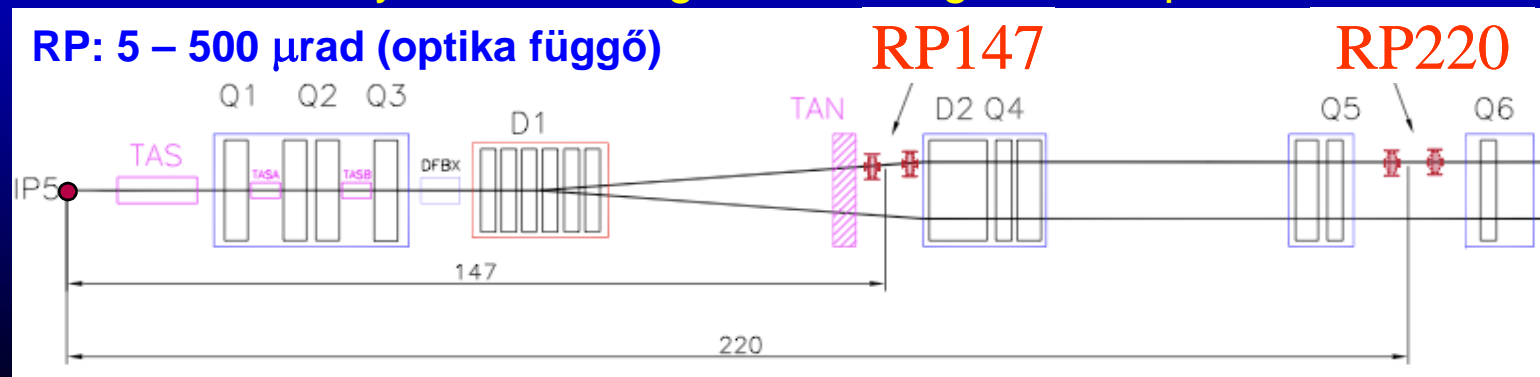
- ⑩ **Teljes hatáskeresztmetszet precíz méréséhez:**
 - ☞ **„Római Edény”-párokba beépített szilícium detektorok az IP5 mindkét oldalán, attól szimmetrikusan 147 és 220m távolságban, egymástól 4 m-re.**
- ⑩ **Előreszögében szükséges akceptanciához:**
 - ☞ **T1 és T2 töltött részecske tracking teleszkópok elhelyezése – töltött részecske tracking és triggering képességeket ad a CMS-nek a $3 \leq \eta \leq 6.5$ pszeudorapiditás tartományban.**

TOTEM Detektor Konfiguráció @ IP5

Hasonló detektorkonfiguráció az IP5 mindkét oldalán: mindegyik detektor trackingként és triggerként is szolgálhat

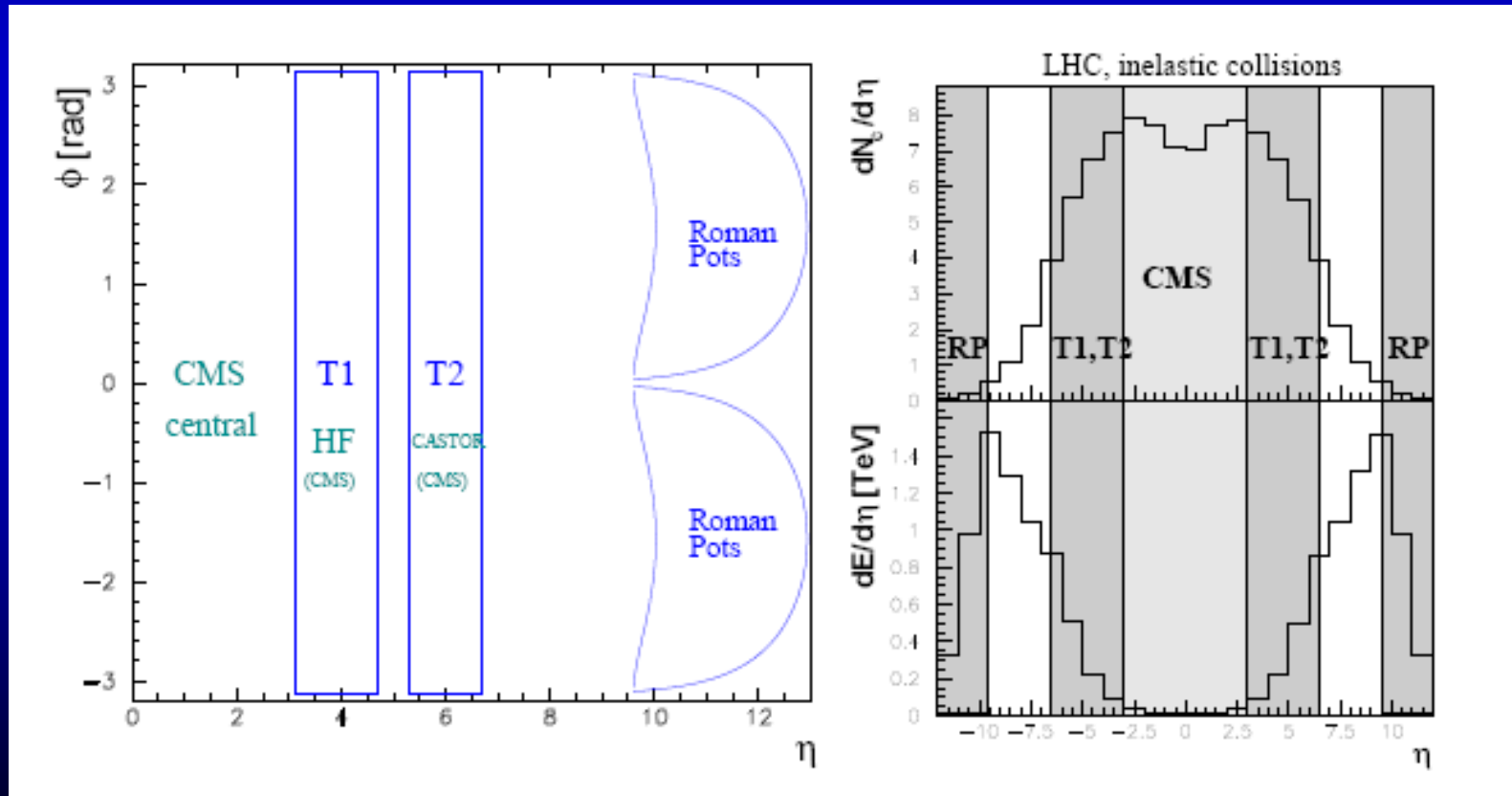


Roman Pot-ok: a nyálábközelezi rugalmas és rugalmatlan protonokat mérik



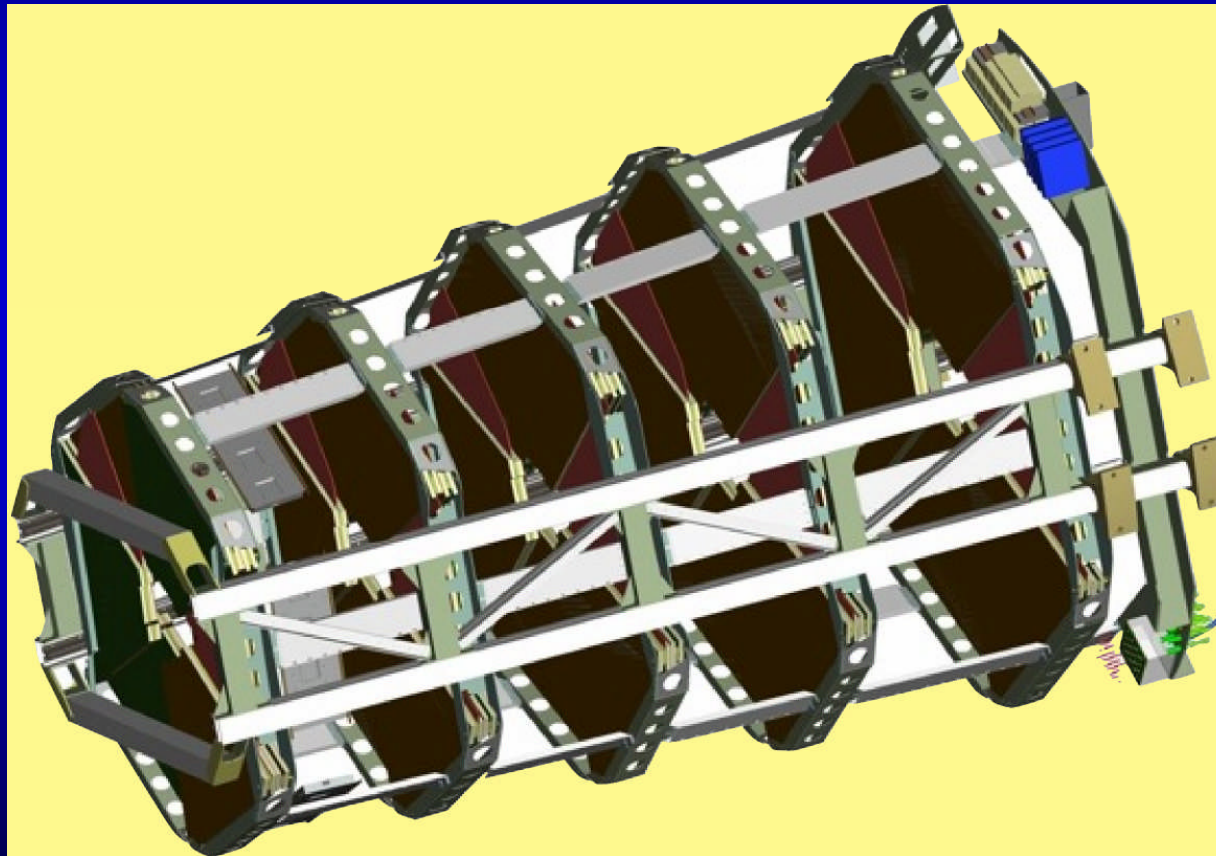
A TOTEM apparátus képességei

- Nagy pszeudorapiditású töltött részecskék detektálásának egyedülálló lehetősége
- Ideális eszköz az előreszögű jelenségek tanulmányozására (rugalmas és diffraktív szórás)
- A rugalmatlan eseményeknél az energafolyás és a multiplicitás az előreszögökbe kicsúcsosodik



A T1 teleszkóp

- 5 csökkenő átmérőjű síkban 6 trapéz alakú CSC (Chatode Strip Chambers) detektor elem a CMS End Cap –be építendő!



A T1 Chatode Strip Chambers

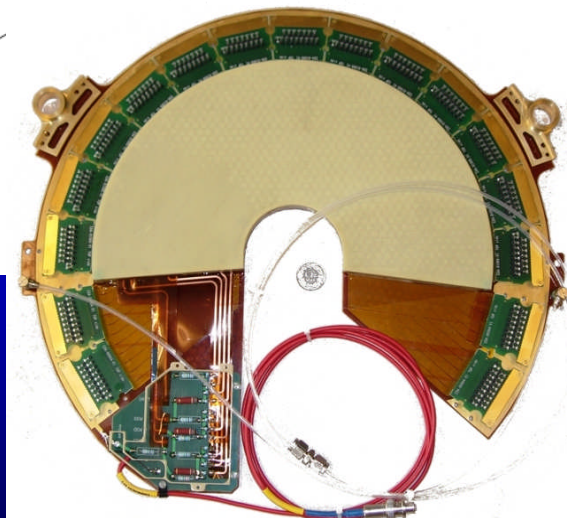
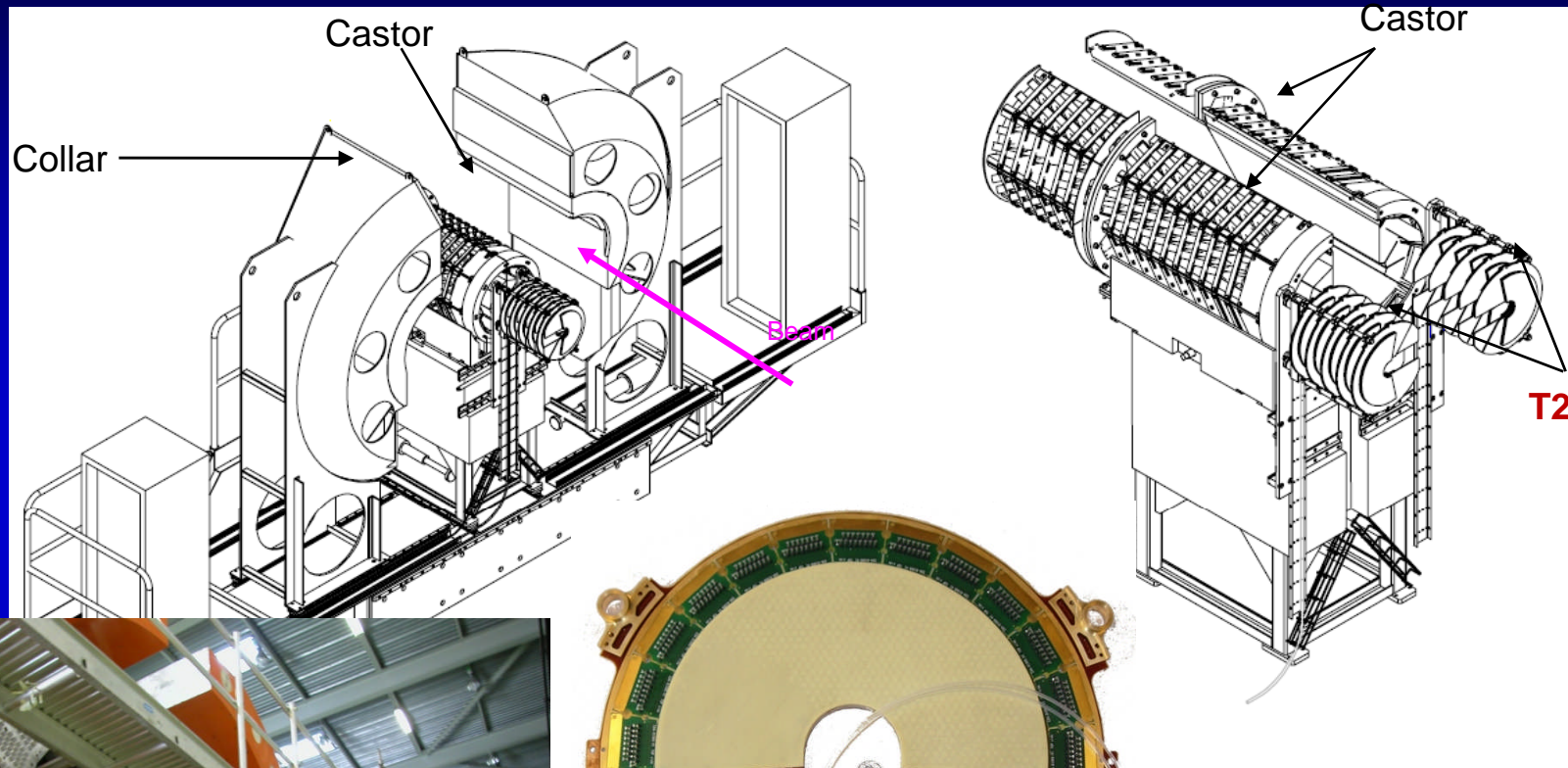
Gyártás Gatchinában (PNPI)

Tesztek és összeszerelés a CERN-ben



A T2 Teleszkóp GEM (Gas Electron Multiplier)

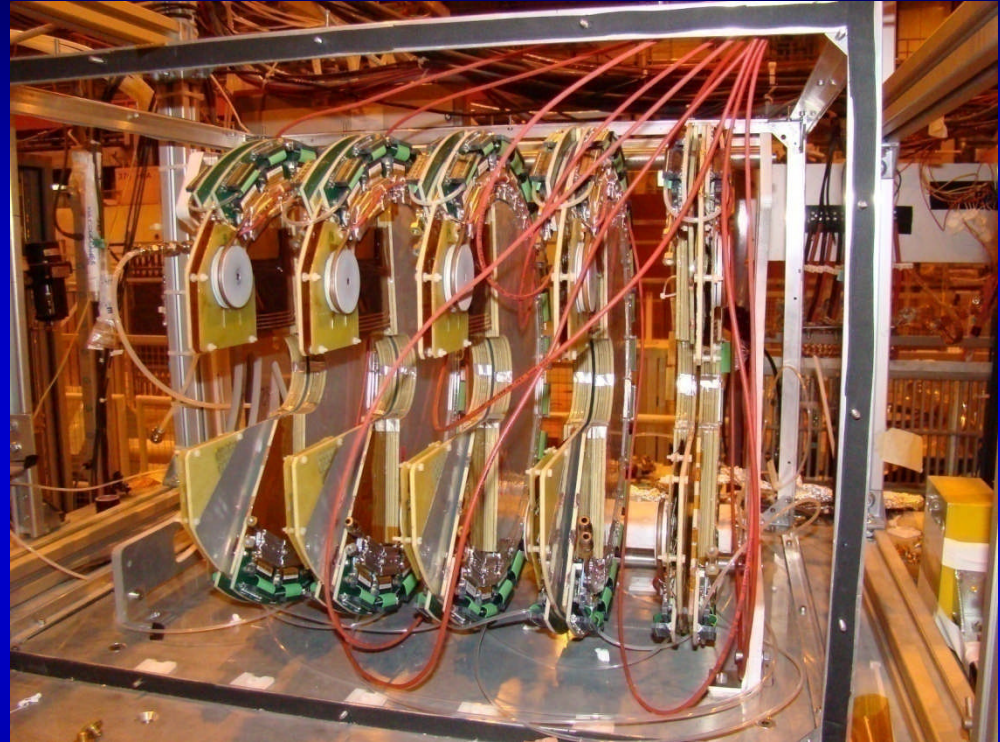
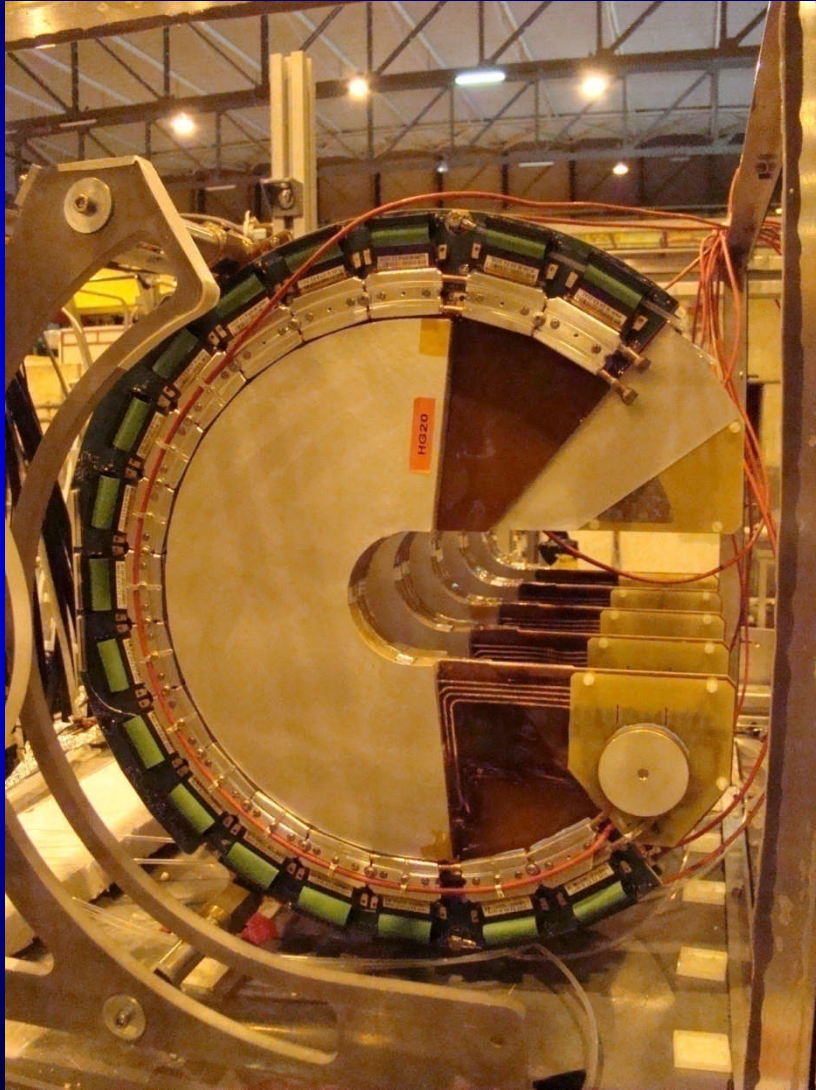
Tervezés és in stalláció a CMS-sel együtt



Final GEM chamber

10 tripla-GEM sík az IP mindkét oldalán a magas részecskefluzusok elviselésére $5.3 < |\eta| < 6.6$

T2 Teleszkóp egység a tesztnyalábbb

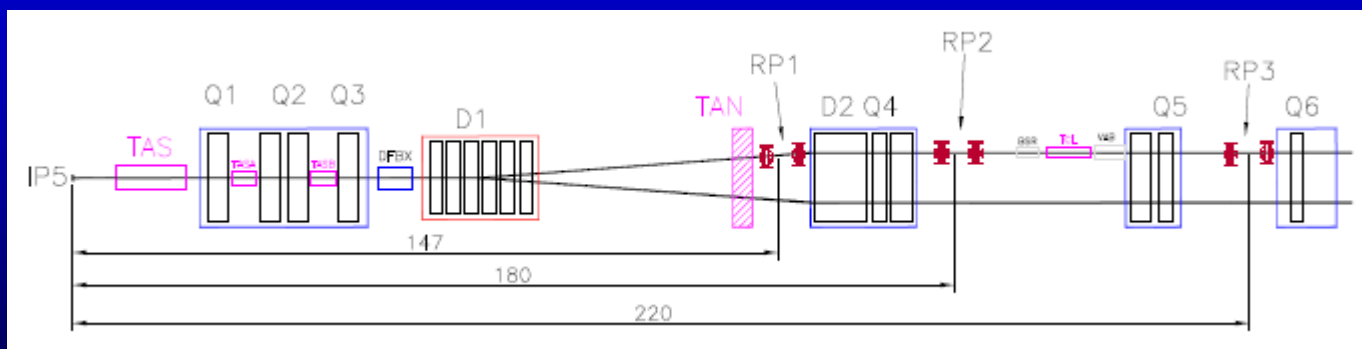


Gyártás Helsinkiben
Összeszerelés a CERN-ben

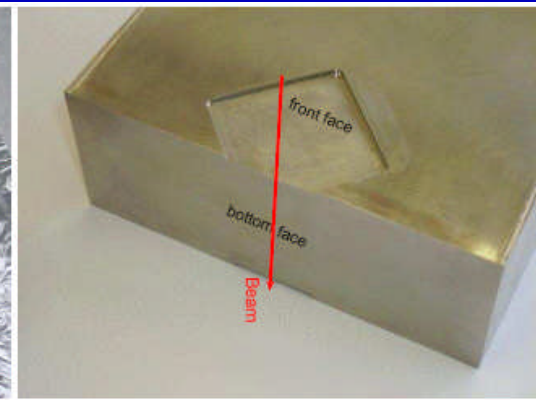
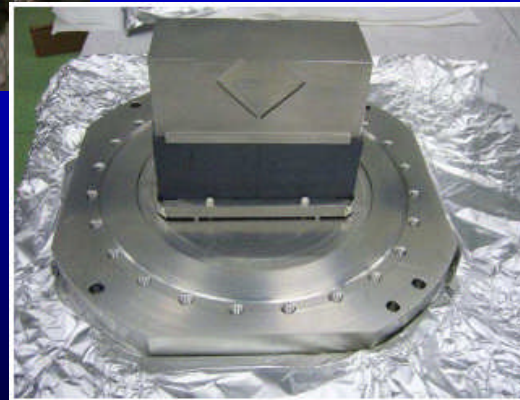
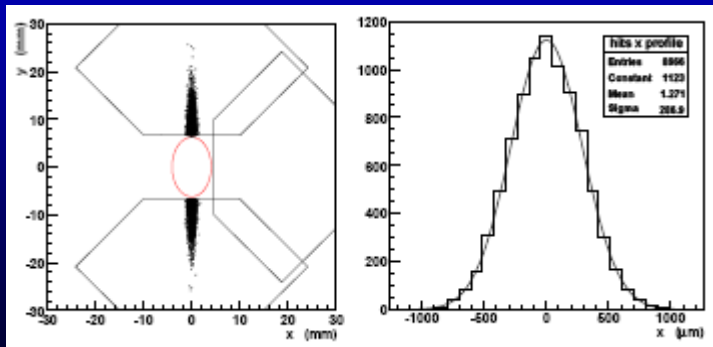
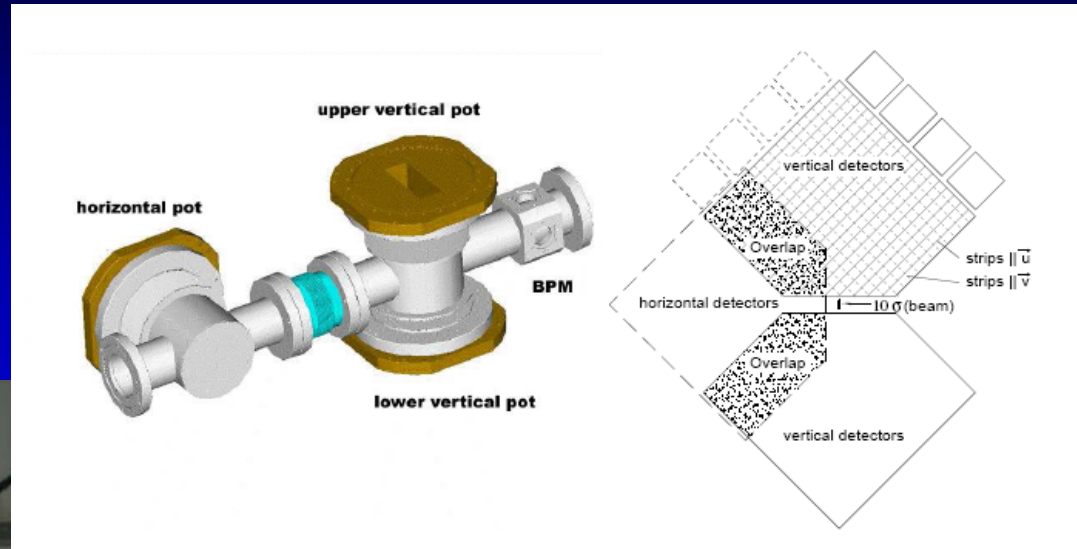
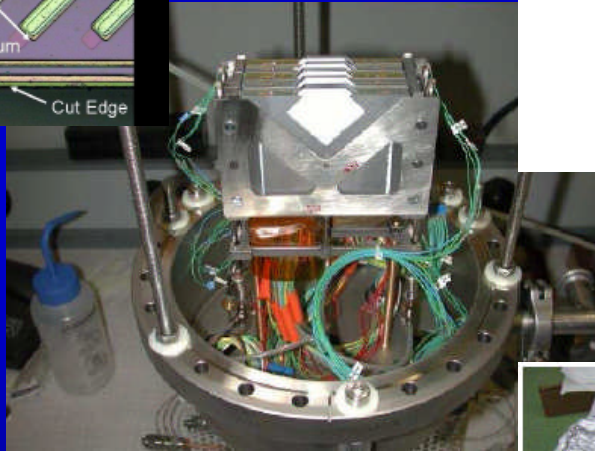
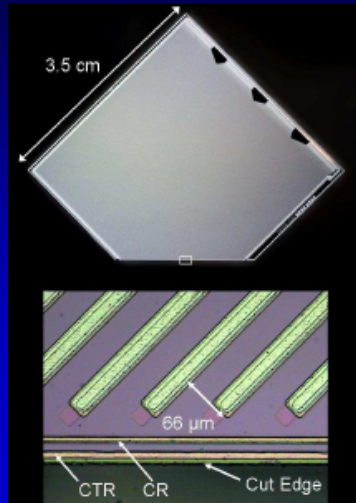
Római Edény (Roman Pot)

Speciális, mozgatható, a nyalábvezetés vákuumtérfogatóba behelyezett eszköz, amely a teljes hatáskeresztmetszet precíz mérését lehetővé teszi:

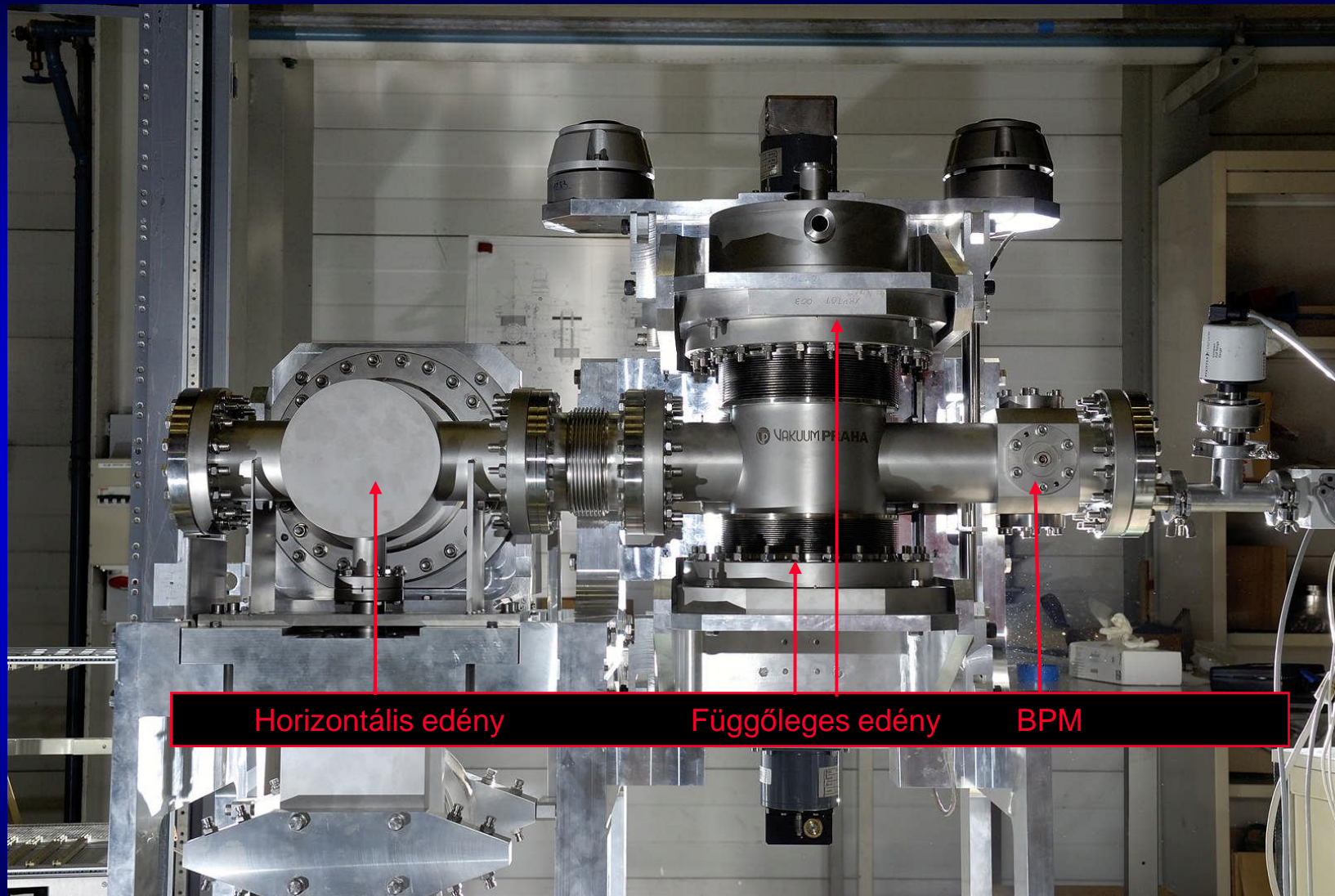
A „Római Edény”-párba beépített szilícium detektorok az IP5 mindkét oldalán, attól szimmetrikusan 147 és 220m távolságban, egymástól 4m-re



Római Edény felépítése



Római Edény a laborban



Horizontális edény

Függőleges edény

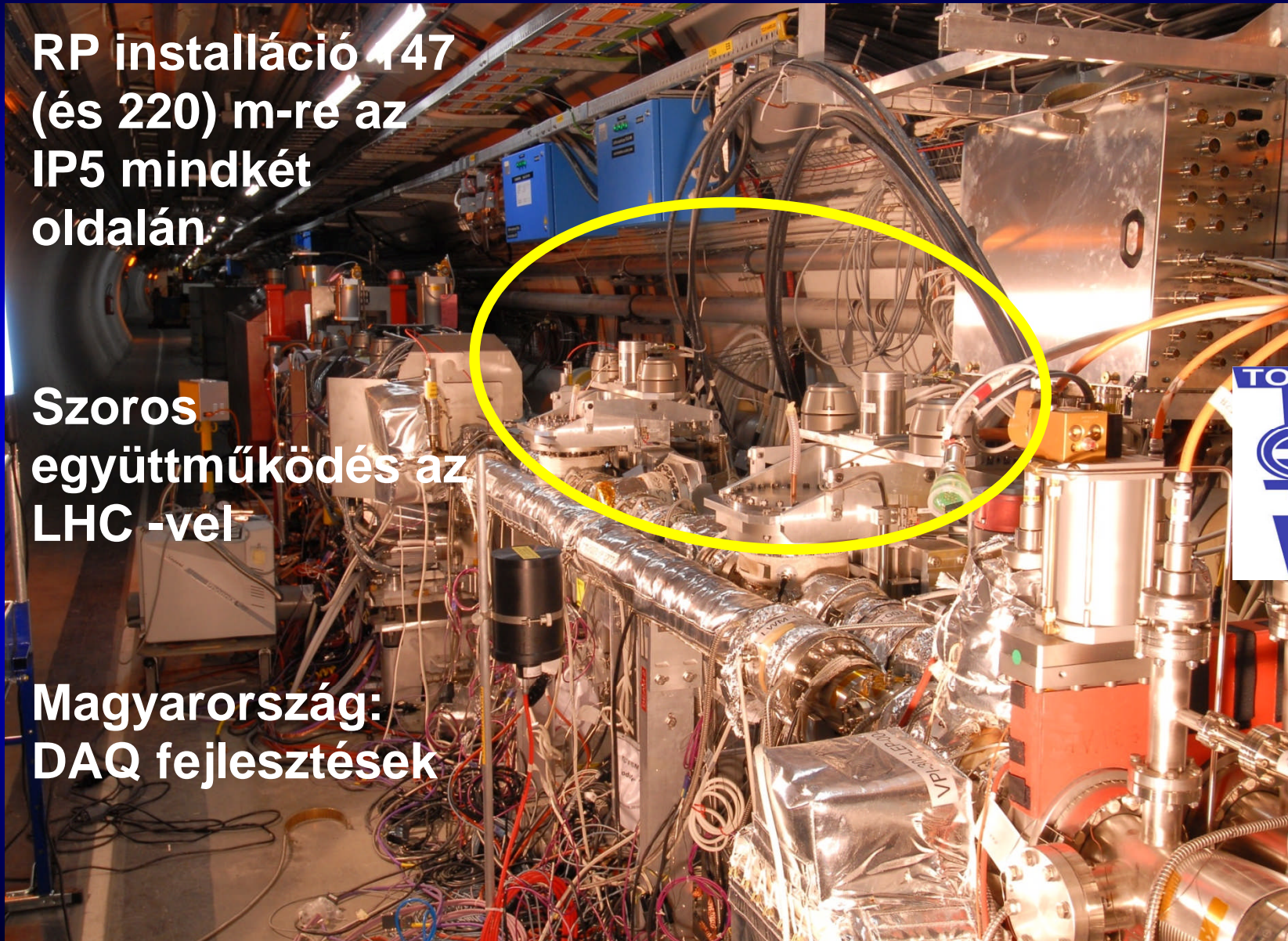
BPM

Római Edény az alagútban

RP installáció 447
(és 220) m-re az
IP5 mindkét
oldalán.

Szoros
együttműködés az
LHC -vel

Magyarország:
DAQ fejlesztések



Összegzés és Kilátások

TOTEM detektorrendszer kész a 2009 nyári installációra

Üzembehelyezés elkezdődött és jelenleg is folyik

Analízis szoftver véglegesítése 2009 II. Negyedév

Az első standard run kísérletek célja

Kalibráció és a detektor rendszer elemeinek alignment-je

A háttér vizsgálata

A trigger vizsgálat

Fizikai program a standard run-okra:

Nagy t -jú rugalmas szórás vizsgálata

Double Pomeron és single diffraction

minimum bias fizika

Fizikai program a speciális $\beta^* = 90$ m run-okra:

Teljes hatáskeresztmetszet mérése és alacsony t -jú rugalmas szórás vizsgálata

Diffrakció vizsgálata proton mérésekben

Nyalábdivergencia $\sim 1/\sqrt{\beta^*}$

TOTEM-Hungary projekt

Részvétel a TOTEM-Hu csoportban: Csörgő Tamás
Csanád Máté
Dénes Ervin
Novák Tamás 2009
Ster András
Sziklai János

Szerződött támogatások:

OTKA NK73143 (2008-2011)
NKTH-OTKA 74458 (2008-2009)

TOTEM HU elvégzett munkák

- **Csanád Máté (6 hó CERN): Online Monitoring kód fejlesztése**
- Fő feladat: a TOTEM detektor monitoring rendszerének fejlesztése
- Alprojektek:
 - mindig a legújabb adatkiolvasó hardverhez illeszkedő adat-értelmező algoritmus készítése (Slink->MultiSlink; MultiSlink->VME)
 - a detektor-komponensek (VFAT csipek) valós idejű diagnosztikájához szoftver fejlesztése
 - processzor igény- optimalizált digitális kiolvasás fejlesztése
 - hibás események detektálása és valós idejű diagnosztikája
 - a monitor-rendszer általános fejlesztése, felhasználók által jelzett hibáinak folyamatos javítása
- **Csörgő Tamás: Projekt menedzselése, szervezése**
 - 2008-as építési és működési költségek biztosítása,
 - MoU megkötése.
 - Az építési hozzájárulásunk a Roman Pot elektronikához járult hozzá
- **Dénes Ervin (2008 jan-nov CERN): VME/DAQ könyvtár létrehozása**
- C++ könyvtár létrehozása, a TOTFED (Totem Front-end Driver) kártya kezelésére
 - A Data Acquisition (DAQ) program támogatása
 - A TOTFED kártya tesztelése totFedControl program módosítása

TOTEM HU elvégzett munkák (folyt.)

- Novák Tamás (6 hó megkezdve CERN): DCS kábelezés + MC szimulációk
- Ster András (3+9 hó CERN) : DAQ programozás
- Főbb hozzájárulás az adatfeldolgozó rendszer (DAQ) szoftver kifejlesztéséhez:
 - "VFAT-controller" (detector panel and chip tester) továbbfejlesztése, javítása a T1, T2, RP detektorokhoz
 - "TDC-controller" (timing tester) kifejlesztése a T2 detektorhoz
 - "TTC-controller" (trigger and timing controller) vezérlés kifejlesztése
 - "Slink-readout" (data readout) adaptációja a változó hardver környezetekhez
 - "FEC board" CMS szoftverének adaptálása a TOTEM kollaboráció számára
 - "totemTTCciSupervisor" létrehozása az integrált "trackerDAQ" rendszer számára
- Sziklai János: TOTEM DCS támogatása
 - Az OTKA megnyílása előtt a PVSS II („Process Visualization and Control System II” előzetes tanulmányozása, a TOTEM DCS szerkezetének megismerése.
 - Az idei TOTEM kollab meeting-en felmerült igények alapján a T1 detektor DCS kidolgozása
 - A május végi CERN PVSS tréning után a T1 DCS véglegesítése.

TOTEM HU eredmények

Belső előadás:

1. TTC tests TOTEM, Electronic Meeting, 2008.01.28.

Előadás:

1. TOTEM experiment at LHC from DAQ point of view, Zimányi 2008 Nehézionfizikai Téli Iskola, Budapest, 2008.11.27.

Publikációk:

1. Diffraction at TOTEM. G. Antchev et al. Dec 2008. 10pp. Proceedings of HERA and the LHC: 4th Workshop on the Implications of HERA for LHC Physics, Geneva, Switzerland, 26-30 May 2008 e-Print: arXiv:0812.3338 [hep-ex]
2. The TOTEM experiment at the CERN Large Hadron Collider. By TOTEM Collaboration (G. Anelli et al.). 2008. 112 pp. Published in JINST 3:S08007,2008.

A TOTEM kollaboráció Aprilis 2009



Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA
Czech Academy of Sciences, Praha, Czech Republic
CERN, Geneva, Switzerland
Estonian Academy of Sciences, Tallinn, Estonia
INFN Sezione di Bari & Politecnico di Bari, Bari, Italy
MTA KFKI RMKI, Budapest, Hungary
Penn State University, University Park, USA
Università di Genova & Sezione INFN, Genova, Italy
University of Helsinki & HIP, Helsinki, Finland
Università di Siena & Sezione INFN-Pisa, Italy

75 résztvevő, 10 intézmény, 7 ország

TOTEM hossz: 440 m,

TOTEM max. acceptance: 28 pseudorapidity egység