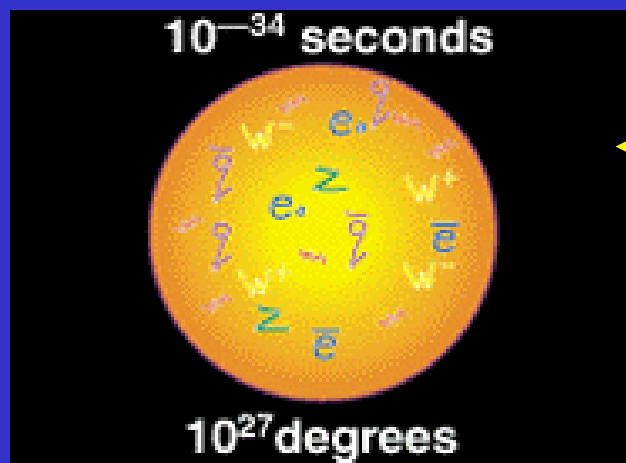


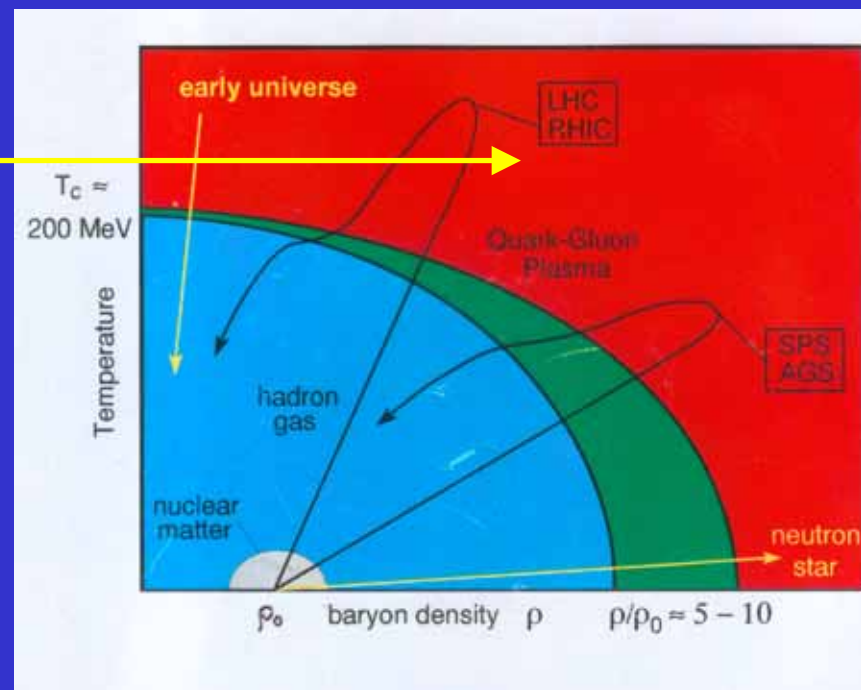
ALICE

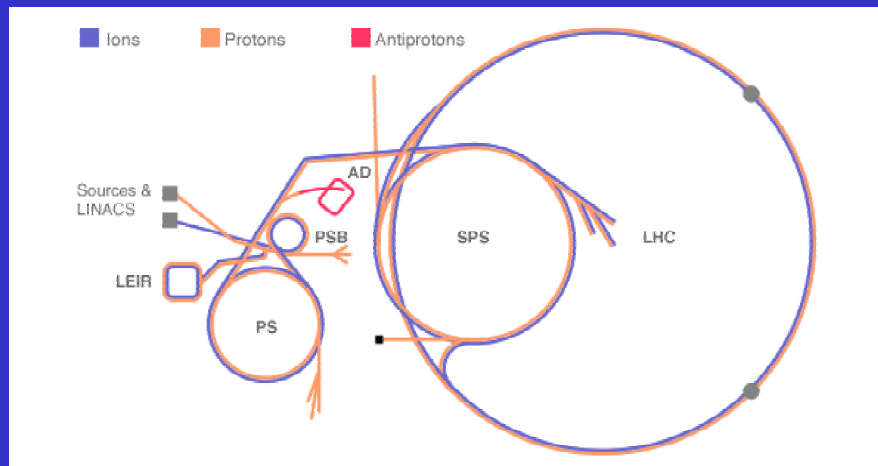
A Large Ion Collider Experiment –
dedykowany eksperyment ciężkojonowy
na LHC

Cel – poszukiwanie nowego stanu materii – plazmy kwarkowo-gluonowej



Po Wielkim Wybuchu





LHC – Large Hadron Collider

	SPS	RHIC	LHC
E_{cm} [GeV]	17	200	5500
dN_{ch}/dy	500	700	3000-8000
ε [GeV/fm ³]	≈ 2.5	≈ 3.5	$\approx 15-40$
τ_{QGP} [fm/c]	< 1	≈ 1	$\approx 4.5-12$

Fizyka w ALICE

- Historia fizyki w ALICE
 - (pierwszy okres)
 - Pierwsze pomysły (Aachen, 1990)
 - Prezentacja zainteresowania (Evian, 1992)
 - List intencyjny (1993) i dodatek (1995)
 - Projekt techniczny (1995) i dodatki (1996, 1999)
 - Technical Design Reports (1998 – 2004)
 - Physics Performance Report (2003 – 2005)

- Ciężkie jony w LHC
 - ALICE początkowo ‘soft physics experiment’
 - Główne wyzwanie – rekonstrukcja torów
($2000 < dN/\eta < 8000$)
 - Identyfikacja cząstek
- Fizyka na poziomie EoI and LoI
 - Tracking (widma)
 - PID
 - Interferometria bozonowa (HBT)
 - Pary leptonowe (ρ , ω , ϕ , J/ψ)
 - Bezpośrednie fotony
 - Globalne charakterystyki przypadków

W stronę twardej fizyki

- Silna zachęta ze strony LHCC – fizyka obszaru Y
 - Początkowo zostawiona dla eksperymentów pp (CMS)
 - Ale
 - Wysokie obcięcie na P_t w obszarze centralnym
 - Absorber mionowy daleko od punktu oddziaływania – duże tło
 - Niejasna sytuacja z rekonstrukcją mionów przed absorberem
 - wpływ na zdolność rozdzielczą w masie
 - Resultat → Forward Muon Spectrometer (pierwszy pomysł eksperymentu asymetrycznego – grupa krakowska)

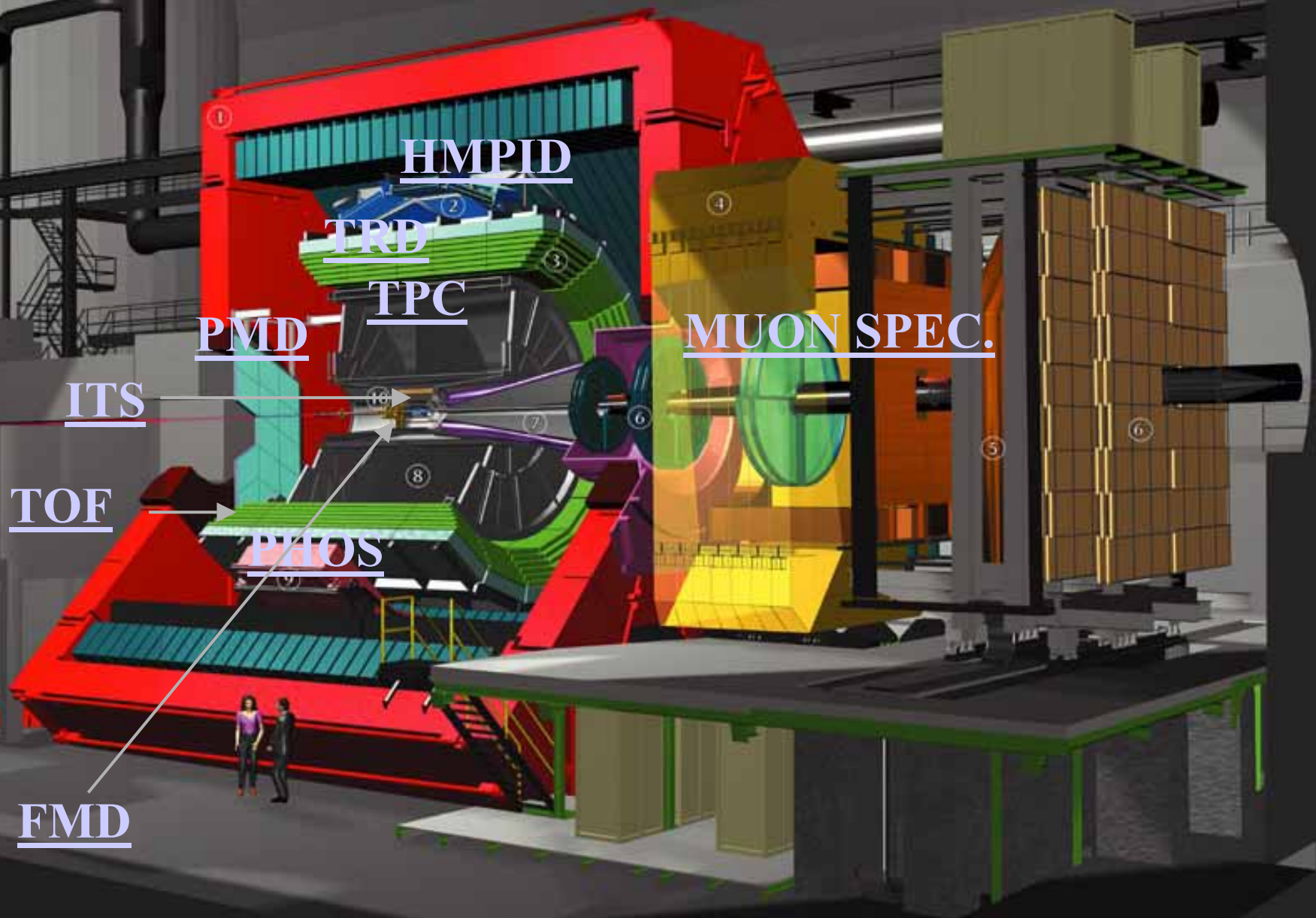
- Detekcja otwartego charmu ('95)
 - Aktualny detektor wierzchołka niewystarczający
 - Próba umieszczenia dodatkowej warstwy w rurze próżniowej
 - bliżej
 - nie ma materiału „przed”
 - technicznie bardzo skomplikowane
 - Przeprojektowanie detektora wierzchołka
 - dodatkowa warstwa detektora pikselowego
 - tak blisko wiązki jak się tylko da (38mm)
 - Rura próżniowa – tak cienka jak się tylko da

- Detekcja elektronów & trigger ('98)
 - Identyfikacja elektronów oparta na pomiarze dE/dx w TPC
 - Zdolność rozdzielcza dE/dx pogorszyła się z zaawansowaniem symulacji
 - Brak możliwości wyzwalań, może J/ψ ale nie Y
 - Propozycja dołączenia Detektora Promieniowania Przejścia (TRD)
- Fizyka jetów (wyniki z RHIC-a)
 - Duży Kalorymetr Elektromagnetyczny?

ALICE dzisiaj

- ITS (krzem) – identyfikacja rozpadów, charm
- PHOS – spektrometr fotonowy
- TPC – główny detektor śladowy, identyfikacja $h^{+/-}$
- RHICH (Czerenkow) - identyfikacja $h^{+/-}$
- TOF (czas przelotu) – identyfikacja $h^{+/-}$
- TRD (promieniowanie przejścia) identyfikacja $e^{+/-}$
- μ -ARM – identyfikacja par $\mu^{+/-}$
- PMD – krotności fotonów
- Detektory „ku przodowi” (FMD, START, V0, ZDC)

ALICE detector







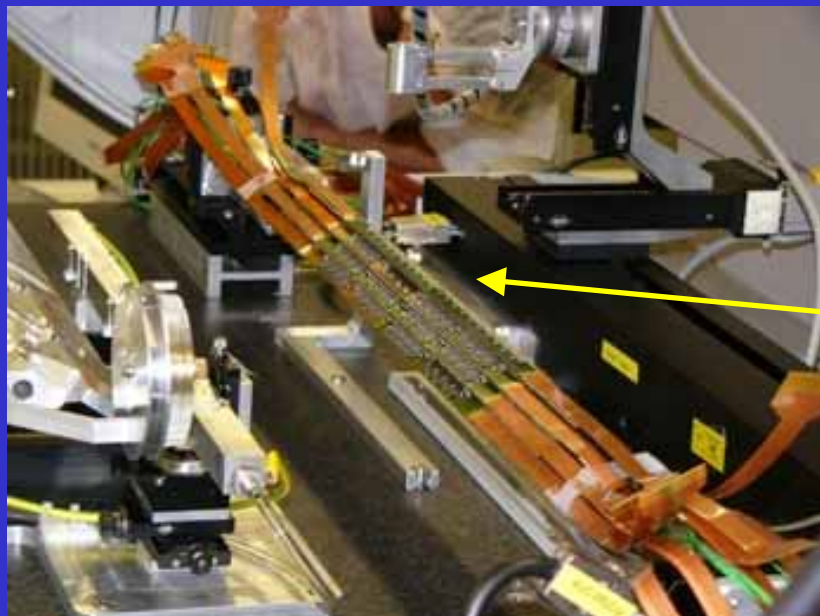
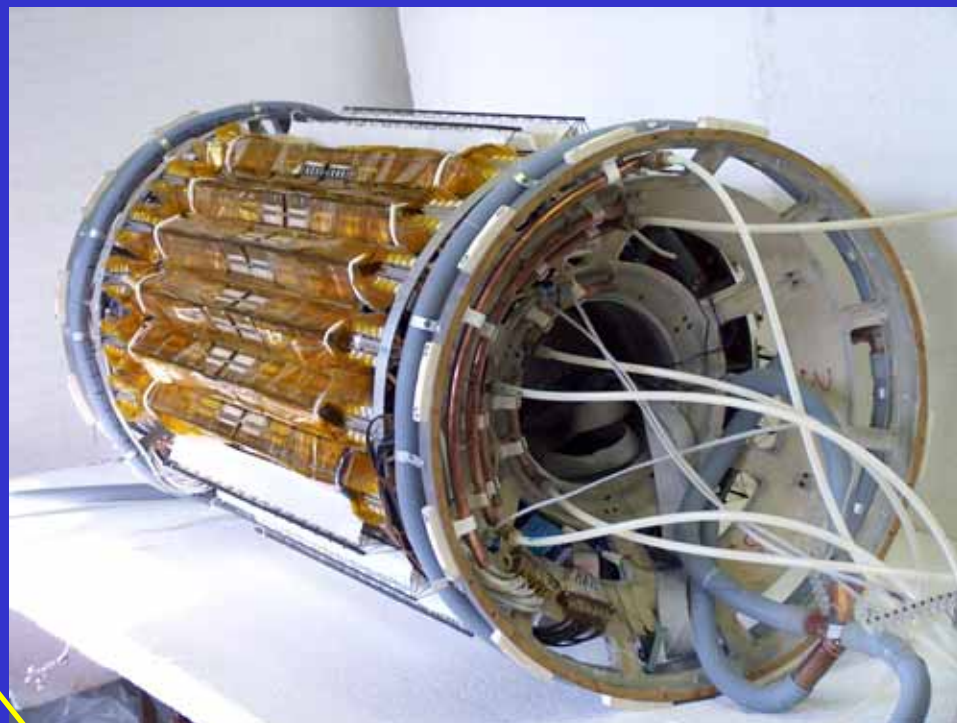
ITS – Inner Tracking System

Wielowarstwowy detektor krzemowy:

- 2 warstwy pikseli
- 2 warstwy detektora dryfowego
- 2 warstwy detektora paskowego

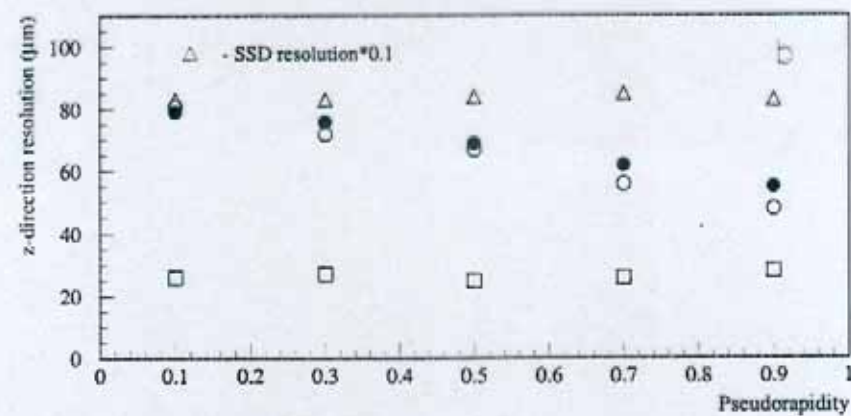
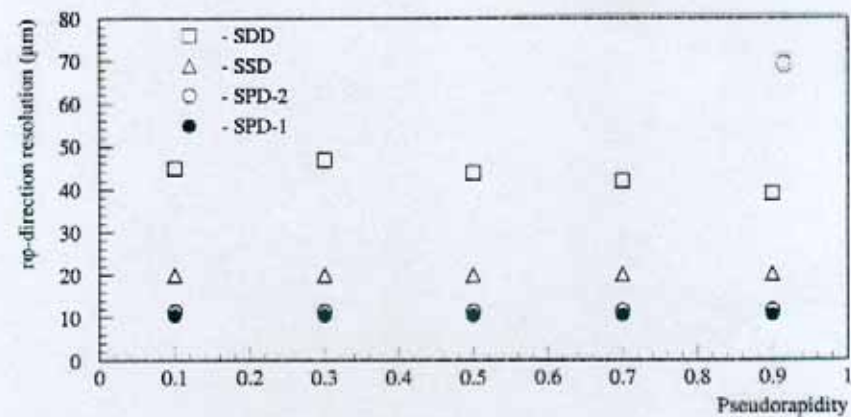
Razem 6.7 m² krzemu

Pełnowymiarowy model ITS

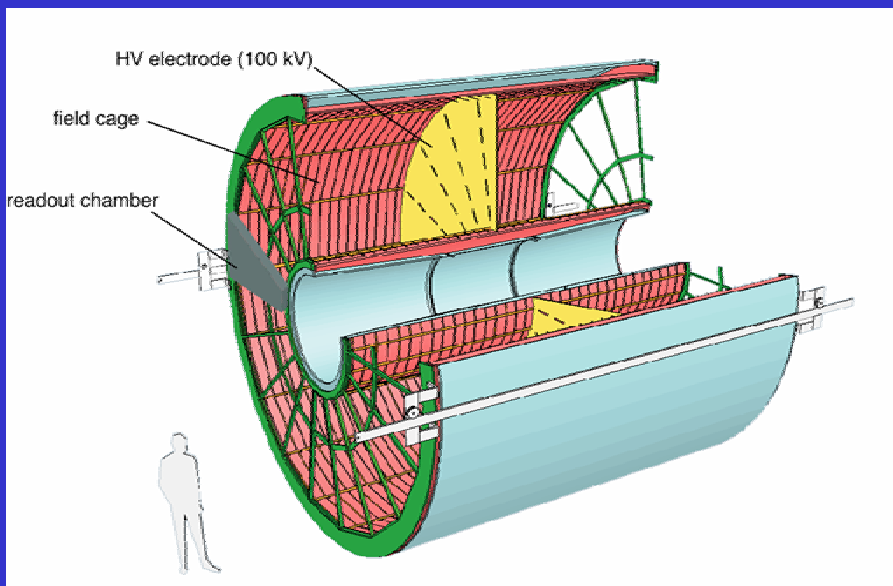


Detektory pikselowe

parametr	piksel	dryf	pasek
rozmiar komórki μm^2	50x425	150x300	95x40000
$\sigma_{r\varphi}$ μm	12	38	20
σ_z μm	100	28	830
$\sigma_{r\varphi}$ 2-track μm	100	200	300
σ_z 2-track μm	850	600	2400

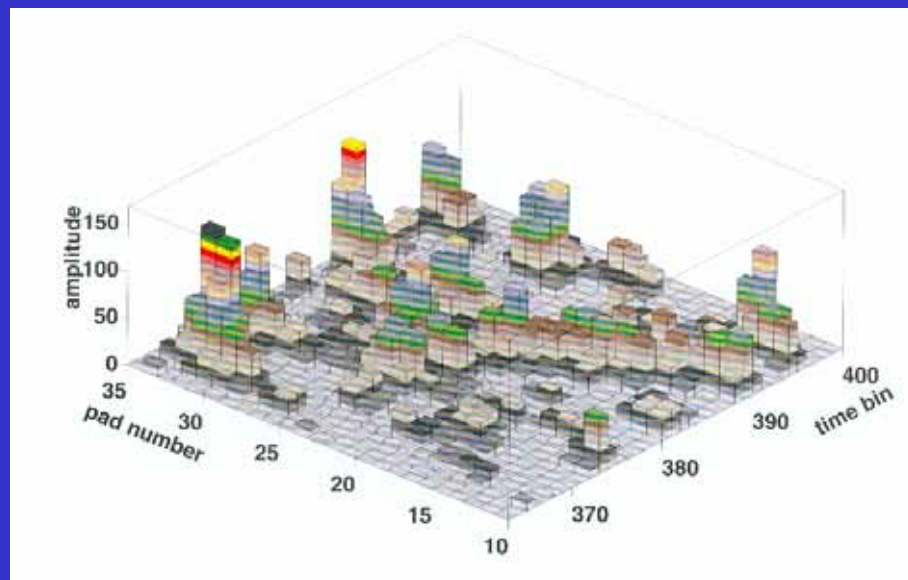


TPC Time Projection Chamber



Schemat TPC

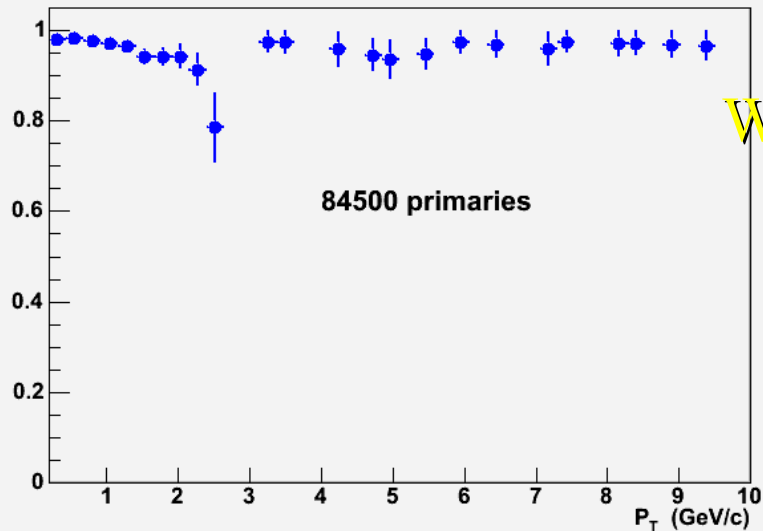
Sygnal na fragmencie rzędu padów



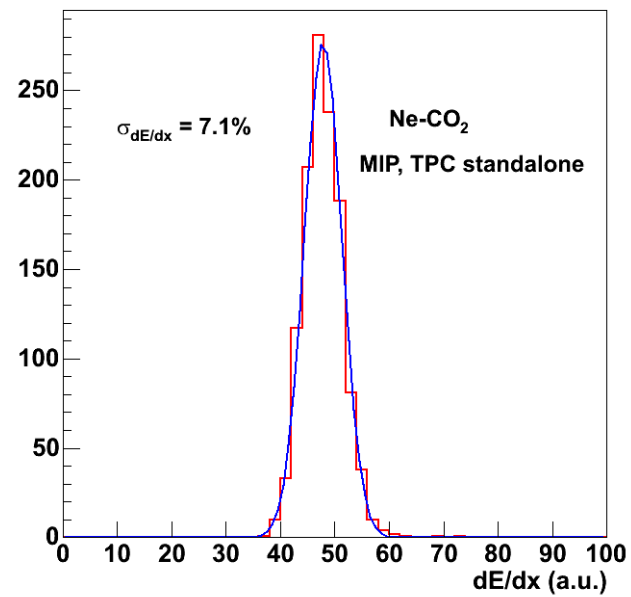
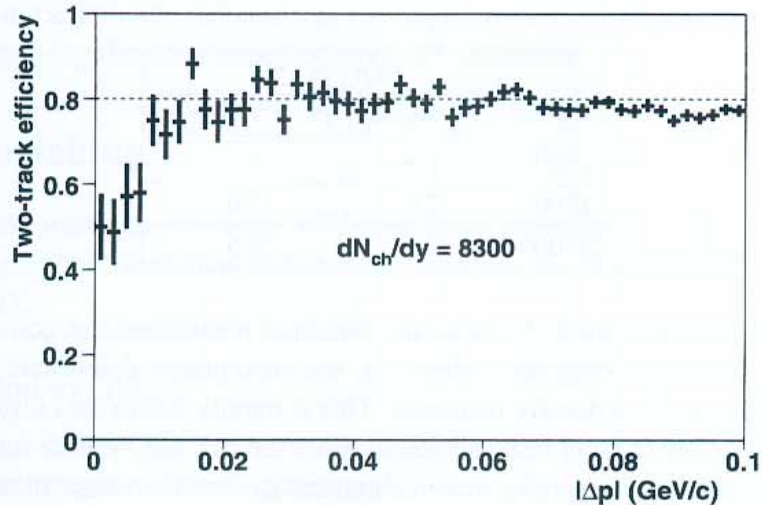
159 rzędów padów, 570k kanałów elektroniki



TPC tracking efficiency

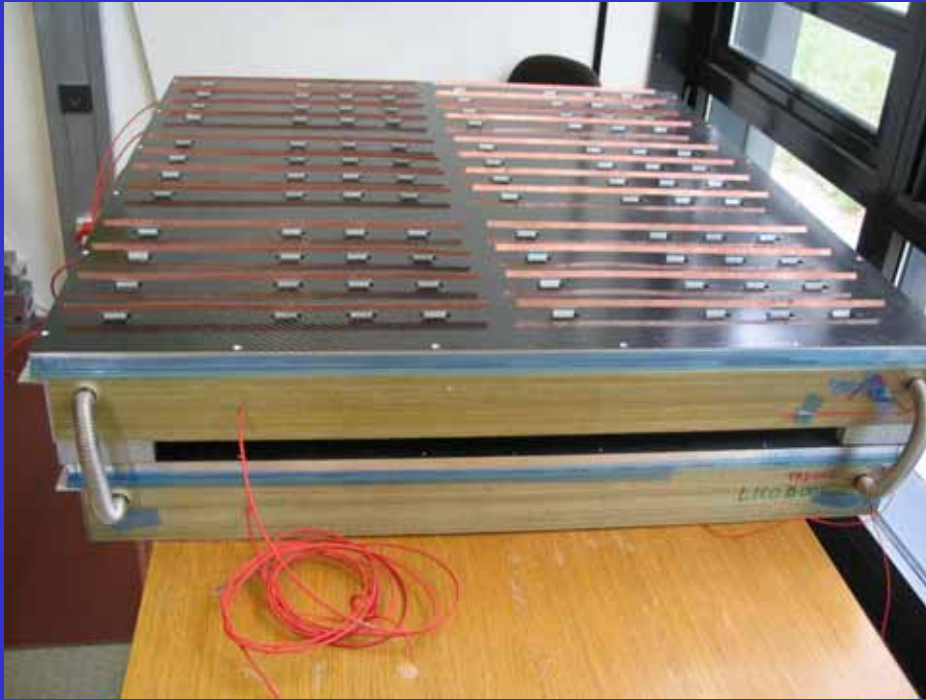


Wydajność rekonstrukcji śladów w TPC

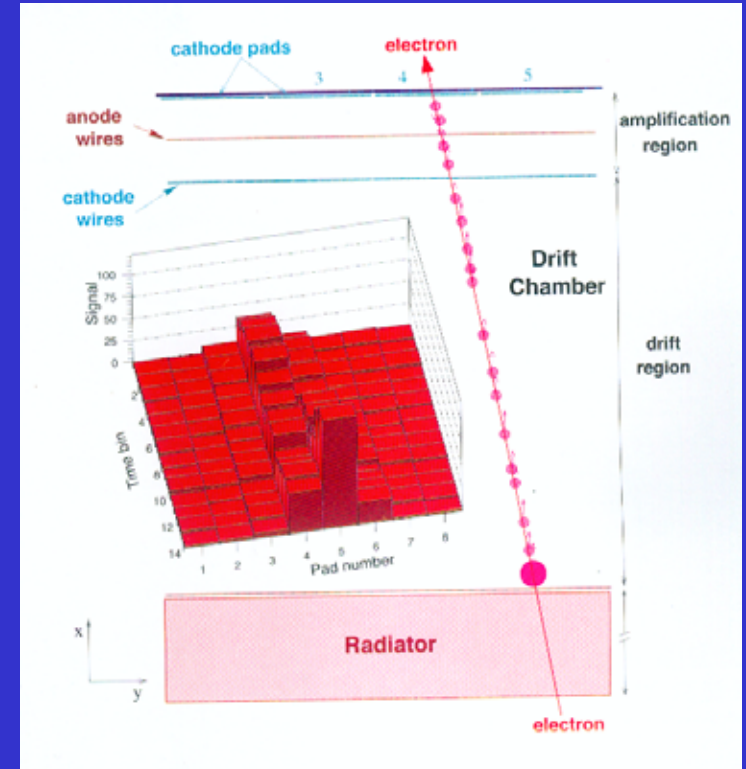


$$\sigma_{dE/dx} \approx 7\%$$

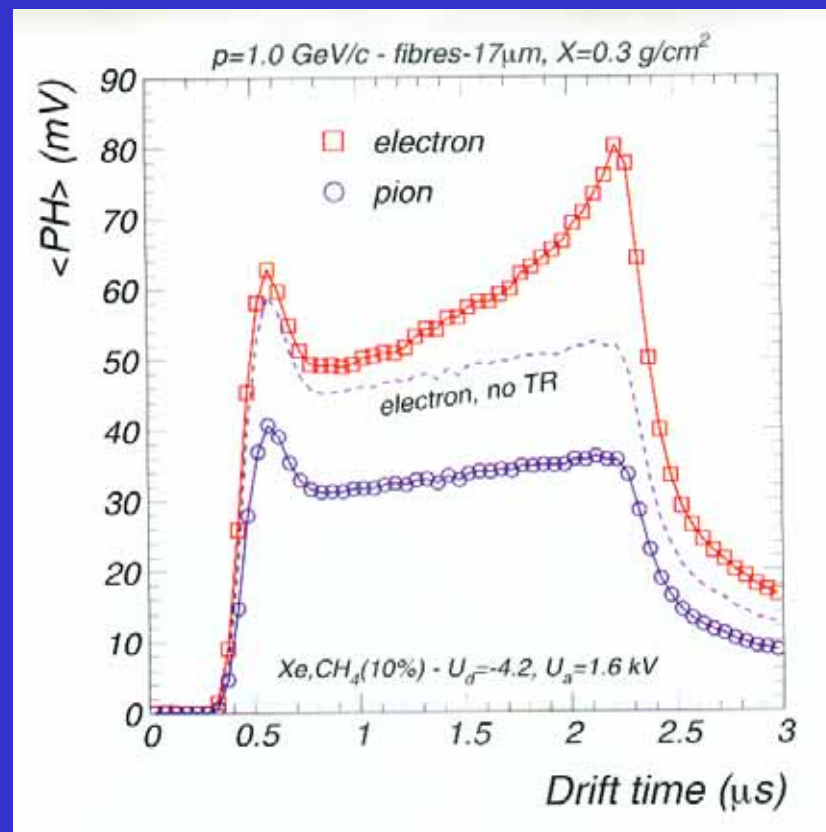
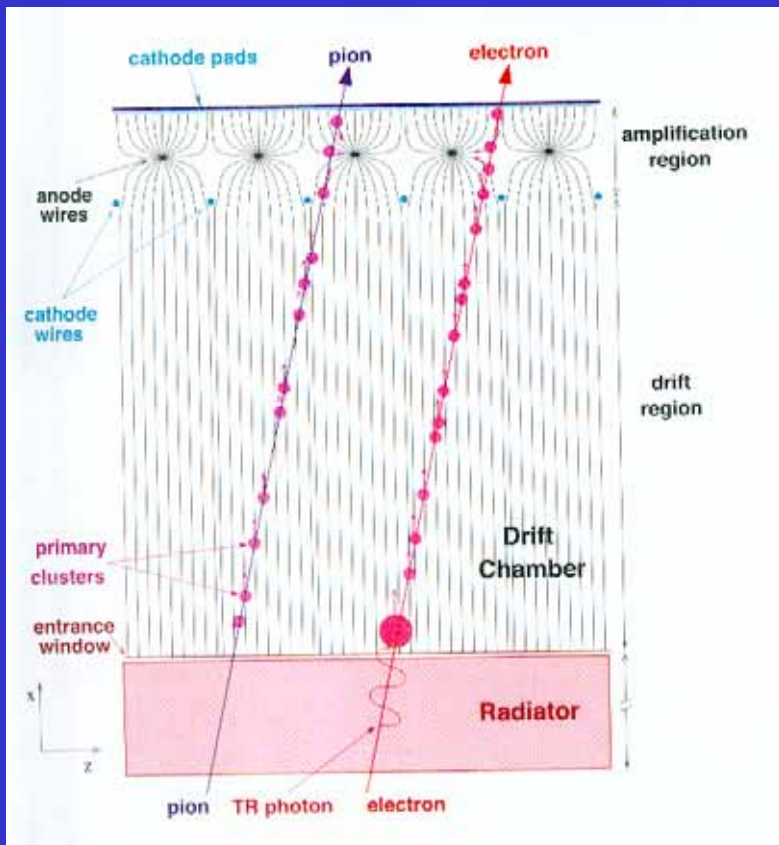
TRD + Transition Radiation Detector



Dwa gotowe moduły TRD

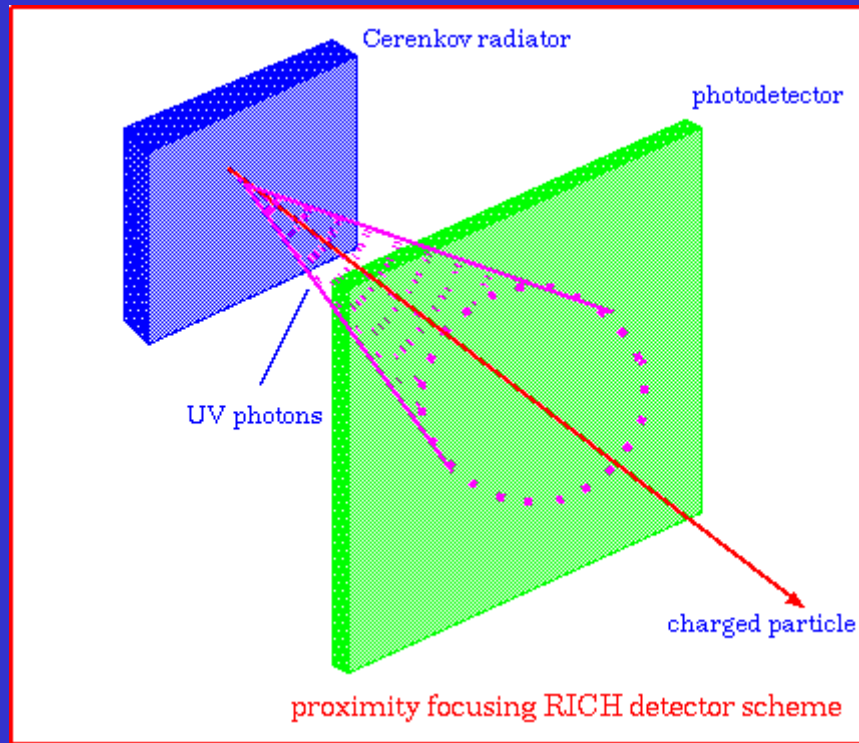


Zasada działania - fizyka



Dyskryminacja $\pi - e$

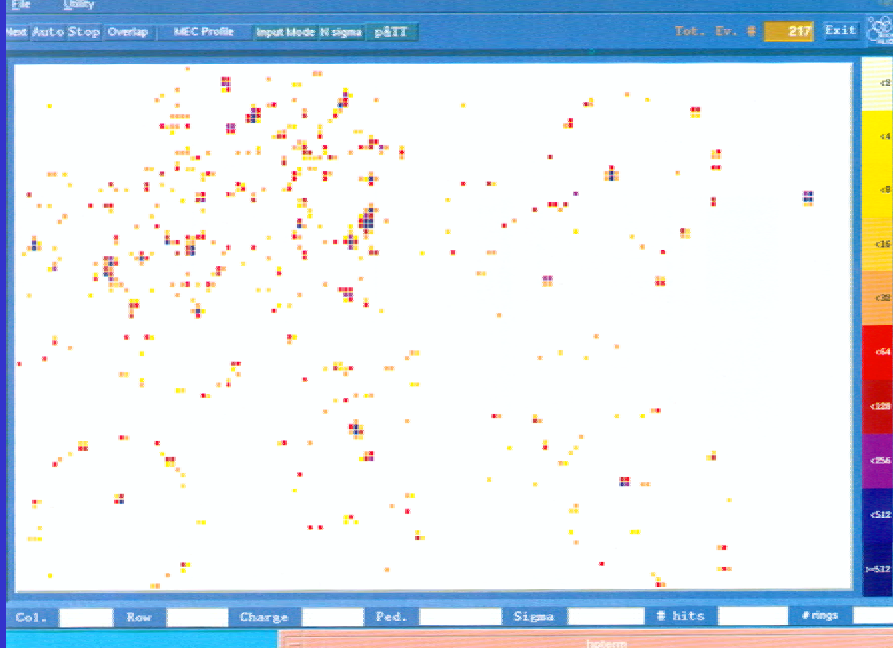
HMPID (RICH)



$$\cos \vartheta = \frac{1}{\beta n}$$

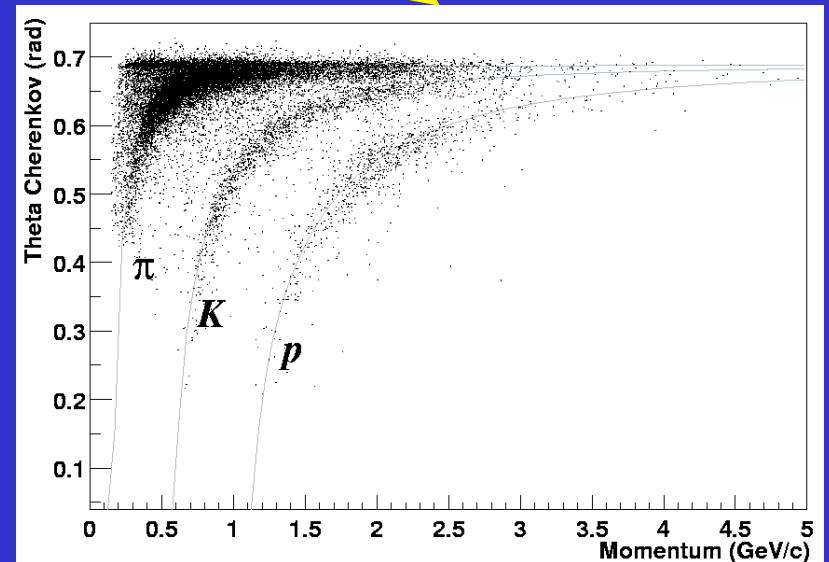
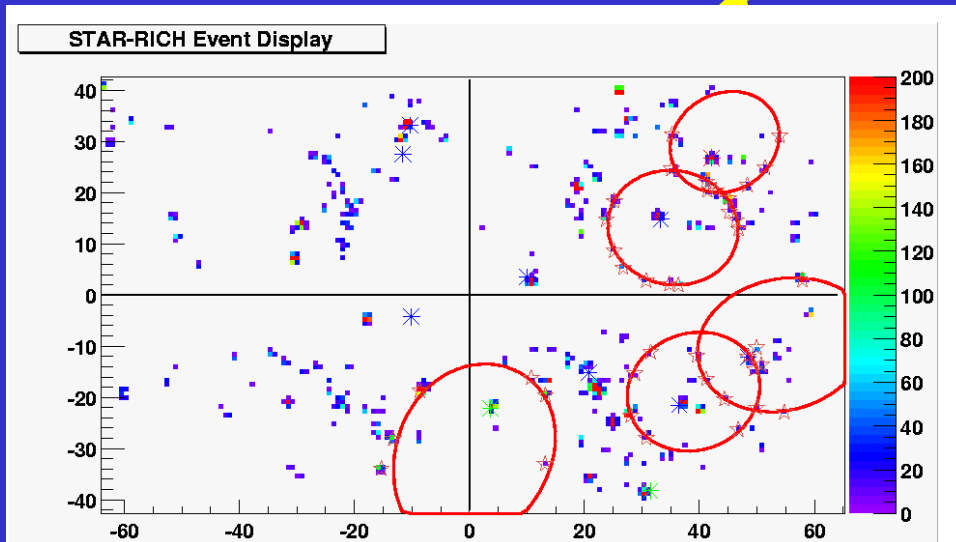
Kąt rozwarcia stożka

Ring Image Cherenkov



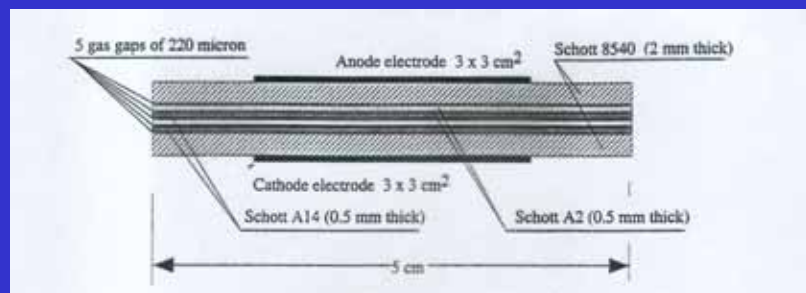
RICH na wiązce SPS (NA35)

Testy – STAR@RHIC

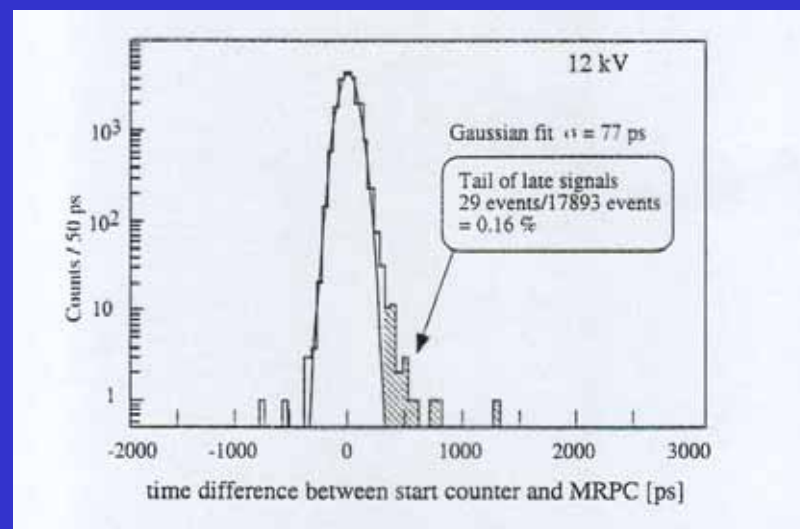


Liczniki Czasu Przelotu - TOF

Wymagania – szybki sygnał, dobre gaszenie lawiny



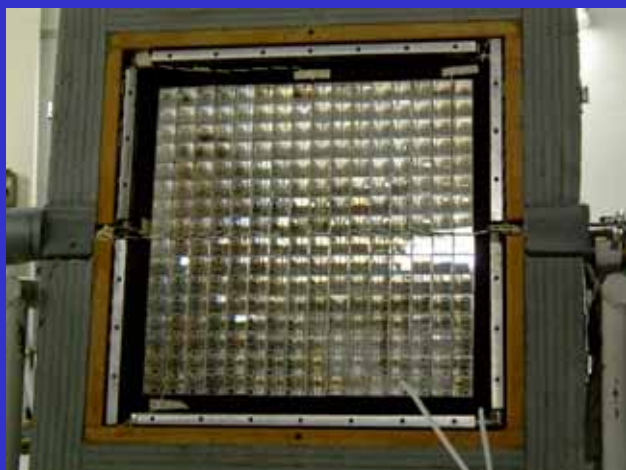
Prosty licznik RPC



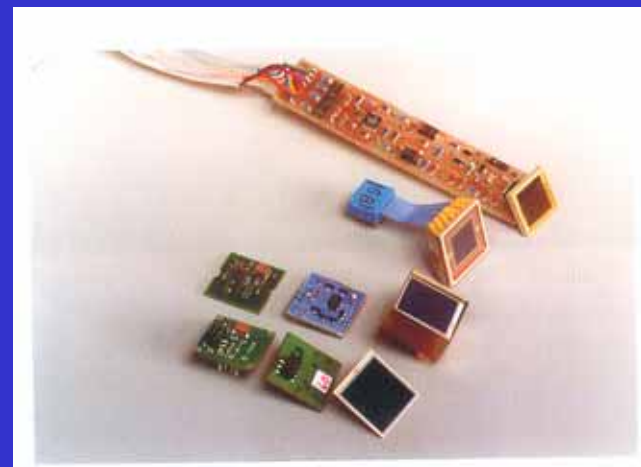
Kalorymetr Fotonowy - PHOS



PbWO_4



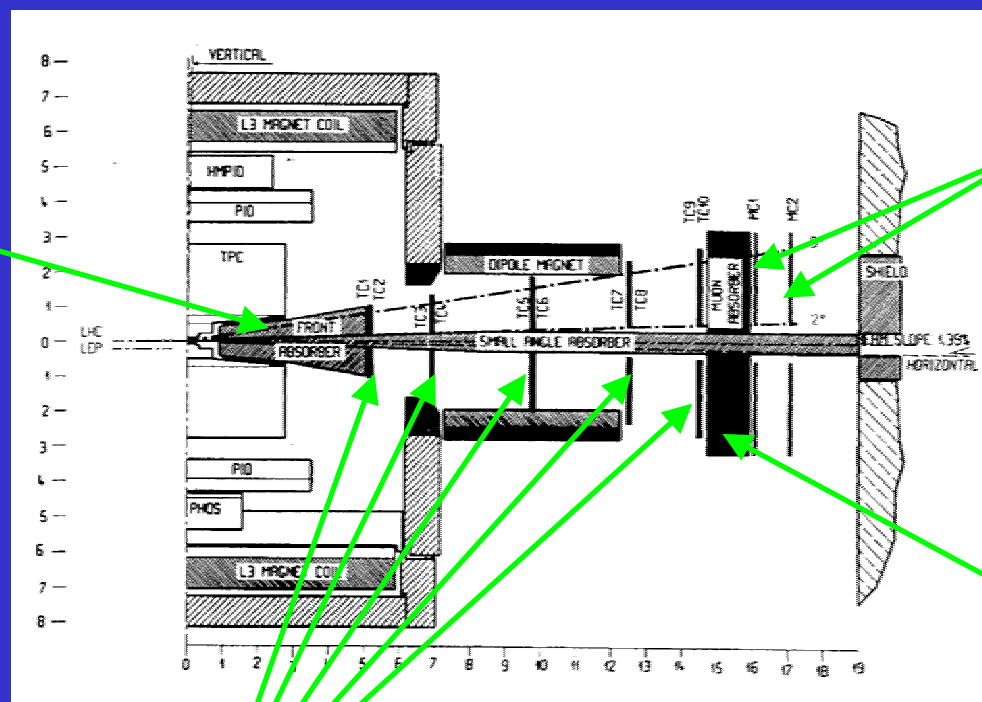
Moduł
testowy



Diody PIN

Spektrometr Mionowy

Absorber

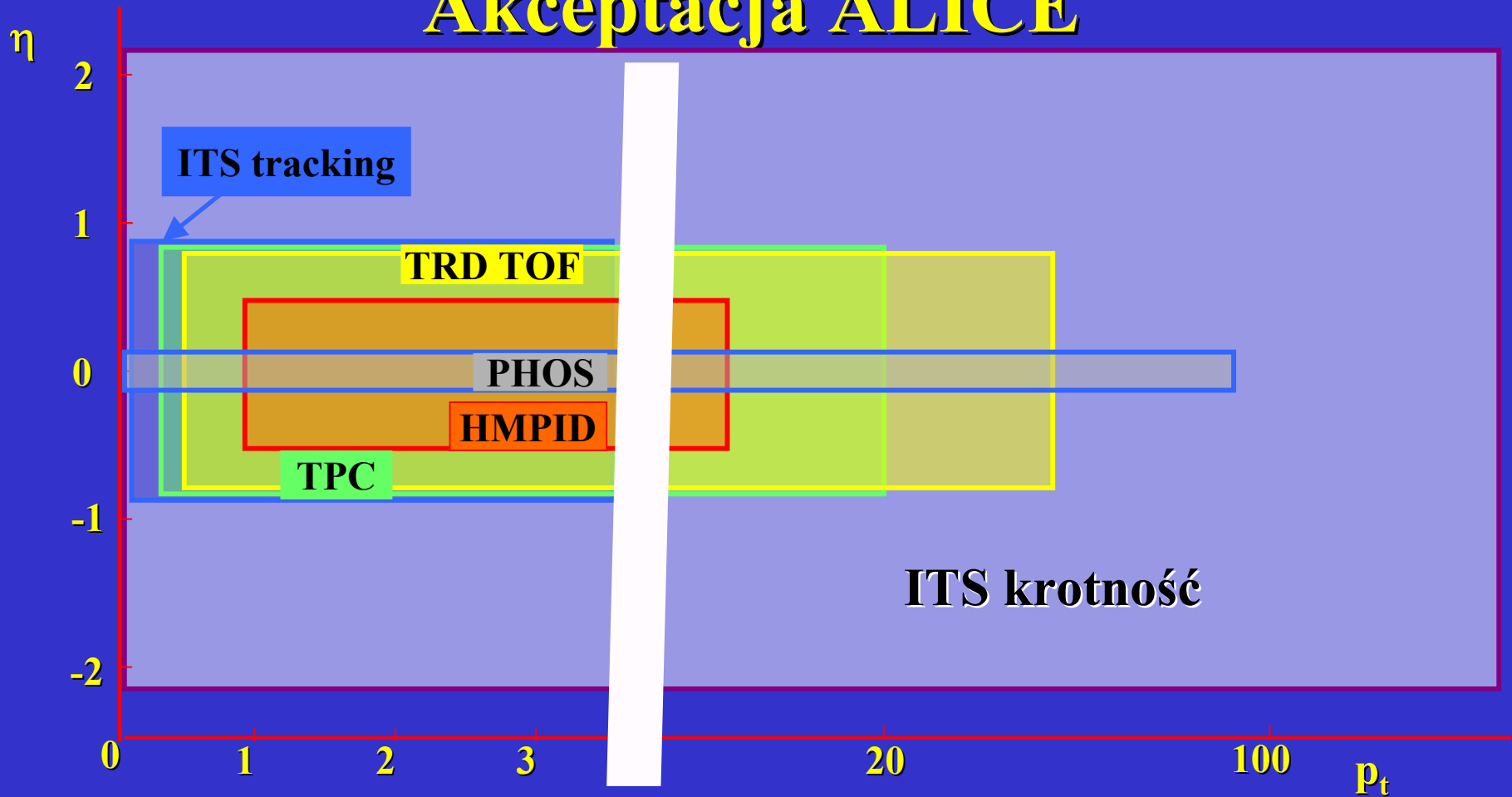


Komory triggera

Fe

Komory śladowe (10 w pięciu stacjach)

Akceptacja ALICE



ALICE – optymalizacja na

low-pt

high-pt

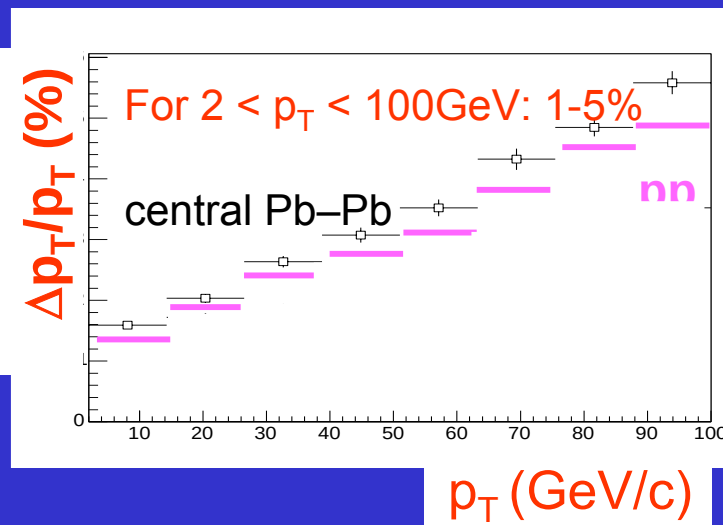
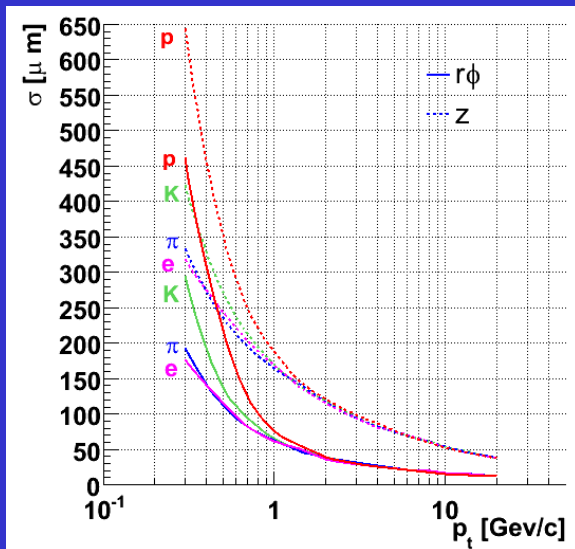
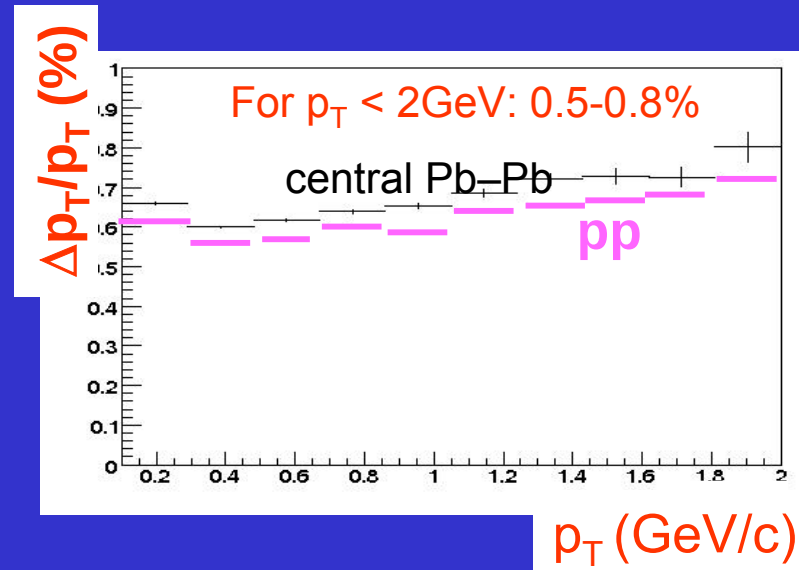
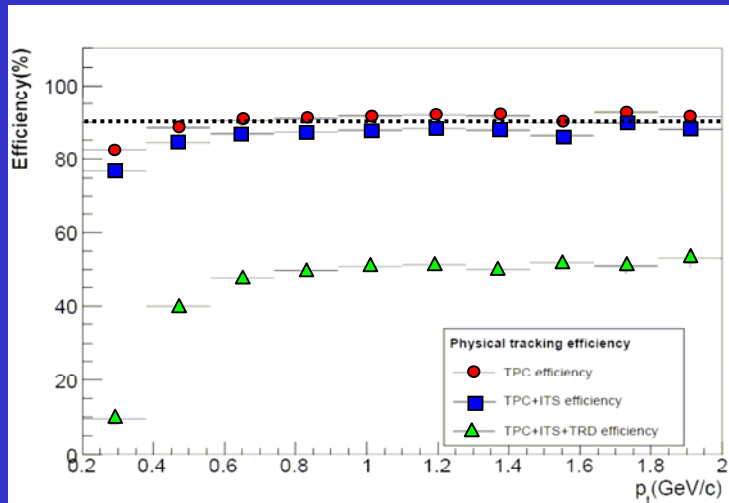
korelacje między nimi

Identyfikacja cząstek w ALICE

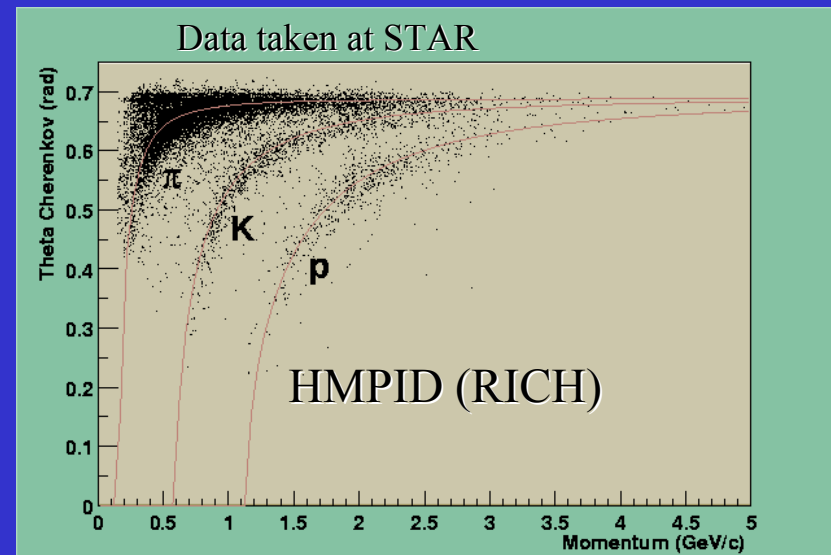
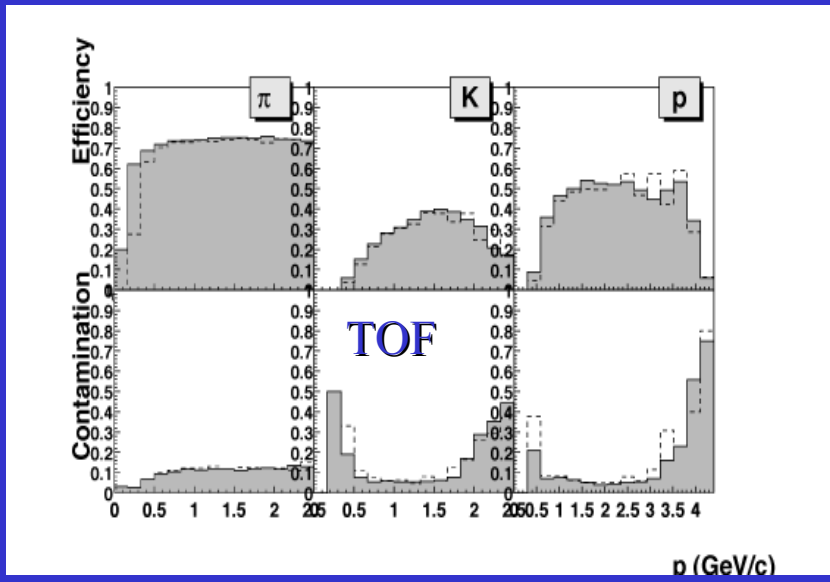
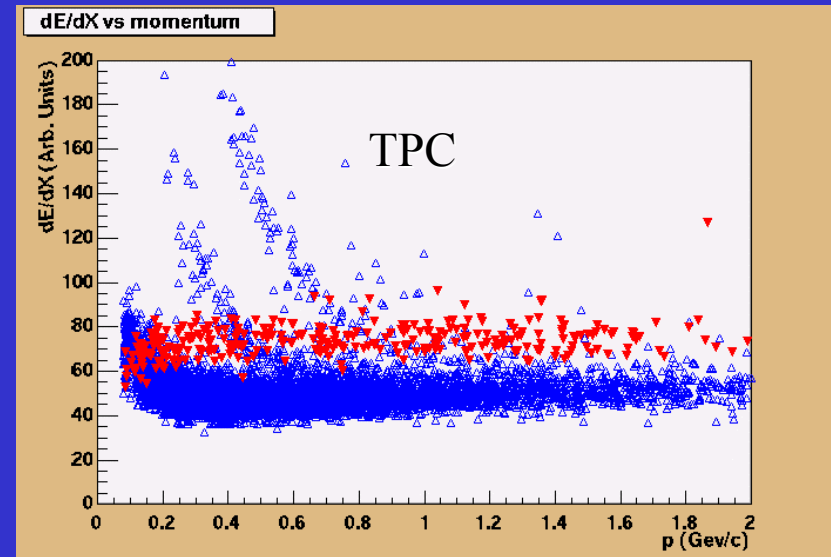
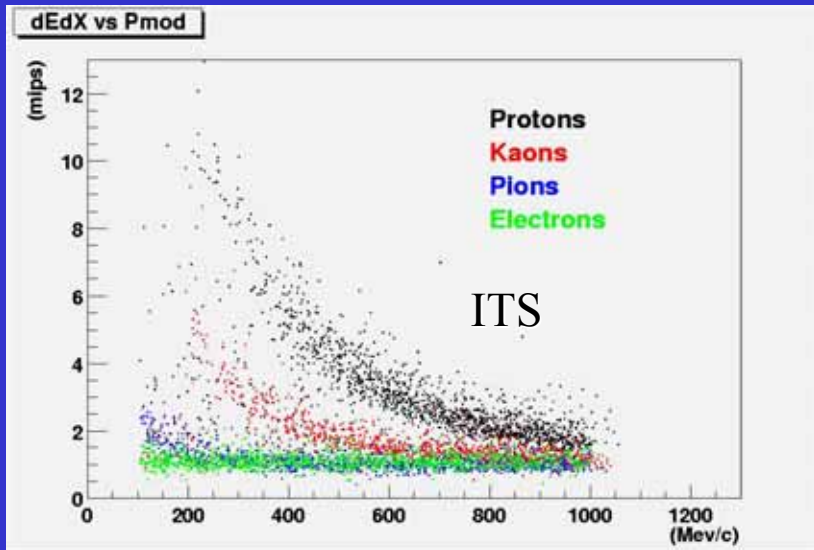
ALICE używa prawie
wszystkich znanych
metod



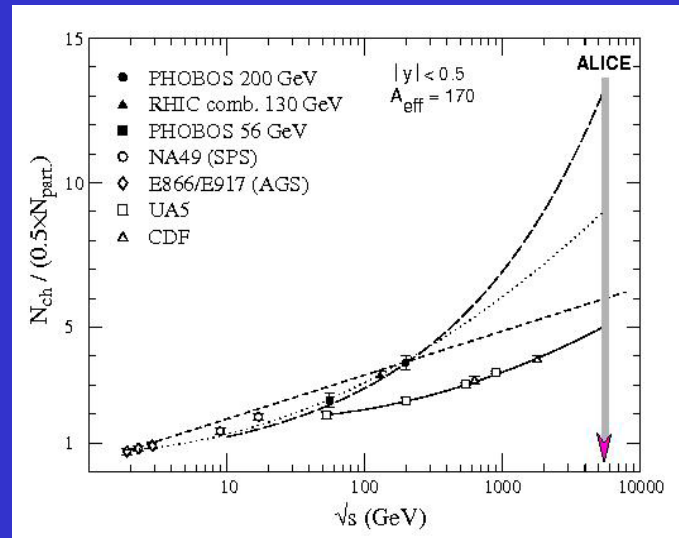
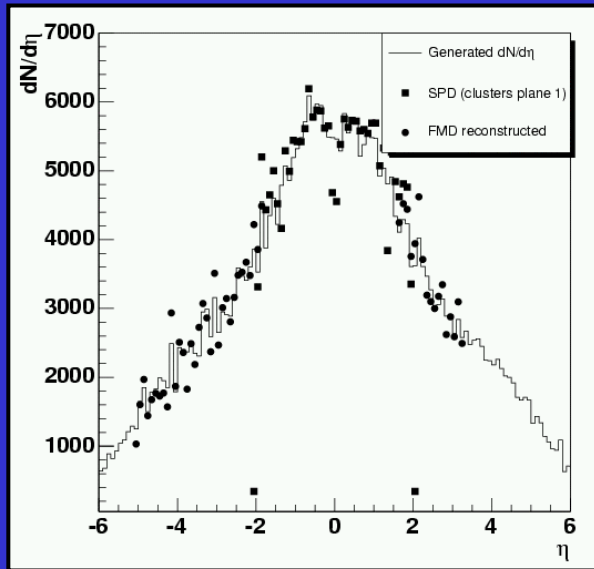
Tracking – TPC+ITS+TRD



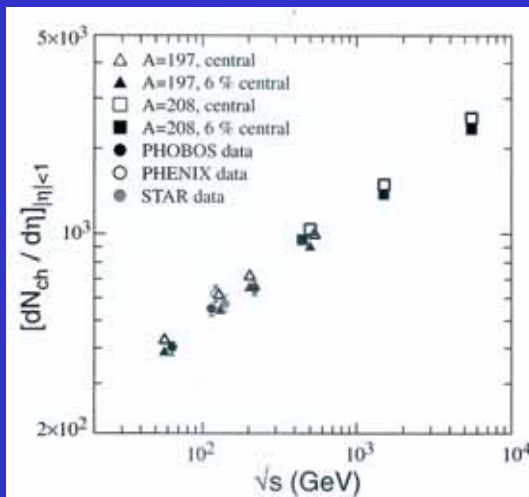
Identyfikacja cząstek w ALICE



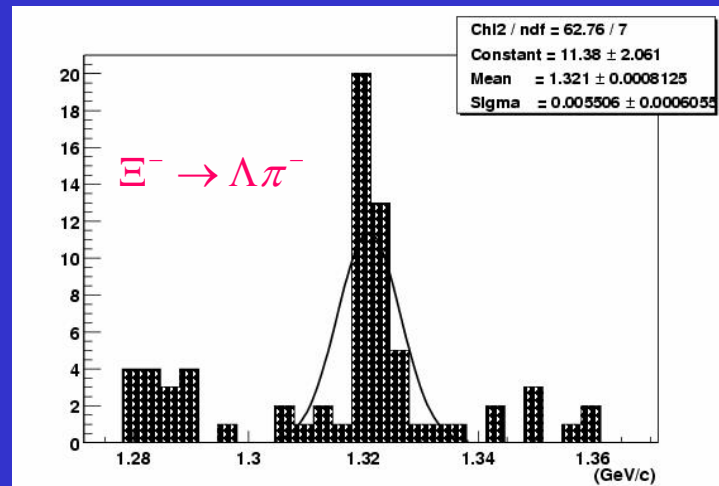
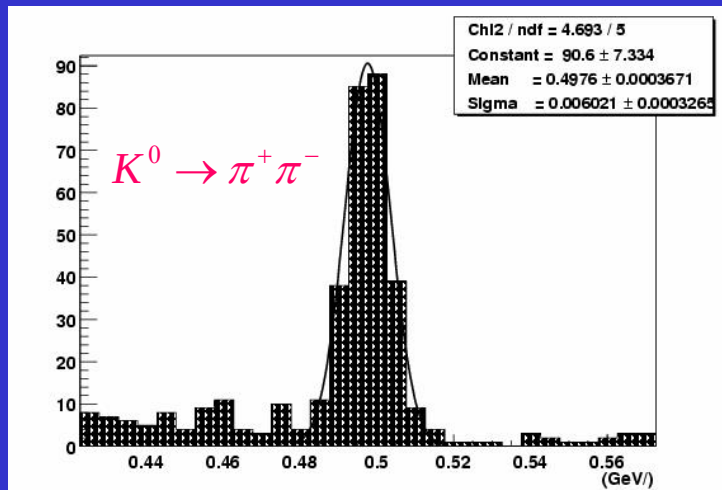
Observable hadronowe



Wzrost szybszy
niż ekstrapolacja
z pp



Model saturacyjny – przewidywania i dane



	position resolution	mass resolution	momentum resolution	efficiency
K^0	200-300 μm	6-8 MeV	1.5-1.8%	0.21-0.25
Λ	500 μm	3-4 MeV	1.3%	0.15

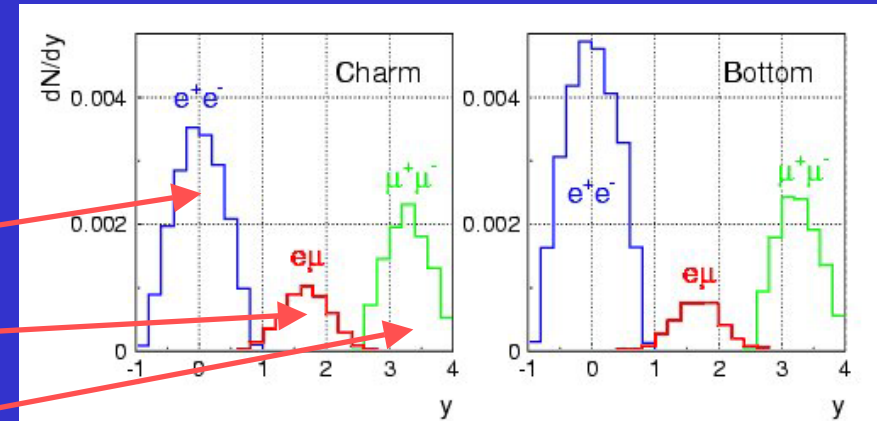
Charm i beauty

- Inkluzywne rozpady semileptonowe
- poprzez koincydencje $e-\mu$

TRD

TRD+Muon

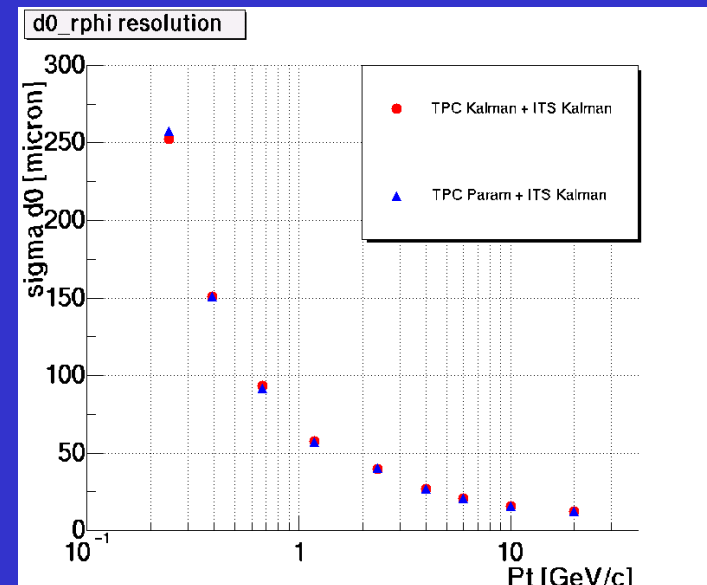
Muon

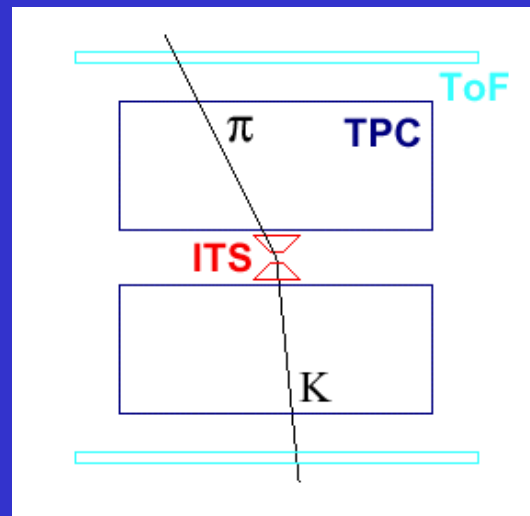
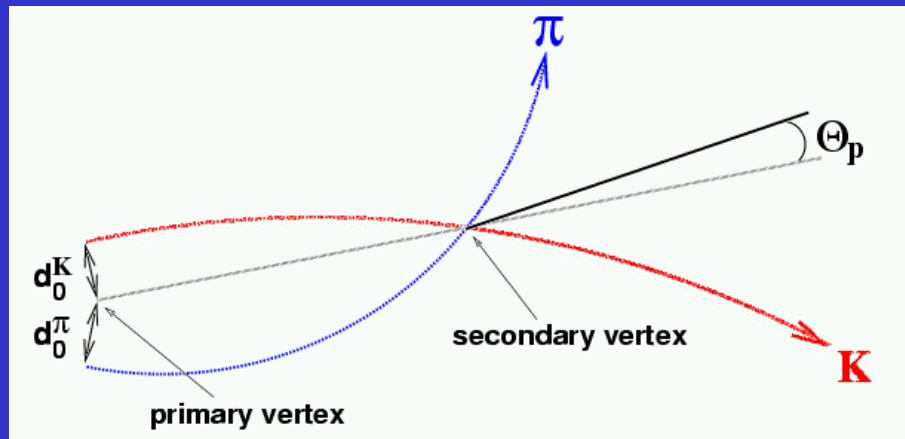


- z rozpadów hadronowych

▪ $D^0 \rightarrow pK$ i $D^+ \rightarrow ppK$

podstawowy problem - zdolność
rozdzielcza parametru zderzenia





PbPb

dN/dy

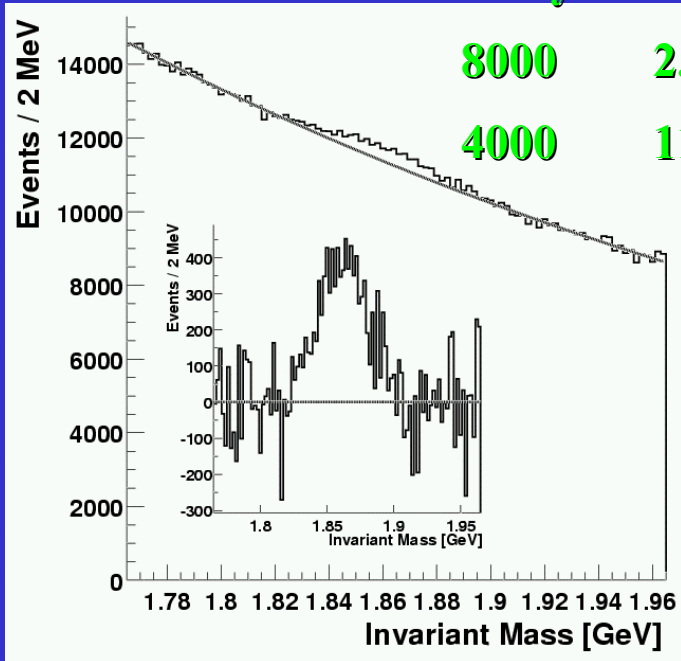
S/B

8000

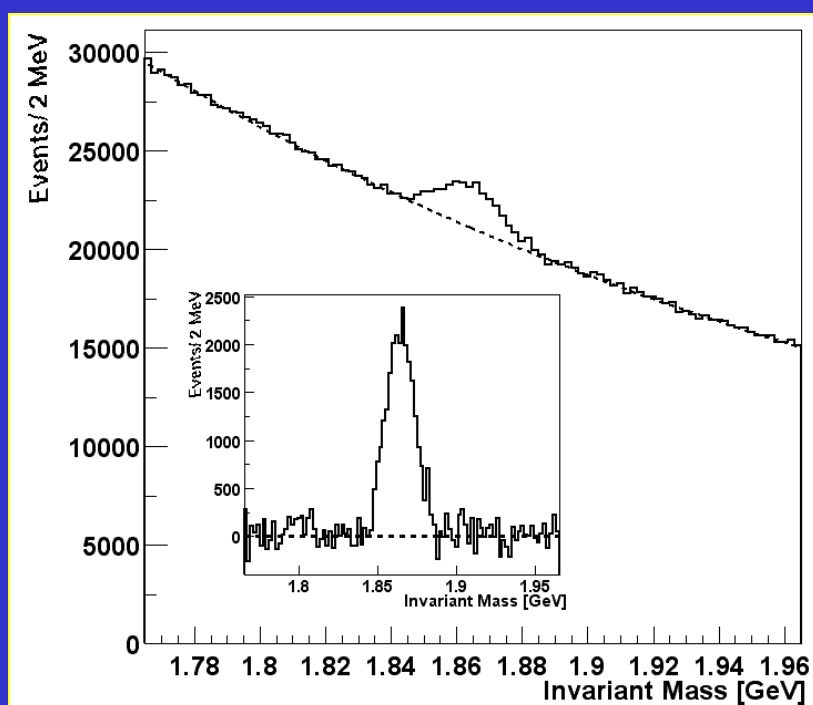
2.8%

4000

11%

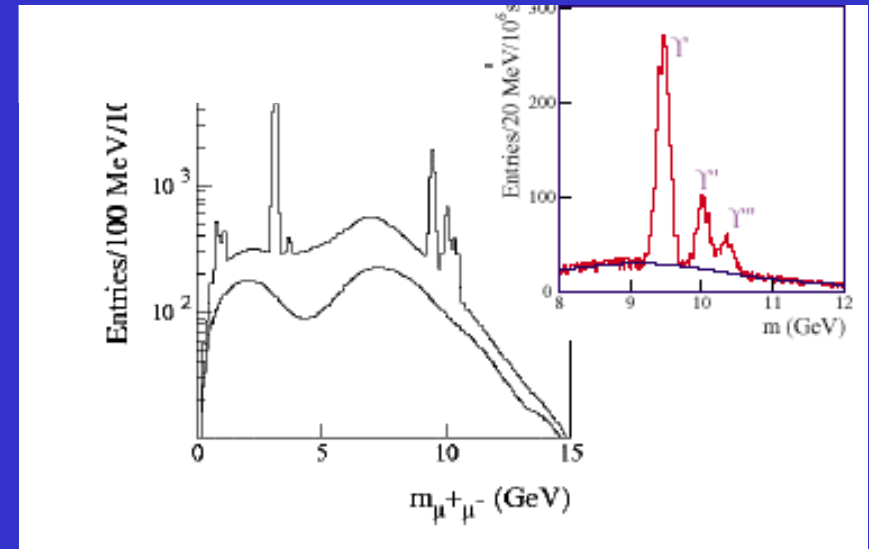
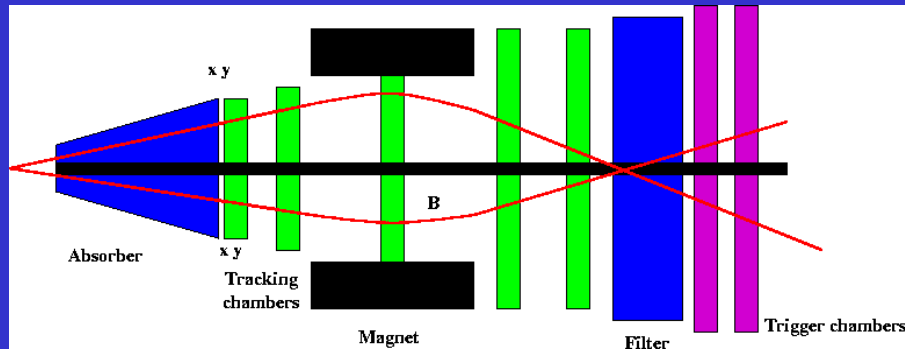


pp

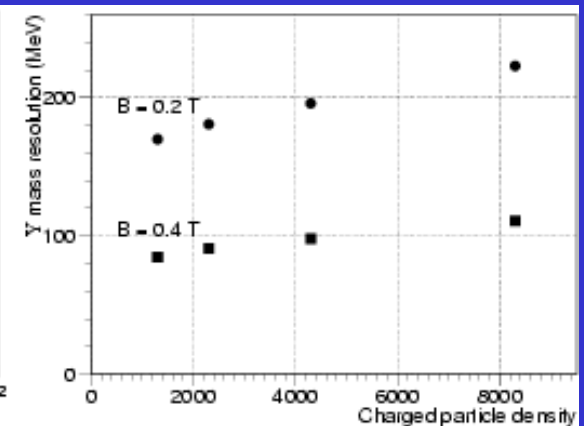
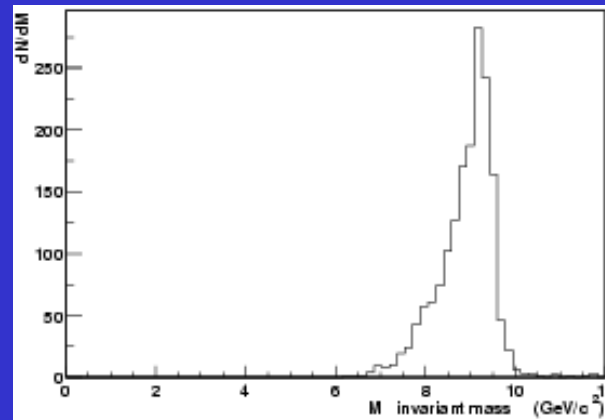
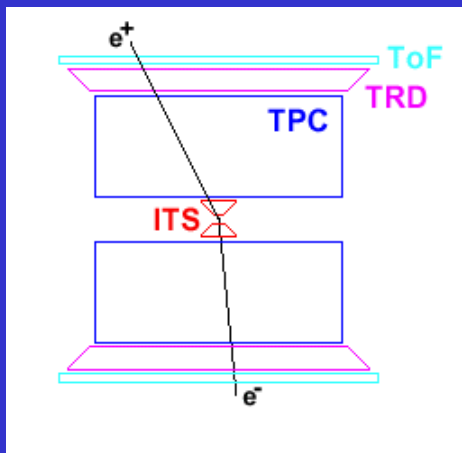


Quarkonia

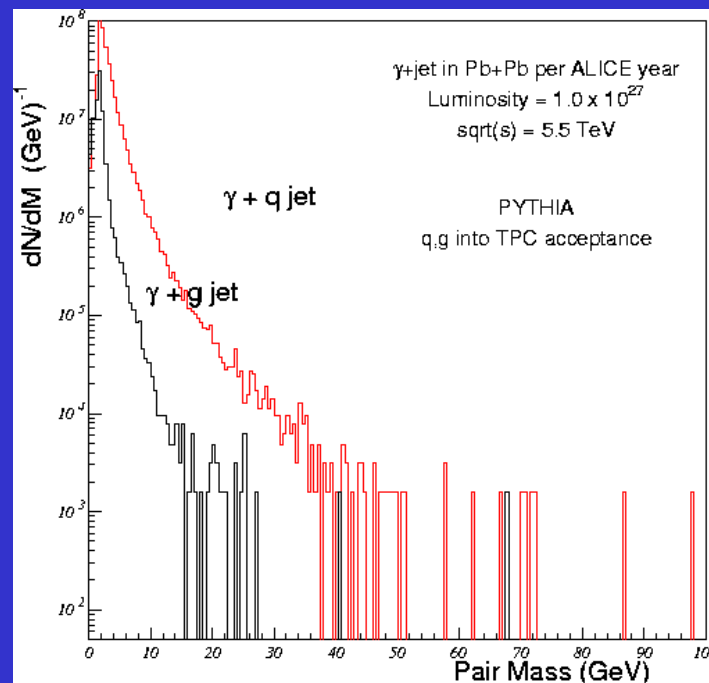
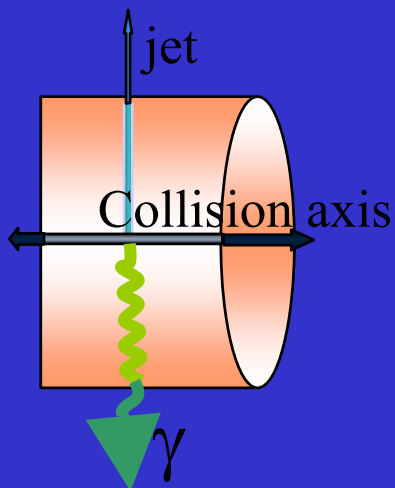
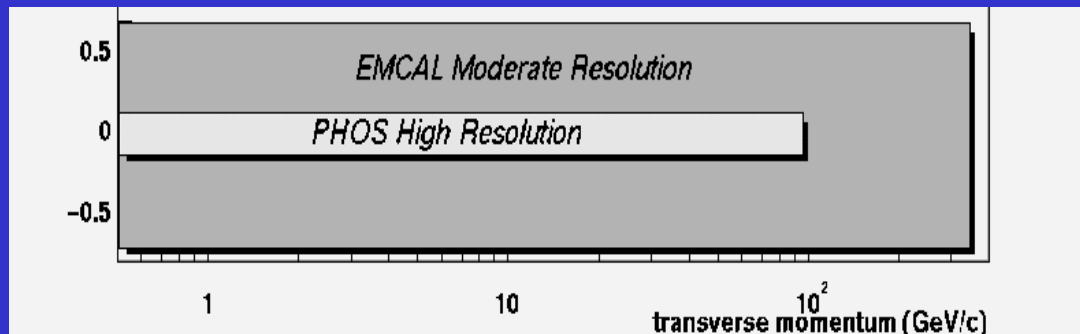
kanal $\mu\mu$



kanal ee



ALICE i EMCAL



Fizyka pp w ALICE

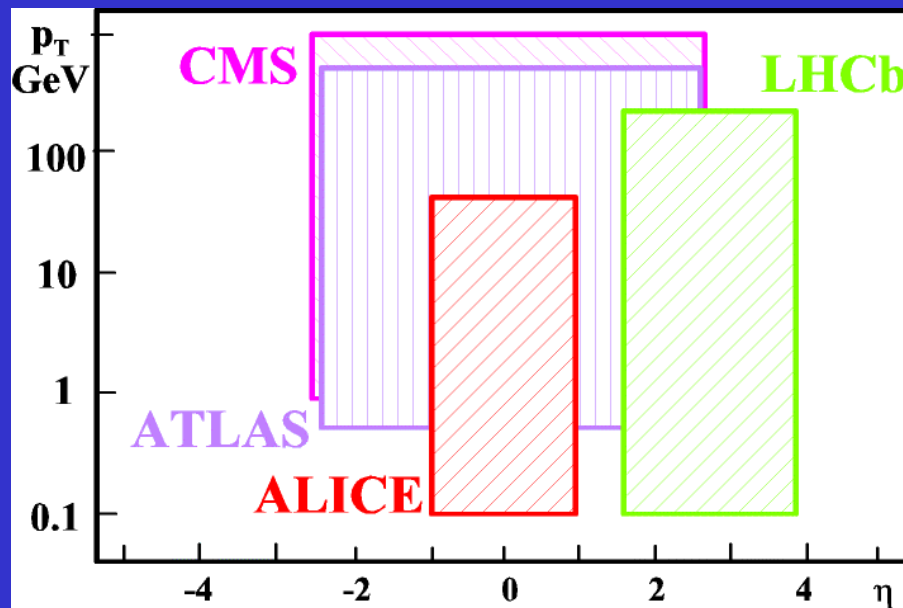
Wszystkie obserwable HI muszą być mierzone w pp

Poza tym pp jest interesujące samo w sobie

- rozkłady krotkości
- korelacje
- przypadki dyfrakcyjne
- jets
- ...

Przewaga ALICE:

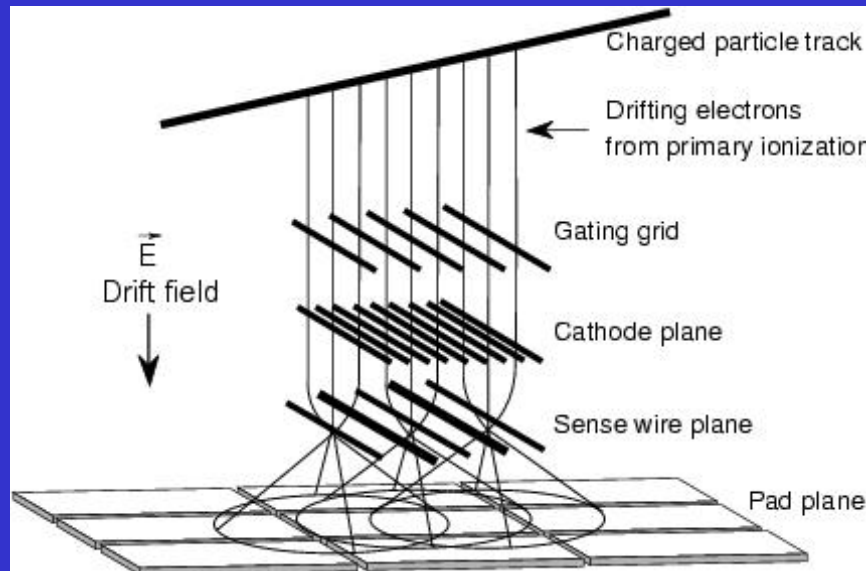
- niższe obcięcie P_t
- identyfikacja



Nasz detektor - TPC

Zasada działania – połączenie komór: dryfowej i proporcjonalnej

- segmentacja płaszczyzny padów wyznaczenie współrzędnej w kierunku prostopadłym do kierunku dryfu
- odczyt taktowany w czasie – wyznaczenie współrzędnej w kierunku dryfu





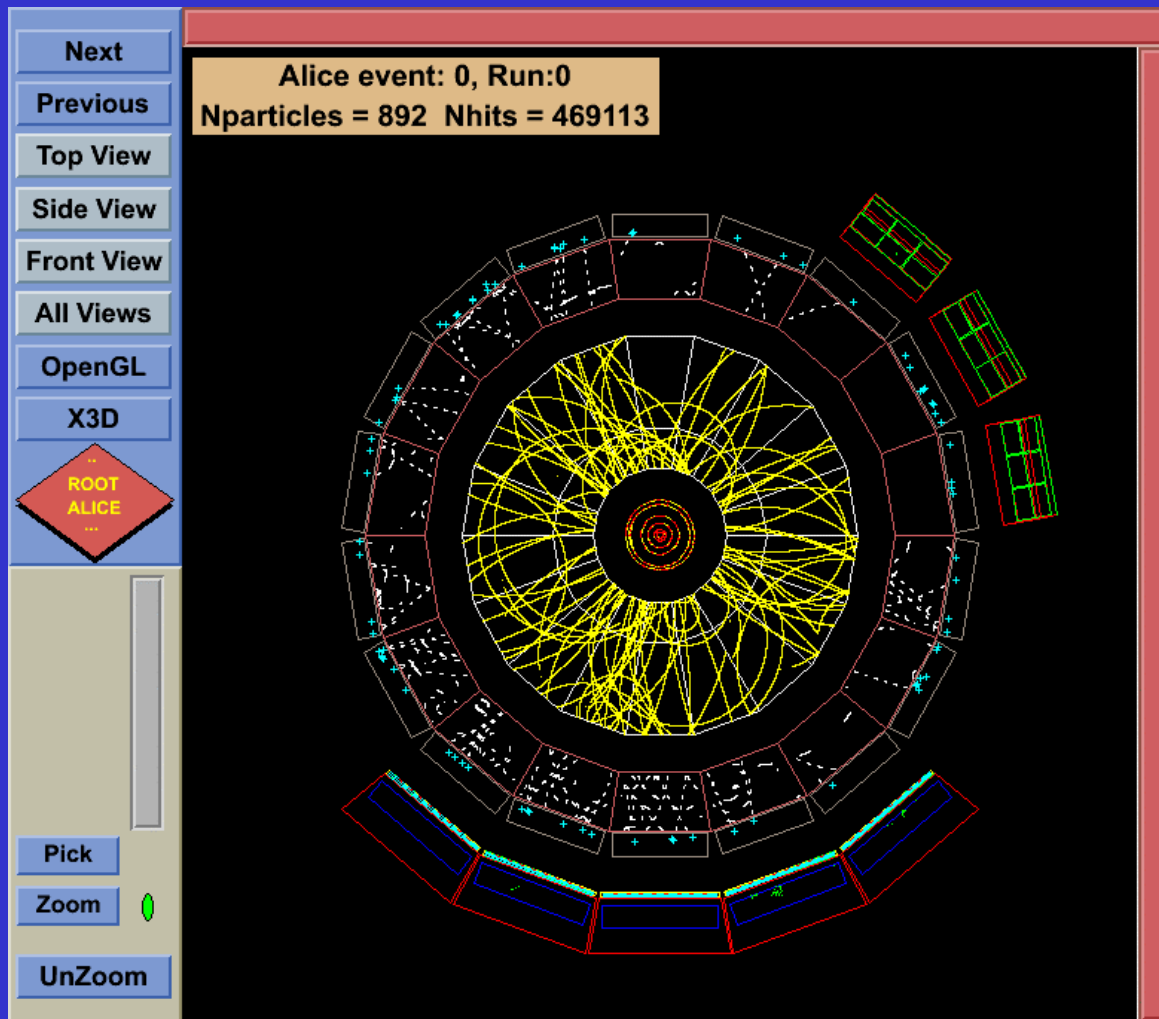
Co my tam robimy?

Symulacje komputerowe:

- Opcje konstrukcyjne:
 - geometria detektora
 - wybór gazu roboczego
 - geometria komór odczytu
- Właściwości detektora:
 - zdolności rozdzielcze ($r\phi$, z , dE/dx)
 - możliwości rekonstrukcyjne (wydajność rekonstrukcji, $\sigma p_t/p_t \dots$)

Rozwój oprogramowania detektora i eksperymentu

- Algorytmy rekonstrukcyjne
- Kalibracja i alignment



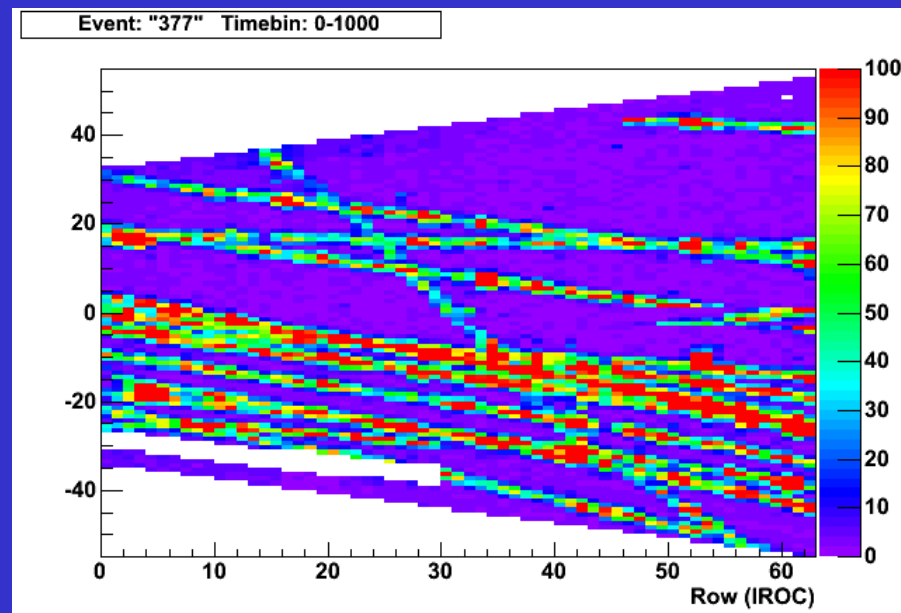
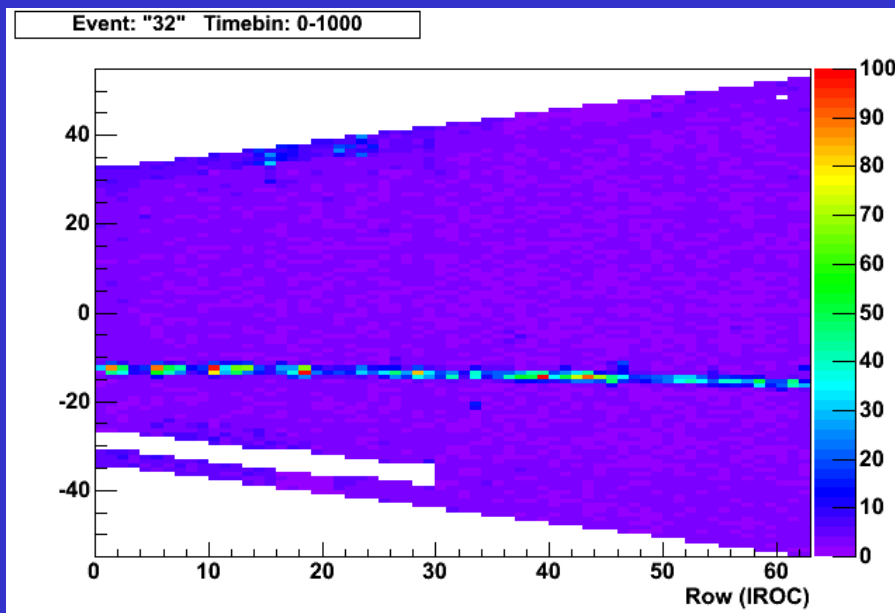
100 cząstek z wierzchołka
pierwotnego

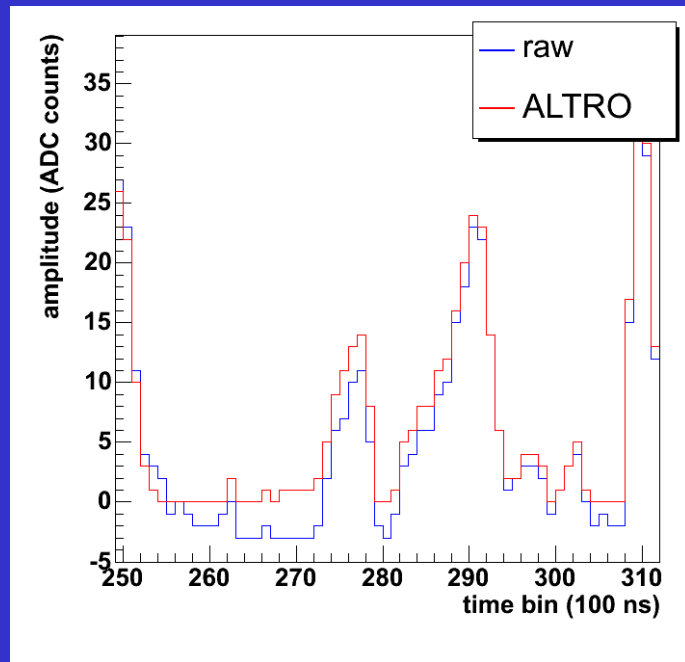
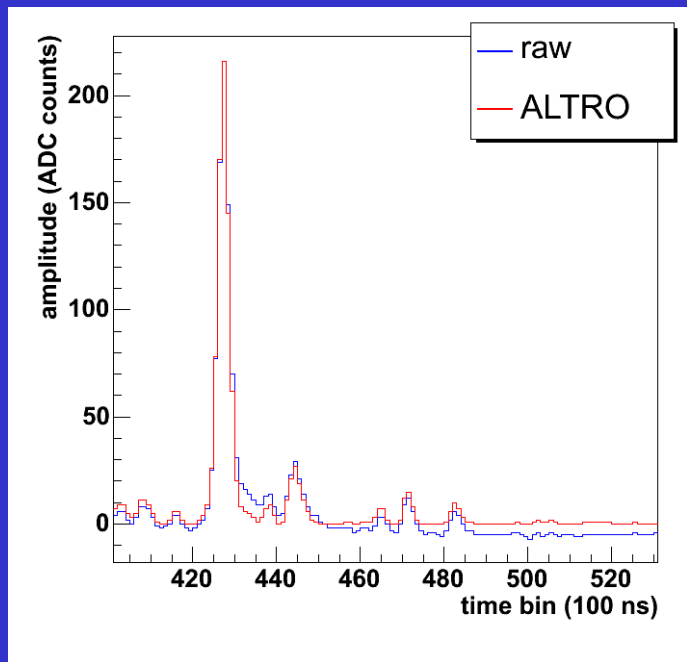
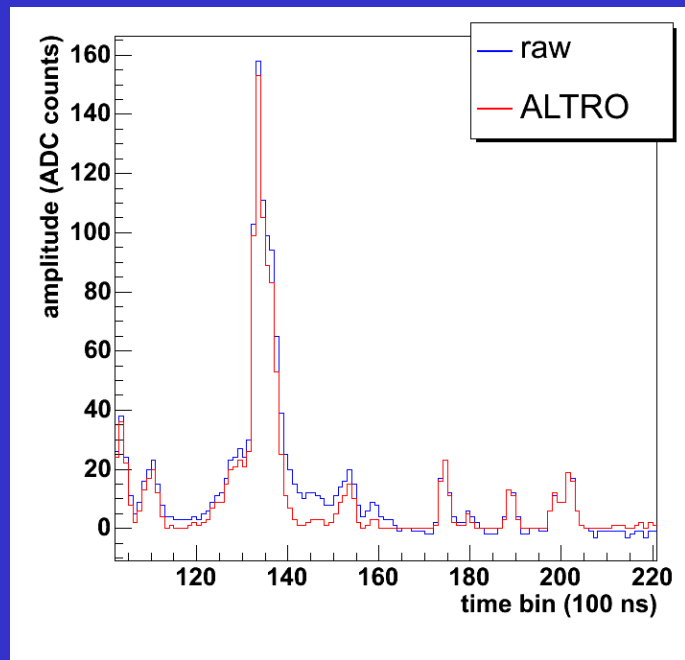
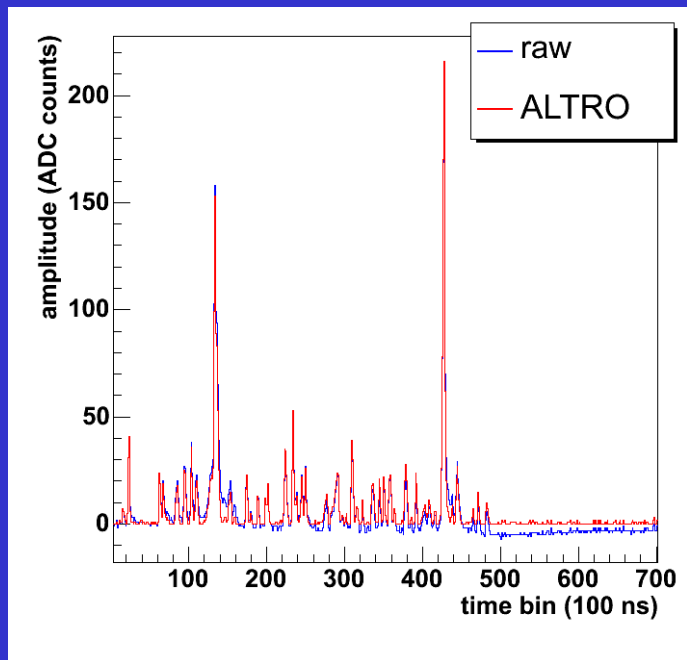
Testy prototypu

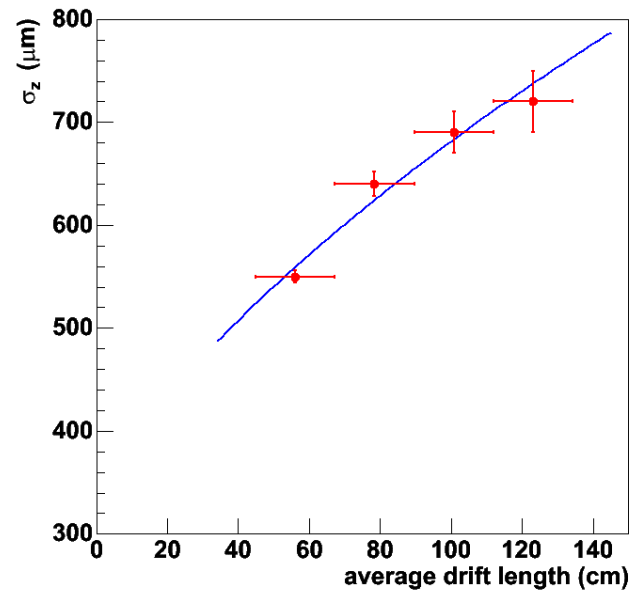
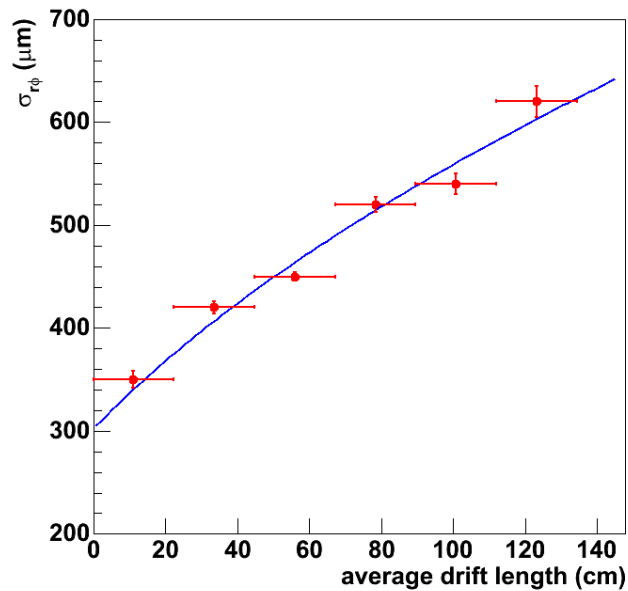


Promieniowanie kosmiczne i na wiązce PS

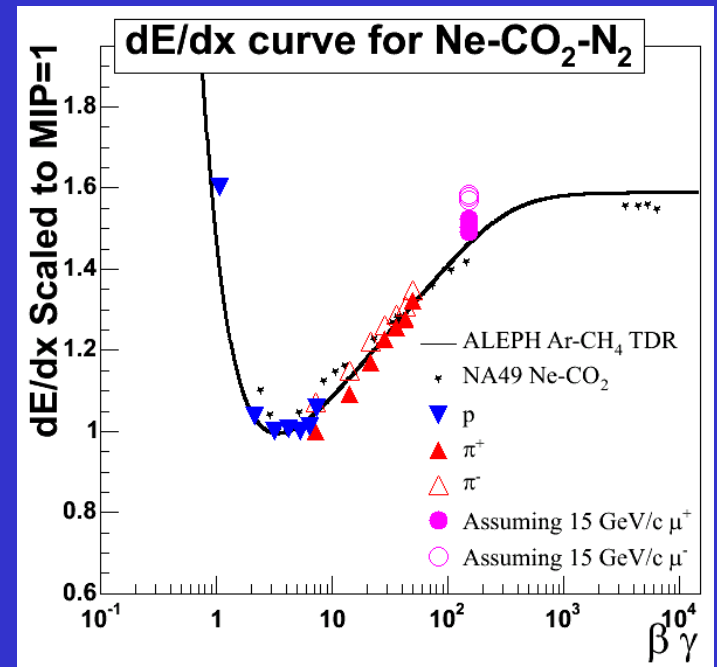
Obrazy śladów cząstek w płaszczyźnie prostopadłej do dryfu



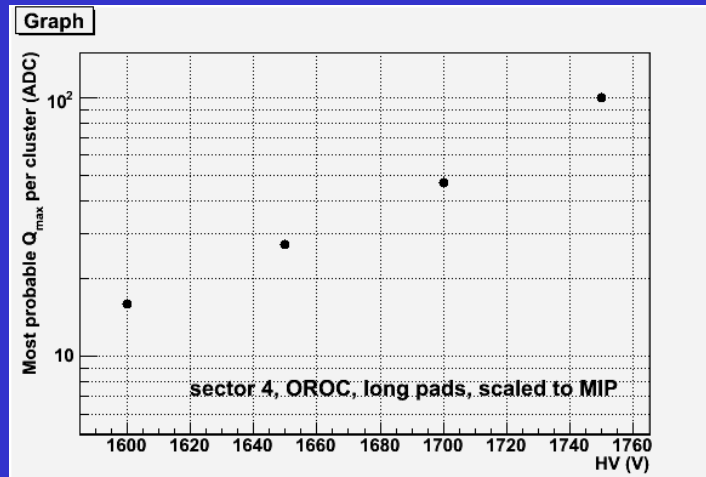
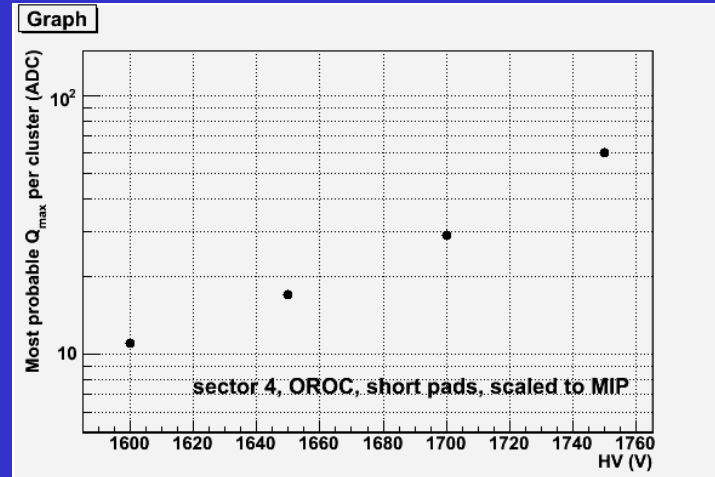
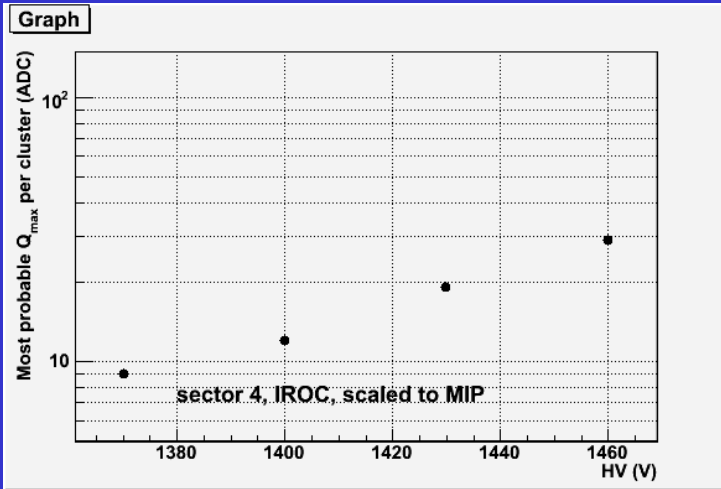




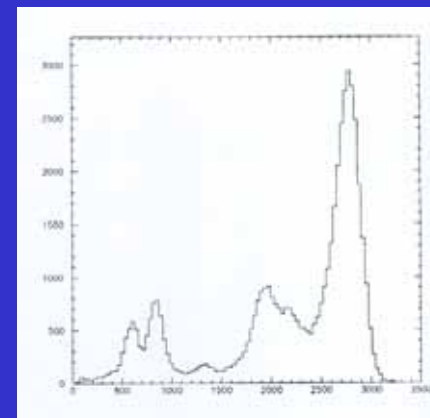
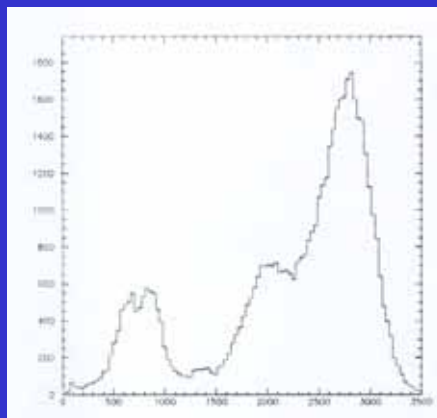
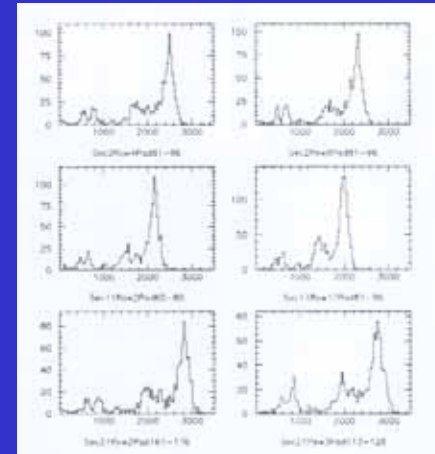
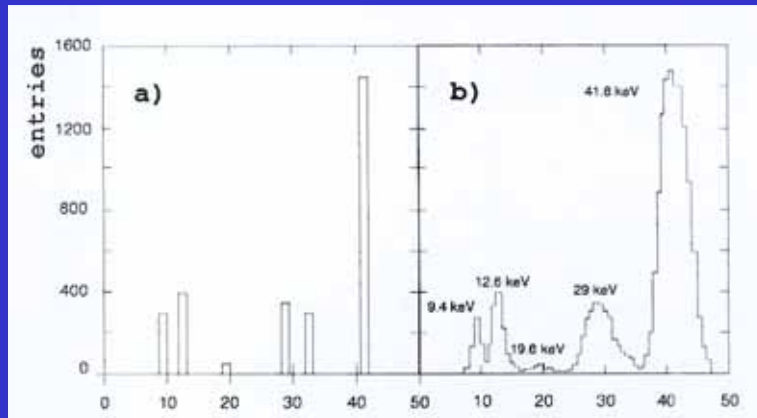
Ekstrapolacja do 250 cm:
 $\sigma_{r\phi} \cong 800 \mu\text{m}$, $\sigma_z \cong 900 \mu\text{m}$



Wyniki testów



Kalibracja komór odczytu



Stan aktualny i plany

1. Zakończono montaż komór odczytu (listopad 2005)
2. Zakończono ustawianie poszczególnych elementów (alignment)
3. Montaż elektroniki – koniec w marcu 2006
4. Zatwierdzenie detektora – 2 fazy testów
5. Styczeń 2007 – zwiezenie TPC do tunelu LHC i instalacja
6. Wrzesień 2007-styczeń 2008 – ostateczna instalacja
7. Luty 2008 – testy na kosmice
8. Run fizyczny – jesień 2008