
Krzemowy Detektor Krotności w eksperymencie NA50 w CERN. Od budowy do wyników analiz fizycznych

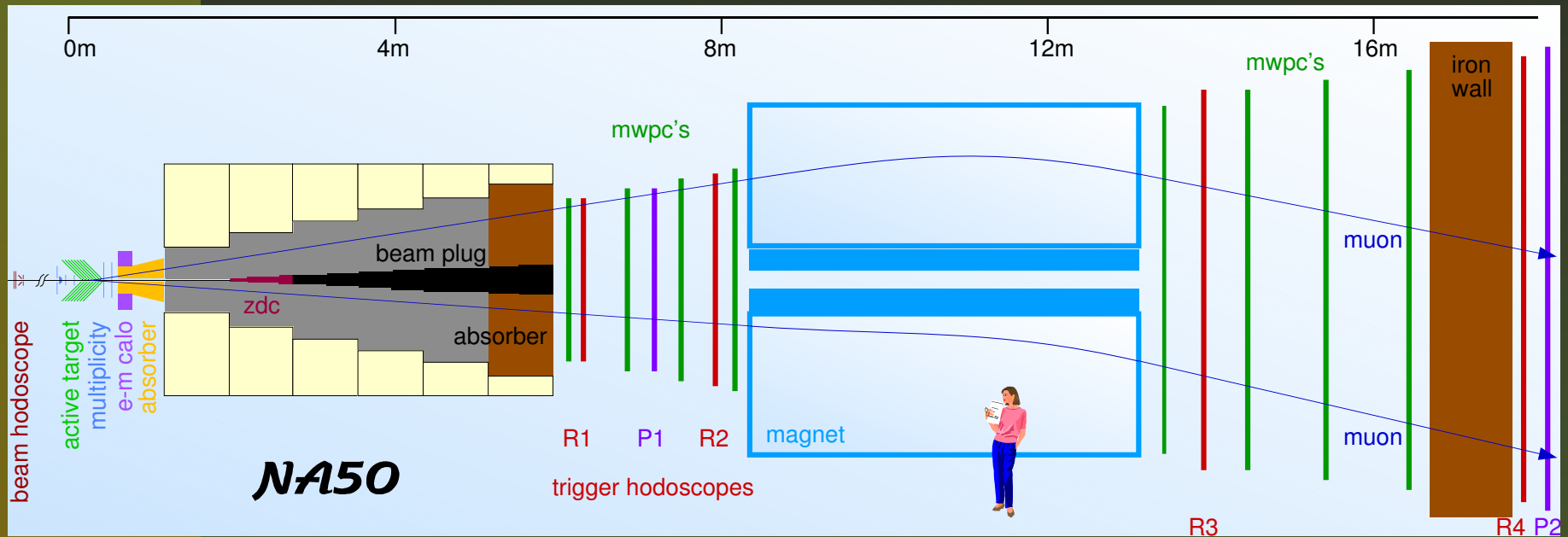
M. Idzik

Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Plan

- Wprowadzenie do eksperymentu NA50
- Budowa Detektora Krotności
- Praca Detektora Krotności w eksperymencie
- Efekty radiacyjne w Detektorze Krotności
- Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb przy pomocy Detektora Krotności
- Analizy rozkładów pseudorapidity cząstek naładowanych za pomocą Detektora Krotności
- Rezultaty pomiarów rezonansu J/ψ w NA50
- Konkluzje i wnioski, nie tylko dla LHC...

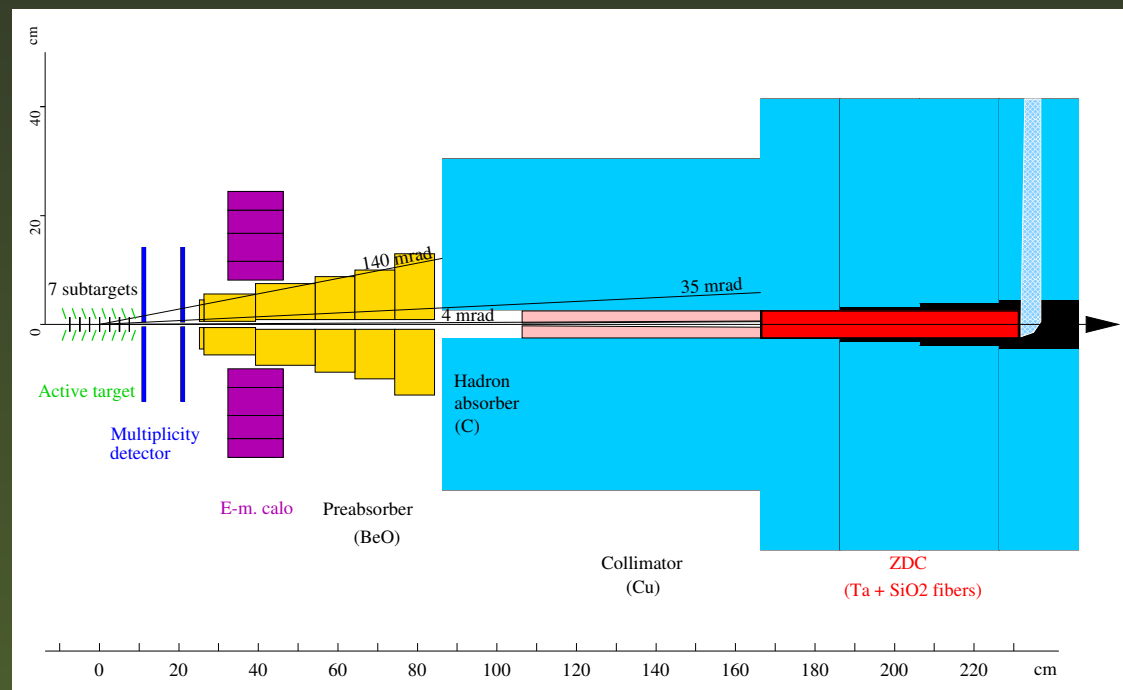
Wprowadzenie do NA50



NA50 to pracujący przy wysokiej świetlności eksperyment ze stałą tarczą, badający produkcję rezonansów (J/ψ , ψ') rozpadających się na miony w zderzeniach Pb-Pb, przy energii 158 GeV/nukleon

Detektory w NA50

- Spektrometr mionów
($2.7 < \eta < 3.9$)
- Detektor Krotności
($1.1 < \eta < 4.2$)
- Kalorymetr elektromagnetyczny neutralnej energii poprzecznej E_T
($1.1 < \eta < 2.3$)
- Kalorymetr energii podłużnej E_{ZDC}
($\eta \geq 6.3$)



Kalendarz eksperymentu NA50

Typ	Wiązka Rok	Energia (GeV na nukleon)	Intensywność (ion/spill)	t_{cycle} (s)	t_{spill} (s)
Pb	1995-1998	158	$5 \cdot 10^7$	19.2	5
Pb	1999	40	$\sim 10^6$	19.2	5
Pb	2000	158	$7 \cdot 10^7$	19.2	5
p	1994-2000	400 i 450	10^{11}	14	2.5

Rok	Ilość subtarcz	Grubość (mm)	medium
1995	7	7	powietrze
1996	7	12	powietrze
1998	1	3	powietrze
1999	1	3	próżnia
2000	1	4	próżnia

Budowa Detektora Krotności

- Założenia projektowe
- Architektura Detektora Krotności
- Testy i montaż Detektora Krotności

M. Idzik, *Design and operation of a fast high-granularity silicon detector system in a high-radiation environment*, presented at 7th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola Isola d'Elba, Italy May 25-31 1997. B.Alessandro, ..., M. Idzik et al. Nucl. Instr. Meth. A409 (1998) 167

B.Alessandro, ..., M. Idzik et al., *Development of the silicon multiplicity detector for the NA50 experiment at CERN*, Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. 44 (1995) 303

Założenia projektowe

- **Kształtowanie sygnału:** mały przekrój czynny na produkcję $J/\psi \Rightarrow$ bardzo duża częstość wiązki 10^7 Pb ions/s \Rightarrow wymagana bardzo dobra rozdzielczość czasowa (<50 ns) impulsów elektroniki front-end \Rightarrow wybrano bardzo szybki odczyt binarny. Częstotliwość próbkowania podniesiono z 25 MHz do 50 MHz (największa znana autorowi w podobnych systemach)
- **Dostępna przestrzeń:** aby ograniczyć rozpady π i K absorber bardzo blisko tarczy \Rightarrow mało miejsca na detektory krzemowe (15 cm pomiędzy tarczą a EMC), szerokość wiązki determinuje minimalny dystans detektora od wiązki \Rightarrow dwa identyczne dyski (MD1, MD2 odległe o 10 cm) paskowych detektorów krzemowych, pokrywające pełny kąt 2π , o promieniu wewnętrznym 0.5 cm i zewn. 8.5 cm

Założenia projektowe...

- **Ilość cząstek:** aby utrzymać okupancję poniżej 30% \Rightarrow radialne detektory mikropaskowe o stałej segmentacji w pseudorapidity $\Delta\eta \sim 0.013$ i kącie azymutalnym $\Delta\phi = 10^\circ$. Przy tym wyborze, nawet z elektroniką binarną dane z Detektora Krotności stanowiły ponad 50% całości
- **Efekty radiacyjne:** zadana segmentacja \Rightarrow bardzo niejednorodny rozkład cząstek na jednostkę powierzchni \Rightarrow maksymalne szacowane fluencje i dawki: 10^{14} eq. 1 MeV neutrons/cm² i 20 Mrad dla detektorów oraz $5 \cdot 10^{11}$ eq. 1 MeV neutrons/cm² i 200 krad dla elektroniki front-end. \Rightarrow paskowe detektory $p^+ - n$ oraz dedykowana elektronika rad-hard

Architektura Detektora Krotności

Dwa dyski: MD1 i MD2.

~ 14000 kanałów



Każdy dysk dwustronny:

Strony *up* i *down* w sumie

pokrywają 2π . Detektory

azymutalnie co 20°



**Każda strona dysku
zawiera 9 par detektorów**



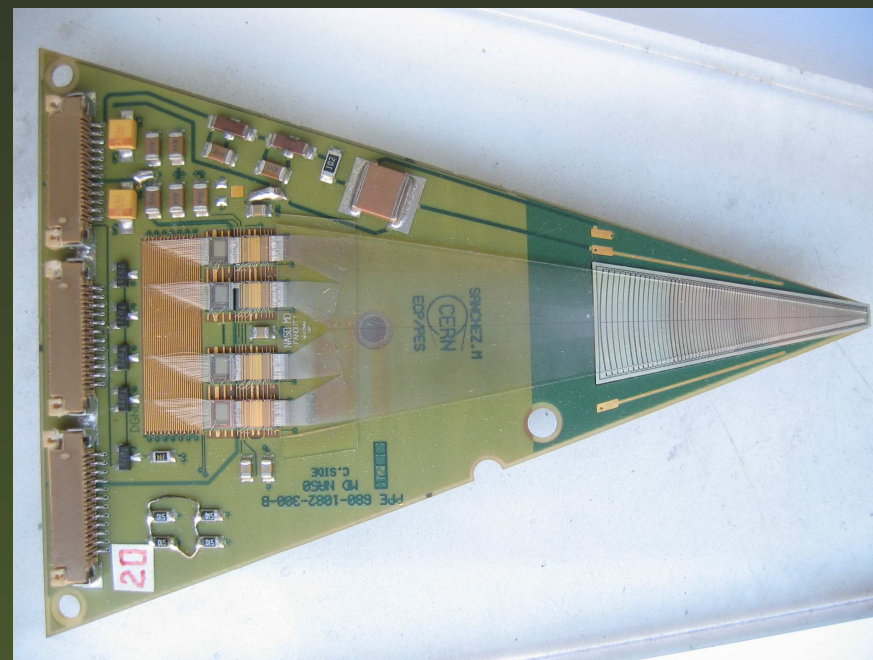
Strona *up* pojedynczego dysku.

Detektory połączone z płytą EXTCARD

taśmami kaptonowymi.

Detektor Krotności - BOARD1

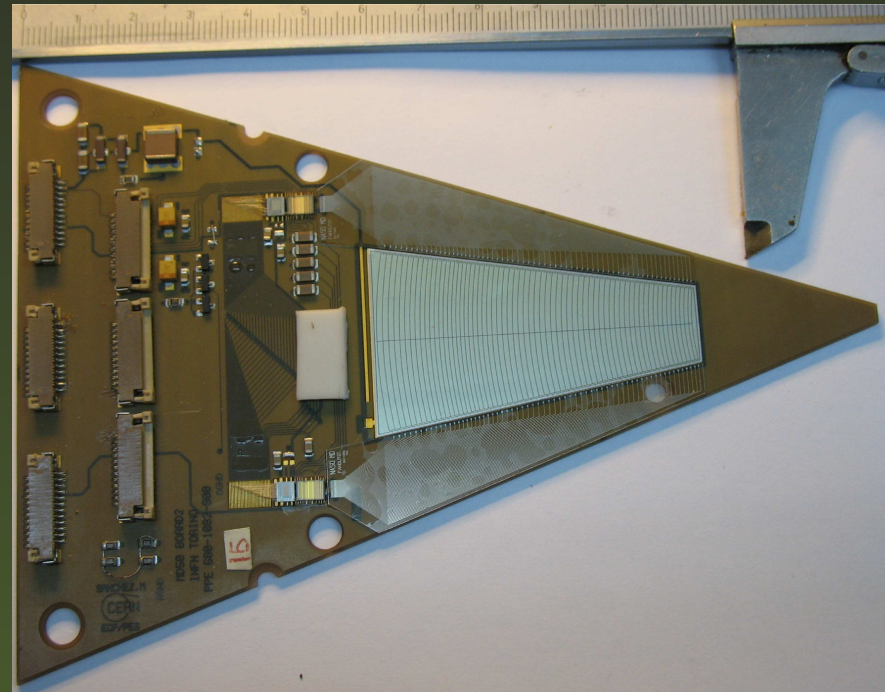
- Paskowe detektory krzemowe $p^+ - n$ o sprzężeniu typu AC. Dwa azymutalne sektory po $\Delta\phi=10^\circ$. W sektorze 128 radialnych pasków
- Połączenie detektora z elektroniką front-end: szklany fanout ze ścieżkami Al
- Cztery pary dedykowanych układów elektroniki front-end (4 x 64 kanały)



BOARD1

Detektor Krotności - BOARD2

- Paskowe detektory krzemowe $p^+ - n$ o sprzężeniu typu DC. Dwa azymutalne sektory po $\Delta\phi=10^\circ$. W sektorze 64 radialne paski
- Połączenie detektora z elektroniką front-end: 2 x fanout ze ścieżkami Al
- Dwie pary dedykowanych układów elektroniki front-end (2 x 64 kanały)

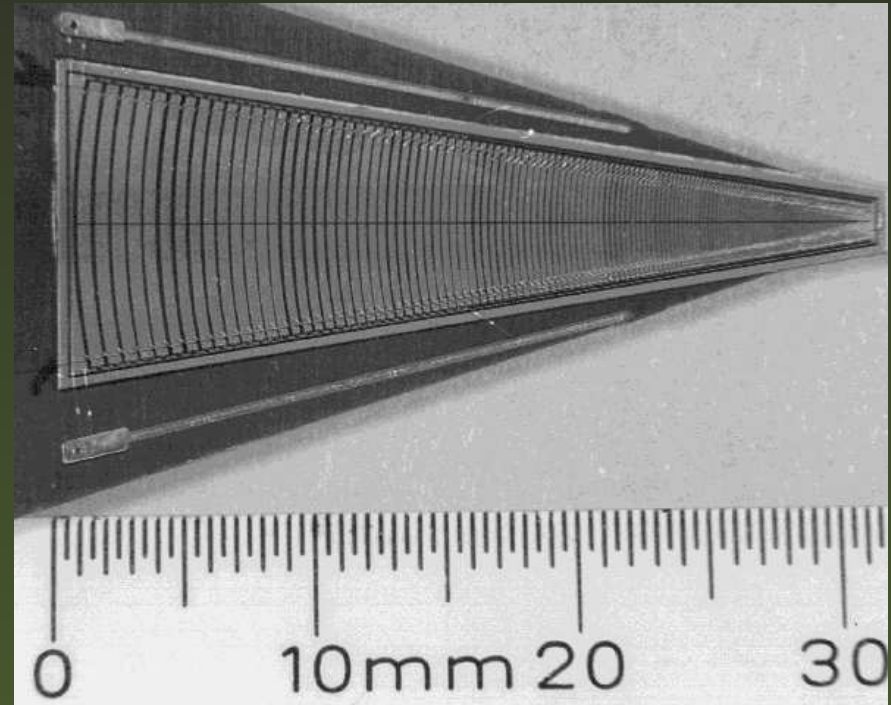


BOARD2

BOARD1 - detektor paskowy

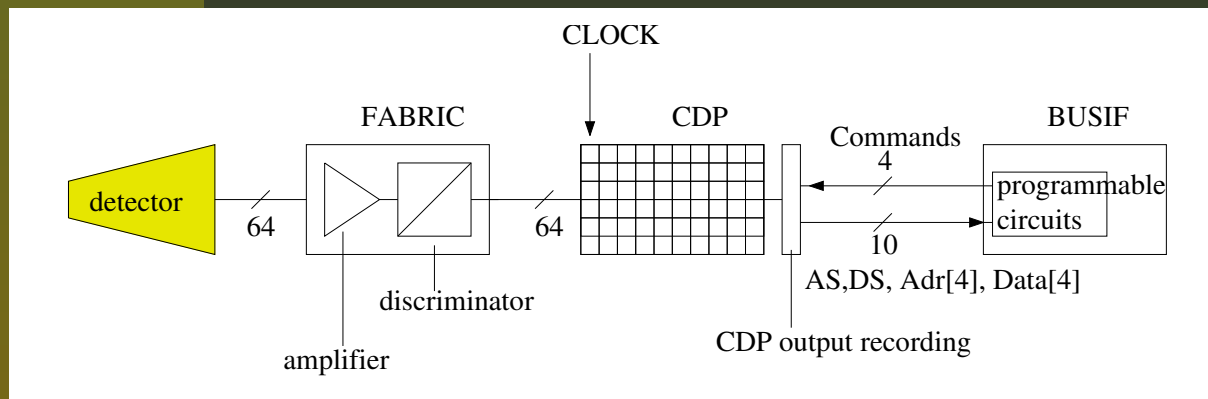
Numer paska	Promień (mm)
1	6.5
30	9.5
60	13.7
90	20.1
120	31.2
150	52.6
192	88.5

detektor “nieprzyjemny” dla
elektroniki frond-end

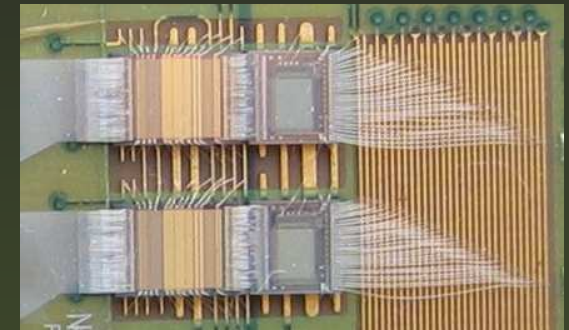


Detektor typu AC zawierający dwa
 10° sektory (2 x 128 pasków).
PITCH od $90 \mu\text{m}$ do $700 \mu\text{m}$

Elektronika front-end



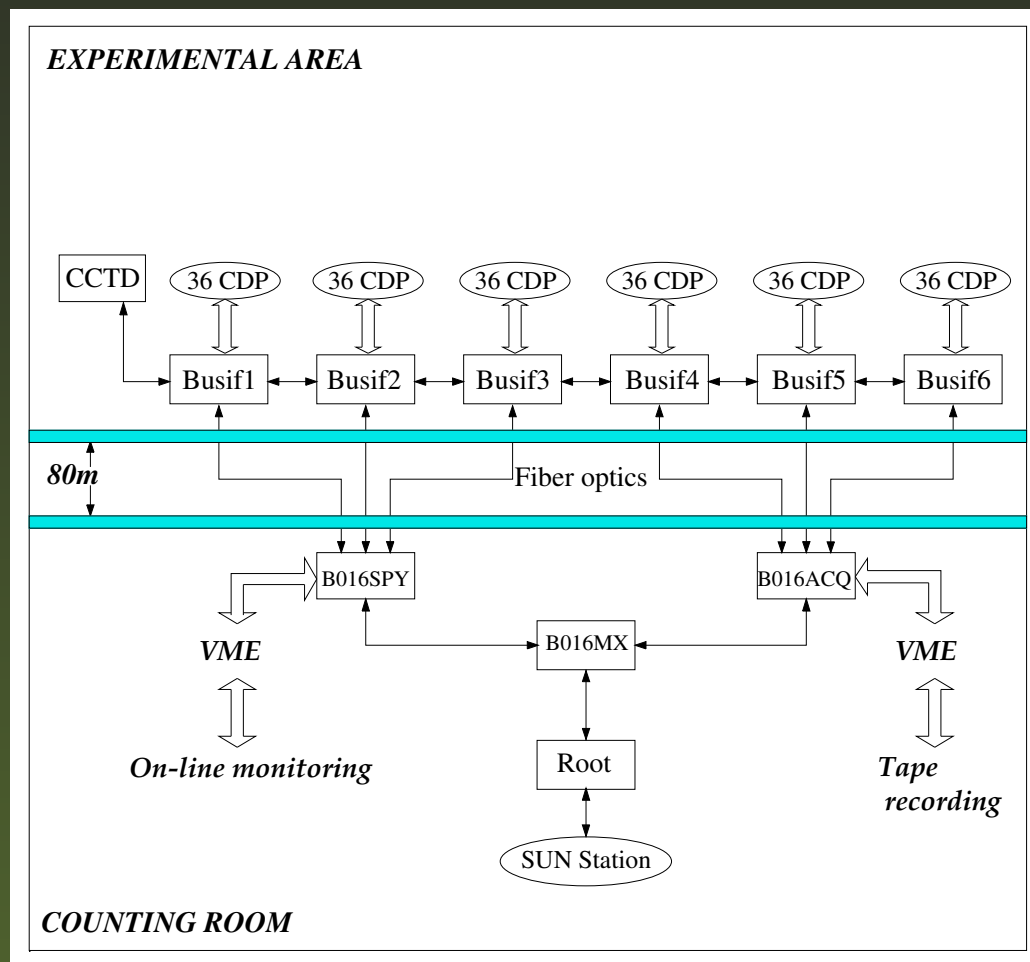
Schemat blokowy elektroniki front-end



Dwie pary układów:
analogowy
FABRIC(lewo) +
cyfrowy CDP(prawo)
zamontowanych na
BOARD1

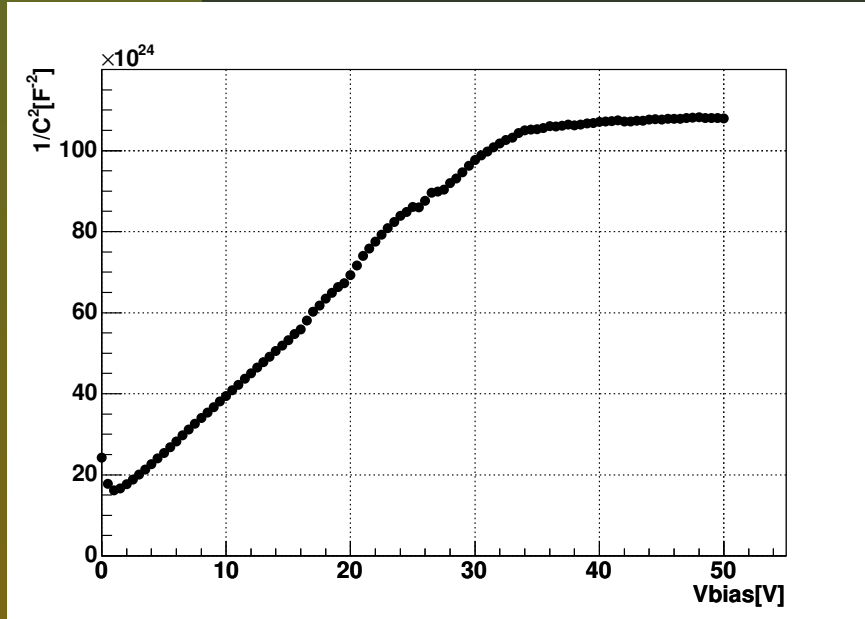
System odczytu Detektora Krotności

- BUSIF - odczyt i przechowywanie danych z 6-u par BOARD1+BOARD2 w czasie trwania cyklu wiązki
- CCTD - generacja zegara 50 MHz i sygnału odczytu (trigger) detektora



Testy detektorów

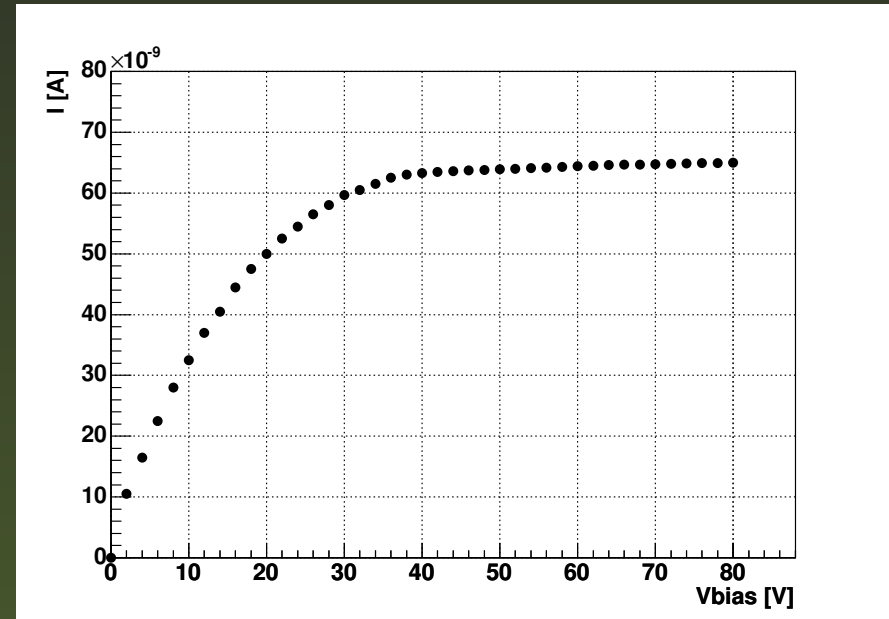
Napięcie zubożenia



Przykład pomiaru C–V

$$C = C_0 / \sqrt{1 + V_{bias} / \Psi_{bi}}$$

Prąd upływu

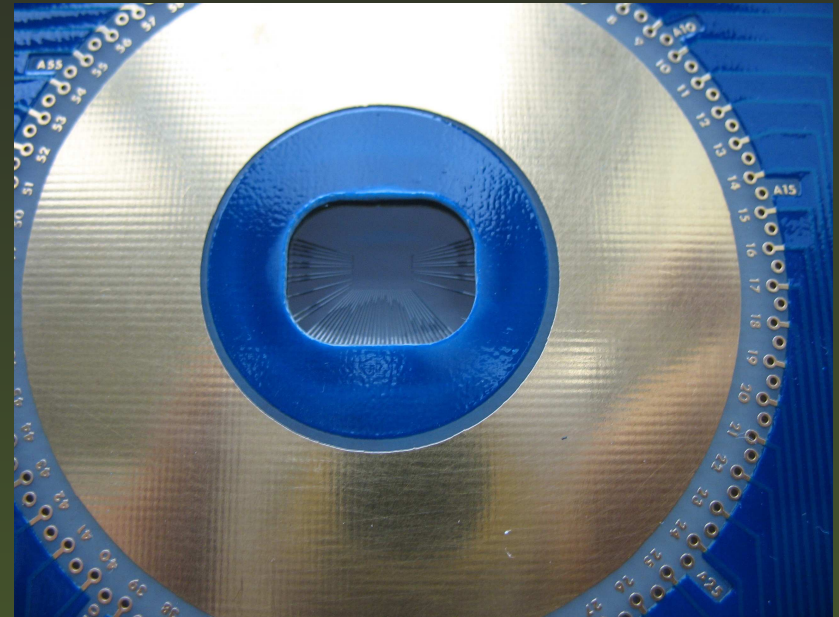


Przykład pomiaru I–V, początkowo

$$I_{leak} \sim 40 \text{ nA/cm}^2$$

Testy elektroniki front-end

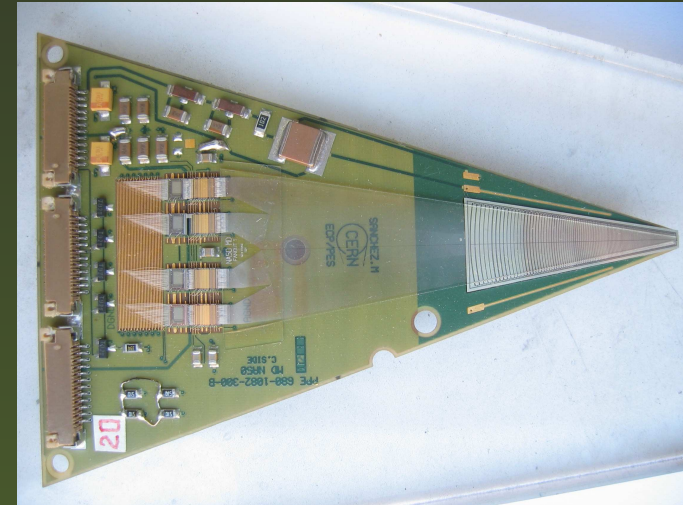
- FABRIC - pomiary wzmocnienia, szumów, "peaking time", czasu martwego
- CDP - pomiary poprawności przetwarzania danych, pomiary częstotliwości pracy



Odrębne stanowiska testowe dla układów FABRIC i CDP. Dla każdego z nich dedykowana probecard

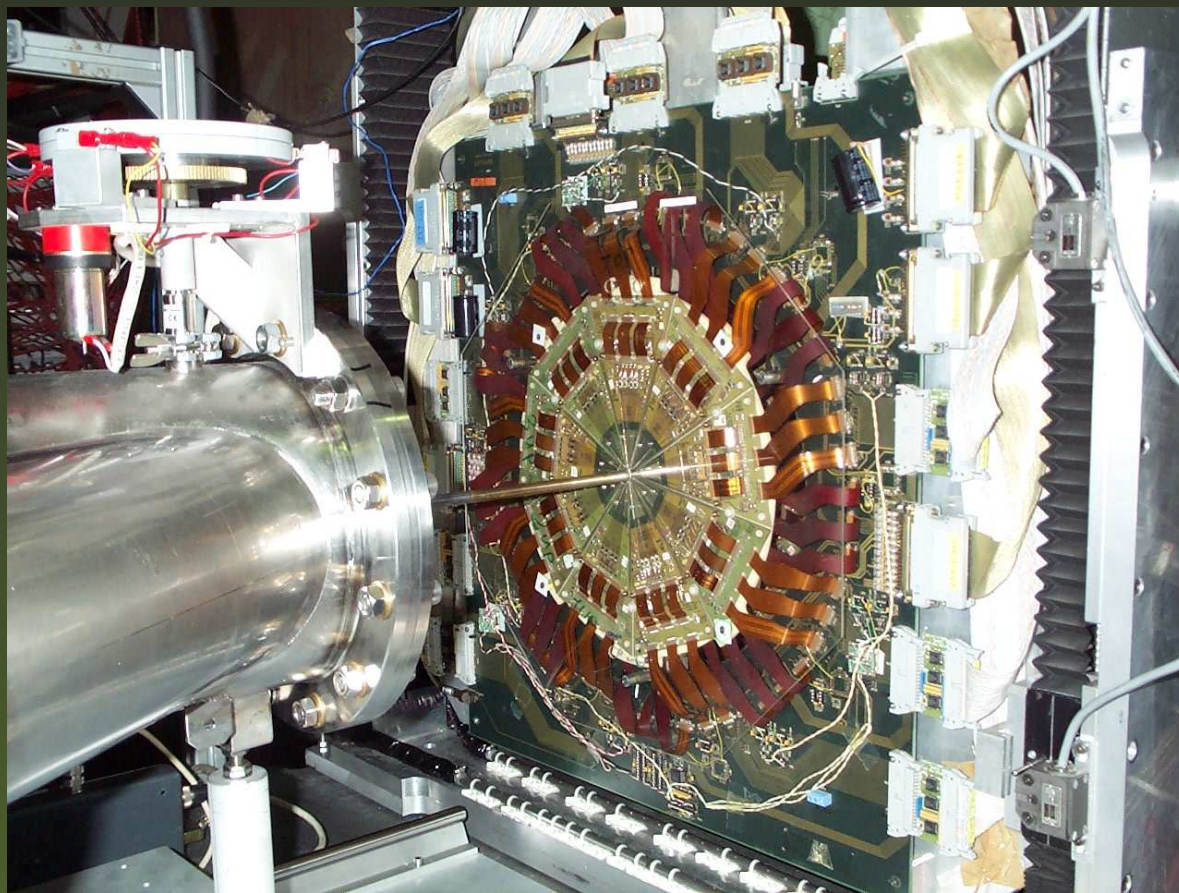
Testy i montaż Detektora Krotności

- Testy i montaż BOARD1 i BOARD2
 - Montaż CDP
 - Pobór mocy i komunikacja
 - Montaż FABRIC
 - Pobór mocy, szумы przy niskim i wysokim progu
 - Montaż detektora
 - Szумы, impulsy laserowe
 - Montaż pary BOARD1+BOARD2
 - Komunikacja, impulsy laserowe
- Testy i montaż dysków detektora...



Montaż kompletnego Detektora Krotności

Kompletny detektor zamontowano po raz pierwszy w 1996 roku w hali eksperymentu NA50 w CERN



Strona *up* dysku Detektora Krotności

Praca Detektora Krotności w NA50

- **Dostrajanie Detektora Krotności:** geometria , synchronizacja odczytu, próg deponowanej energii, polaryzacja detektorów
- **Monitorowanie Detektora Krotności:** zasilanie i pobór prądu front-end, prądy upływu detektorów, okupancja cząstek
- **Napotkane problemy:** oddziaływania o nieskorelowanej energii, klastry - grupy sąsiadujących pasków dających sygnał jednocześnie

M. Idzik, *The silicon Multiplicity Detector for the NA50 experiment*, presented at 6th Conference on Position–Sensitive Detectors, University of Leicester, UK September 9–13 2002. B. Alessandro, ..., M. Idzik et al, Nucl. Instr. Meth. A513 (2003) 107

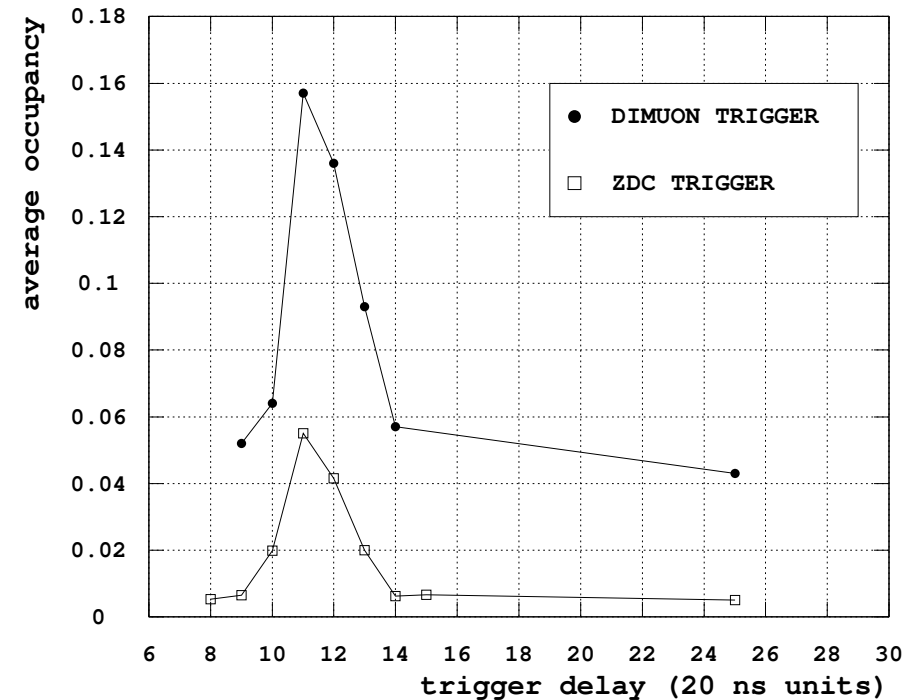
B. Alessandro, ..., M. Idzik et al, *The silicon multiplicity detector for the NA50 experiment at CERN*, Nucl. Instr. Meth. A493, (2002) 30

Moment odczytu Detektora Krotności

Aby odczytać Detektor
Krotności we właściwym
momencie

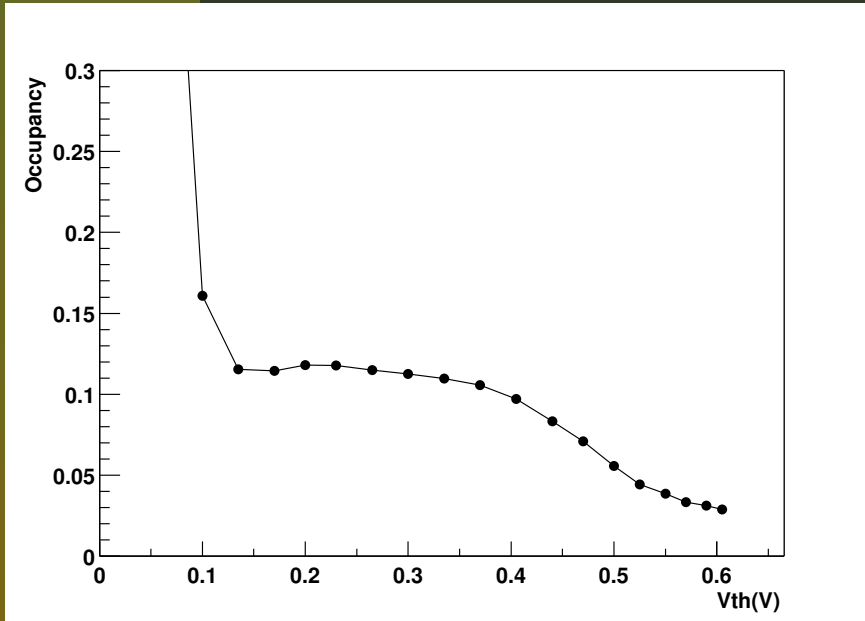


pomiar okupancji w funkcji
opóźnienia odczytu w
stosunku do wyzwiania
(trigger) eksperymentu NA50

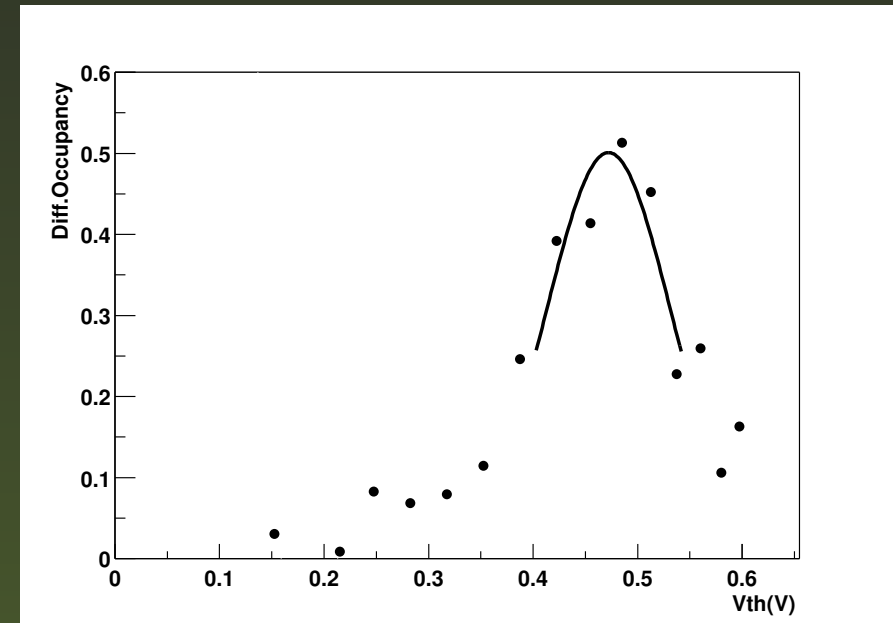


Próg na deponowaną energię

widmo całkowite



widmo różniczkowe (Landau)



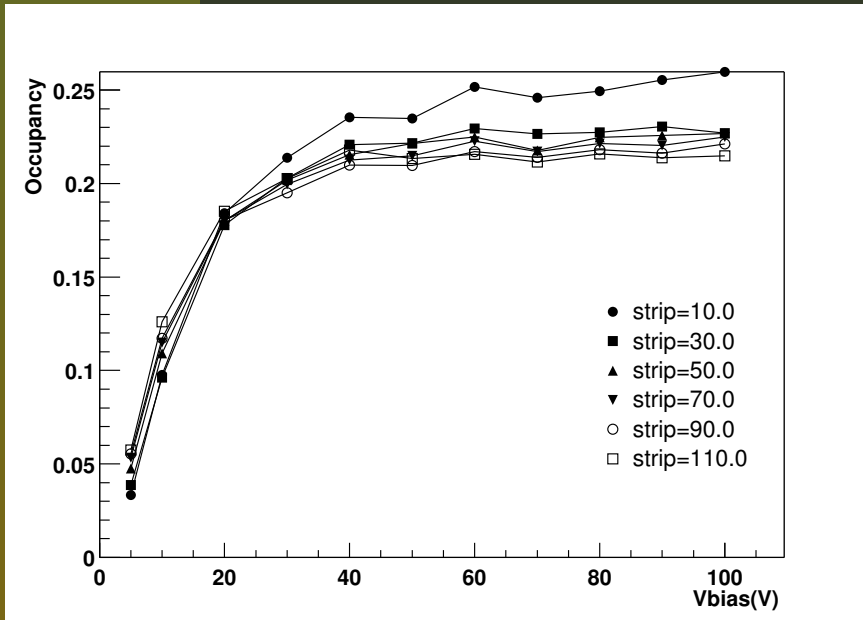
Aby ustawić właściwy próg na energię deponowaną w detektorze



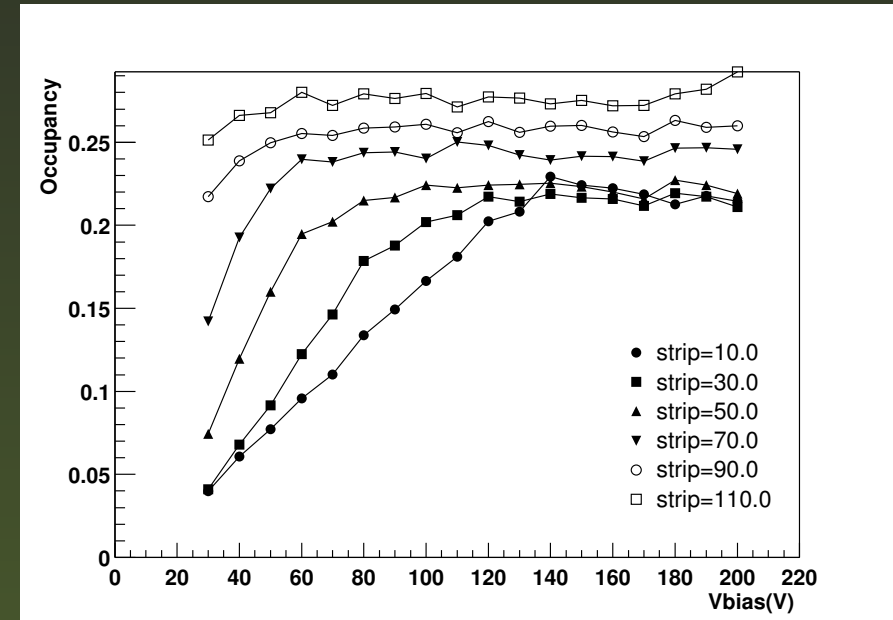
pomiar okupancji cząstek w funkcji ustawionego progu. Do tego celu używano wiązki relatywistycznych protonów (MIP)

Napięcie polaryzacji detektorów

Detektor nowy



Detektor po napromieniowaniu



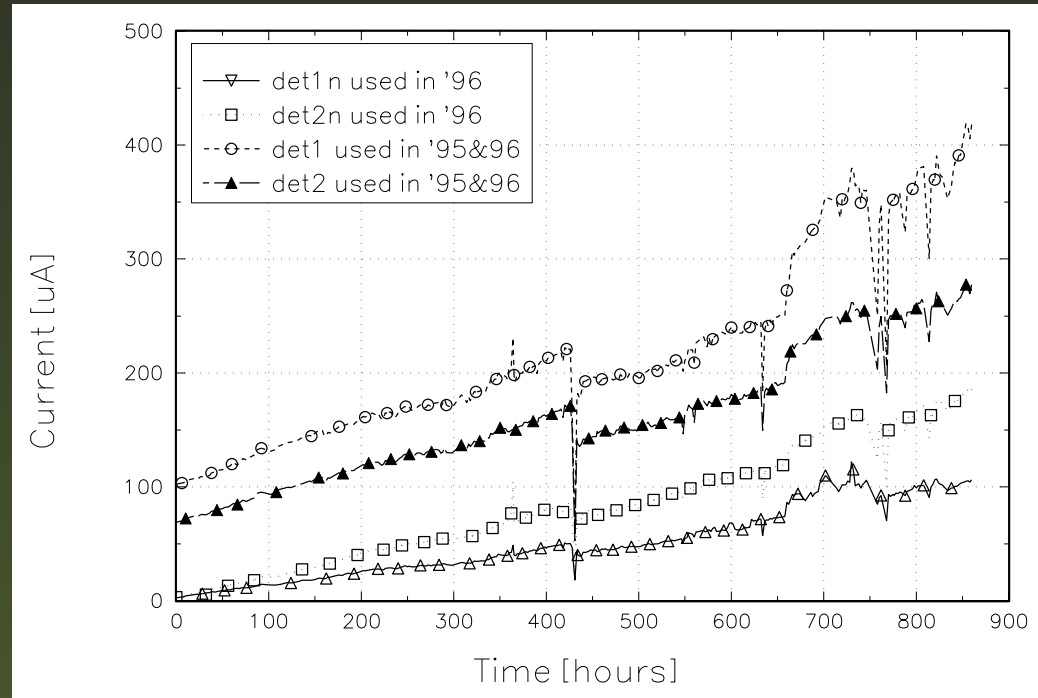
Aby ustawić właściwe napięcie polaryzacji detektorów



pomiar okupancji cząstek w funkcji napięcia polaryzacji. Wyznaczenie napięcia pełnego zubożenia V_{dep}

Prądy upływu detektorów

$$I_{leak} = \alpha \cdot \Phi_{eq} \cdot V$$

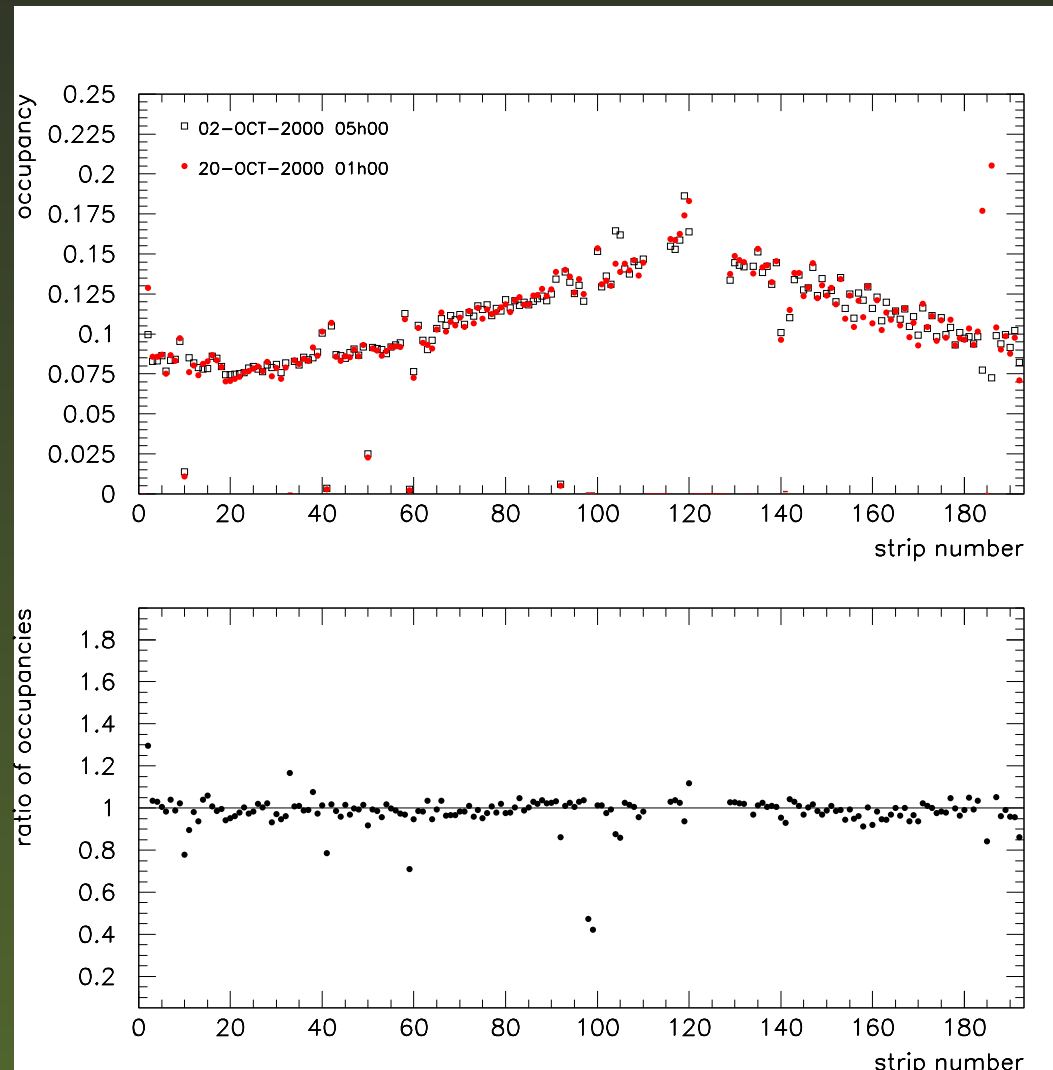


Prądy upływu rosną liniowo z otrzymaną fluencją Φ_{eq}

Jeśli prąd upływu przekraczał $\sim 500 \mu\text{A}$ detektor wymieniano na nowy

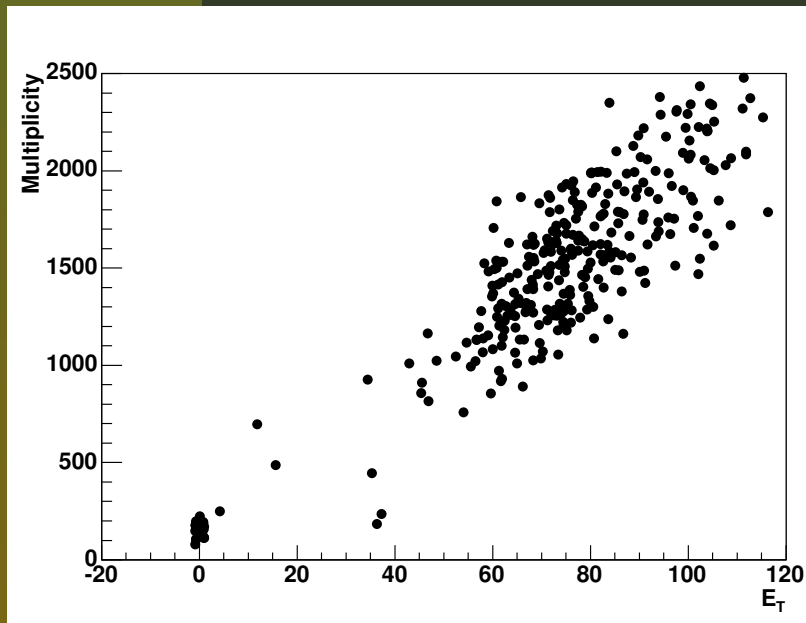
Wydajność detektorów krzemowych

Okupancja pasków
regularnie
kontrolowana
poprzez
porównanie z
okupancją
początkową

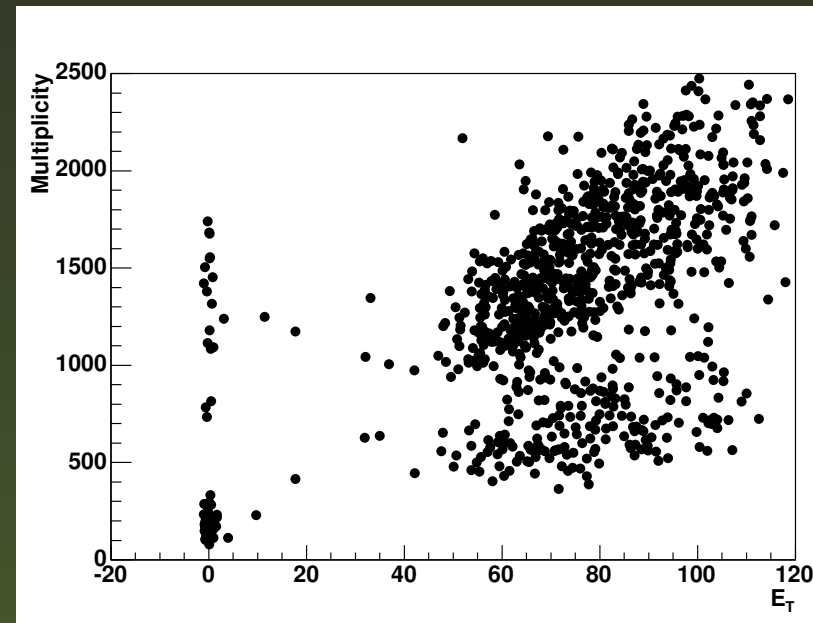


Oddziaływania o nieskorelowanej energii

Normalny cykl wiązki



"Dziwny" cykl wiązki



Niektóre BUSIF nie nadążały z odczytem danych pomiędzy kolejnymi oddziaływaniami

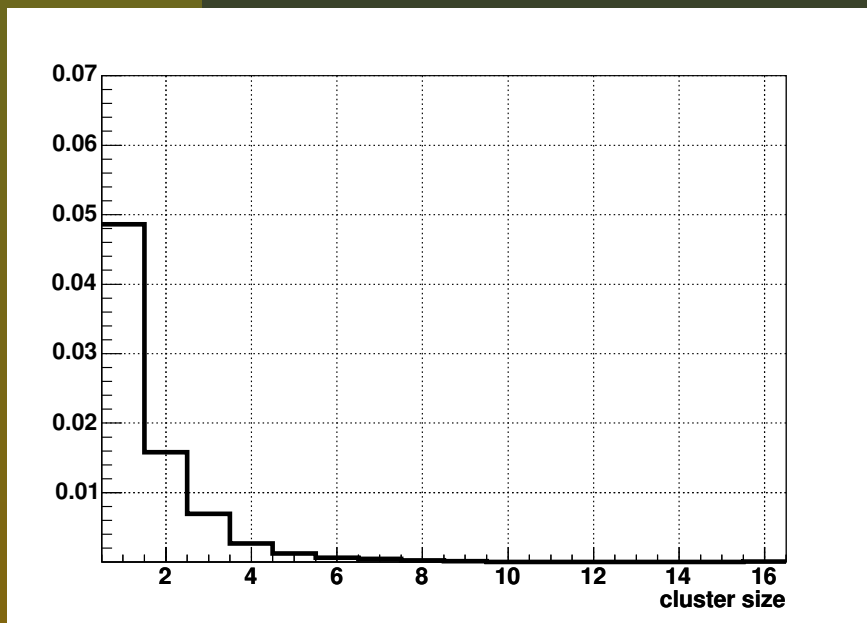


Wydłużono czas odczytu

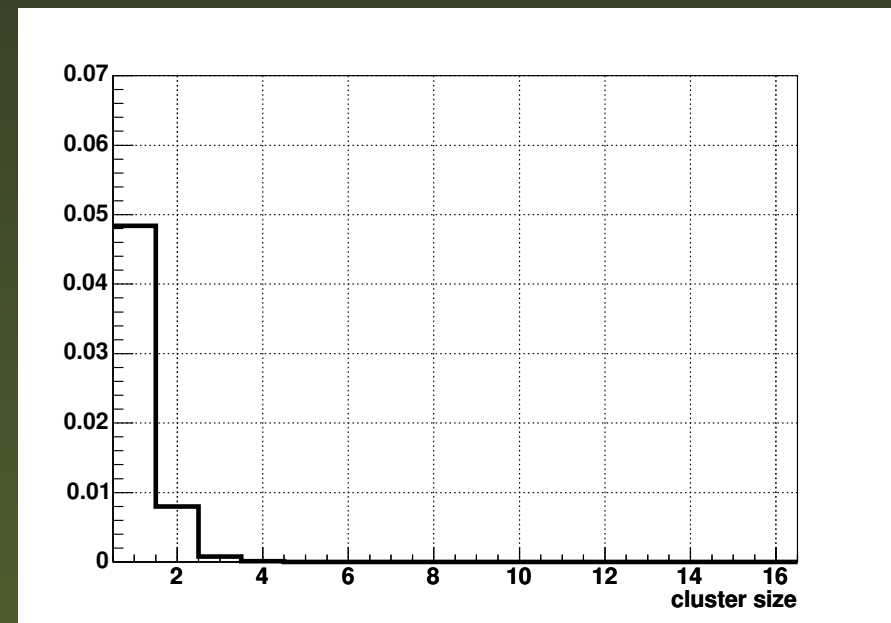
Problem klastrów

Histogramy rozmiaru klastrów czyli grup sąsiadujących pasków danych
sygnał jednocześnie

Dane eksperymentalne



Symulacje MC



W danych eksperymentalnych za duży średni rozmiar klastrów!

Efekty radiacyjne

- Symulacje Monte Carlo efektów radiacyjnych
- Napięcie zubożenia detektorów krzemowych

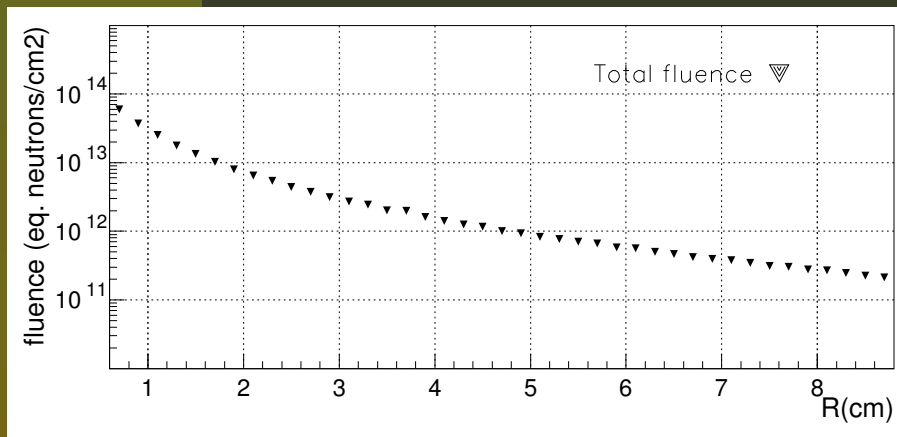
M. Idzik, *Radiation damage of silicon strip detectors in the NA50 experiment*, presented at 8th International Vienna Wire Chamber Conference, Vienna Austria, February 23-27 1998. B.Alessandro, ..., M. Idzik et al., Nucl. Instr. Meth. **A419** (1998) 556

B.Alessandro, ..., M. Idzik et al., *Analysis of radiation effects on silicon strip detectors in the NA50 experiment*, Nucl. Instr. Meth. **A432** (1999) 342

B.Alessandro, ..., M. Idzik et al., *Observation of radiation induced latchup in the readout electronics of NA50 multiplicity detector*, Nucl. Instr. Meth. **A476** (2002) 758

Symulacje MC efektów radiacyjnych

Symulacje MC fluencji
otrzymanych w 1996 r.

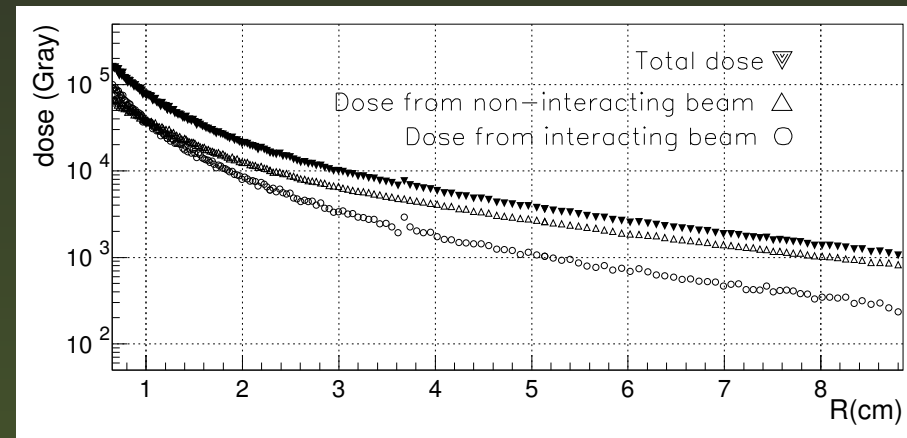


maksymalne fluencje:

detektory 10^{14} eq. n/cm²

elektronika front-end $5 \cdot 10^{11}$ n/cm²

Symulacje MC dawek otrzymanych
w 1996 r.



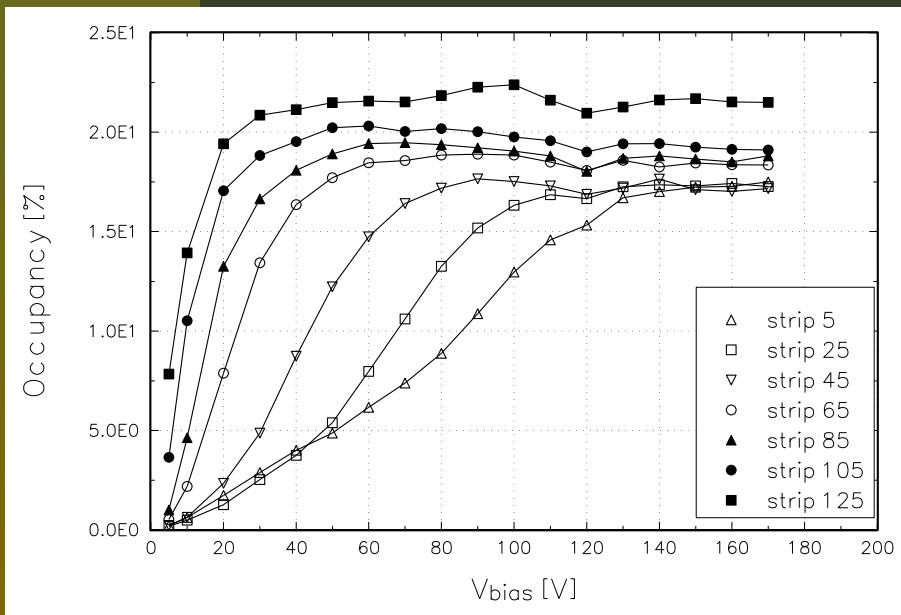
maksymalne dawki:

detektory 20 Mrad

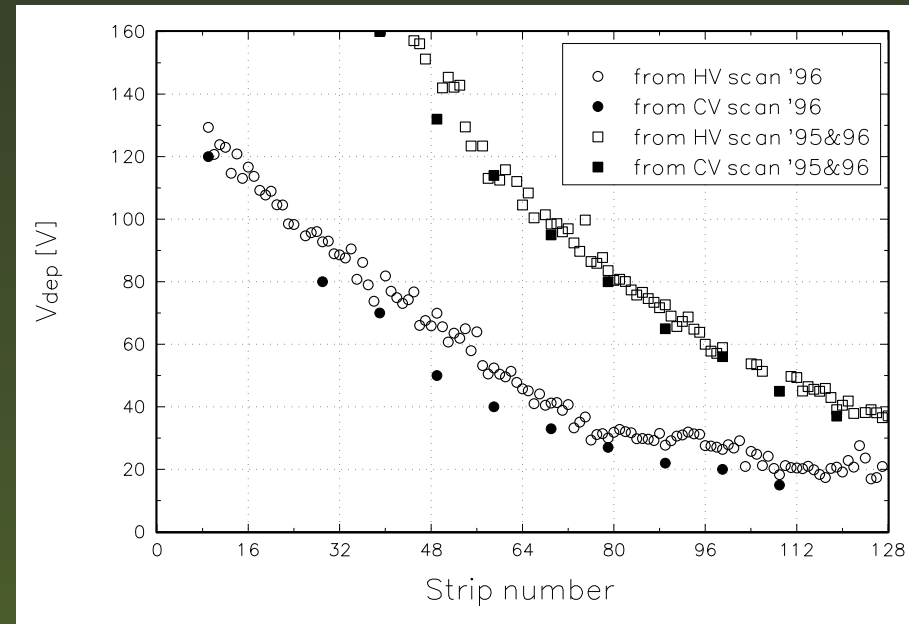
elektronika front-end 200 krad

Napięcie zubożenia detektorów

Krzywe otrzymane podczas skanu po napięciu polaryzacji detektora



Napięcie zubożenia wyliczone na podstawie skanu i zmierzone techniką C-V



Napięcie zubożenia można mierzyć online!

Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb

- Standardowa metoda
- Tablice korelacji (lookup table) między paskami detektora w MD1 i MD2
- Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb
- Wykorzystanie tablic korelacji do wyznaczenia pozycji Detektora Krotności

Standardowa metoda

- Założyć pozycję (tarczę) oddziaływania jonu Pb
- Znaleźć korelacje geometryczne pomiędzy paskami dysków MD1 i MD2 propagując liniowo tor cząstki od założonej pozycji oddziaływania poprzez dyski MD1 i MD2
- Policzyc estymator prawdopodobieństwa dla danej pozycji tarczy

$$est_n = \frac{N_{match}}{N_{pos}} = \frac{\text{ilość znalezionych korelacji}}{\text{ilość możliwych korelacji}}$$

gdzie n odpowiada numerowi założonej pozycji.

- Wybranie jako miejsca oddziaływania pozycji dla której otrzymano maksymalny estymator

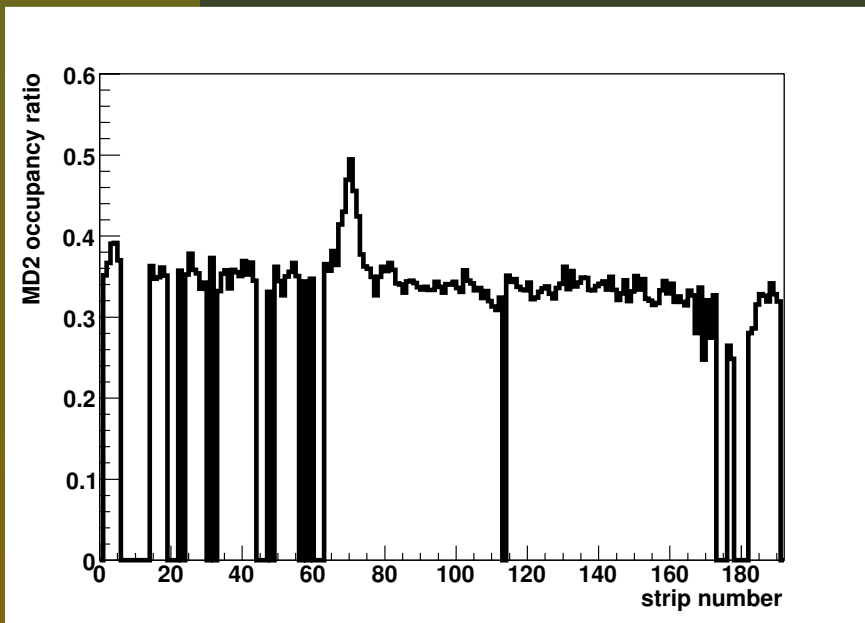
Metoda ta nie przyniosła zadowalających rezultatów...

Eksperymentalne tablice korelacji

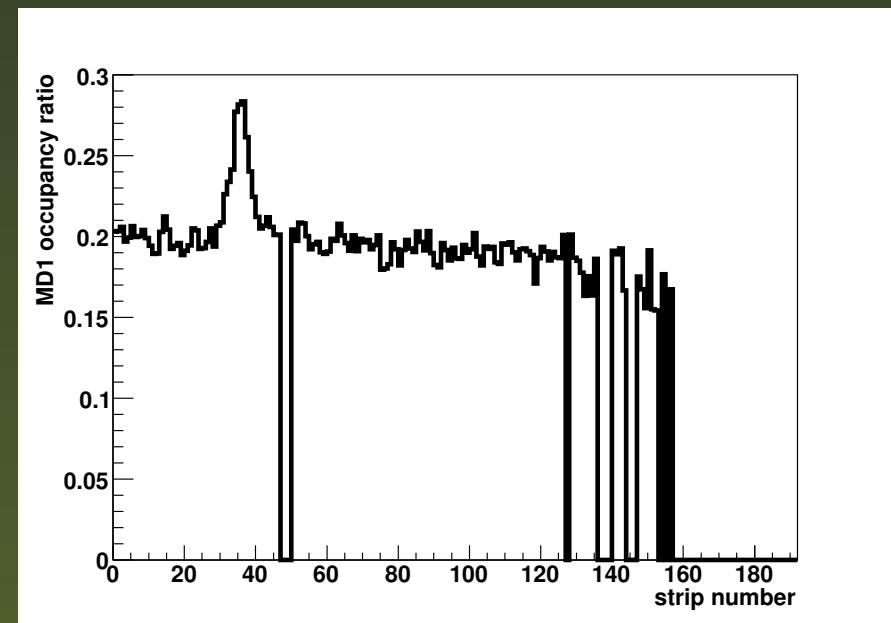
Dla znalezienia korelacji pomiędzy dyskami MD1 i MD2



stosunek okupacji w MD2 przy wymaganym zdarzeniu na pasku MD1 do okupacji bez tego wymagania



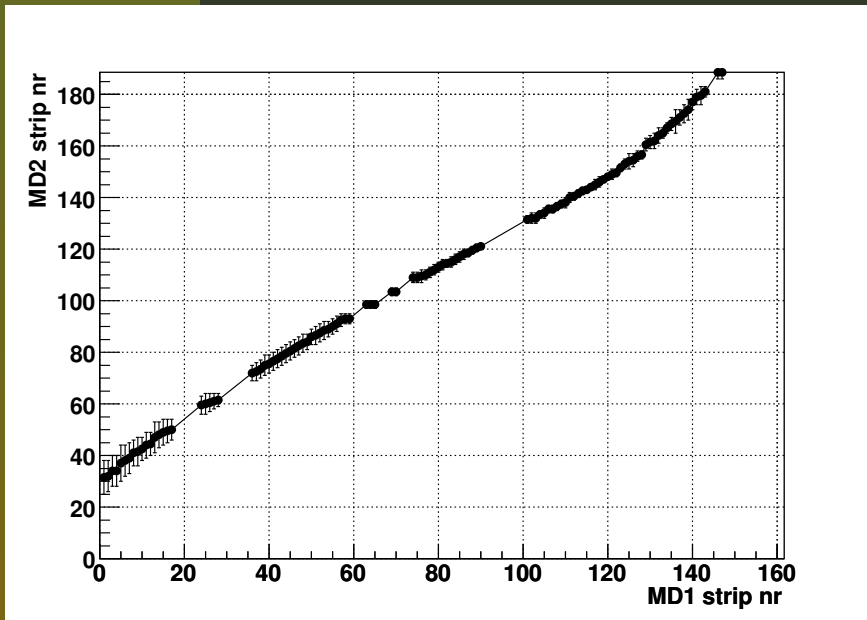
MD1 vs MD2 pasek nr 36(MD1)



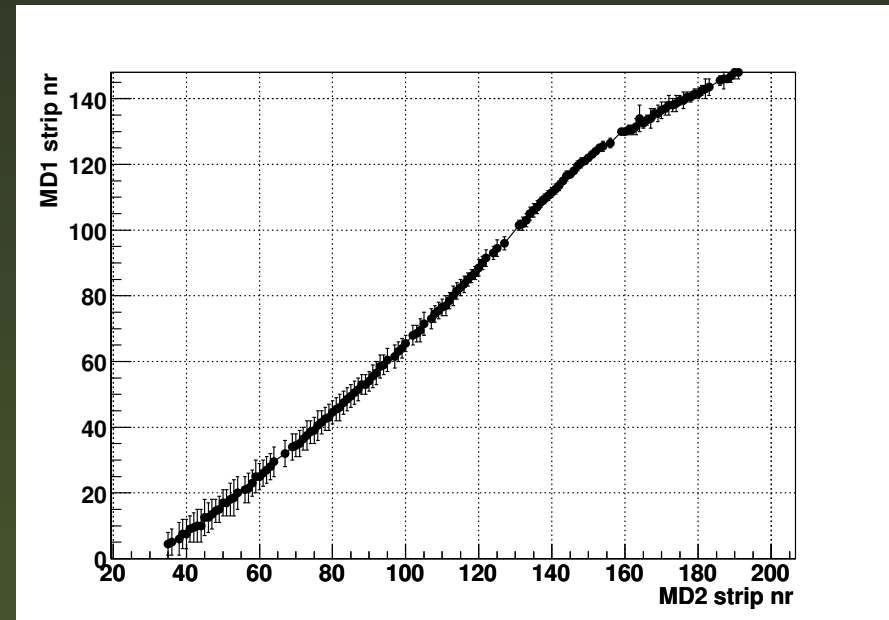
MD2 vs MD1 pasek nr 71(MD2)

Tablice korelacji...

sector MD2 vs sector MD1



sector MD1 vs sector MD2



Na podstawie danych ekperymentalnych



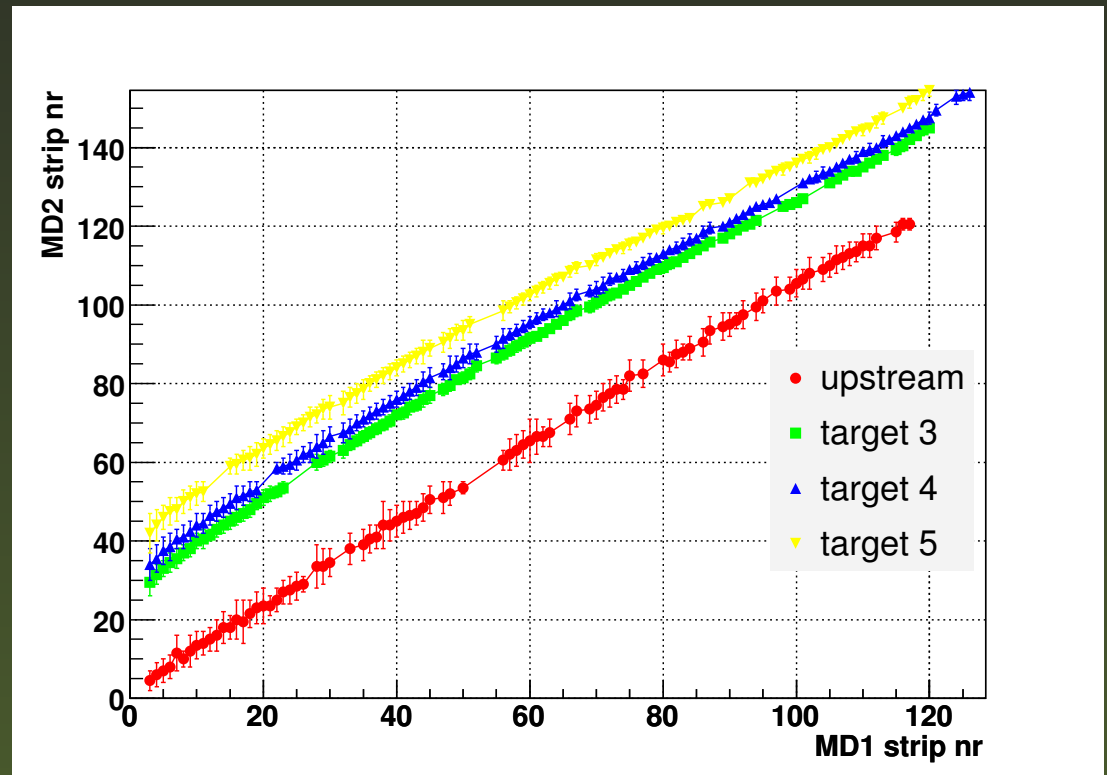
tablice korelacji między dyskami Detektora Krotności!

Tablice korelacji...

Z danych
zebranych przy
różnych pozycjach
tarczy ($\Delta z=2.5\text{cm}$)

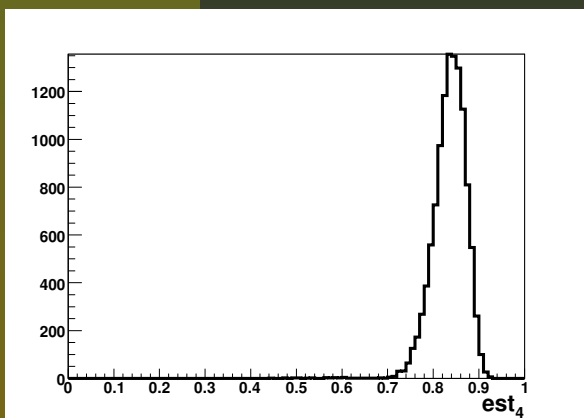


odrębne tablice
korelacji, także dla
danych zebranych
bez tarczy
(upstream)!

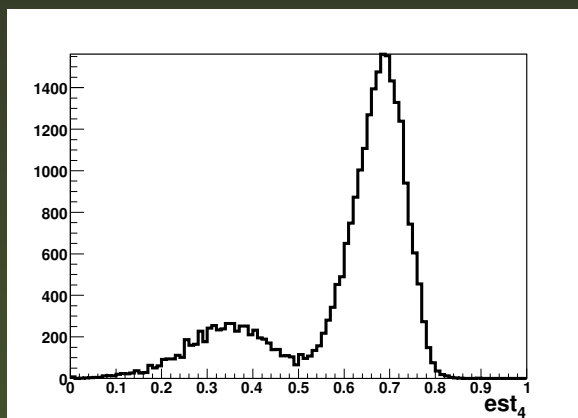


Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb

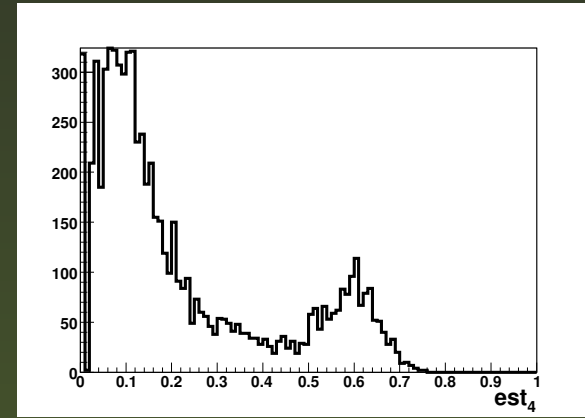
Rozkłady estymatora wyliczonego dla standardowej pozycji tarczy przy różnych centralnościach zderzenia



centralne



semicentralne



peryferyjne

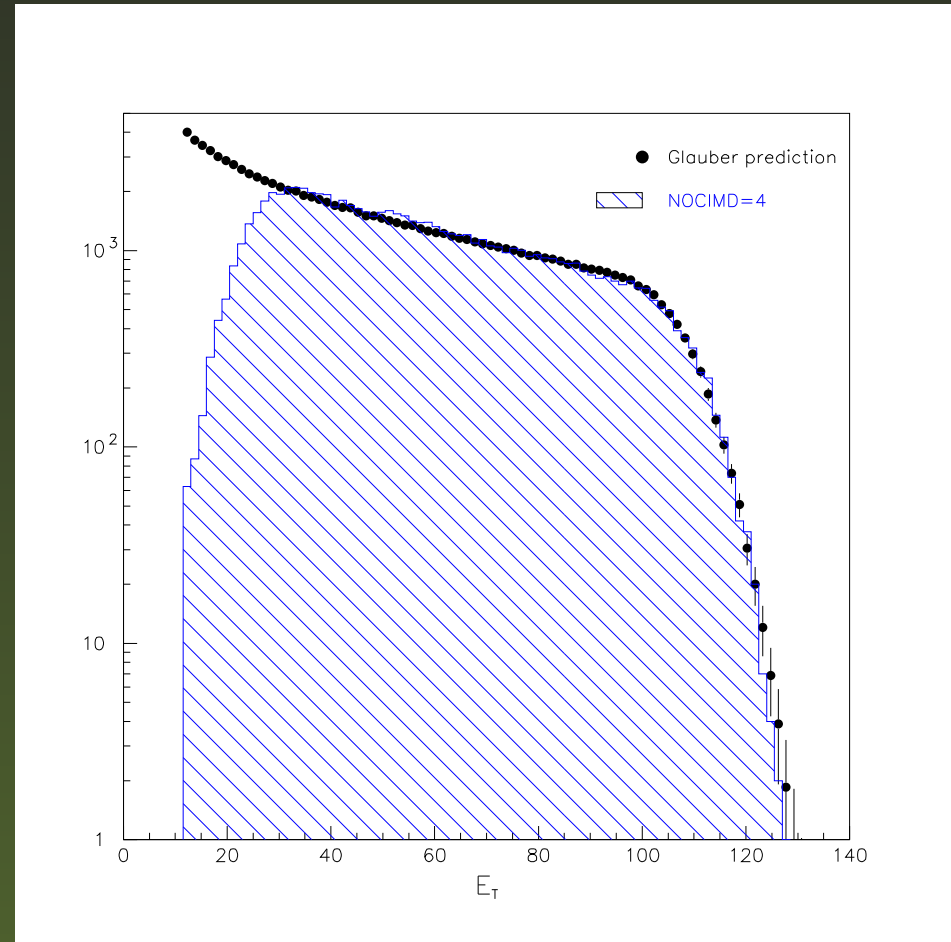


Dobierając odpowiednio próg na wartość estymatora można dokonać identyfikacji oddziaływań Pb-Pb!

Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb...

Porównanie widm
zidentyfikowanych oddziaływań
(NOCIMD=4) z 1998 roku z
modelem teoretycznym(Glauber).

Pełna wydajność dla
 $E_T \geq 30 \text{ GeV}$. W 2000 roku
(tarcza umieszczona w próżni)
pełna wydajność dla
 $E_T \geq 15 \text{ GeV}$



Wyznaczenie pozycji Detektora Krotności

Porównanie

eksperymentalnych tablic

korelacji z tablicami

wygenerowanymi na

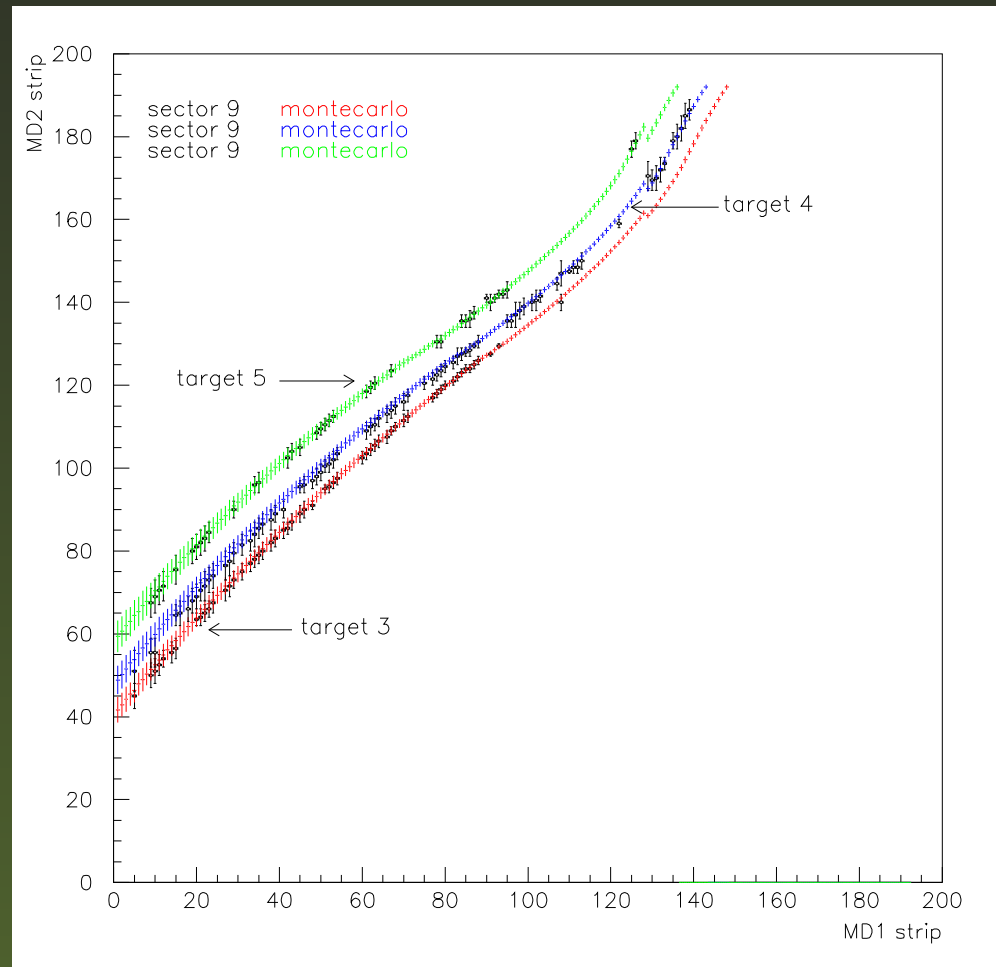
podstawie symulacji MC

(przy zadanej geometrii)



precyzyjniejsze wyznaczenie

pozycji Detektora Krotności



Analizy $dN_{ch}/d\eta$ w zderzeniach Pb-Pb

- Selekcja danych i klas centralności
- Obliczenia okupancji cząstek w detektorze
- Obliczenia $dN_{ch}/d\eta$ cząstek pierwotnych
- Wyniki i porównanie z innymi eksperymentami

M. Idzik, *Pseudorapidity distributions of...*, Phys. and Astrophysics of Quark-Gluon Plasma, Jaipur India, Nov. 2001

M. Idzik, *Pseudorapidity distributions of charged particles in Pb-Pb ...*, Winter Meeting on Nucl. Physics, Bormio Italy, Jan. 2002

M.C. Abreu, ..., M. Idzik et al., NA50 Collaboration, *Pseudorapidity distributions of charged particles...*, Phys.Lett. **B 530** (2002) 33

M.C. Abreu ..., M. Idzik et al., NA50 Collaboration, *Scaling of charged particle multiplicity in Pb-Pb collisions at SPS energies*, Phys.Lett. **B 530** (2002) 43

Selekcja danych

Energia wiązki (GeV/nukleon)	Intensywność (ion/5s burst)	Grubość tarczy	Odległość (cm) tarcza-MD1	Ilość zdarzeń
158	$3.2 \cdot 10^6$	3 mm	11.65	48000
158	$3.9 \cdot 10^6$	1 mm	9.15	18000
40	$1 \cdot 10^6$	3 mm	12.55	35000

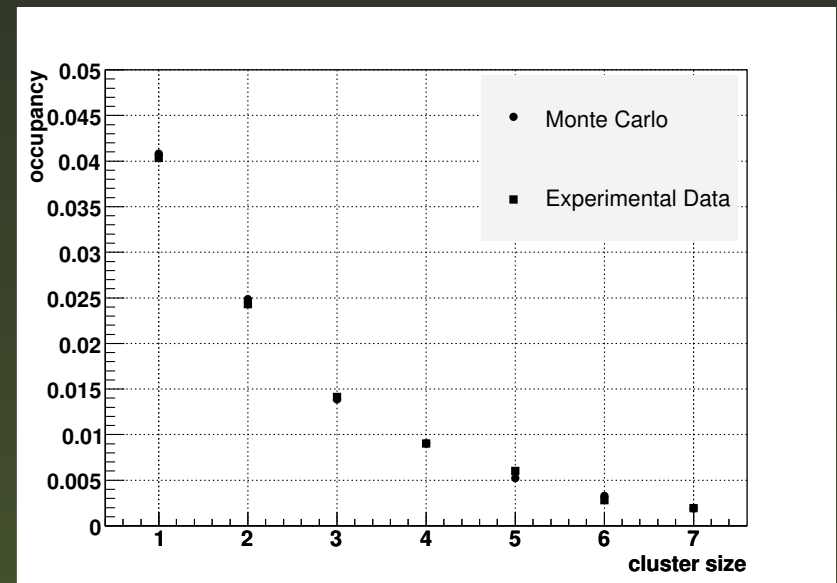
Dane analizowano dla 6-u klas centralności oddziaływania

Dla energii 158 GeV/nukleon dwa estymatory centralności: E_T i E_{ZDC}

Dla energii 40 GeV/nukleon jeden estymator centralności: E_T

Wyznaczenie okupancji cząstek

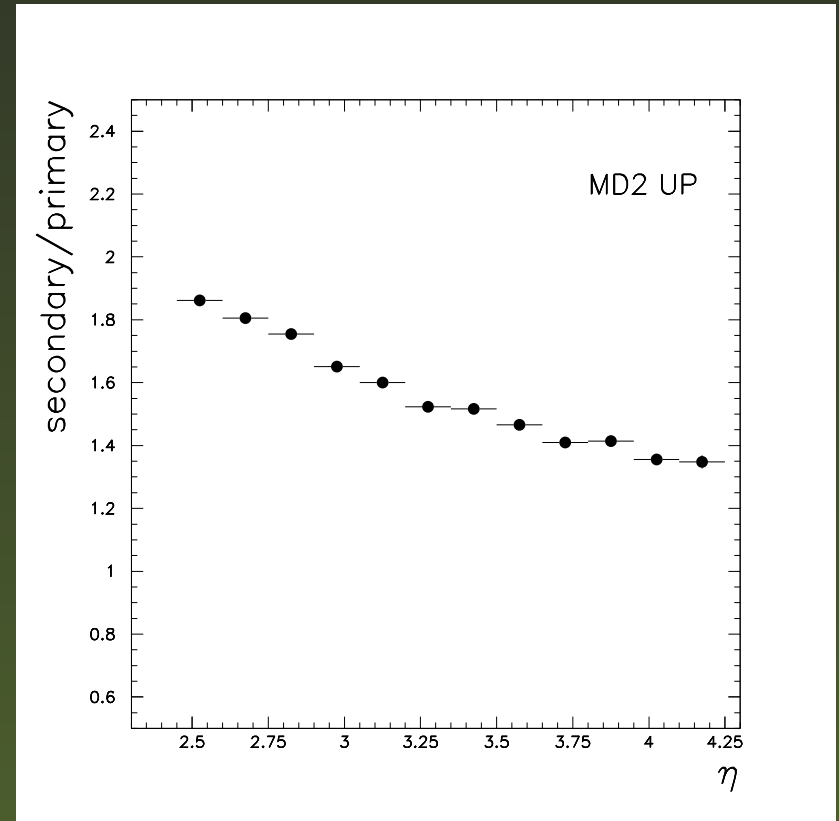
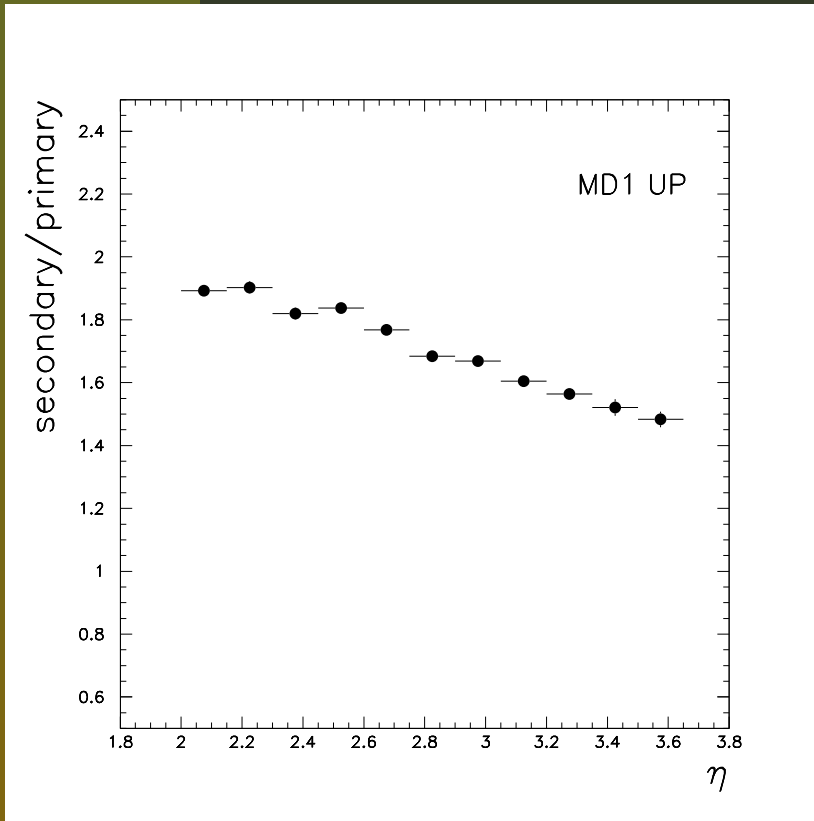
- Aby wyznaczyć okupancję cząstek z okupancji pasków zakładano możliwość sprzężeń między paskami detektora
- Współczynniki sprzężeń oraz okupancję cząstek wyznaczono minimalizując różnicę między rozkładem klastrów w danych eksperymentalnych i rozkładem generowanym w symulacjach Monte Carlo



Przykładowy rozkład klastrów po minimalizacji (metoda downhill simplex)

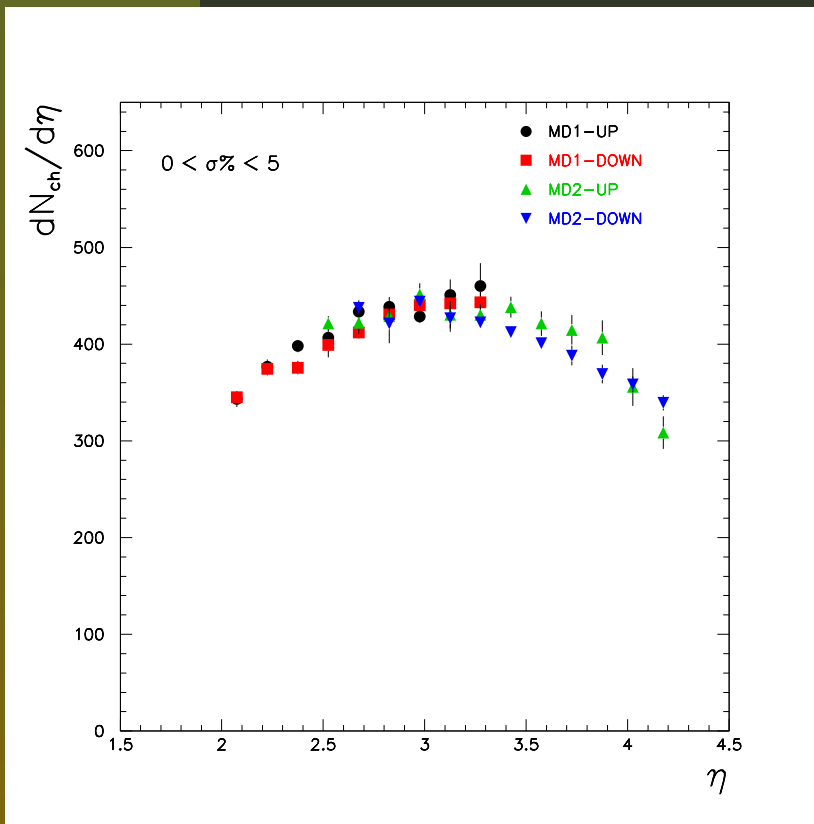
Cząstki rejestrowane a pierwotne

Stosunek $dN_{mierzona}/d\eta$ do $dN_{ch}/d\eta$ z symulacji MC GEANT+VENUS

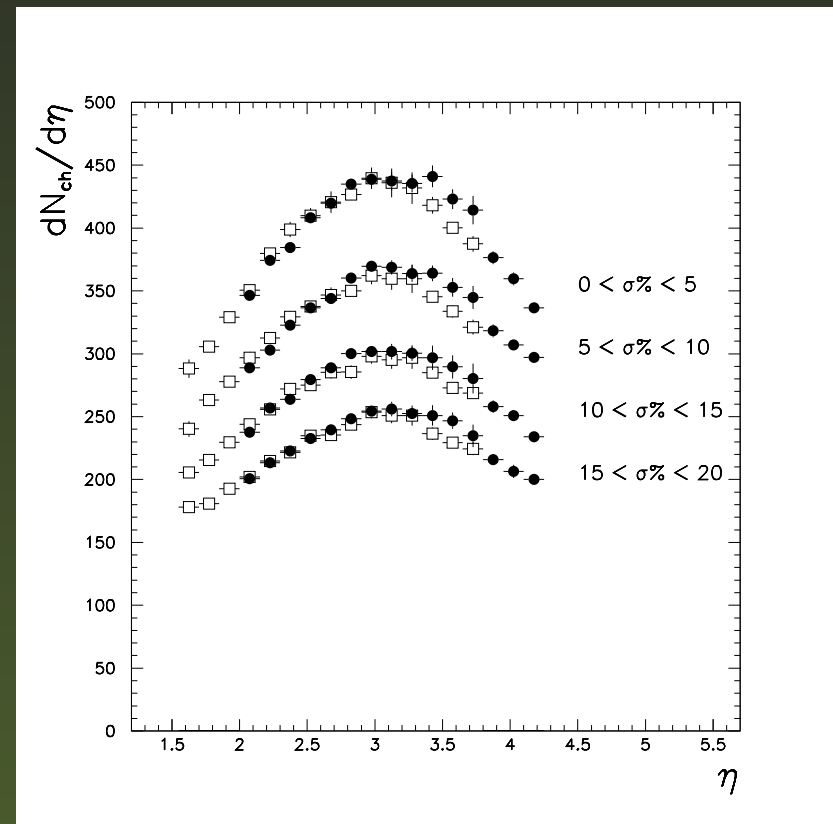


Wyniki otrzymane dla zderzeń Pb-Pb przy 158 GeV/nukleon i tarczy 3 mm

$dN_{ch}/d\eta$ cząstek pierwotnych



Wyniki dla tarczy 3 mm

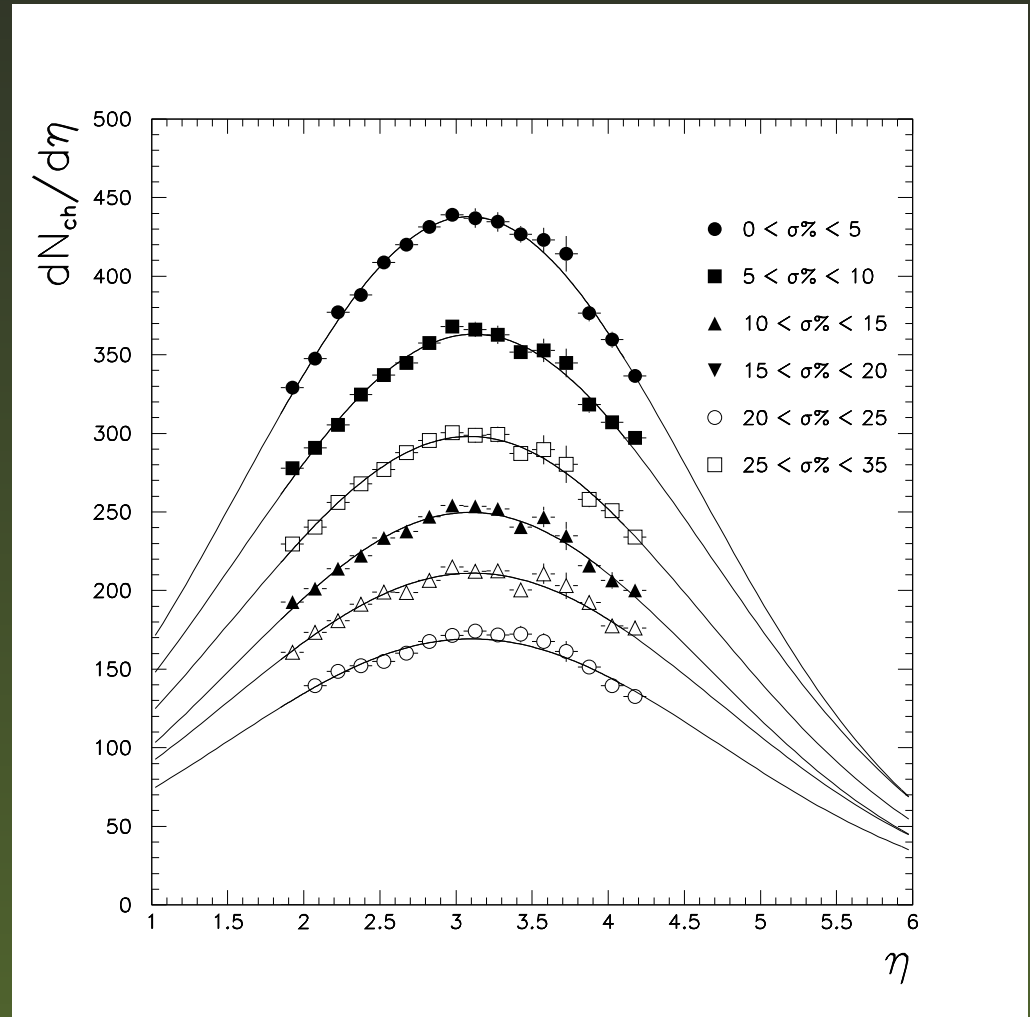


Wyniki dla dwóch różnych tarcz Pb

$dN_{ch}/d\eta$ dla energii 158 GeV/nukleon

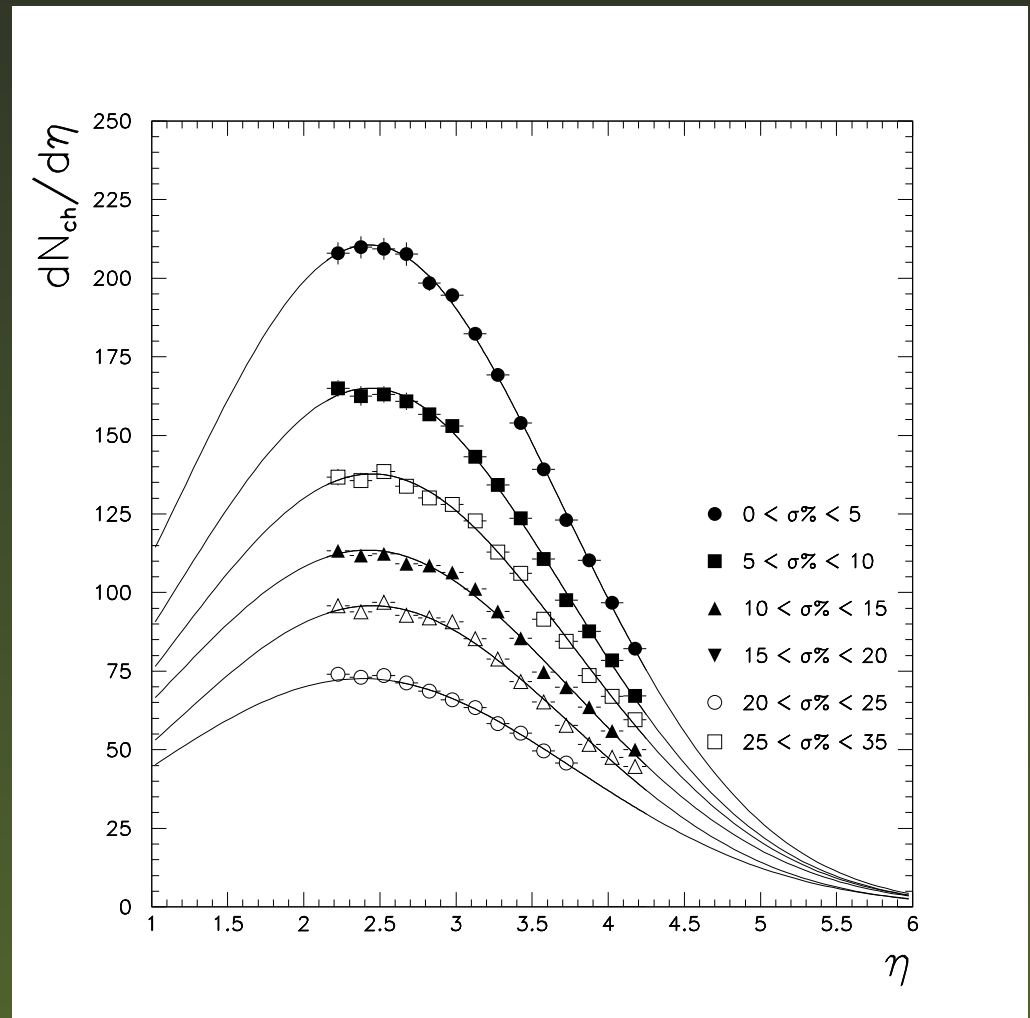
Rezultaty otrzymane dla klas centralności wyznaczonych z energii poprzecznej E_T

Praktycznie takie same wyniki otrzymano dla klas centralności wyznaczonych z energii podłużnej E_{ZDC}



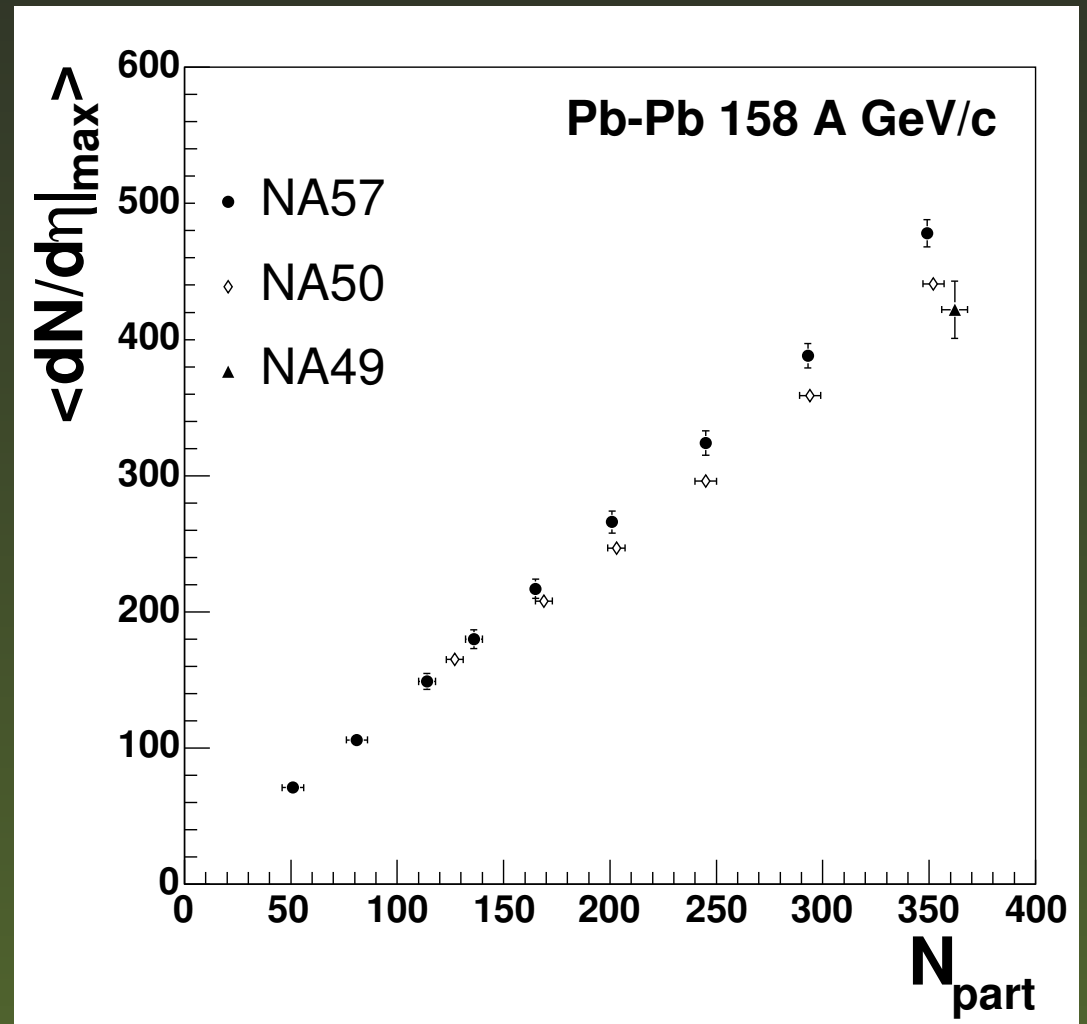
$dN_{ch}/d\eta$ dla energii 40 GeV/nukleon

Analizy wykonano tylko dla klas centralności wyznaczonych z neutralnej energii poprzecznej E_T



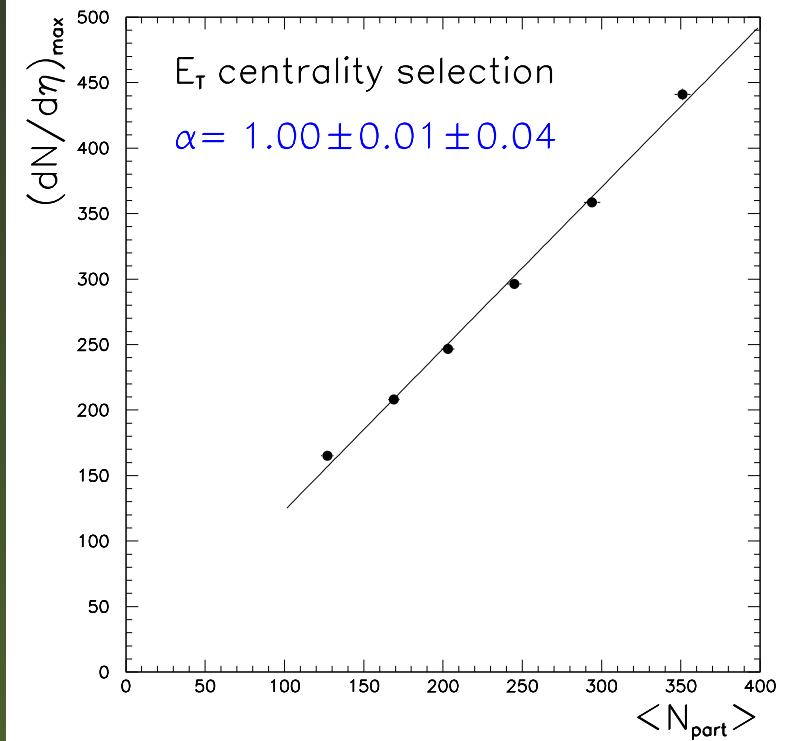
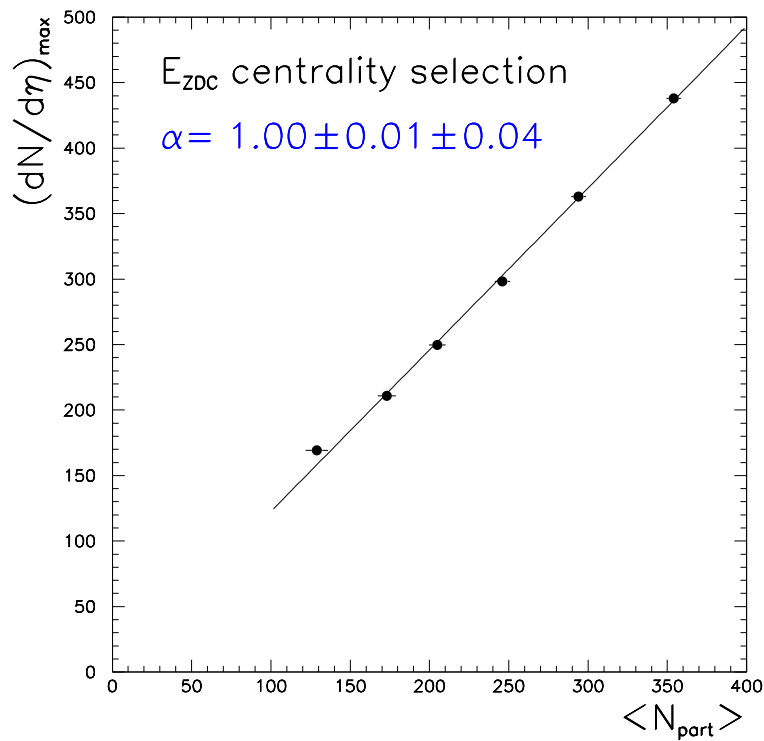
Porównanie z innymi eksperymentami

- Dla energii 158 GeV bardzo dobra zgodność z NA49 i dobra z NA57
- Dla energii 40 GeV duże rozbieżności



$dN_{ch}/d\eta \big|_{max}$ vs N_{part} dla 158 GeV/nukleon

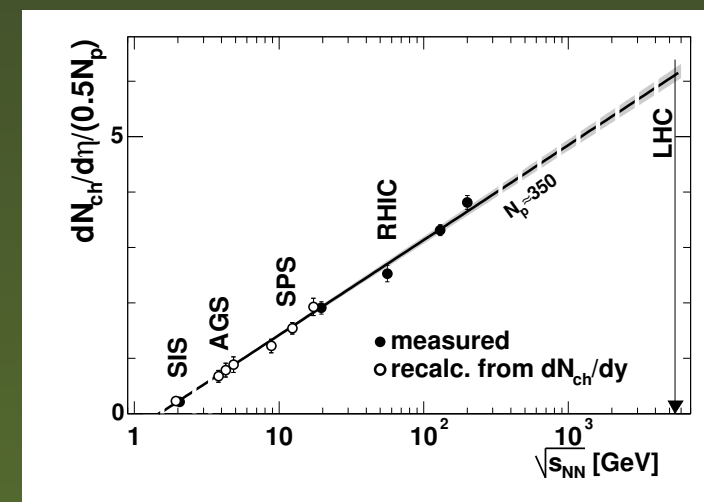
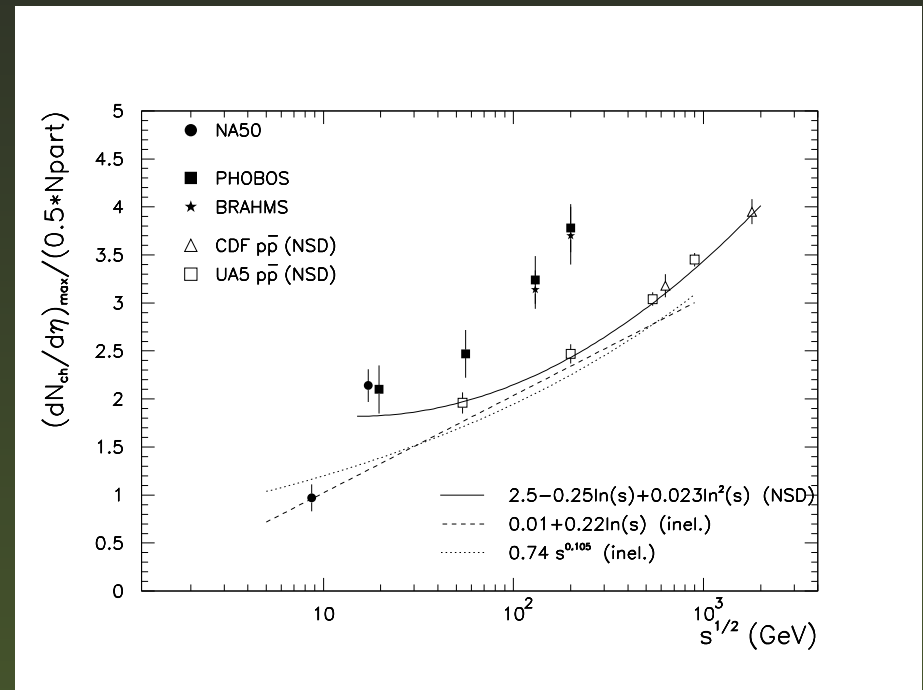
$$\left(\frac{dN_{ch}}{d\eta}\right)_{max} \propto N_{part}^{\alpha}$$



$dN_{ch}/d\eta \big|_{max}$ skaluje sie liniowo z N_{part} !

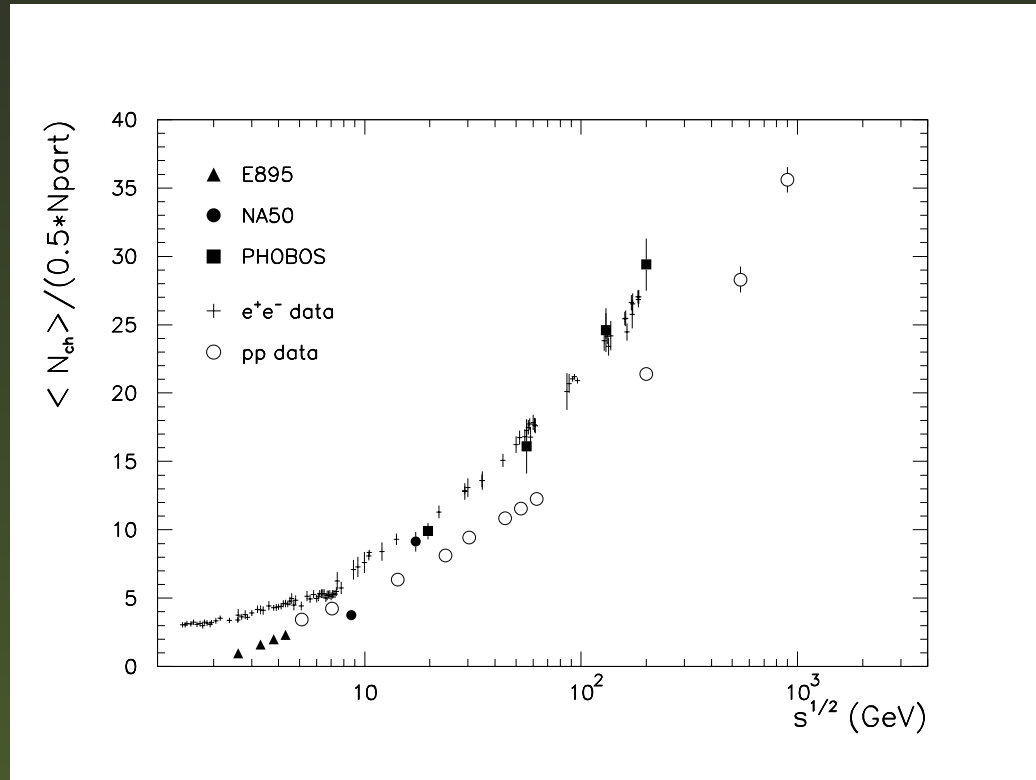
Porównanie $\left(\frac{dN_{ch}/d\eta|_{max}}{0.5 \cdot \langle N_{part} \rangle} \right)$ vs \sqrt{s}

- Przy dostatecznie dużej energii zderzenia ciężkich jonów nie obserwuje się efektu “leading particle”
- Obecnie, biorąc też pod uwagę wyniki AGS i inne SPS (NA49) wydaje się, że $\left(\frac{dN_{ch}/d\eta|_{max}}{0.5 \cdot \langle N_{part} \rangle} \right)$ skaluje się logarytmicznie z \sqrt{s}
kompilacja PHENIX \Rightarrow



Porównanie $\left(\frac{N_{chTOT}}{0.5 \cdot \langle N_{part} \rangle}\right)$ vs \sqrt{s}

Z rosnącą energią
 $\left(\frac{N_{chTOT}}{0.5 \cdot \langle N_{part} \rangle}\right)$ dla ciężkich
jonów skaluje się jak w
oddziaływaniach e^+e^-
Jest to zgodne z hipotezą
braku efektu “leading
particle”



Produkcja J/ψ w zderzeniach Pb-Pb przy energii 158 GeV/nukleon

■ J/ψ vs centralność oddziaływania

B. Alessandro, ..., M. Idzik et al. (NA50 Collaboration), *A new measurement of J/ψ suppression in Pb-Pb collisions at 158 GeV per nucleon*, Eur. Phys. J. C **39** (2005) 335

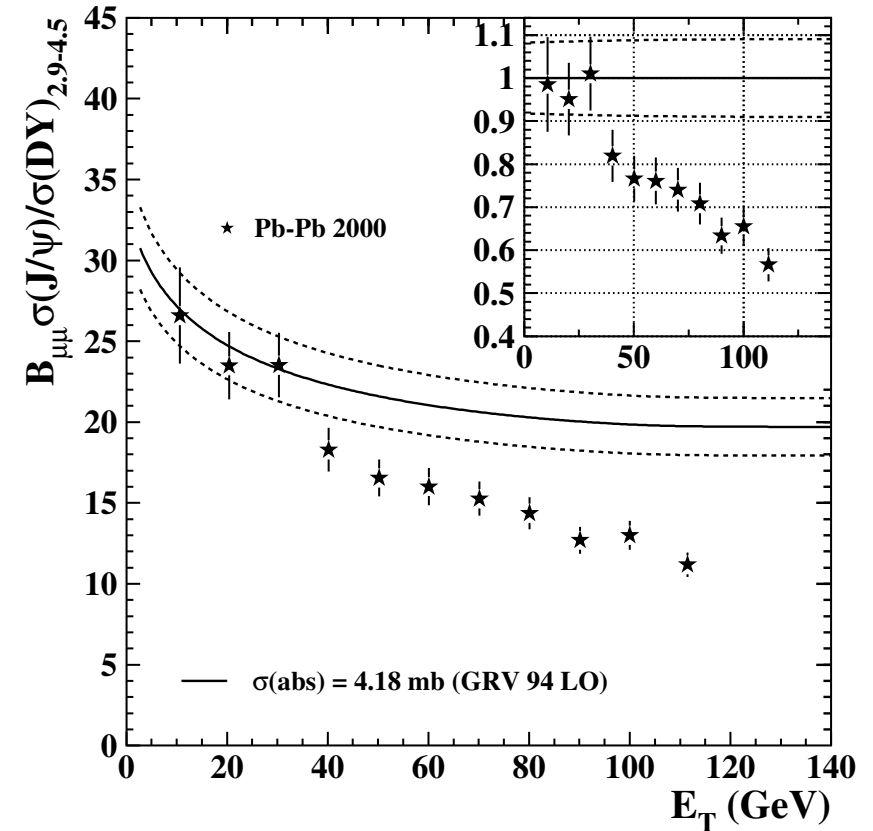
M. Idzik for the NA50 Collaboration, *Pseudorapidity distributions of charged particles at super proton synchrotron energies from the NA50 experiment*, 29th Int. Symposium on Multiparticle Dynamics, World Scientific, Singapore 2000

M.C. Abreu, ..., M. Idzik et al. (NA50 Collaboration), *Anomalous J/ψ suppression in Pb-Pb interactions at 158 GeV/c per nucleon*, Phys. Lett. B **410** (1997) 337

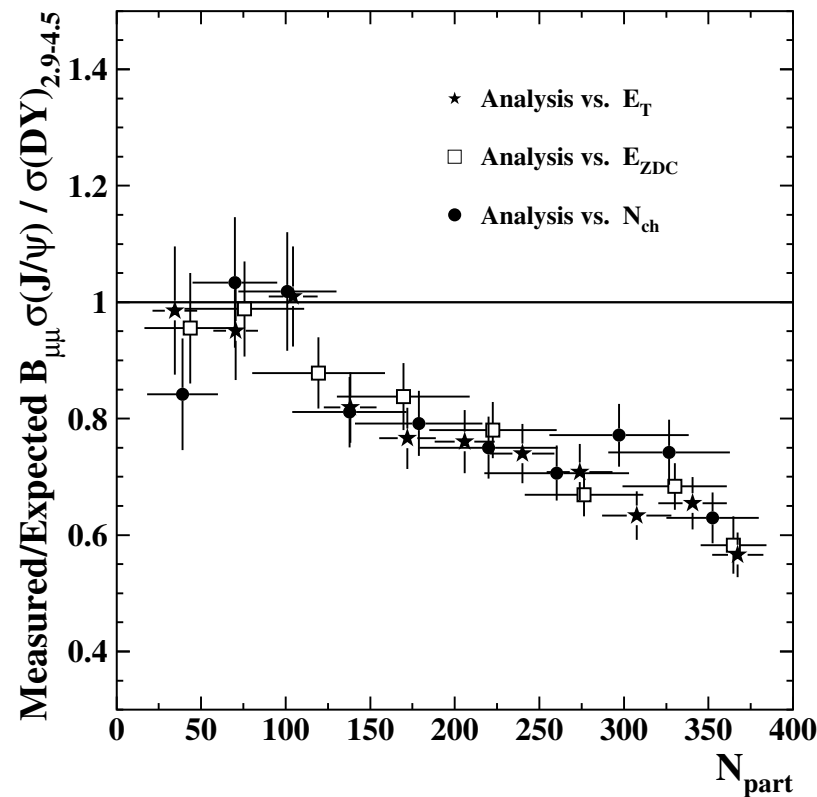
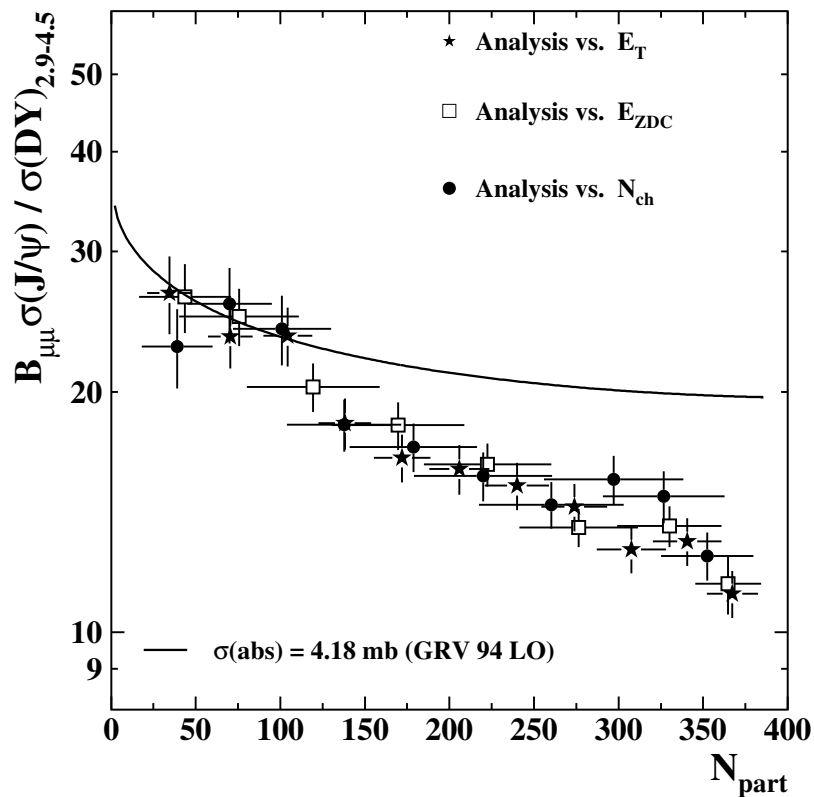
M.C. Abreu, ..., M. Idzik et al. (NA50 Collaboration), *The dependence of the anomalous J/ψ suppression on the number of participant nucleons*, Phys. Lett. B **521** (2001) 195

J/ψ vs E_T

Powyżej $E_T=35$ GeV
przekrój czynny na
 J/ψ wyraźnie spada
poniżej wartości
oczekiwanych dla
normalnej materii
hadronowej



J/ψ vs centralność oddziaływania



Czy tłumienie J/ψ jest przejawem istnienia QGP ?

Konkluzje

- Zbudowano Detektor Krotności przy bardzo trudnych wymaganiach dotyczących wysokiej częstotliwości próbkowania, wysokiej okupacji cząstek, bardzo silnych obciążeń radiacyjnych
- Detektor pracował i dostarczał dane do analiz w latach 1996-2000
- Przy pomocy Detektora Krotności zapewniono identyfikację oddziaływań Pb-Pb
- Wykonano samodzielne analizy $dN_{ch}/d\eta$, analizy krotności w funkcji centralności oraz energii oddziaływania. M.in. zaobserwowano liniowe skalowanie $dN_{ch}/d\eta |_{max}$ z N_{part}

Wnioski nie tylko dla LHC

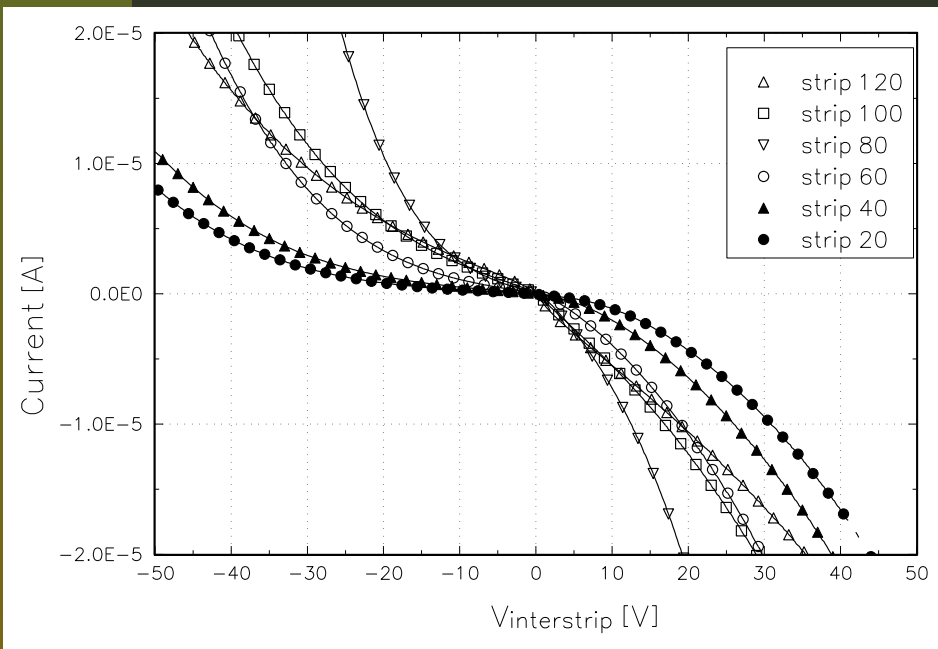
■ :)

- Doświadczenie przy budowie “dużego” systemu (detektory, front-end, efekty radiacyjne). Wykorzystane przy ALICE (krzemowe detektory dryfowe), ATLAS (detektory paskowe, front-end), w przyszłości ILC

■ :(

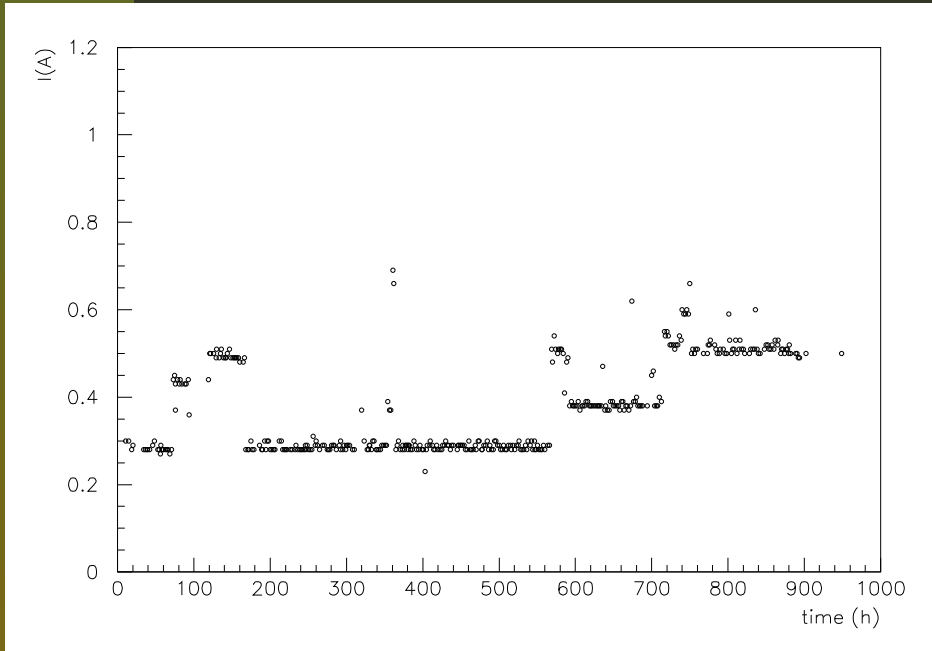
- Detektor nie działa z prostych powodów (NA50: kaptonowe połączenia), skomplikowane komponenty działają dobrze (były długo studiowane)
- Każdy nieprzetestowany ułamek funkcjonalności zemści się w przyszłości (NA50: stopień wejściowy CDP)
- Analizy muszą być gotowe przed eksperymentem (NA50: za późno zaobserwowany problem klastrów, grubość tarczy - flow)

Izolacja pasków detektora po inwersji



...

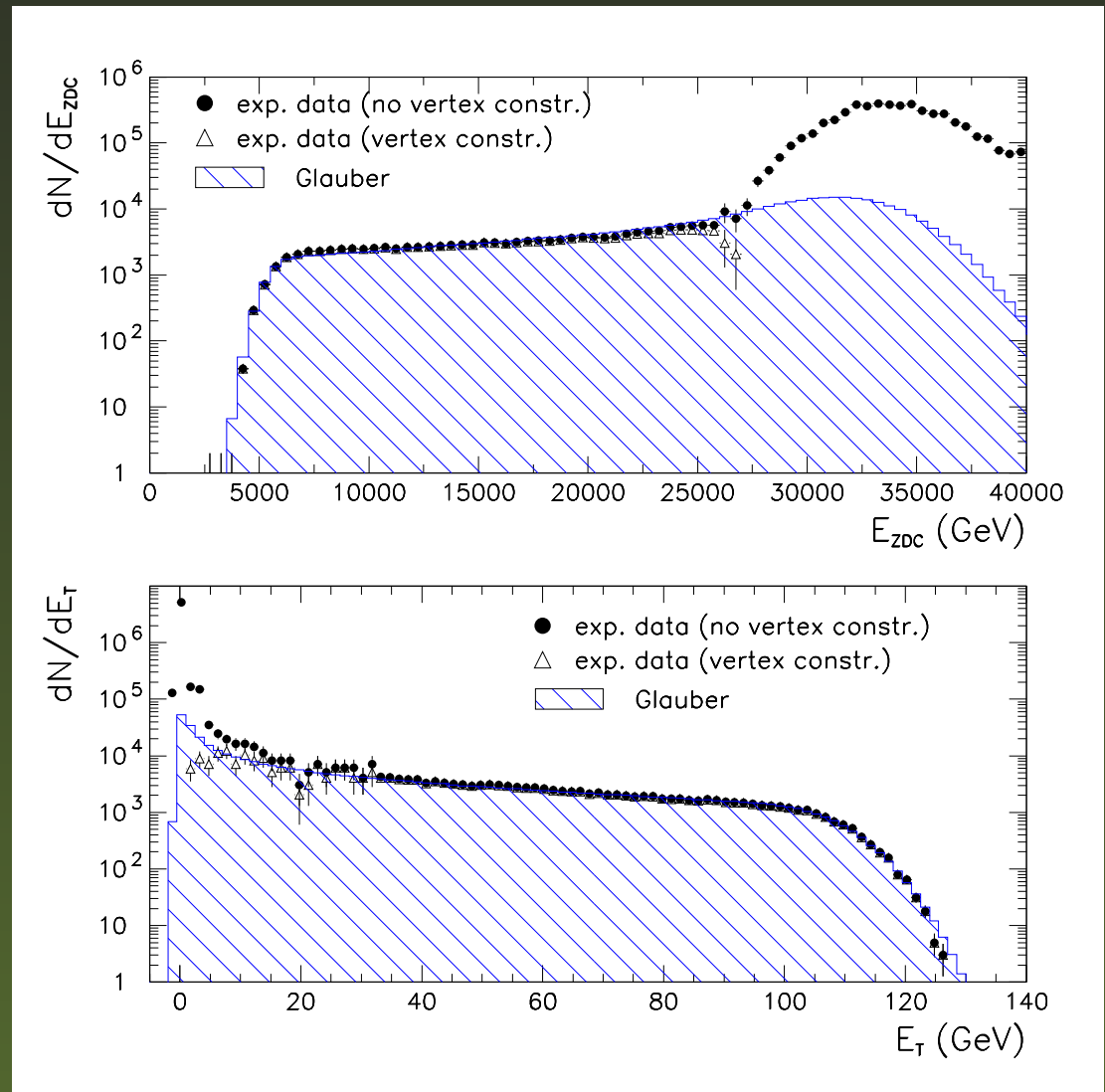
Efekty radiacyjne w elektronice front-end

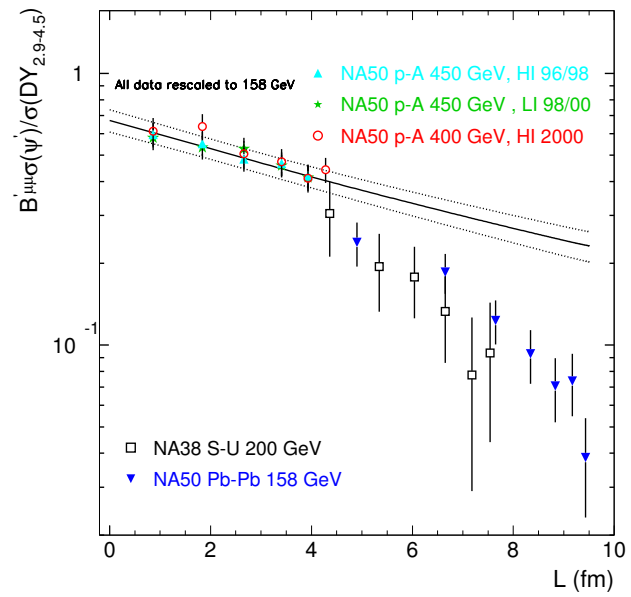


...

Spectra dla 158 GeV/nukleon

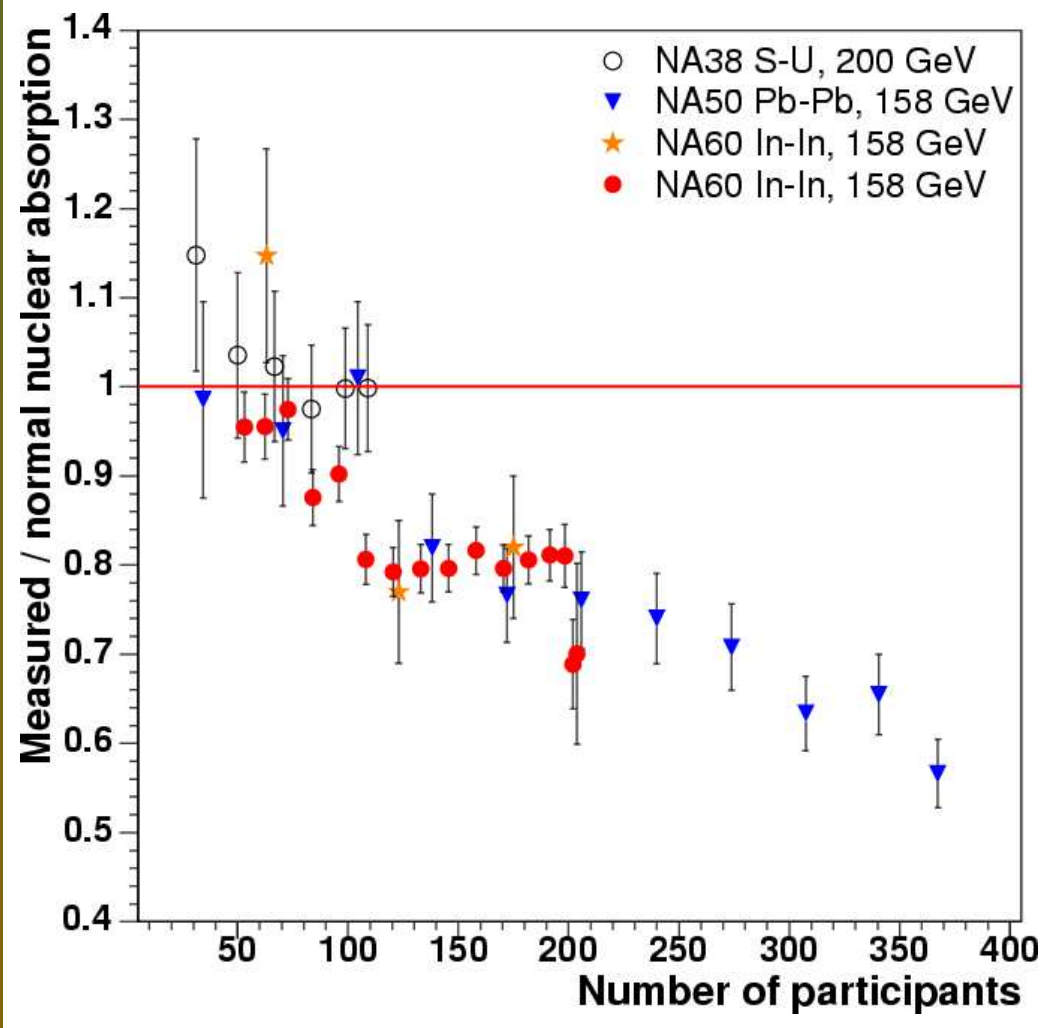
Bardzo dobra zgodność
danych z modelem



ψ' 

...

NA60 In-In collisions



Podwyższenie częstotliwości próbkowania z 25 MHz do 50 MHz

- Przeprojektowanie interfejsu wewnątrz BUSIF na w pełni różnicowy
- Przeprojektowanie układu dystrybucji zegara na EXTCARD
- Zapewnienie poprawnej terminacji sygnałów
- Zapewnienie poprawnej fazy zapisu sygnałów do BUSIF poprzez dodanie dodatkowych modułów opóźnień pomiędzy sygnałami kontrolnymi a danymi

Po tych zmianach efektywność transmisji danych osiągnęła ponad 90%

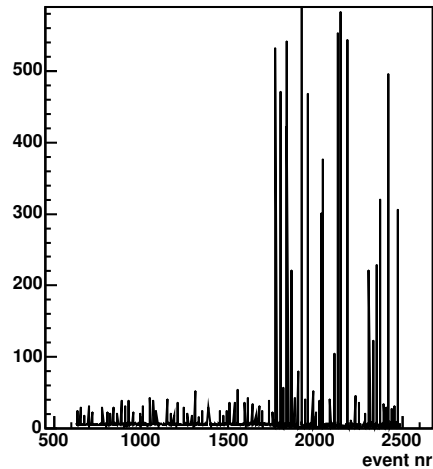
Dedykowane oprogramowanie w C++

- Organizacja danych w detektorze
- Trójwymiarowy opis detektora z przesunięciami i obrotami
- Analiza akceptancji detektora
- Identyfikacja oddziaływań Pb-Pb
- Generacja MC cząstek w detektorze
- Znajdowanie okupancji pasków detektora na podstawie rozkładu klastrów. Do minimalizacji zastosowano metodę simpleks (downhill simplex method)

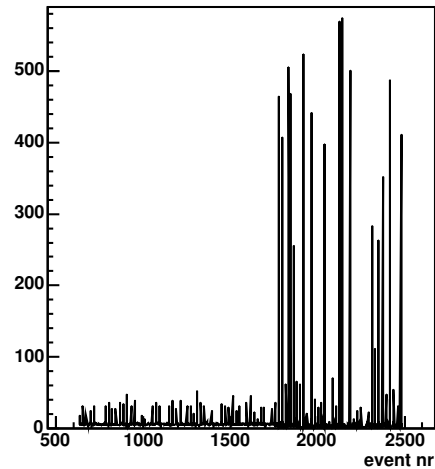
Oddziaływania o nieskorelowanej energii...

Za krótki
czas na
odczyt
rejestrowa-
nych
oddziały-
wań.
Wydłu-
żono
go!

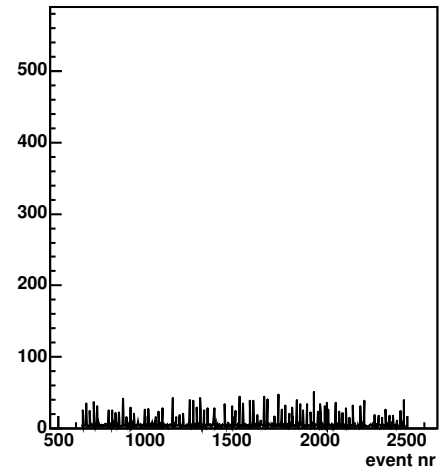
Multiplicity/ET for busif 1



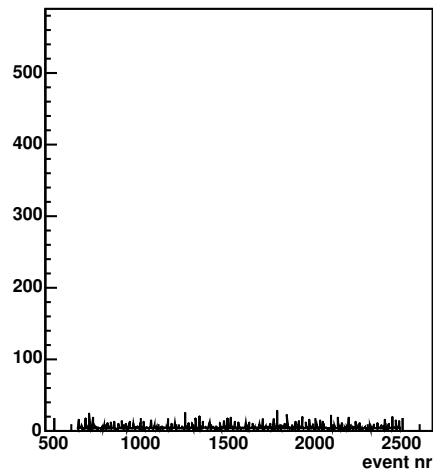
Multiplicity/ET for busif 2



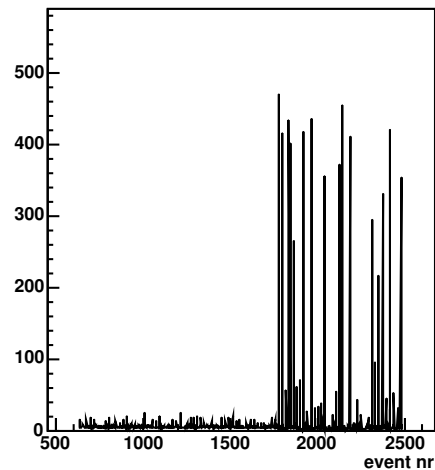
Multiplicity/ET for busif 3



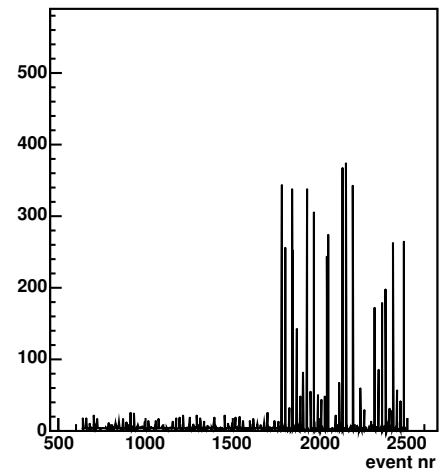
Multiplicity/ET for busif 4



Multiplicity/ET for busif 5



Multiplicity/ET for busif 6



$dN_{ch}/d\eta$ dla energii 158 GeV/nukleon

Rezultaty otrzymane dla klas centralności wyznaczonych z energii podłużnej E_{ZDC}
Bardzo dobra zgodność z E_T

