



AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



System wyzwalań i filtracji w eksperymentach ATLAS na LHC

Tomasz Bołd, AGH

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Katedra Oddziaływań i Detekcji Cząstek

Plan

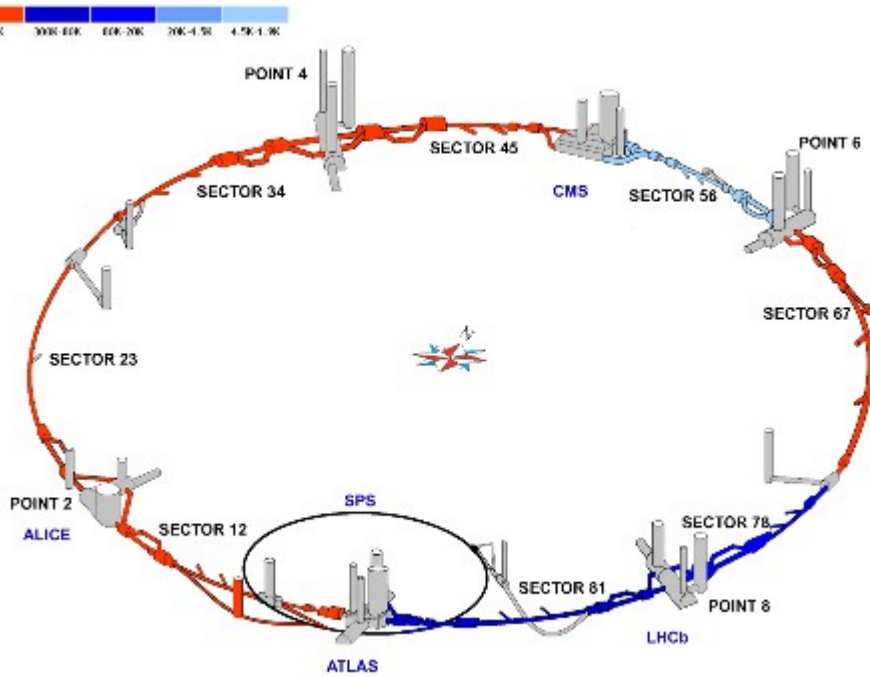


- Przedstawienie problemu
- Historia
- Podstawowe pojęcia
- Implementacja
- Monitorowanie
- Rezultaty
- Podsumowanie

LHC – Wielki zderzacz hadronów

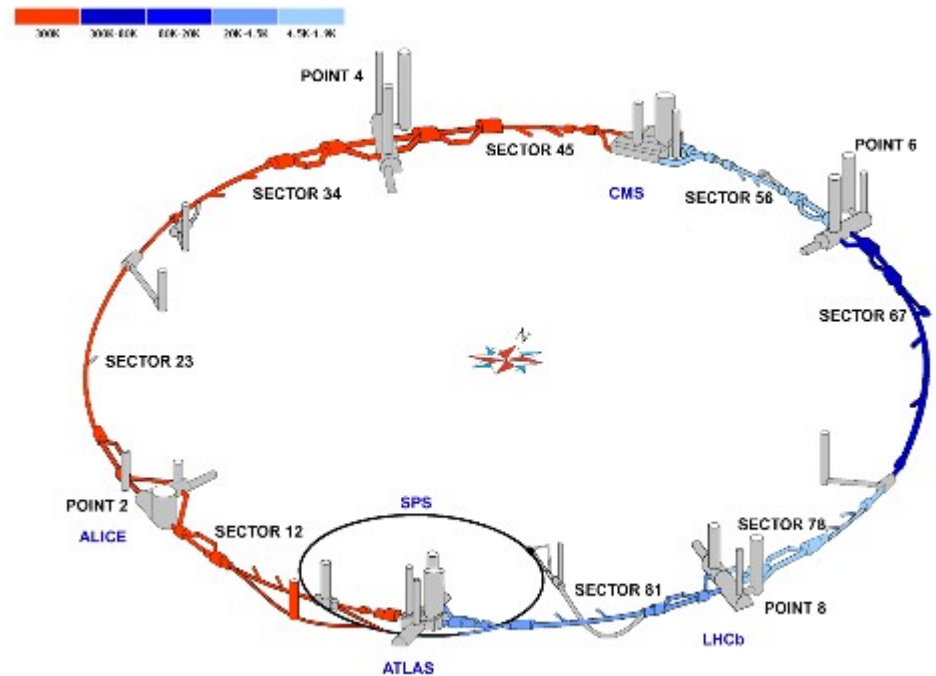


- 27km – obwód
- 7TeV – energia protonów
- 2808 - wypełnionych pęczków – na obwodzie
- 25ns – czas między zderzeniami pęczków
- $1.15 \cdot 10^{11}$ - protonów na pęczek – 19 nieelastycznych zderzeń na przecięcie
- 16 μm - rozmiar wiązki w punkcie interakcji
- całkowita energia zgromadzona przy maksymalnej świetlności 360 MJ/wiązkę
- pola magnetyczne wytwarzane przez 1232 nadprzewodzące magnesy (indukcja 8.4T)
- 4 eksperymenty – **ATLAS**, CMS, LHCb, Alice



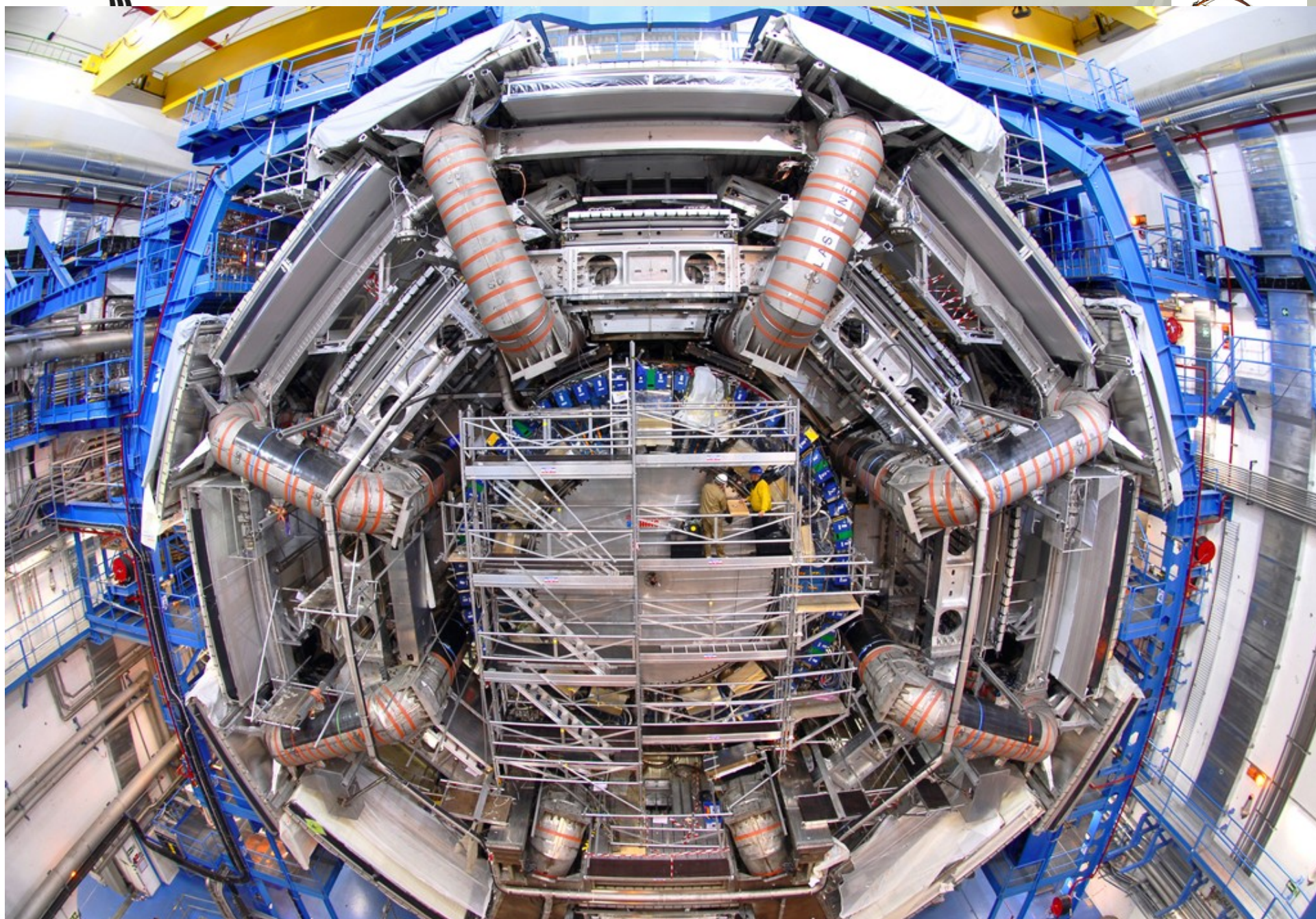
środa - 26.03.2008

wtorek - 01.04.2008





<http://atlas.ch/multimedia/index.html>





**ATLAS
Collaboration**

Argentina	Morocco
Armenia	Netherlands
Australia	Norway
Austria	Poland
Azerbaijan	Portugal
Belarus	Romania
Brazil	Russia
Canada	Serbia
Chile	Slovakia
China	Slovenia
Colombia	Spain
Czech Republic	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Taiwan
Georgia	Turkey
Germany	UK
Greece	USA
Israel	CERN
Italy	JINR
Japan	

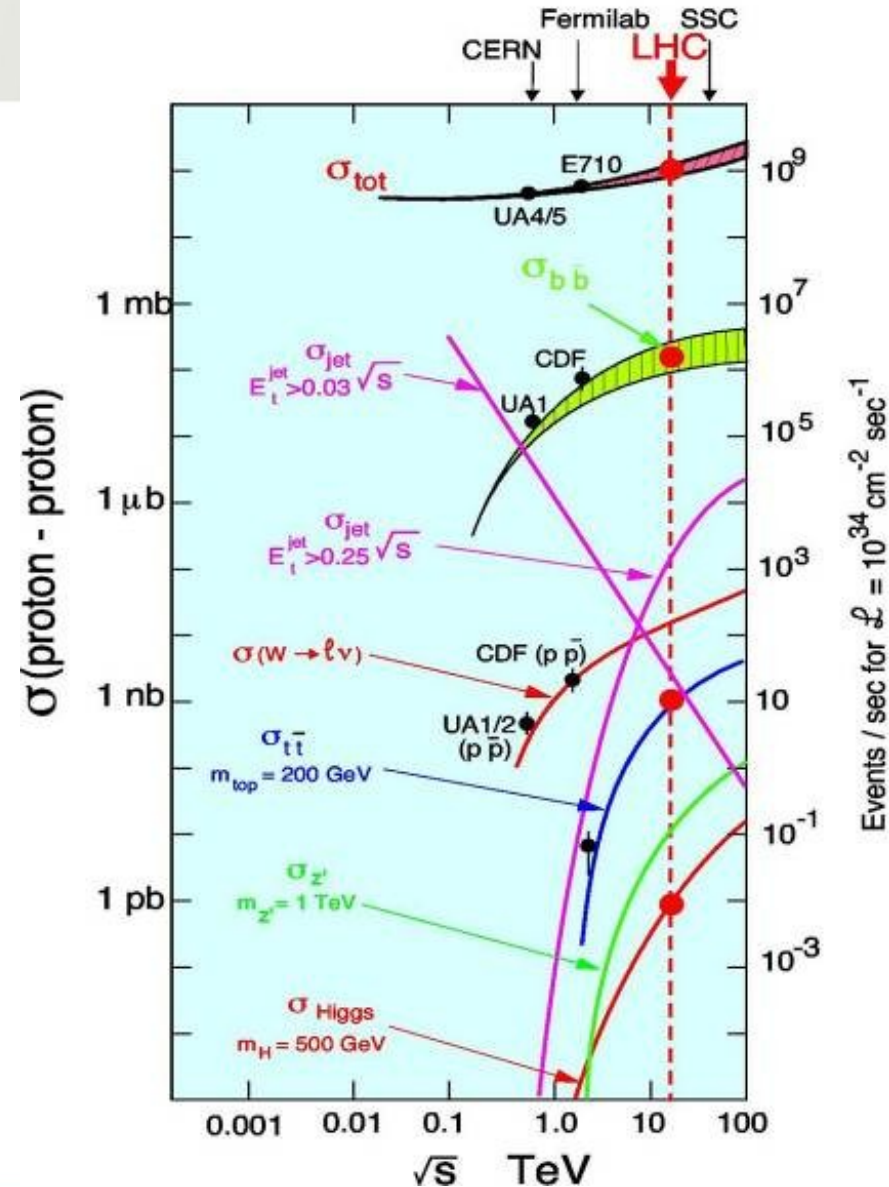


AGH

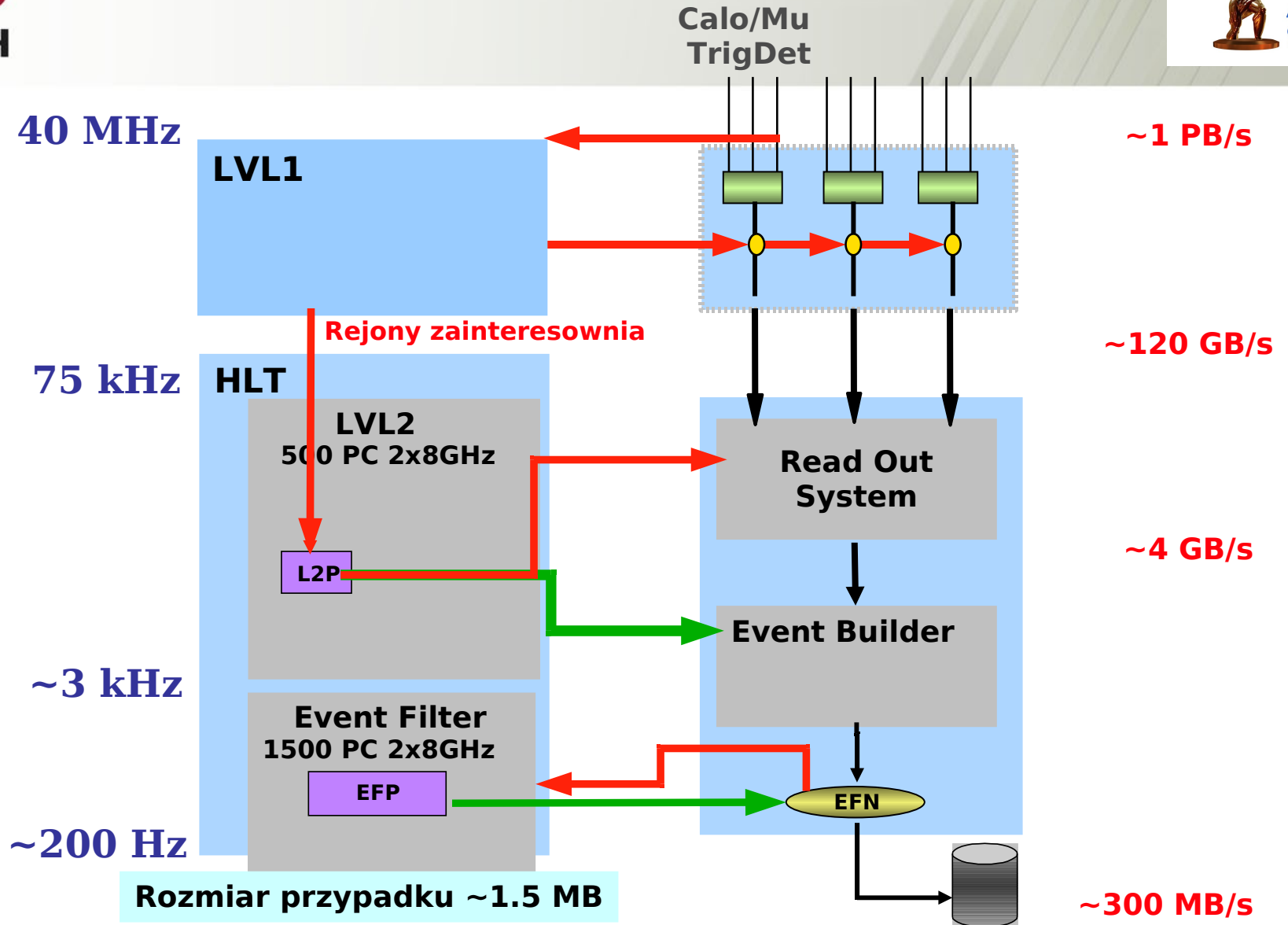
Postawienie problemu cd.



- Niefiltrowany strumień danych rzędu **1 PB/s!**
- Przekroje czynne (interesujących procesów) $\sim 10^{-6} \sigma_{tot}$
- W jednej sekundzie:
 - 40 000 000 zderzeń,
 - ~ 2000 przypadków W ,
 - ~ 500 przypadków Z ,
 - ~ 10 przypadków t ,
 - ~ 0.1 przypadków Higgsa?
 - **200 przypadków zapisanych.**
- 200 interesujących przypadków – czyli 5/1 000 000
- W tym celu dokonuje częściowej analizy każdego przypadku
- Obecności sygnatur fizycznych np:
 - 2 leptony o masie niezmienniczej ~ 90 GeV
 - lepton o energii > 100 GeV i przynajmniej 5 depozytów hadronowych



Postawienie problemu cd.





- Tryger na poziomie L2 i EF (HLT) przetwarza dane z następującymi częstościami:
 - wejście na L2 75kHz – wyjście 3kHz
 - wybieramy 1 przypadek z 25 – 4%
 - czas przetwarzania na przypadek 10ms (8GHz CPU)
 - wejście na EF 3 kHz – wyjście 200 Hz
 - wybieramy 1 przypadek z 15 – 6%
 - czas przetwarzania 1s (8GHz CPU)
- **Większość przetwarzania wykonuje się dla przypadków odrzuconych**

Postawienie problemu cd.



- Przypadki należy odrzucać jak najszybciej
 - early rejection principle
- Przetwarzać należy tylko fragment detektorów (RoI)
 - RoI based

Za implementacje tych cech odpowiada program sterowania algorytmami trygera wysokiego poziomu – HLT Steering



- W 2005 HLT Steering był prototypem
 - prototyp ten pozwalał na ewaluacje wcześniej przedstawianych zasad
- W latach 2005-2007 dokonano finalnej implementacji
 - zmiany we wszystkich algorytmach HLT
 - całkowicie przepisany HLT steering
- Obecny kod jest sprawdzony off-line i on-line

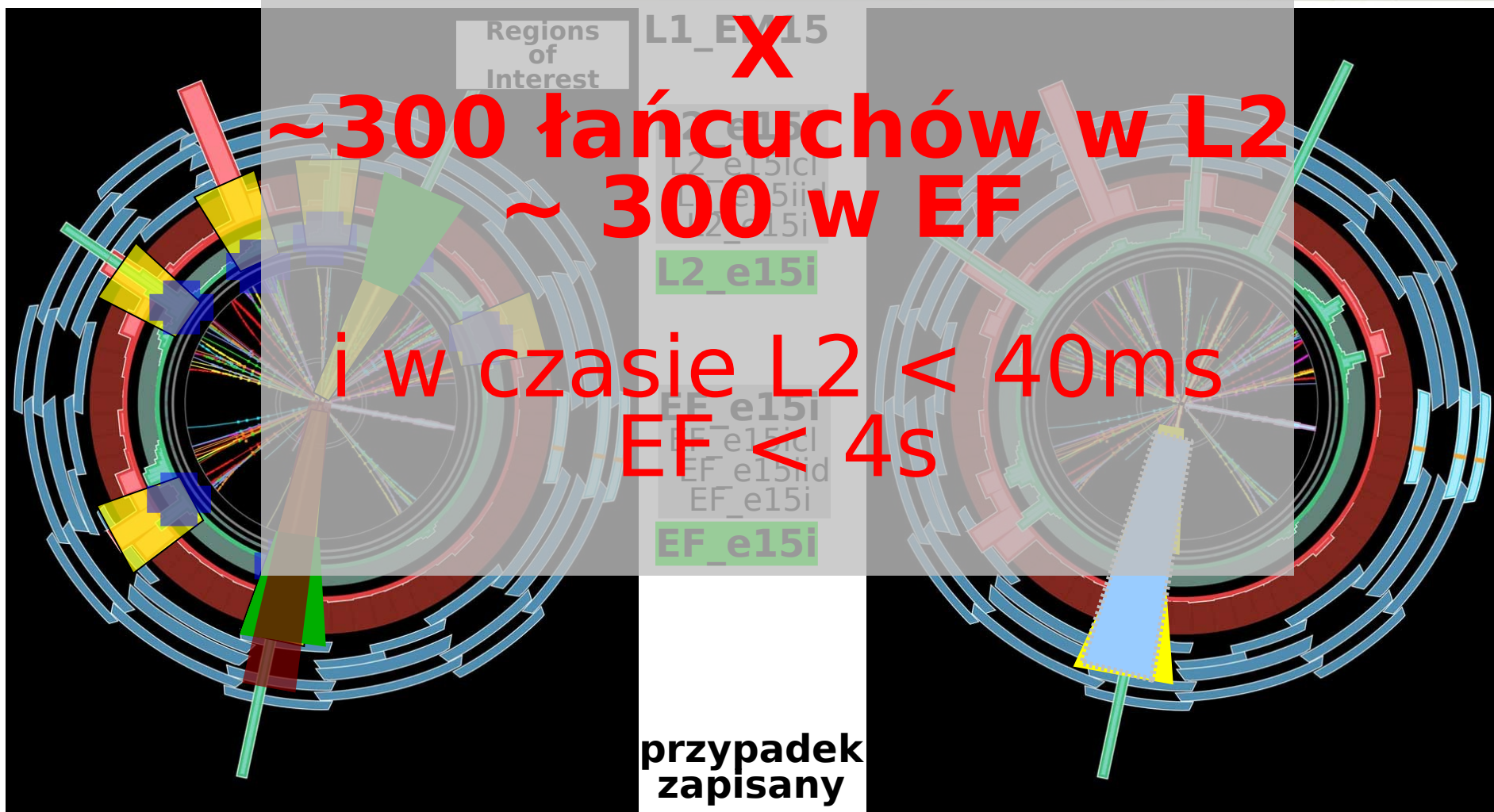
Osoby zaangażowane w projekt



N. Berger (LAPP Annecy)
T. Bołd - koordynacja (**AGH-UST** i Univ. of California, Irvine)
T. Eifert (Universite de Geneve)
S. George (Royal Holloway, University of London)
J. Haller (Universitaet Hamburg)
A. Hoecker (CERN)
J. Masik (University of Manchester)
M. zur Nedden (Humboldt-Universitaet zu Berlin)
G. Fischer (Humboldt-Universitaet zu Berlin)
C. Risler (Humboldt-Universitaet zu Berlin)
C. Schiavi (INFN, Sezione di Genova)
V. Perez Reale (CERN)
J. Stelzer (CERN)
X. Wu (Universite de Geneve)

IEEE TNS-00281-2007

- **Rejon zainteresowania** - **RoI** - stożek θ , $\Delta\theta$, φ , $\Delta\varphi$
- **Cechy** – Trigger Feature - obiekty opisujące obserwable fizyczne (TrigElectron – \mathbf{p} , q , z_0 , $\Delta z_0, \dots$)
- **Algorytm rekonstrukcji** – **Feature Extraction (FEX)** – wykonujący rekonstrukcje obserwabli fizycznych
- **Algorytm hipotezy** – **Hypothesis (Hypo)** – dokonuje selekcji (uogólnione cięcia)
- **Łańcuch trygera** – **TriggerChain** – inaczej sub-tryger lub linia trygera – np. elektron 10GeV, muon 6GeV, elektron 100GeV + foton 25GeV

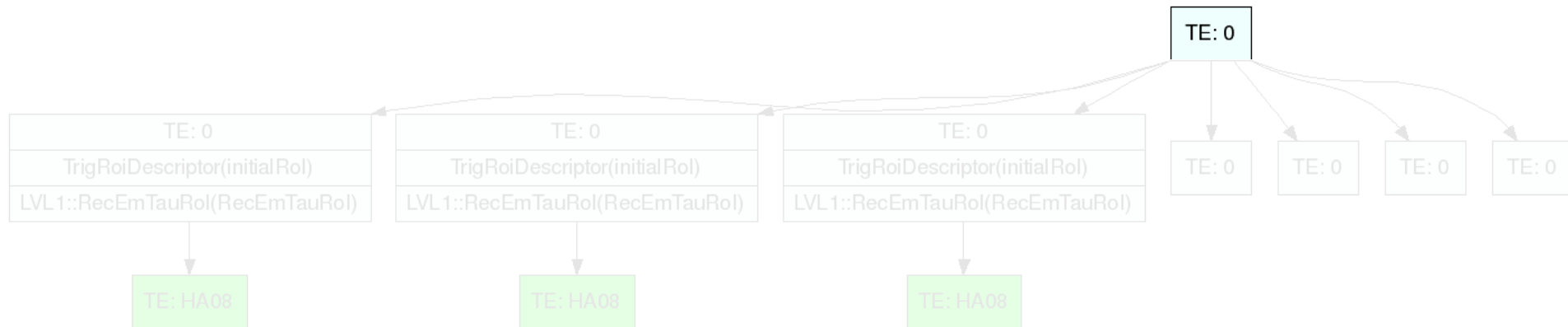


- Na poziomie 2 (L2):
 - dekodujemy informacje o Rol
 - odpowiednie łańcuchy są aktywowane (zgodnie z informacją z poziomu 1)
 - 1 dla wszystkich łańcuchów sprawdzana jest pierwsza sygnatura
 - 2 co pociąga wykonanie pierwszych sekwencji algorytmów FEX i Hypo
 - 3 jeśli nie ma łańcucha o spełnionej sygnaturze przypadek odrzucamy
 - 4 w przeciwnym razie weryfikujemy drugą sygnaturę i dalej jak od kroku 2
 - 5 jeśli nie ma więcej kroków do wykonania w żadnym łańcuchu przypadek akceptujemy
- Na poziomie 3 (EF):
 - ~identycznie ale aktywujemy łańcuchy EF na podstawie odpowiedników z L2

Szczegóły implementacji (cechy trygera)



- Podczas wykonywania sekwencji tworzona jest struktura danych (digraf) zdolna opisać relacje między cechami trygera i geometrią efektywniej niż relacyjna baza danych





- Na koniec dla przypadku zaakceptowanego
 - zachowywany jest rezultat wykonania każdego łańcucha
 - zaakceptowany ?
 - ostatni krok
 - kody błędów
 - ...
 - zachowywane są struktury danych



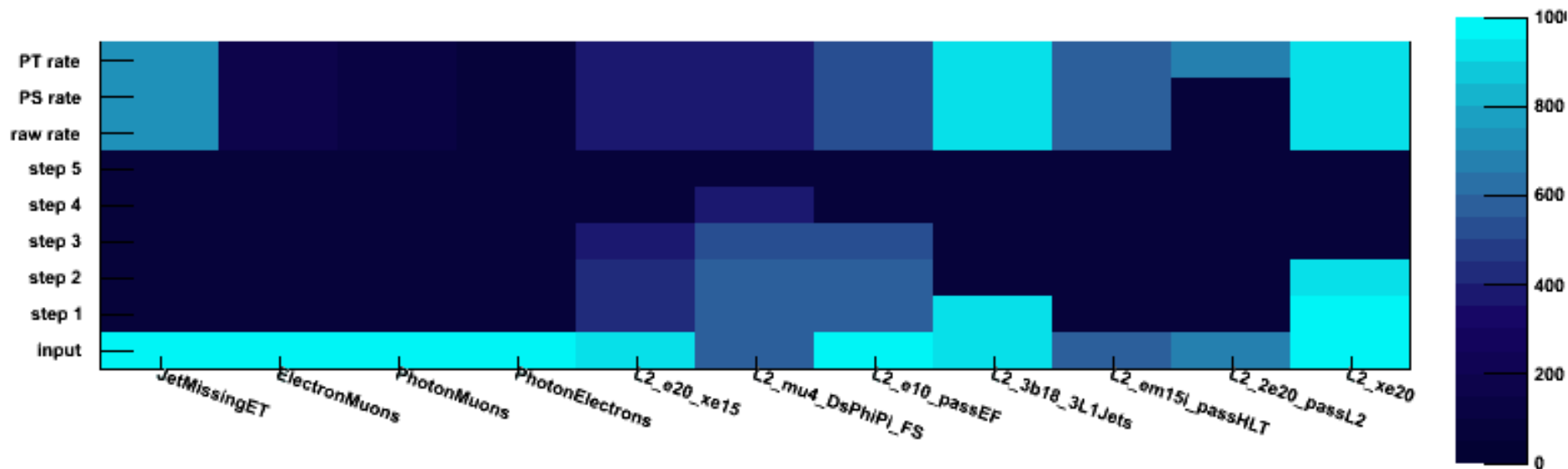
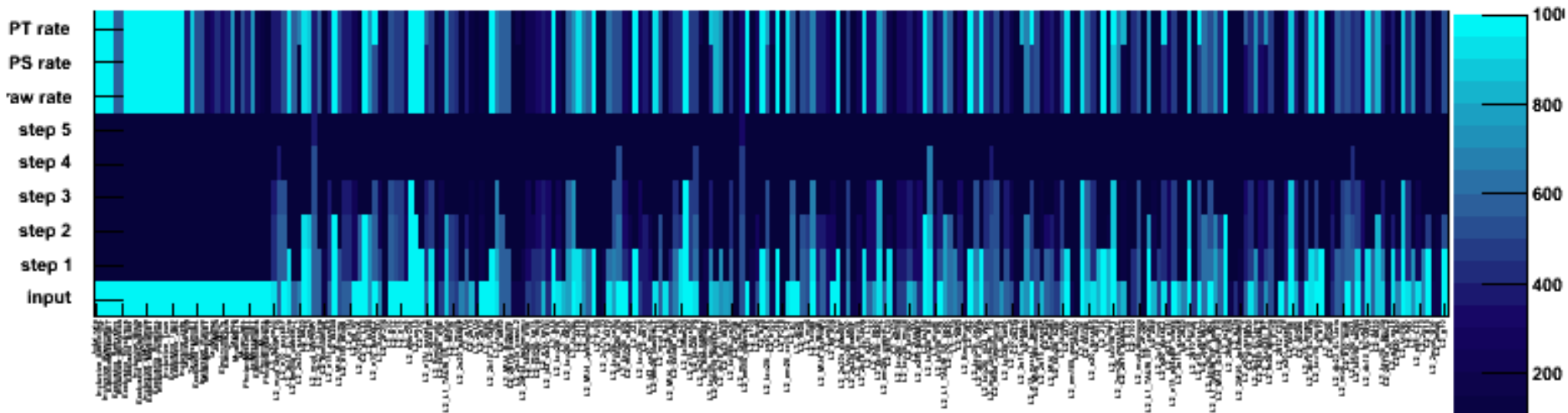
- **Algorytmy hipotez** – uogólnione cięcia
 - bardzo wiele typów tych algorytmów jednocześnie
- **Algorytmy rekonstrukcji** – rekonstrukcja w Rol
 - większość algorytmów FEX jest tego typu np: T2CaloTau
- **Algorytmy kombinatoryczne**
 - mogą łączyć informacje z różnych Rol np: TrigDiElectronMass – wyszukujące pary elektronów o zadanej masie niezmienniczej
- **Algorytmy typu „pełny skan”**
 - mogą wykonywać odczyt całego detektora – np: gdy poszukiwany jest deficyt energii → np: ν



- Monitorowanie trygera jest b. ważne bo przypadków raz odrzuconych nie zobaczymy już nigdy więcej – dobrze jest kontrolować ten proces
Monitoruje się więc:
 - parametry ogólne np: częstości odpowiednich łańcuchów, rozkłady kątowe R_{ol} , częstości błędów, ...
 - parametry obiektów rekonstruowanych
 - monitorowane są czasy wykonania poszczególnych algorytmów
- Parametry te (w postaci histogramów) wyświetlane są on-line dla ekspertów HLT podczas zbierania danych jak też są zachowywane do późniejszej weryfikacji



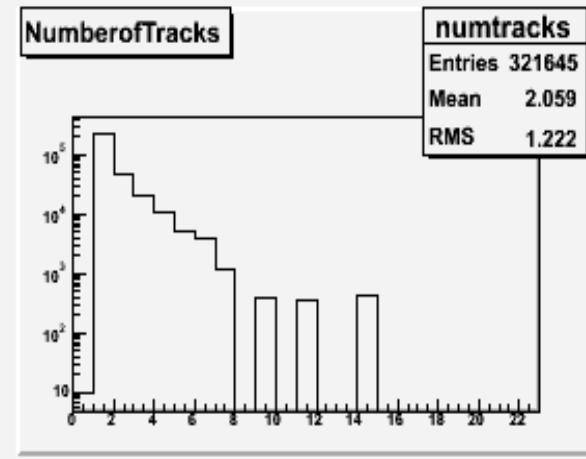
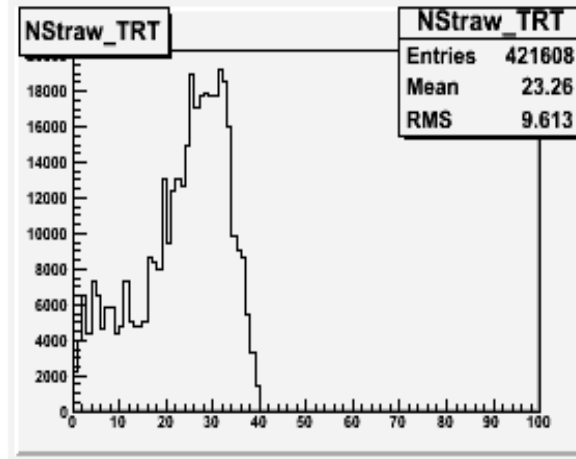
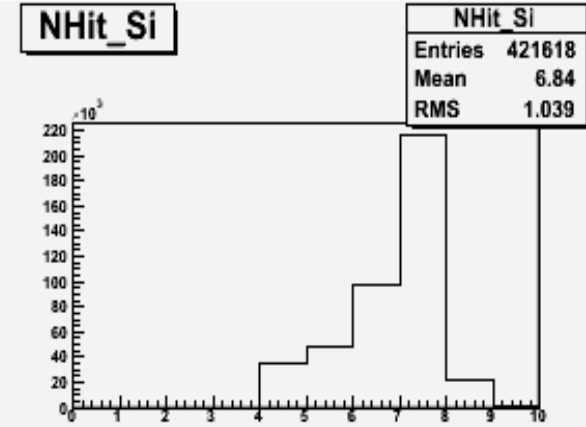
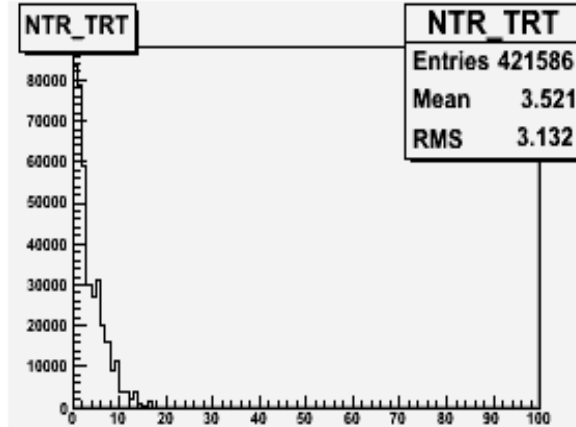
Monitorowanie (częstości i czasów)



Monitorowanie cech trygera



- w sumie ok. 2000 histogramów monitorujących różne aspekty trygera
- bardzo mały nakład na monitorowanie (ok. 0.5 % czasu)

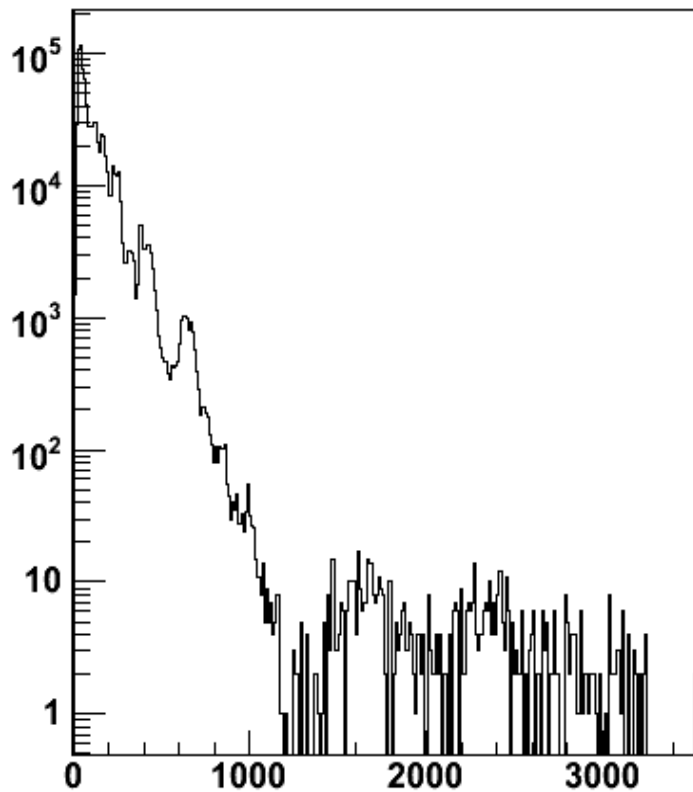


Przykład z ostatnich dni



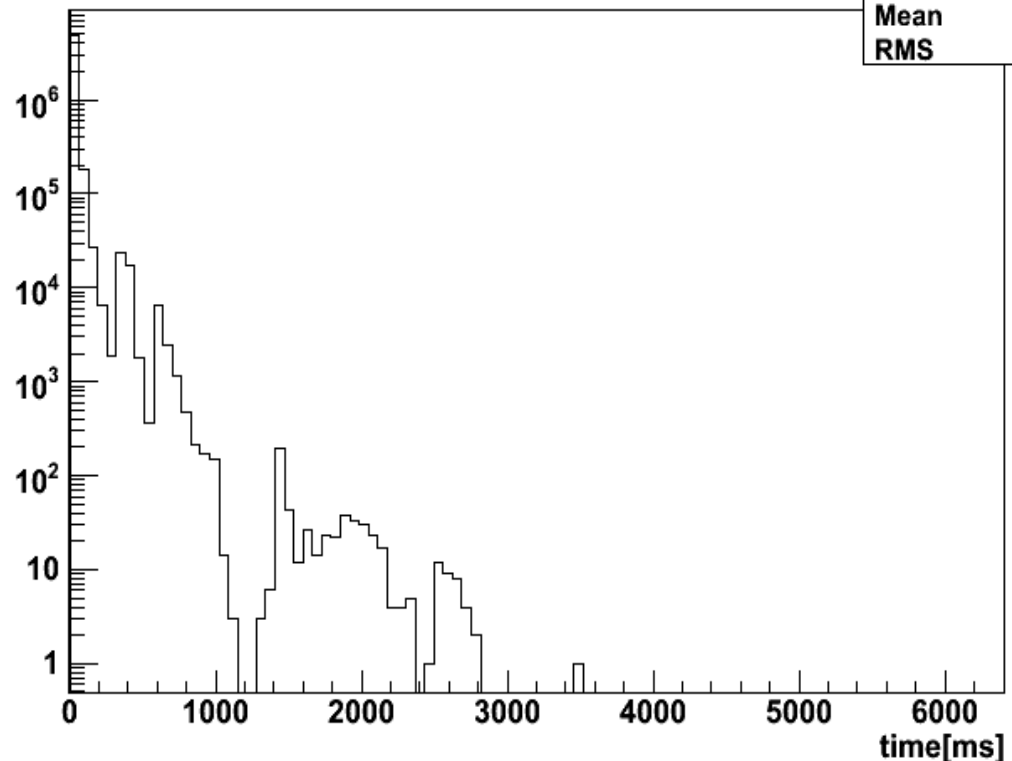
- Implementacja wczesnego odrzucania

LVL2PU Accepted Event Total Processing Time



TotalProcessingTimeAcceptedEvent	
Entries	793504
Mean	121.6
RMS	422.2

LVL2PU Rejected Event Total Processing Time



TotalProcessingTimeRejectedEvent	
Entries	5128626
Mean	39.8
RMS	49.83

- System wyzwiania i filtracji eksperymentu ATLAS jest w ostatniej fazie przygotowań
- Obecnie przeprowadzane testy wskazują na to że spełnia założone wymagania
- Katedra OiDC bierze czynny udział w jego budowie (również budowie całego detektora)

Czekamy na pierwsze zderzenia





- Referencje
 - CHEP 2007 - <http://cdsweb.cern.ch/record/1060531>
 - RT07 – publikacja w IEEE – TNS-00281-2007 - <http://cdsweb.cern.ch/record-restricted/1042971/>