

(WIELKIE AKCELERATORY I EKSPERYMENTY FIZYKI) ATLAS NA LHC

1. O FIZYCE
2. O AKCELERATORACH
3. O DETEKTORACH I EKSPERYMENTACH





TROCZĘ FIZYKI



Everyday Objects are made of Molecules.

Molecules are made of Atoms.

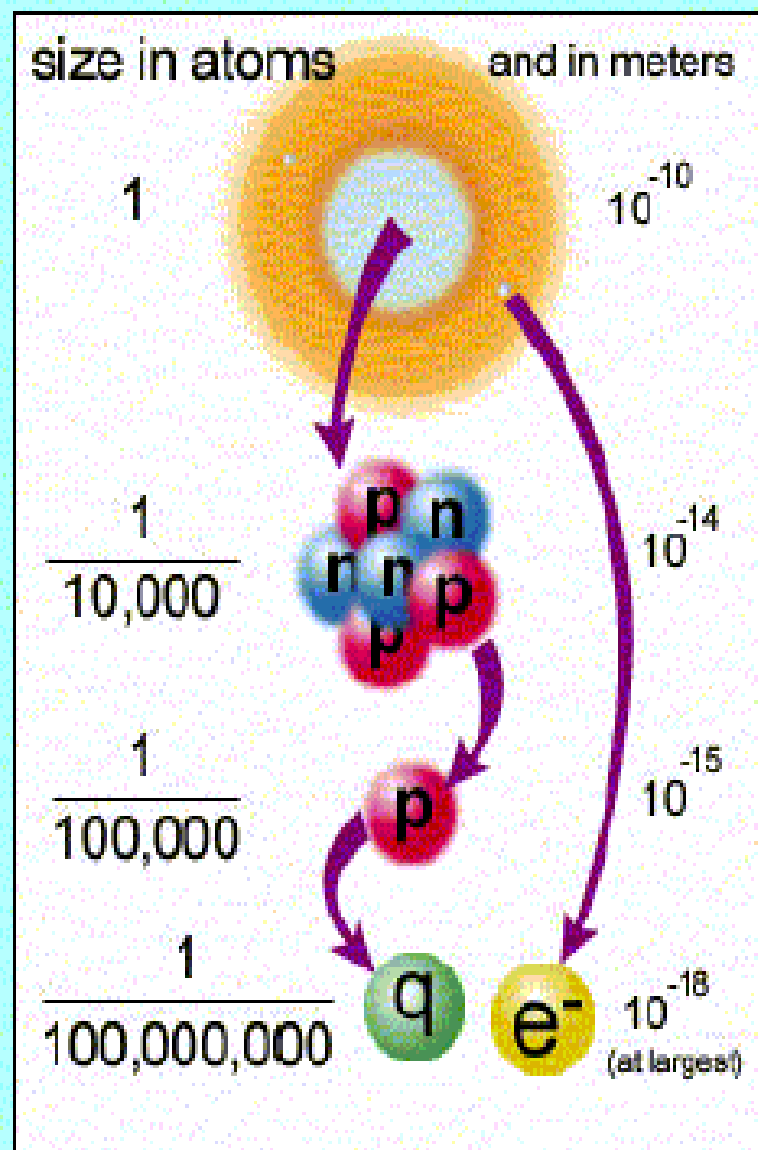
Atoms are made of Nuclei and Electrons.

Nuclei are made of Protons and Neutrons.

Protons and Neutrons are made of Quarks.

Quarks and Electrons are made of ???

Quarks and Electrons are
"Elementary Particles"



PODSTAWOWE SKŁADNIKI MATERII: ELEMENTARNE CZĄSTKI I ODDZIAŁYWANIA

Particles

Leptons

		Charge			Charge
Tau		-1	Tau Neutrino		0
Muon		-1	Muon Neutrino		0
Electron		-1	Electron Neutrino		0

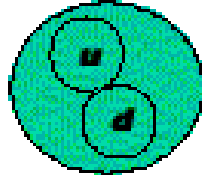
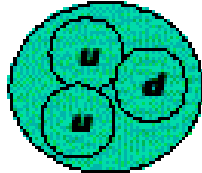
Quarks

		Charge			Charge
Bottom		-1/3	Top		2/3
Strange		-1/3	Charm		2/3
Down		-1/3	Up		2/3

each quark:  *R*,  *B*,  *G* 3 colors



... różne fakty:

- In nature, quarks are hidden.
- Instead, they appear in pairs and triplets:
 - Mesons – $Q\bar{Q}$ (π , K , ρ , ω)
• quark-antiquark pairs with integral spin (bosons)
 - Baryons – QQQ (p , n , Λ , Δ)
• 3 quarks with half-integral spin (fermions)
- Baryon number is conserved in nature
 - Some baryons are stable (Nuclei!)
 - No mesons is stable



Fundamentalne oddziaływania czyli nie dające się sprowadzić do innych sił

Wymienna natura oddziaływań – piękna jednolitość

TYPE	INTENSITY OF FORCES (DECREASING ORDER)	BINDING PARTICLE (FIELD QUANTUM)	OCCURS IN :
STRONG NUCLEAR FORCE	~ 1	GLUONS (NO MASS)	ATOMIC NUCLEUS
ELECTRO -MAGNETIC FORCE	$\sim 10^{-3}$	PHOTONS (NO MASS)	ATOMIC SHELL ELECTROTECHNIQUE
WEAK NUCLEAR FORCE	$\sim 10^{-5}$	BOSONS Z^0, W^+, W^- (HEAVY)	RADIOACTIVE BETA DESINTEGRATION
GRAVITATION	$\sim 10^{-38}$	GRAVITONS (?)	HEAVENLY BODIES

„DRAMATYCZNIE” RÓŻNE SKALE SIŁ !



Program fizyczny ATLASa jest powszechnie znany
Może ciekawe, że ewoluuje przez lata

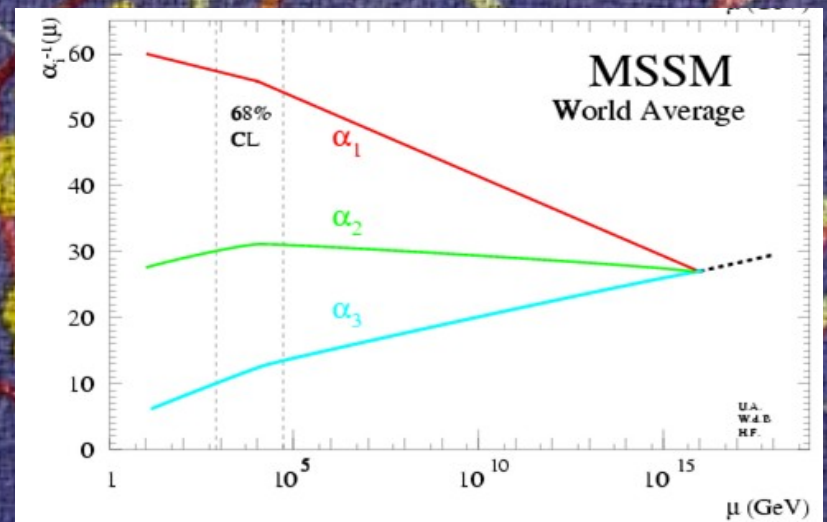
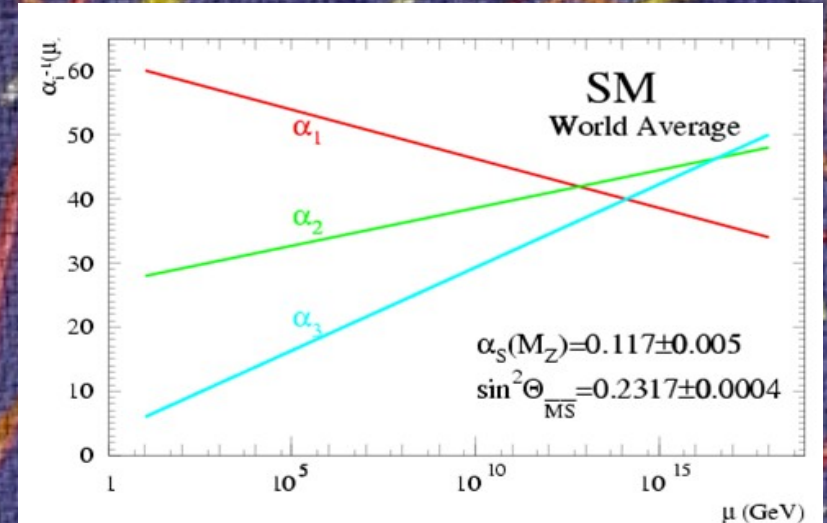
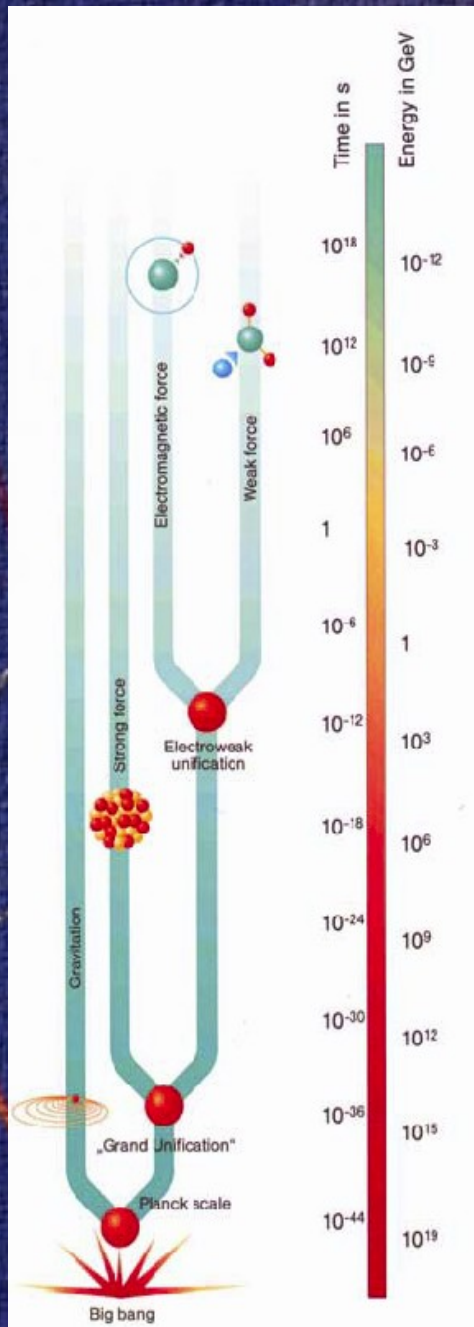
Poszukiwanie bozonów Higgs'a pozostaje sztandarową tematyką
podobnie jak cząstek “supersymetrycznych”
ale łamanie CP jakby schodzi na dalszy plan

“Dogoniła” nas tematyka ciężkich jonów
i znacznie mocniej akcentuje się “Nową Fizykę”



SUSY - wielka unifikacja

Unifikacja oddziaływań,
od czasów sukcesu Maxwell'a
i po unifikacji oddziaływań
elektromagnetycznych
i słabych jest naczelnym
wyzwaniem w procesie
poznania materii.



Zmierzone stałe sprzężenia zbiegają się
przy skali GUT w SUSY a nie w MS.



KWESTIA SUPERSYMETRII

„ANALOGIA POZYTRONOWA”

KRYZYS XIX-WIECZNEGO KLASYCZNEGO ELEKTROMAGNETYZMU:
SAMOODZIAŁYWANIE ELEKTRONU (*ELECTRON SELF-ENERGY*)

$$\Delta E_{\text{Coulomb}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_e}$$

eksperyment obecnie: $r_e \leq 10^{-17} \text{ cm}$

$$(m_e c^2)_{\text{Obs}} = (m_e c^2)_{\text{bare}} + \Delta E_{\text{Coulomb}}$$

stąd: $\Delta E > 10 \text{ GeV}$

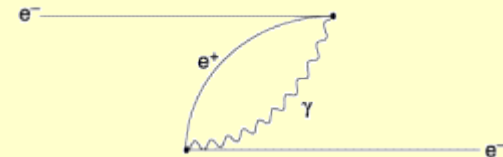
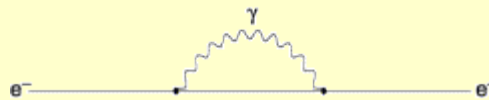
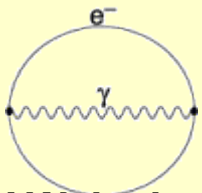
Nonsens: $0.511 = -999.489 + 10000.000 \text{ MeV} !$

Klasyczny elektromagnetyzm NIE stosuje się dla $r_e < \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2} \approx 2.8 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$

Wybawienie: odkrycie anty-cząstki: pozytronu (ANDERSON 1932)

„Fluktuacja próżni” – na ile pozwala zasada nieoznaczoności Heisenberga -

$$d \approx c \Delta t \approx \hbar c / 2 m_e c^2 \approx 200 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$$



V.Weisskopf wyliczył, że wkład *self-energy* jest ujemny i (prawie) kasuje człon wiodący

$$\Delta E_{\text{pair}} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r_e}$$

więc w końcu:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{Coulomb}} + \Delta E_{\text{pair}} = 3 \frac{\alpha}{4} \pi m_e c^2 \log\left(\frac{\hbar}{m_e c r_e}\right)$$

$$(m_e c^2)_{\text{Obs}} = (m_e c^2)_{\text{bare}} \left[1 + 3 \frac{\alpha}{4\pi} \log\left(\frac{\hbar}{m_e c r_e}\right) \right]$$

to tylko 9% nawet gdyby

$$r_e \approx 10^{-33} \text{ cm}$$

NIEZWYKŁA ROLA MAXWELL'a

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{E} &= \rho \\ \nabla \times \mathbf{B} &= -\delta \mathbf{B} / \delta t \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0\end{aligned}$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mathbf{j}$$

$$\begin{aligned}\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{B}) &= 0 \\ \nabla \cdot \mathbf{j} &= 0\end{aligned}$$

$$\delta \rho / \delta t + \nabla \cdot \mathbf{j} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mathbf{j} + \delta \mathbf{E} / \delta t$$

$$\begin{aligned}\mathbf{A}^\mu &\equiv (\mathbf{V}, \bar{\mathbf{A}}) \\ \mathbf{B} &= \nabla \times \mathbf{A}, \quad \mathbf{E} = -\nabla \mathbf{V} - \delta \mathbf{A} / \delta t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mathbf{A}^\mu &\rightarrow \mathbf{A}'^\mu = \mathbf{A}^\mu - \delta^\mu \chi \\ \delta^\mu &= (\delta / \delta t, -\nabla)\end{aligned}$$

-GAUSS

-FARADAY - LENZ

-NIE MA ŁADUNKÓW MAGNETYCZNYCH

-AMPERE oops!

MAXWELL ZAUWAŻYŁ, ŻE PRAWO AMPER'a PROWADZI DO SPRZECZNOŚCI Z RÓWNANIEM CIĄGŁOŚCI

<-- TYM WŁAŚNIE

I WPROWADZIŁ „ELECTRIC DISPLACEMENT CURRENT”
MOŻNA WPROWADZIĆ POLE POTENCJALNE, SKALARNE
I WEKTOROWE WYRAŻAJĄCE SIĘ PRZESZKALOWAĆ E I B.
OKAZUJE SIĘ, ŻE ZACHOWUJĄC E I B MOŻNA
„PRZESKALOWAĆ” A, NO I ZACHOWAĆ RÓWNANIA
MAXWELL'a.

Ta transformacja dla części przestrzennej

$\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{A}' = \mathbf{A} + \text{grad}(\chi)$, gdzie χ jest dowolną funkcją, to nie zmienia B (bo $\text{rot grad} = 0$). Dla zachowania pola E trzeba równocześnie zmienić V na $V - \delta \chi / \delta t$, co w notacji

4-ro wektorowej wygląda

<-- tak



Cóż to okazuje się tak ważne, że staje się wzorem poprawnej teorii?

- zasada zachowania musi być spełniona lokalnie
- możliwe jest wyprowadzenie równań łączących „elektryczność” i „magnetyzm” z żądania, by teoria wyrażała się poprzez potencjały w taki sposób, by była niezmiennicza ze względu na transformację skalowania, „cechowania” (gauge transformation) tych potencjałów.

Niezmienniczość względem transformacji nazywamy symetrią.

Rola symetrii w teorii jest obecnie fundamentalna.

Istnieje jednoznaczny związek między symetriami i zasadami zachowania.

Zasada symetrii obejmuje wszystkie oddziaływania – świat jest konsekwencją prostych reguł matematycznych. Reguły kwantowej teorii pola (zwłaszcza QED) eksperyment potwierdza do (niezwykłych) granic dokładności pomiarów.

ALE

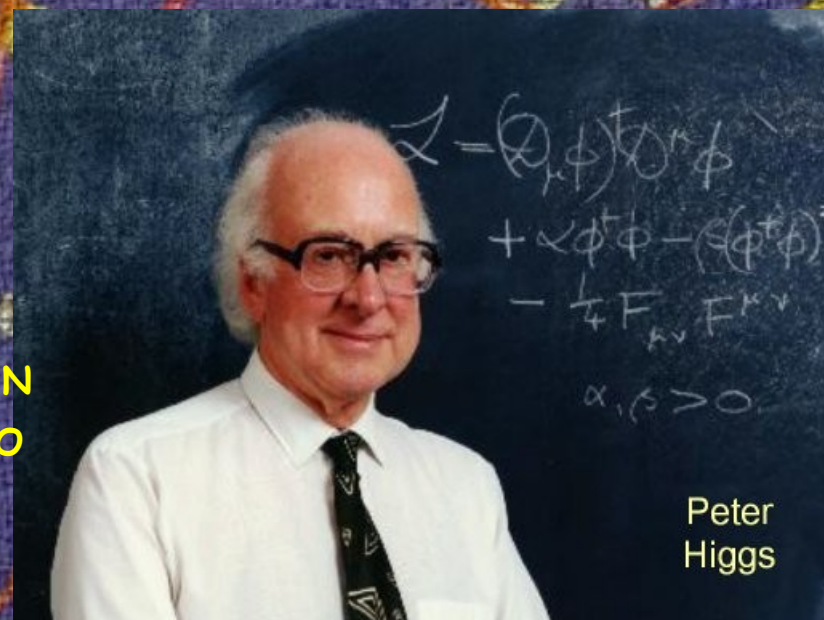
fascynująca zasada symetrii rodzi też problem nowy: niektóre rozwiązania symetrycznej teorii łamią owe symetrie.

„Symetria praw fizyki łamana jest przez czasoprzestrzeń, w której one działają”



MECHANIZM HIGGS'a

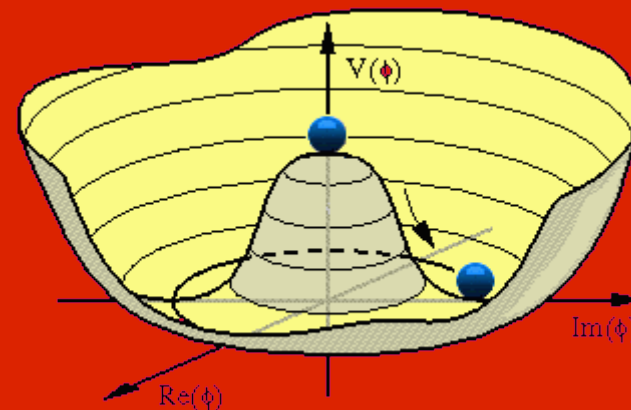
RZECZ SZCZEGÓLNA DOTYCZY PRÓŻNI. PRAWDZIWIE PUSTA CZASOPRZESTRZEŃ JEST NIESTABILNA. CHOĆ DOSKONALE SYMETRYCZNA WZGLĘDEM OBROTÓW WOKÓŁ OSI, W PUNKCIE O ZNIKAJĄCYM POLU, HIPOTETYCZNYM, DWUSKŁADNIKOWYM POLU, GDZIE GĘSTOŚĆ ENERGII MA LOKALNE MAKSYMUM. TEN STAN JEST NIESTABILNY I MUSI SIĘ ROZPAŚĆ DO JEDNEGO „NA DNIĘ DOLINY”, NIESYMETRYCZNY WZGLĘDEM OBROTÓW.



Peter Higgs

MODEL SPONTANICZNEGO ŁAMANIA SYMETRII (NAMBU et al.) UZUPEŁNIONY PRZEZ MECHANIZM HIGGSa, W KTÓRYM POLE SKALARNE (WYPEŁNIAJĄCE CAŁĄ PRZESTRZEŃ) ODDZIAŁUJE Z CZĄSTKAMI NADAJĄC IM MASĘ. NOŚNIKIEM POLA JEST BOZON HIGGSa (BOZONY HIGGSa - W DAŁSZYCH ROZSZERZENIACH MODELU STANDARDOWEGO)

BOZONY HIGGSa SĄ MASYWNYMI CZĄSTKAMI, KTÓRYCH ODKRYCIE JEST JEDNYM Z WAŻNIEJSZYCH WYZWAŃ FIZYKI CZĄSTEK



**EXTRA DIMENSIONS JESZCZE PARĘ LAT TEMU
NALEŻAŁY TAK DO FIZYKI JAK I SCIENCE FICTION**

**OBECNIE ROZWAŻA SIĘ BARDZO WIELE MODELI
O BOGATYM REPERTUARZE PRZEWIDYWAŃ W
ZAKRESIE
MIERZALNYM PRZEZ ATLAS**

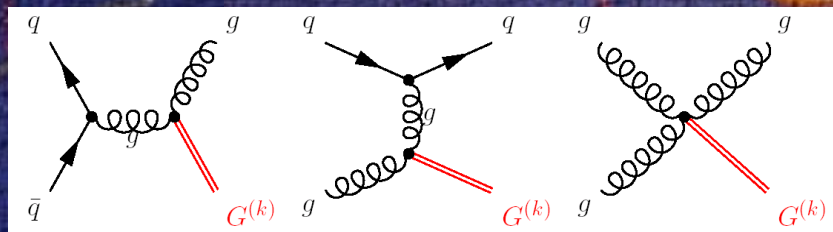
**NAJCZĘŚCIEJ WSKAZYWANĄ SYGNATURĄ
PRZYPADKÓW
POTWIERDZAJĄCYCH HIPOTEZĘ EXTRA WYMIARÓW
JEST DUŻA BRAKUJĄCA ENERGIA POPRZECZNA.**



W 1919 r. Teodor KAŁUŻA unifikował elektromagnetyzm i grawitację wprowadzając piąty wymiar. Publikował w 1921 rekomendowany przez A.Einsteina.



W 1926 r. Oscar KLEIN zastosował teorię KAŁUŻY do teorii kwantowej próbując genialnie lecz znów bez powodzenia unifikować elektromagnetyzm i grawitację.



monojet + missing energy

**ATLAS: LV, I. Hinchliffe
J.Phys. G: Nucl. Part. Phys. 27 1839 (2001)**

**WYOBRAŻENIE WIELU WYMIARÓW NIE JEST ŁATWE.
PRZEWAŻA OPINIA, ŻE DODATKOWE WYMIARY SĄ
ZWINIĘTE, "COMPACTIFIED". W ZALEŻNOŚCI OD TEGO
JAK WIELE ICH JEST TWORZĄ PĘTLE, SFERY,
TORUSY ..KAŻDY PUNKT POZORNIE
CZTEROWYMIAROWEGO WSZECHŚWIATA JEST ZATEM
MALEŃKĄ, WIELO-WYMIAROWĄ OBJĘTOŚCIĄ. SPOTYKA
SIĘ TWIERDZENIA, ŻE DODATKOWE WYMIARY SĄ
RZĘDU 10^{-35} m.**



**BADANIE SUBATOMOWEJ STRUKTURY
MATERII WYMAGA STOSOWNEJ
„OPTYKI”.**

**FIZYKA CZĄSTEK ELEMENTARNYCH
I
FIZYKA WYSOKICH ENERGII
TO SYNONIMY**

**MOŻE TO SIĘ WYDAWAĆ
ZDUMIEWAJĄCE, ALE JEST FAKTEM,
ŻE FIZYKA CZĄSTEK, FIZYKA MIKROŚWIATA
ODPOWIADA NA PYTANIA O BUDOWĘ
WSZECHŚWIATA, O MECHANIZMY KREACJI
I EWOLUCJI GWIAZD, CZARNYCH DZIUR...
BADANIE ODDZIAŁYWAŃ ELEMENTARNYCH
PRZY NAJWYŻSZYCH ENERGIACH ZDAJE
SIĘ ODTWARZAĆ WARUNKI
Z NAJWCZEŚNIEJSZYCH ETAPÓW
(10^{-14} s) PO „BIG BANG”**

“naturalne” jednostki w fizyce cząstek
($c \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$, $h \approx 6.6 \cdot 10^{-22} \text{ MeV s}$)

przyjmujemy $h=c=1$

$c=1$:

$$[c] = [L] [T]^{-1}$$

$$[L] = [T]$$

($E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$ $\rightarrow$ często pęd wyrażamy
w MeV/c , a rzadziej masę w MeV/c^2)

$h=1$:

$$[h] = [M] [L]^2 [T]^{-1}$$

stąd

$$[M] = [L]^{-1} = [T]^{-1}$$

np: $\lambda_\pi = 1/M_\pi$, “konwencjonalnie” $\lambda_\pi \approx 1.41 \text{ fm}$

$$(1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m})$$

$$1 \text{ fm} \approx 1/200 \text{ MeV} \approx 5 (\text{GeV})^{-1}$$

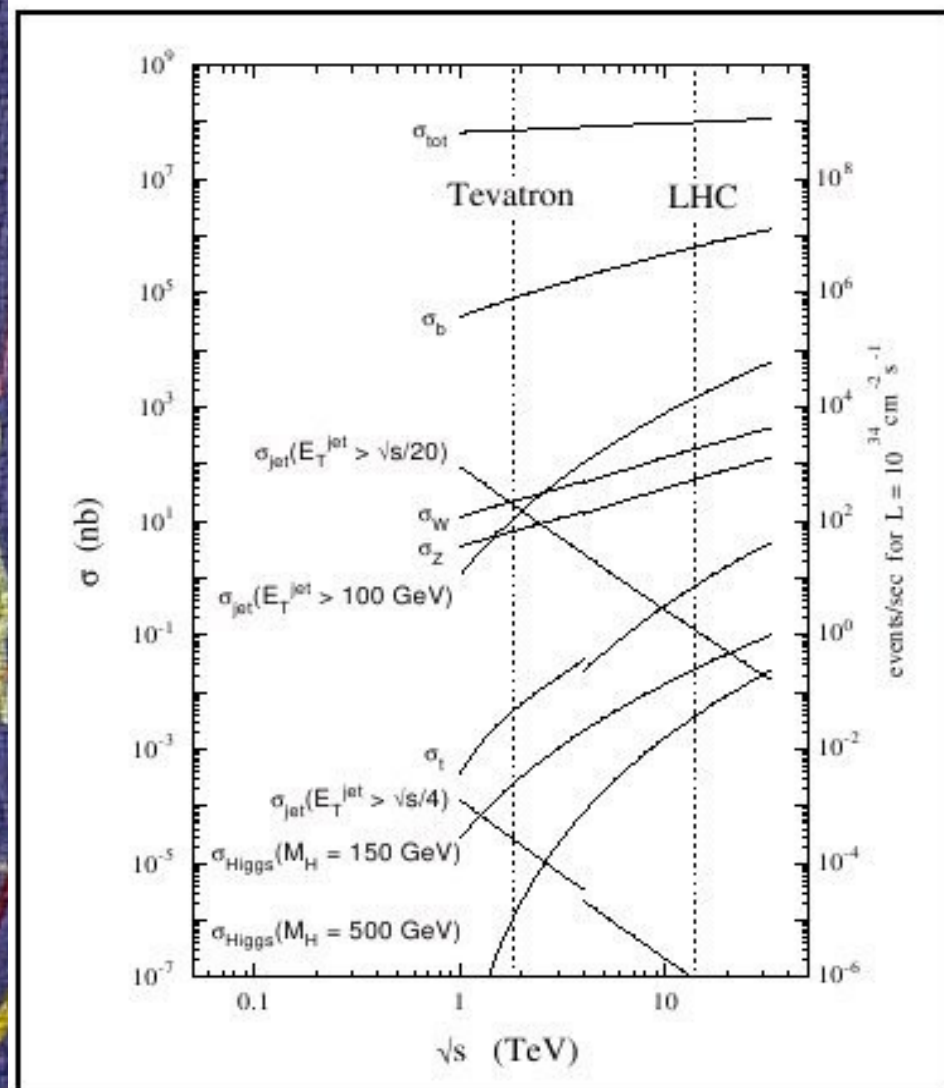


BADANIE TYCH (i wielu innych ...) PROCESÓW OZNACZA

- PENETRACJĘ STRUKTURY MATERII W WYMIARACH $\sim 10^{-19}$ m
- BADANIE NIEZMIERNIE RZADKICH ZDARZEŃ
- WYBRANIE ICH SPOŚRÓD TŁA - JAK $1 / 10^9$

WYNIKAJA STĄD WYZWANIA :

- DLA MASZYN
- DLA EKSPERYMENTÓW



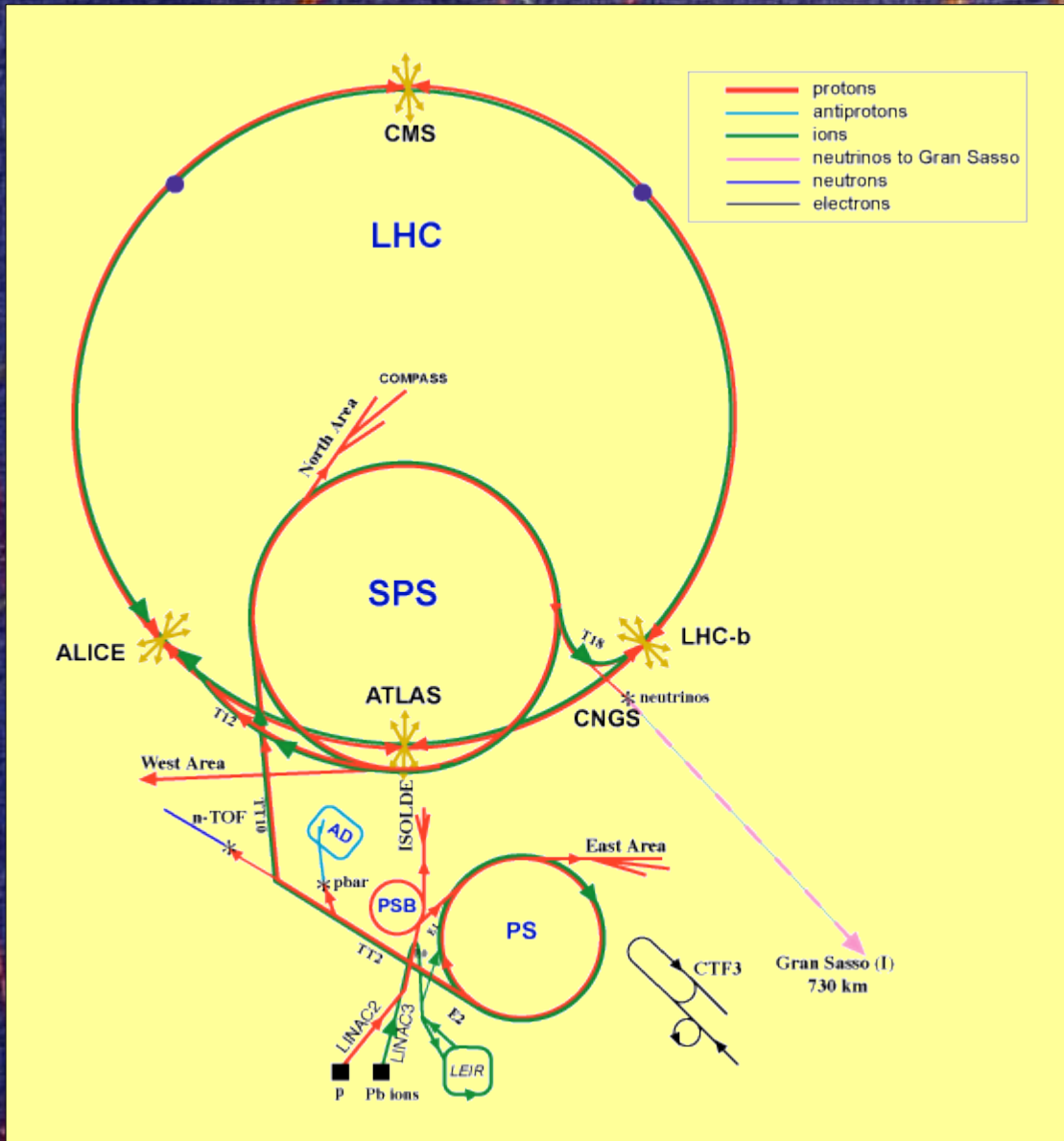
Cross-section and rates (for a luminosity of $1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) for various processes in proton-(anti)proton collisions, as a function of the centre-of-mass energy



TERAZ BĘDZIE O MASZYNACH



WIELKIE AKCELERATORY I EKSPERYMENTY FIZYKI



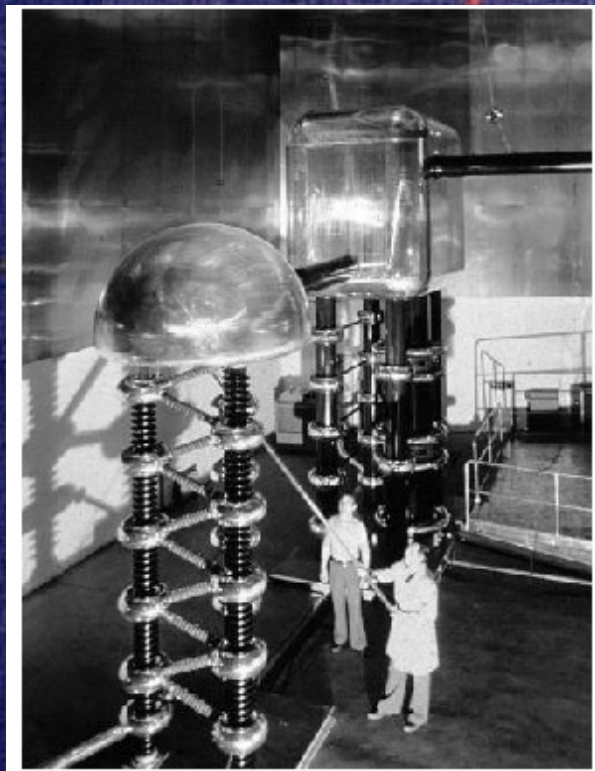
**ZESPÓŁ
AKCELERATORÓW
W
CERN**



WIELKIE AKCELERATORY I EKSPERYMENTY FIZYKI



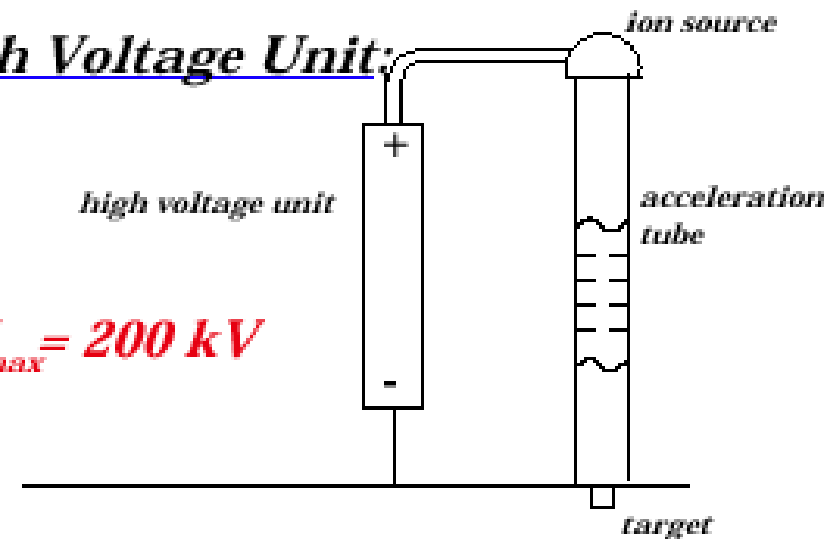
ZACZĘŁO SIĘ WCZEŚNIEJ...



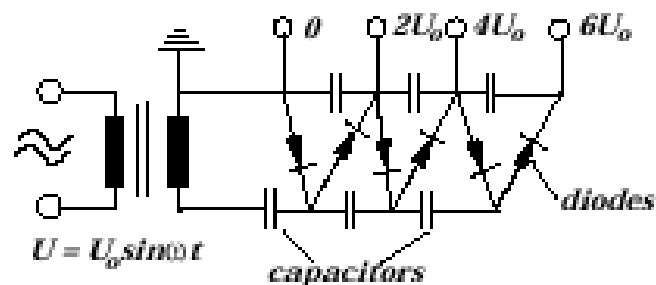
Electrostatic Fields

● High Voltage Unit:

$$V_{max} = 200 \text{ kV}$$



● Cascade Generator:



1928: **Cockroft + Walton** 800kV

1932: $p + Li \rightarrow 2 He$ 700kV (p)
(Nobel Prize 1951)



CYKLOTRON

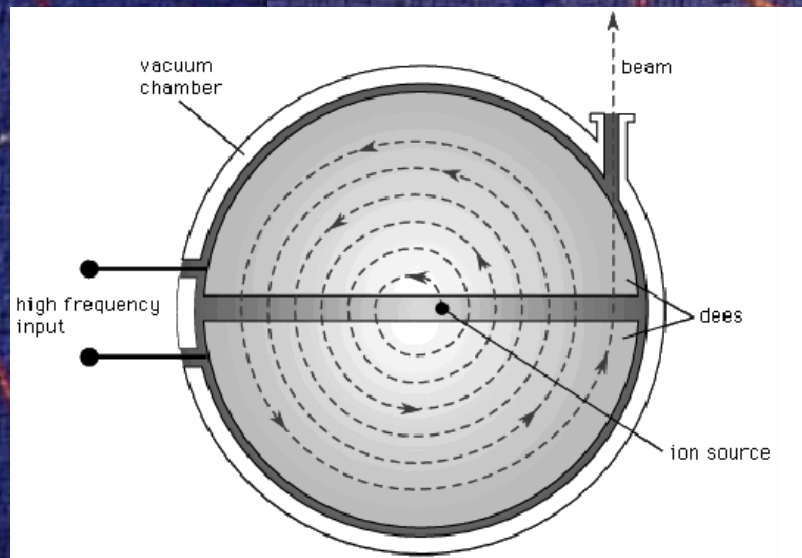
$$m \frac{v^2}{r} = q \frac{vB}{c}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{qB}{mc}$$

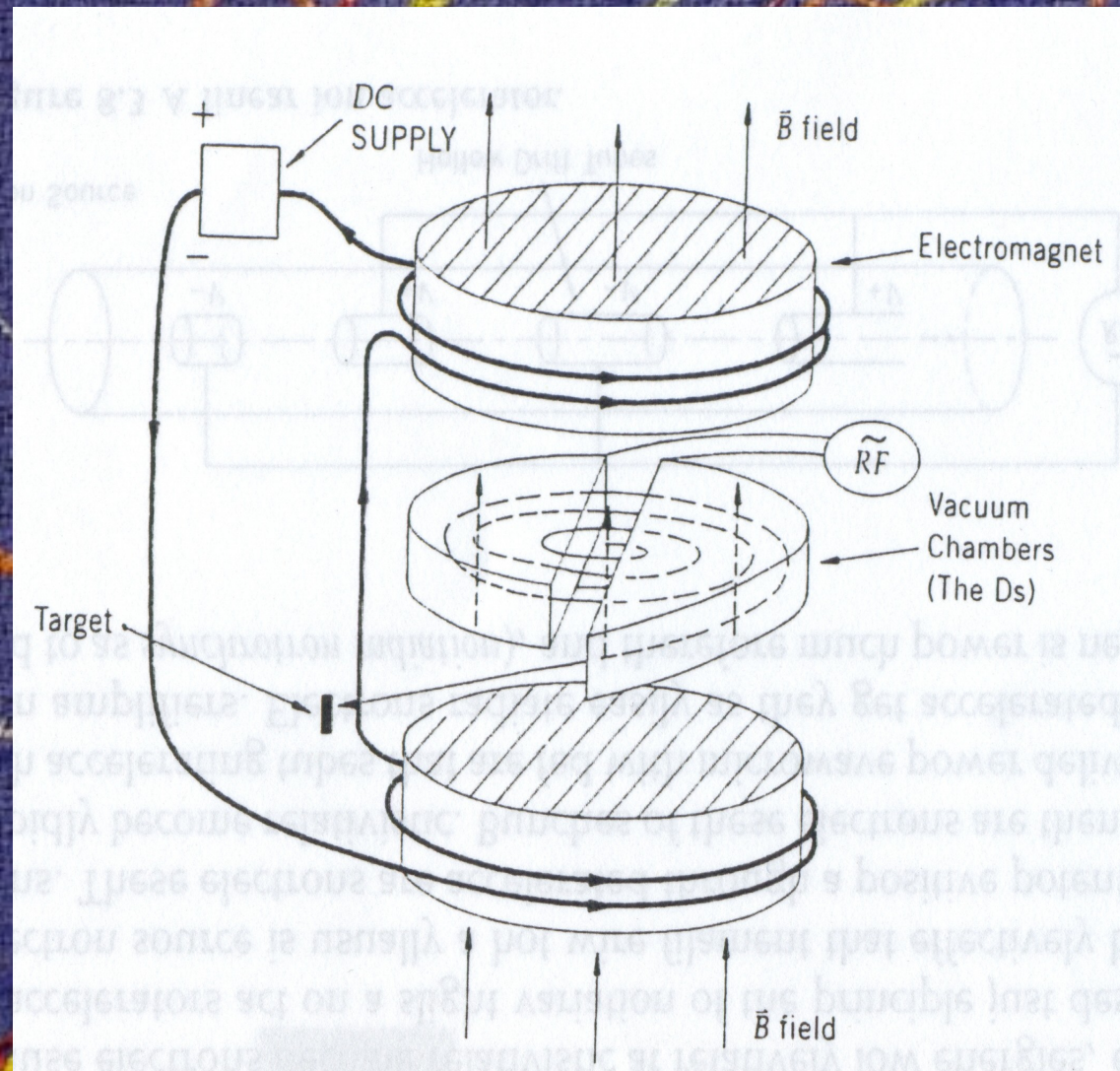
$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{q}{m} \cdot \frac{B}{c}$$

protony, $R=0.4\text{m}$, $B=1.5\text{T}$

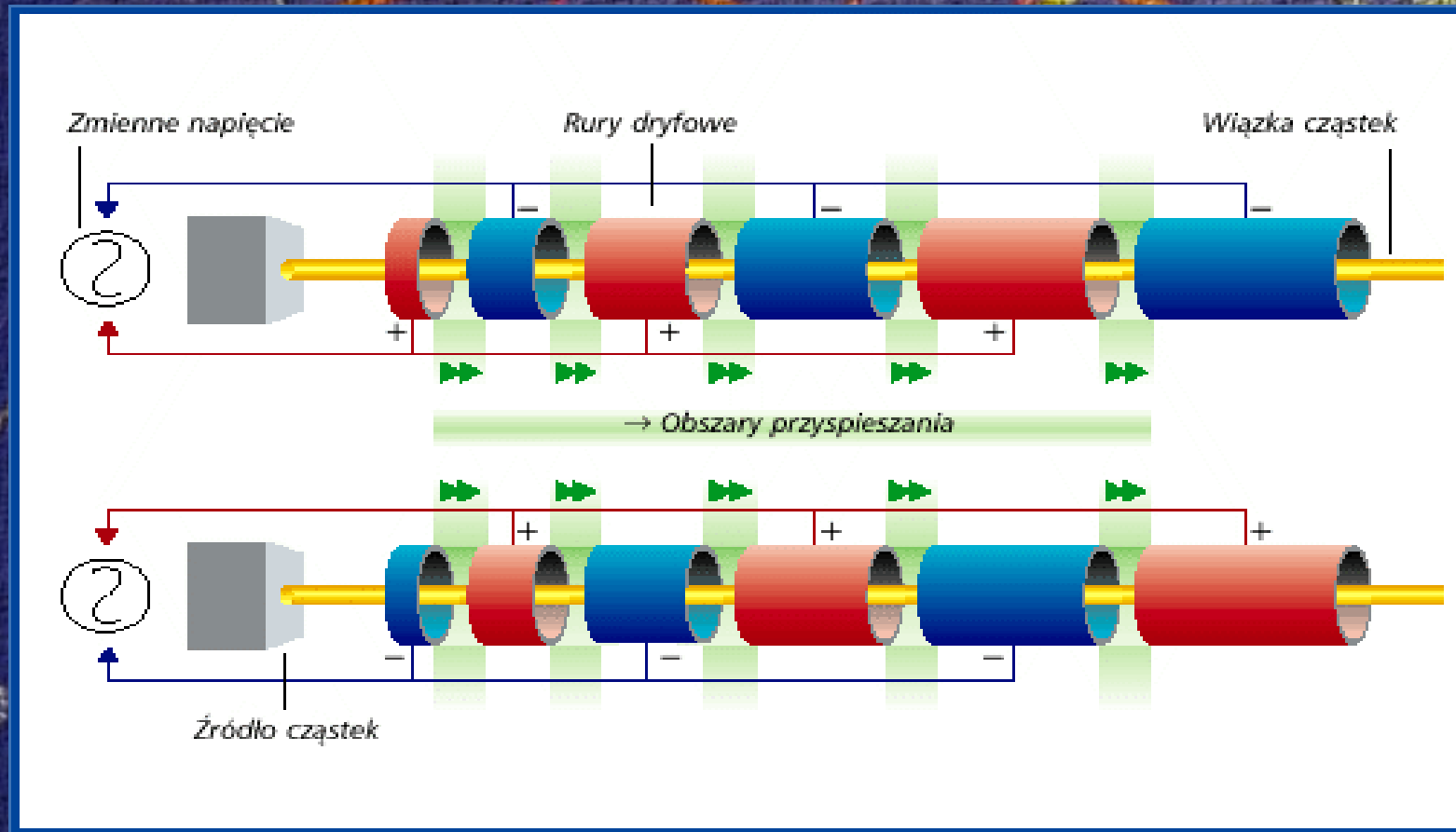
$$T_{max} \approx 17\text{MeV}$$



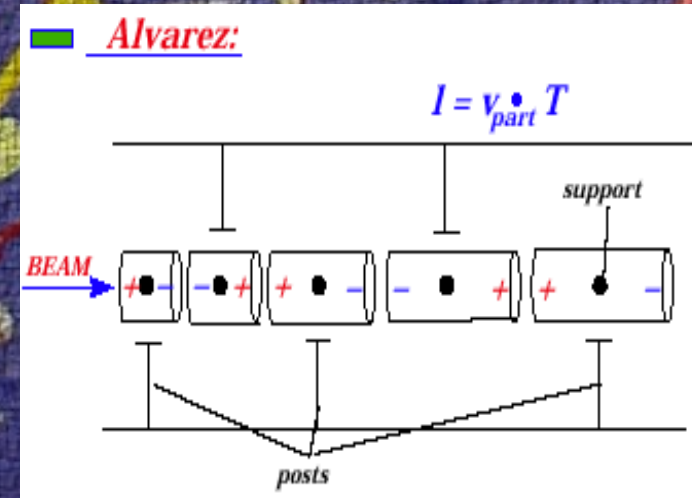
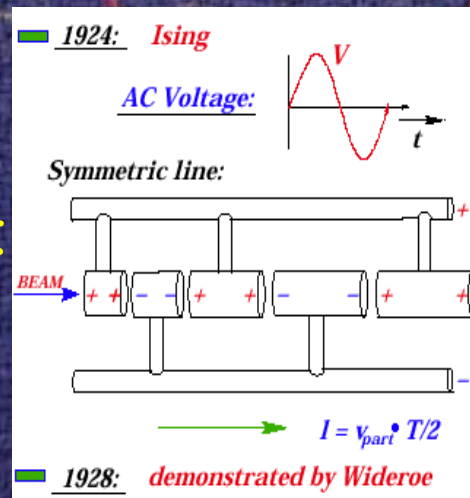
$$r_{max} = R \quad T_{max} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2} \frac{(qBR)^2}{mc^2}$$



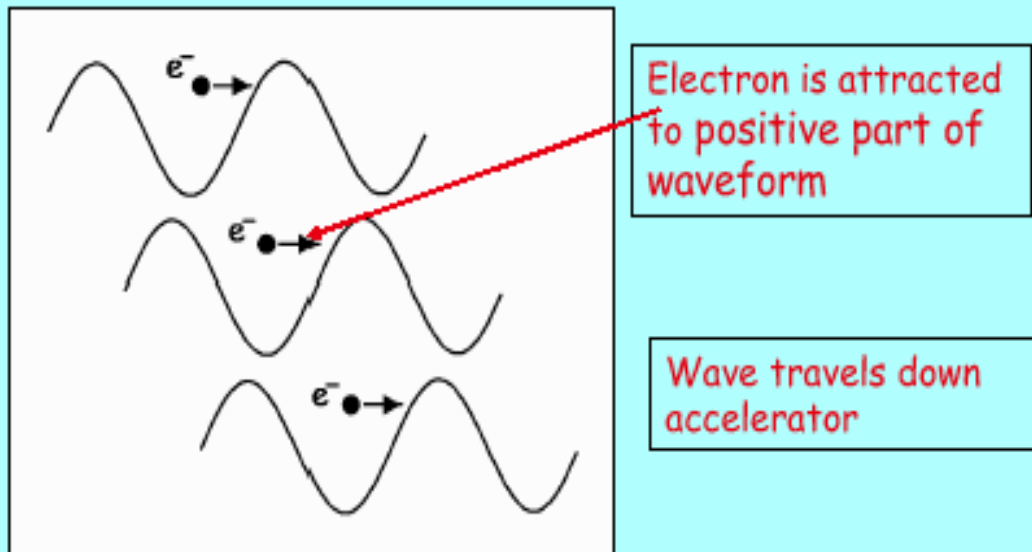
AKCELERATORY LINIOWE



TROCHĘ HISTORII

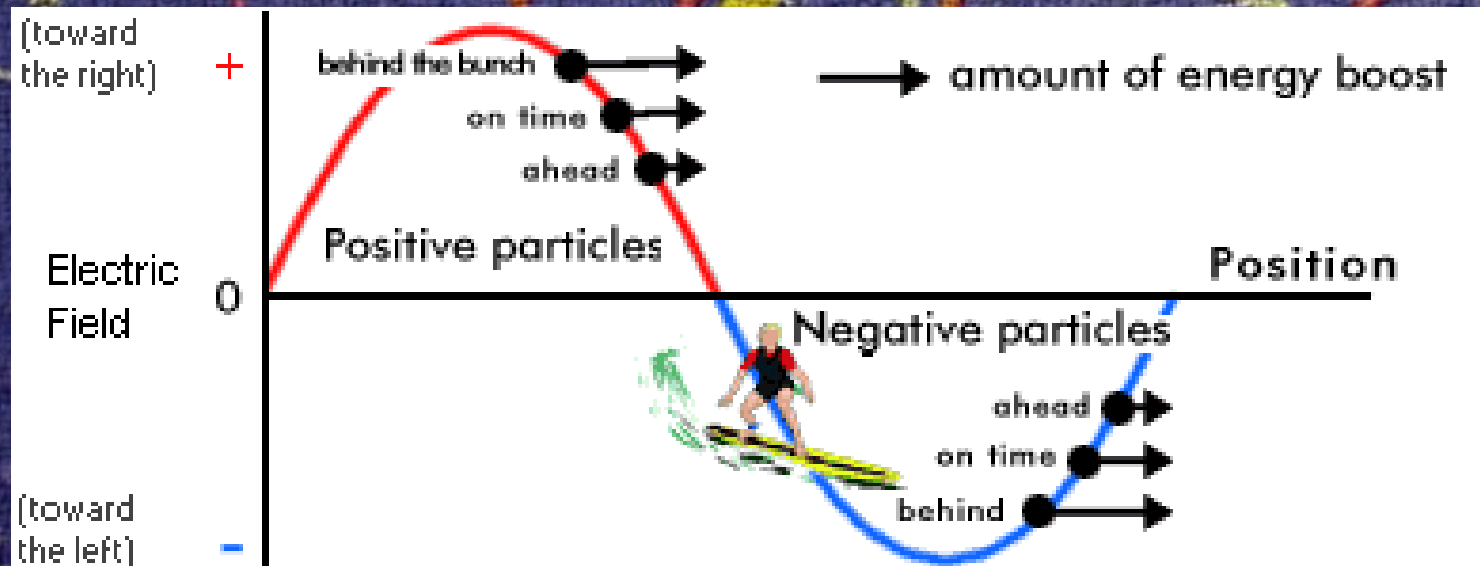


Above a few MeV, electrons travel at speed of light, c . The 'tubes' become uniform in length and **microwaves** provide by **Klystrons** provide accelerating potential.

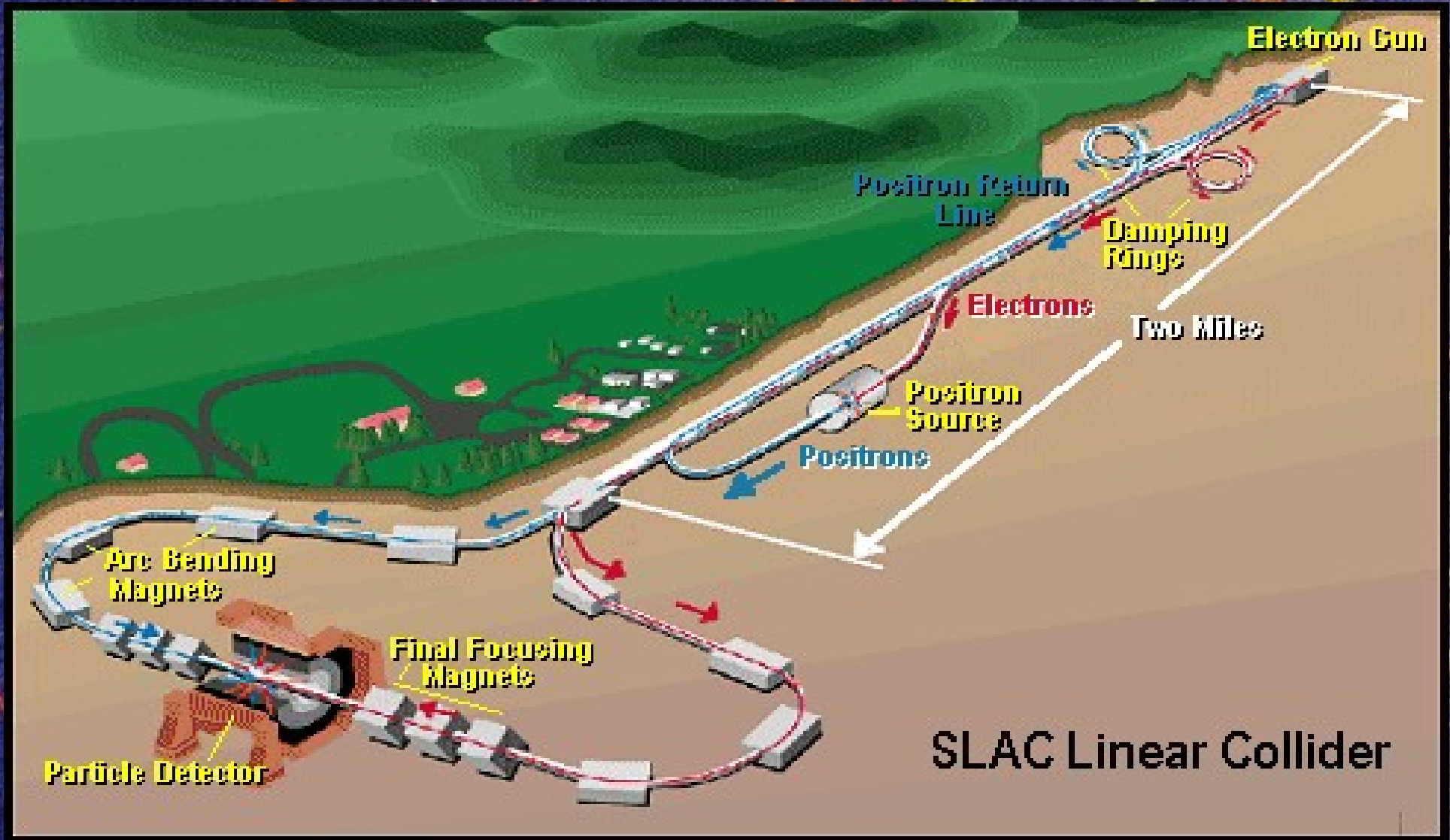


Współczesne akceleratory liniowe zasilane są przez klystrony i falowody falą biegnącą która skupia cząstki w pakiety (bunches).

Cząstki, które pozostały w tyle wchodzi w obszar większego pola - przyspieszają. Te które wyprzedziły pakiet - zwalniają.



NAJWIĘKSZY, DOTYCHCZAS, AKCELERATOR LINIOWY DLA WIĄZEK
 $e^+ e^-$ 2 X 50 GeV



SLAC Linear Collider



ZDERZACZE

MAGNESY ODCHYLAJĄCE

$$P[\text{GeV}/c] = 0.3 \rho[\text{m}] B[\text{T}]$$

$$\text{LHC: } P = 7 \text{ TeV}/c$$

$$\rho = 27 \text{ km}/2\pi = 4300 \text{ m}$$

$$\rightarrow B = 5.43 \text{ T}$$

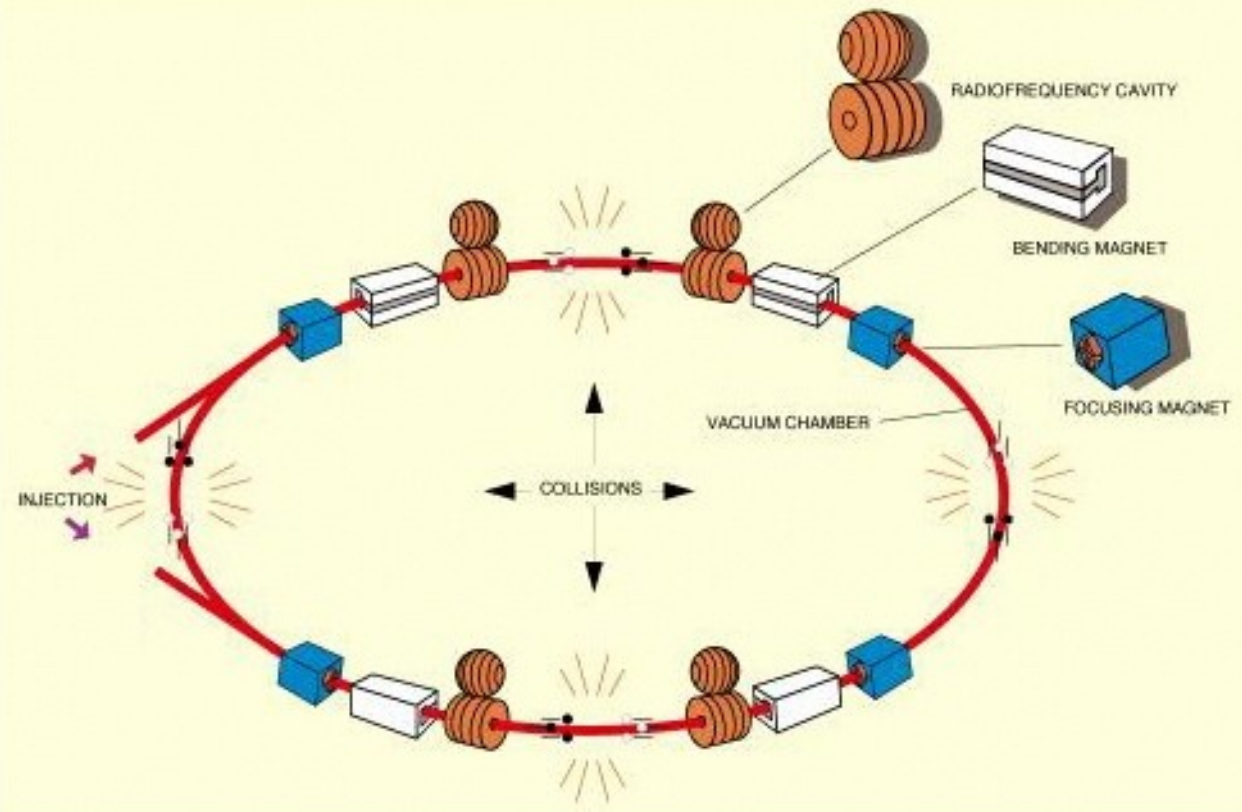
W praktyce $B > 8 \text{ T}$ bo sekcje proste w tunelu.

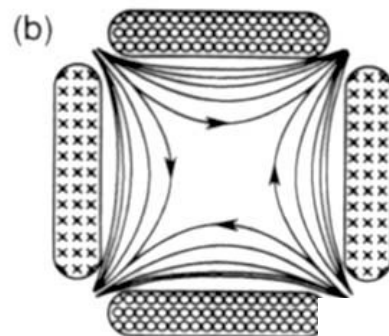
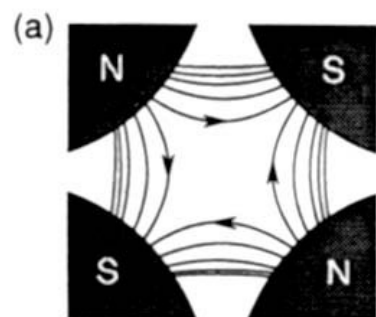
LHC: 1232 magnesy nadprzewodzące !

Wiązka utrzymywana z mikro-nową precyzją na 27 km toru!

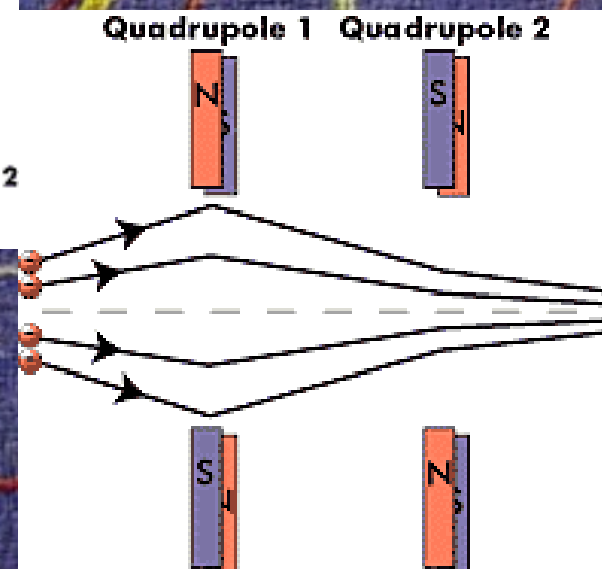
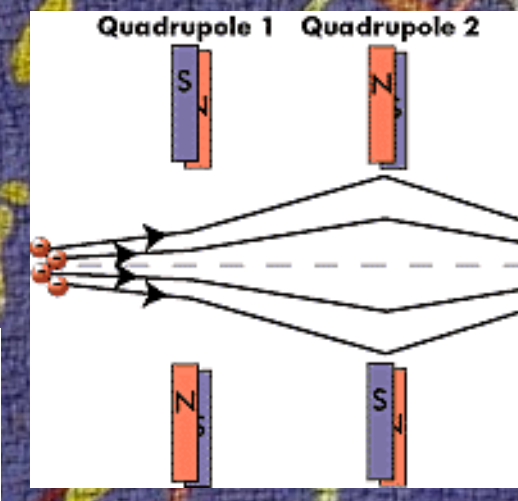
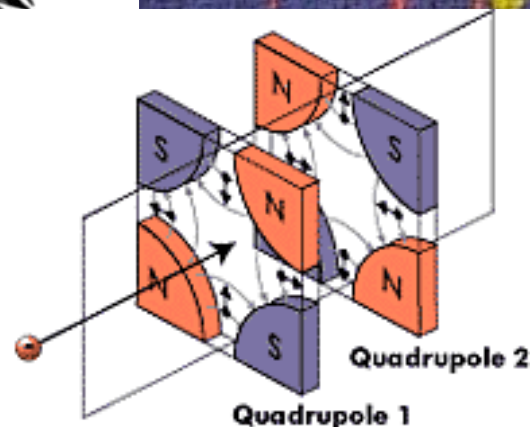
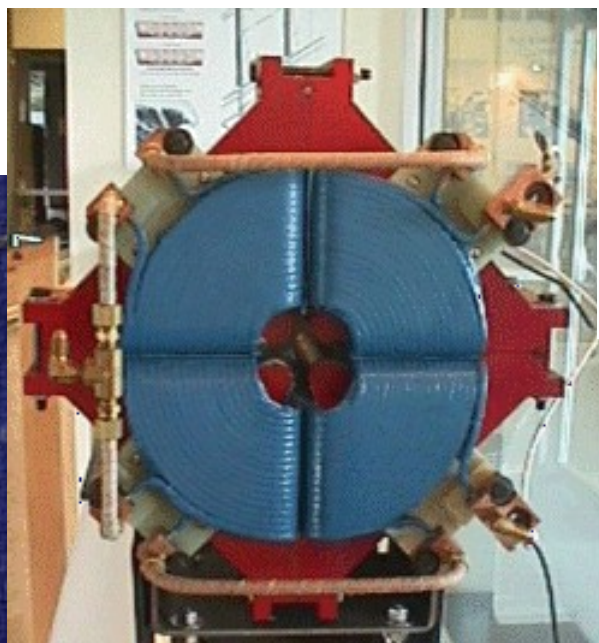
Rura próżniowa utrzymuje $\sim 10^{-12}$ ciśnienia atmosferycznego!

THE PRINCIPAL MACHINE COMPONENTS OF AN ACCELERATOR





8-91



$$E^{*2} = m_A^2 + m_B^2 + 2E_A E_B - 2 \vec{p}_A \vec{p}_B$$

If the target particle B is at rest in the laboratory then $E_B = m_B$ and $\vec{p}_B = 0$ so that

$$E^{*2} = m_A^2 + m_B^2 + 2E_A m_B$$

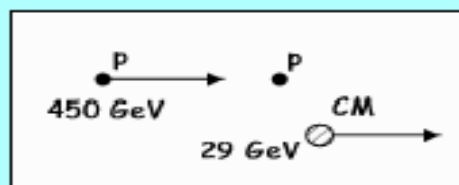
If A is highly relativistic with $E_A \gg m_A$ and m_B then

$$E^* = \sqrt{2E_A m_B}$$

e.g. for a 450 GeV proton hitting a stationary proton target ($m_B = 0.938 \text{ GeV}/c^2$)

$$E^* = \sqrt{2 \times 450 \times 0.938} = 29 \text{ GeV}$$

Only **29 GeV** is available for 'interesting' physics. The rest goes into propelling the Centre of Mass forward.



$$E^{*2} = m_A^2 + m_B^2 + 2E_A E_B - 2 \vec{p}_A \vec{p}_B$$

If incident particle and target collide head on with $E_A = E_B$ and $\vec{p}_A = -\vec{p}_B$ and they are both highly relativistic $E_A \gg m_A$ and $E_B \gg m_B$ then

$$-2 \vec{p}_A \vec{p}_B = 2\vec{p}_A^2 \simeq 2E_A^2$$

$$E^{*2} = 2E_A E_A + 2E_A^2 = 4E_A^2$$

$$E^* = 2E_A = E_A + E_B$$

This is obvious since the CM and Lab systems are the same in this case.

i.e. a 450 GeV proton hitting a 450 GeV proton gives **900 GeV** available.

Great advantage of **colliding beam accelerators**.

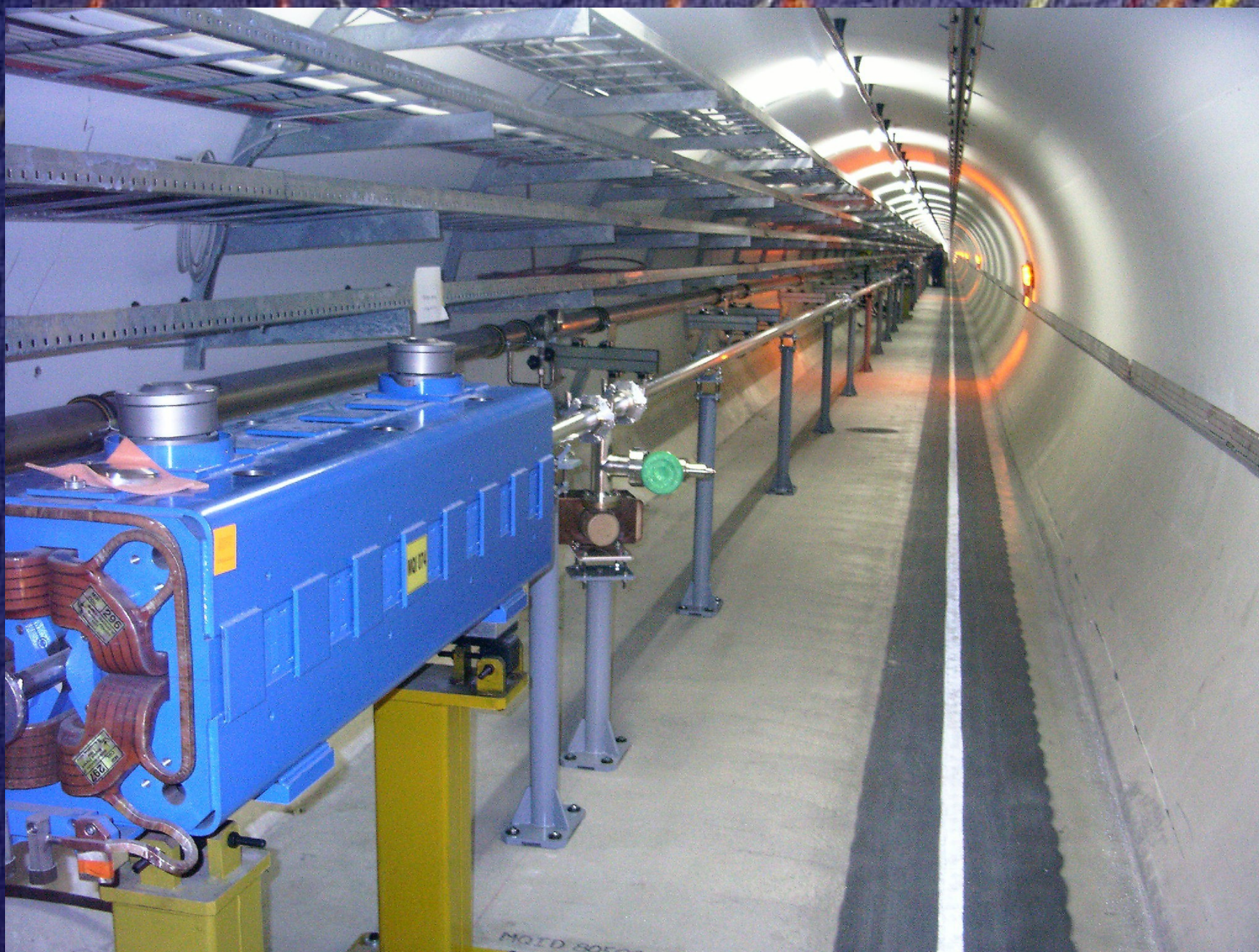


EKSPERYMENTY NA „STAŁEJ” TARCZY?

CZY NA

ZDERZACZACH?

PROSTA SEKCJA LHC, JUŻ ZAMONTOWANA W TUNELU LEP



Zasadnicze parametry LHC

COLLISION ENERGY	7	TeV
INJECTION ENERGY	450	GeV
PROTONS PER BUNCH	$1.1 \cdot 10^{11}$	
NUMBER OF BUNCHES	2808	
NOMINAL BUNCH SPACING	25	ns
NOMINAL LUMINOSITY	10^{34}	$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
REVOLUTION TIME	88924	μs
(REVOLUTION FREQUENCY	11.2455	kHz) *
STORED BEAM ENERGY	336	MJ
BUNCH LENGTH	75.5	mm
LUMINOSITY LIFETIME	10	h
ACCELERATION TIME	20	min
BEAM RMS at IP 450GeV/7TeV	.375mm/16.63	μm

MÓWIMY „AKCELERATOR”

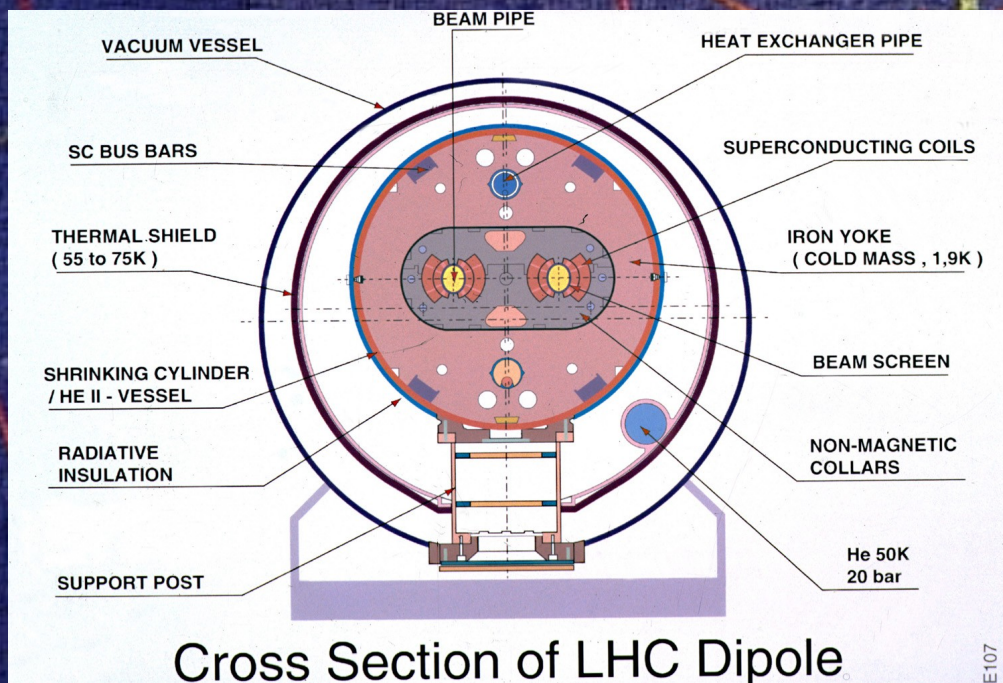
ALE
PRZYSPIESZAMY OD PRĘDKOŚCI
ŚWIATŁA DO PRĘDKOŚCI ŚWIATŁA

NAPEŁNIAMY MASZYNĘ PRZES OK.
30 MIN

„PRZYSPIESZAMY” WIĄZKĘ PRZES
20 MIN

A UTRZYMUJEMY PRZES OK 10 GODZ.

WIELKA ZMAGAZYNOWANA ENERGIA
UWAGA NA WYPADKI!



SEKTOR 81 W RZECZYWISTOŚCI





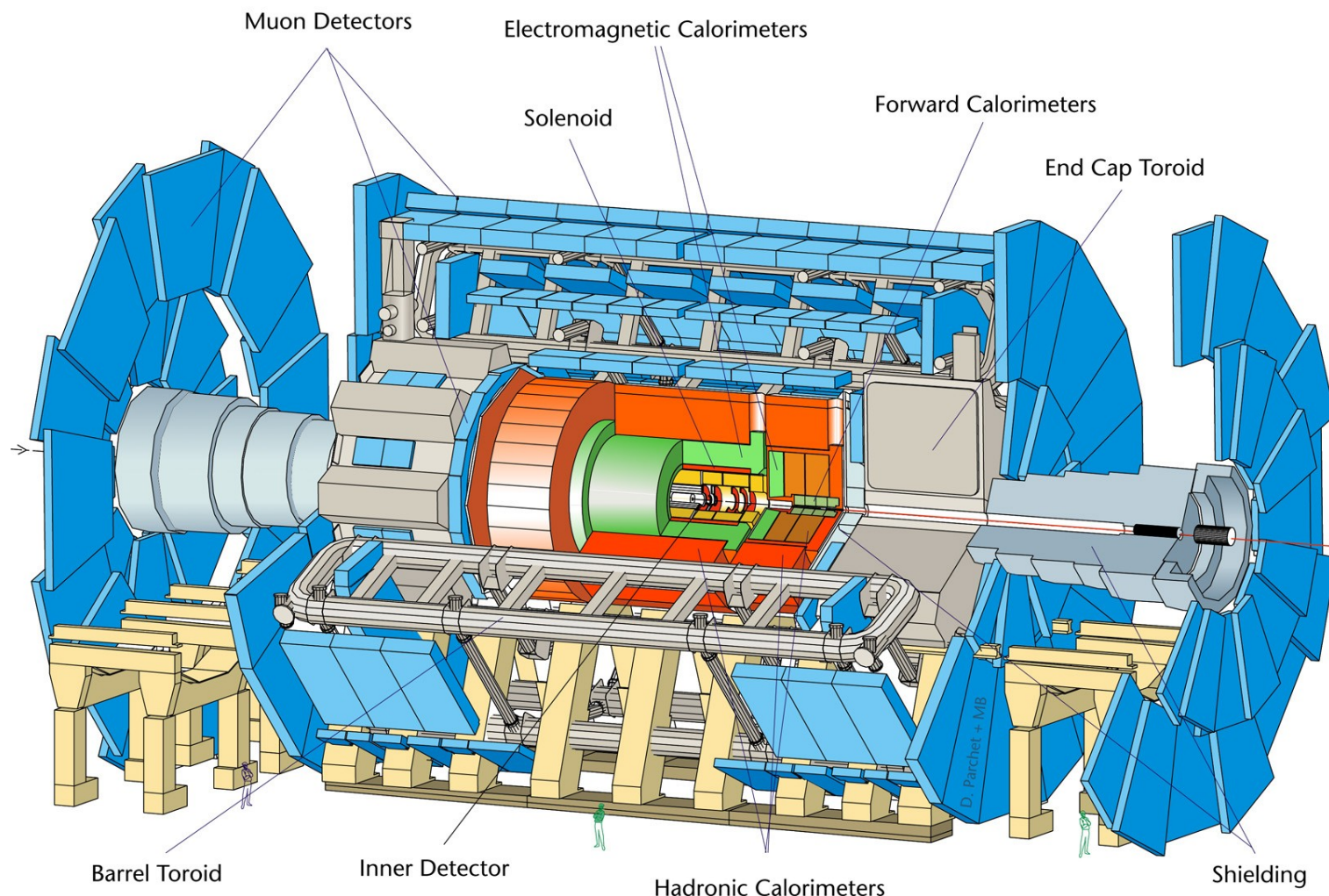


Wielkie eksperymenty: *ATLAS*



ATLAS – przykład eksperymentu dla zderzacza LHC

D712/mb-26/06/97



BUDOWANY PRZEZ
KILKANAŚCIE LAT
PRZEZ PONAD 1500
OSÓB Z OK. 150
INSTYTUTÓW I
UNIWERSYTETÓW
Z PONAD 30 KRAJÓW

DETEKTOR O WADZE
OK 7 000 TON,
DŁUGOŚCI PONAD 40M
ŚREDNICY OK 25M

SYSTEM NADPRZEWOD-
ZĄCYCH MAGNESÓW

PRECYZYJNY SYSTEM
MIONOWY

ROZBODOWANY
ZESPÓŁ
KALORYMETRÓW

PONAD 60 m² KRZEMOWYCH DETEKTORÓW. MILIONY KANAŁÓW ODCZYTU ...



ATLAS Collaboration

(Status October 2004)

Albany, Alberta, NIKHEF Amsterdam, Ankara, LAPP Annecy, Argonne NL, Arizona, UT Arlington, Athens, NTU Athens, Baku, IFAE Barcelona, Belgrade, Bergen, Berkeley LBL and UC, Bern, Birmingham, Bonn, Boston, Brandeis, Bratislava/SAS Kosice, Brookhaven NL, Bucharest, Cambridge, Carleton/CRPP, Casablanca/Rabat, CERN, Chinese Cluster, Chicago, Clermont-Ferrand, Columbia, NBI Copenhagen, Cosenza, INP Cracow, FPNT Cracow, Dortmund, JINR Dubna, Duke, Frascati, Freiburg, Geneva, Genoa, Glasgow, LPSC Grenoble, Technion Haifa, Hampton, Harvard, Heidelberg, Hiroshima, Hiroshima IT, Indiana, Innsbruck, Iowa SU, Irvine UC, Istanbul Bogazici, KEK, Kobe, Kyoto, Kyoto UE, Lancaster, Lecce, Lisbon LIP, Liverpool, Ljubljana, QMW London, RHBNC London, UC London, Lund, UA Madrid, Mainz, Manchester, Mannheim, CPPM Marseille, Massachusetts, MIT, Melbourne, Michigan, Michigan SU, Milano, Minsk NAS, Minsk NCPHEP, Montreal, FIAN Moscow, ITEP Moscow, MEPhI Moscow, MSU Moscow, Munich LMU, MPI Munich, Nagasaki IAS, Naples, Naruto UE, New Mexico, Nijmegen, BINP Novosibirsk, Ohio SU, Okayama, Oklahoma, LAL Orsay, Oslo, Oxford, Paris VI and VII, Pavia, Pennsylvania, Pisa, Pittsburgh, CAS Prague, CU Prague, TU Prague, IHEP Protvino, Ritsumeikan, UFRJ Rio de Janeiro, Rochester, Rome I, Rome II, Rome III, Rutherford Appleton Laboratory, DAPNIA Saclay, Santa Cruz UC, Sheffield, Shinshu, Siegen, Simon Fraser Burnaby, Southern Methodist Dallas, NPI Petersburg, Stockholm, KTH Stockholm, Stony Brook, Sydney, AS Taipei, Tbilisi, Tel Aviv, Thessaloniki, Tokyo ICEPP, Tokyo MU, Tokyo UAT, Toronto, TRIUMF, Tsukuba, Tufts, Udine, Uppsala, Urbana UI, Valencia, UBC Vancouver, Victoria, Washington, Weizmann Rehovot, Wisconsin, Wuppertal, Yale, Yerevan

(151 Institutions from 34 Countries)

Total Scientific Authors	1770
Scientific Authors holding a PhD or equivalent	1328



A Toroidal LHC ApparatuS

UNIWERSALNY DETEKTOR

O NIEZWYKŁYM UKŁADZIE PÓŁ MAGNETYCZNYCH

WYPOSAŻONY W DETEKTOR WEWNĘTRZNY SKŁADAJĄCY SIĘ

Z TRZECH WARSTW DETEKTORÓW PIXELOWYCH ($50 \times 400 \mu\text{m}$)
na $r = 4.3, 10.1$ i 13.2 cm ORAZ 5 TARCZ na $z = 49.5, 62, 67, 84$ i 92 cm

Z PONAD 60 m^2 KRZEMOWYCH DETEKTORÓW MIKRO-PASKOWYCH

Z NIEBYWAŁEJ SKALI DETEKTORA PROMIENIOWANIA PRZEJŚCIA, KTÓRY
POZA WŁASNOŚCIAMI IDENTYFIKACJI CZĄSTEK RELATYWISTYCZNYCH
SŁUŻY JAKO *CONTINUOUS TRACKER* DOSTARCZAJĄC ŚREDNIO 30 PUNKTÓW
DLA TRAJEKTORII TORU

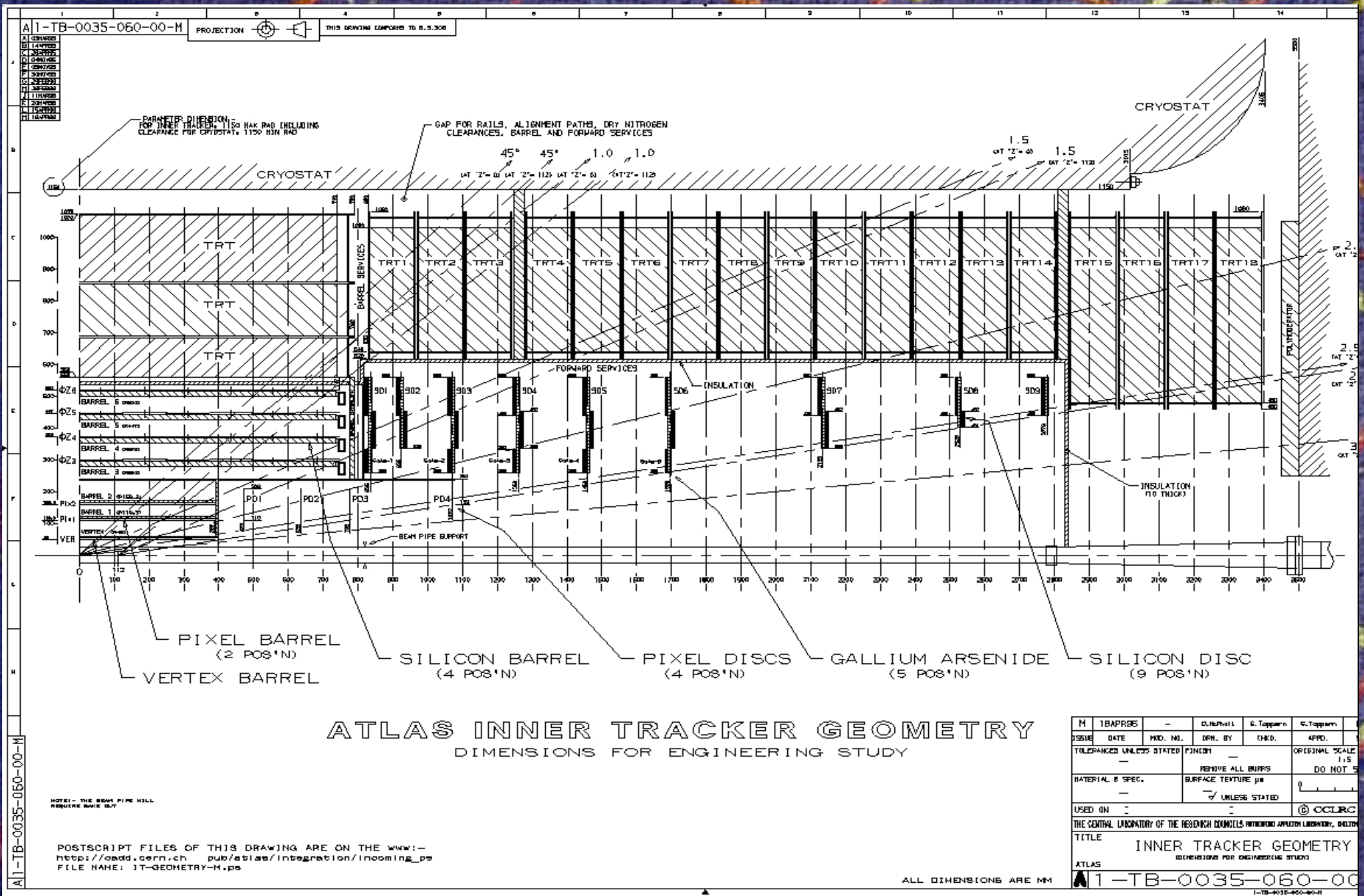
SCHOWANY W RURZE NADPRZEWODZĄCEGO SOLENOIDU 2TESLA
UMIESZCZONEGO WE WSPÓLNYM KRIOSTACIE
Z KALORYMETREM ELEKTROMAGNETYCZNYM
(Z CIEKŁYM ARGONEM I UNIKALNĄ GEOMETRIĄ “AKORDEONU”)

O ROZBUDOWANYM SYSTEMIE KALORYMETRÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH
I HADRONOWYCH

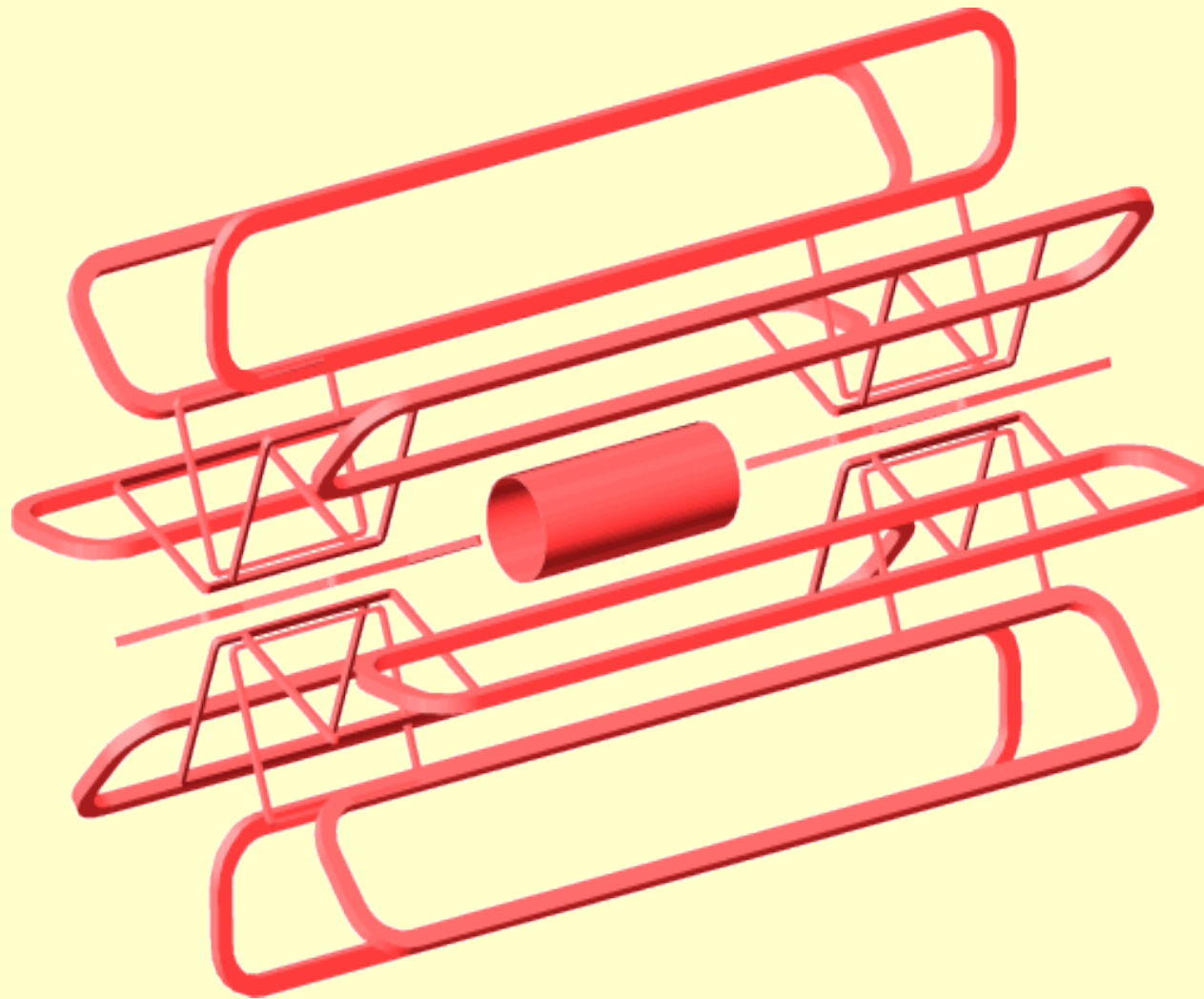
O PRECEZYJNYM SYSTEMIE MIONOWYM



STRASZNIE TECHNICZNE ...



POLA MAGNETYCZNE ATLASa

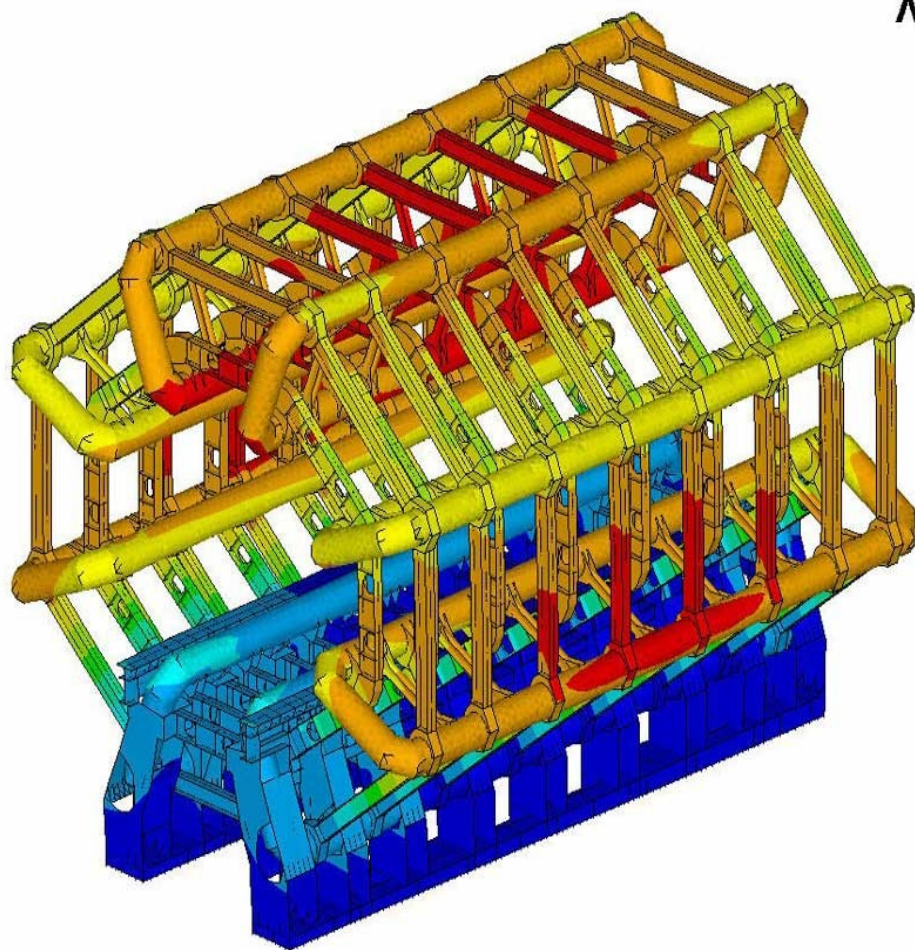


W EKSPERYMENCIE
ATLAS
PRZYJĘTO DOSYĆ
NIETYPOWE
PROJEKTY PÓŁ
MAGNETYCZNYCH:

TOROIDALNY
“PŁASZCZ”
POLA O $B = 4\text{ T}$
WYTWORZONY PRZEZ
8 NADPRZEWODZĄCYCH
WIELKICH CEWEK
W ODDZIELNYCH
KRIOSTATACH
W CZĘŚCI CENTRALNEJ
I W ZESPOŁACH OŚMIU
CEWEK W KRIOSTATACH
BOCZNYCH

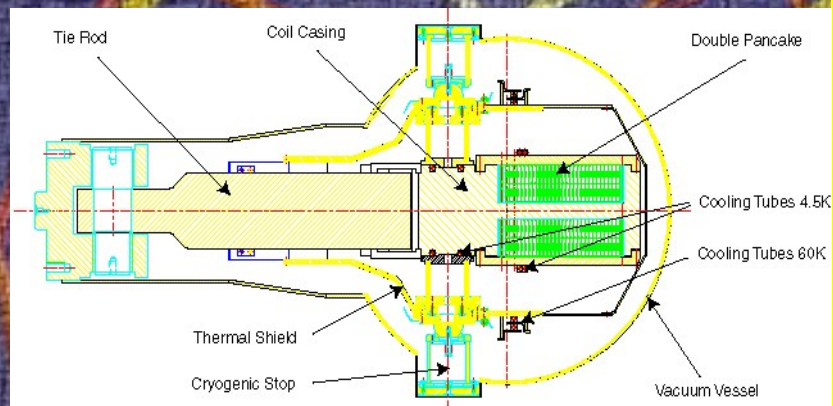
ORAZ

SOLENOID O $B=2\text{ T}$
OBEJMUJĄCY
“DETEKTOR
WEWNĘTRZNY”
UMIESZCZONY PRZED
KALORYMETREM

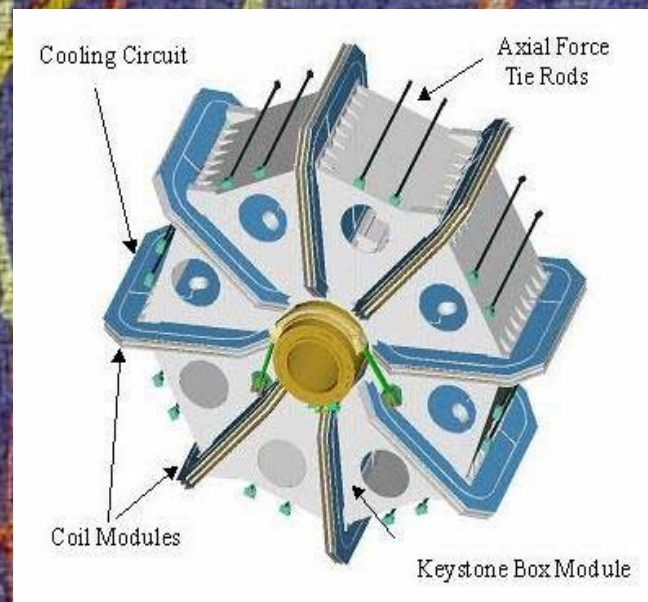


ANSYS

MODEL TOROIDU CENTRALNEGO



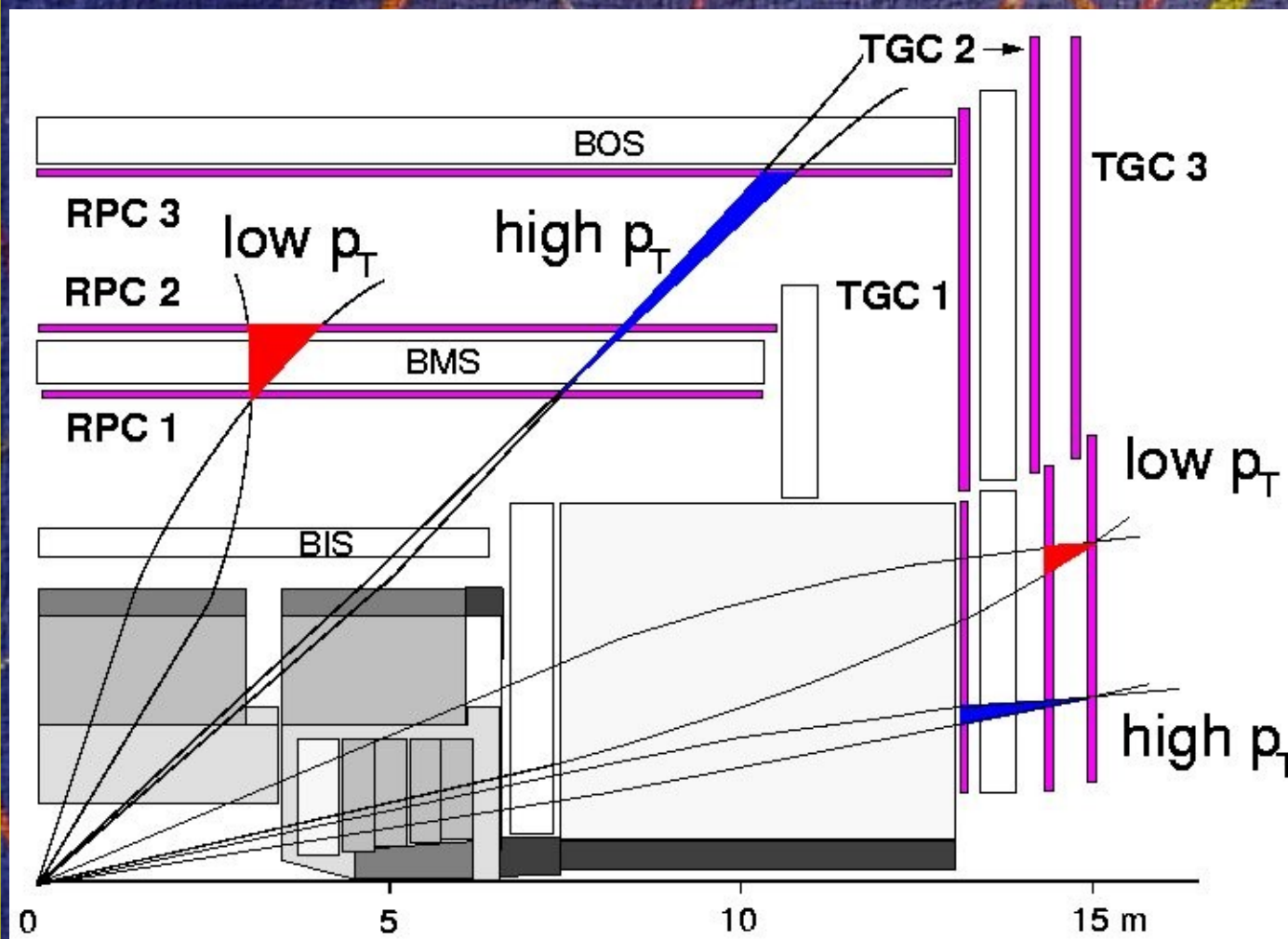
PRZEKRÓJ CEWKI CENTRALNEJ



MODEL TOROIDU BOCZNEGO

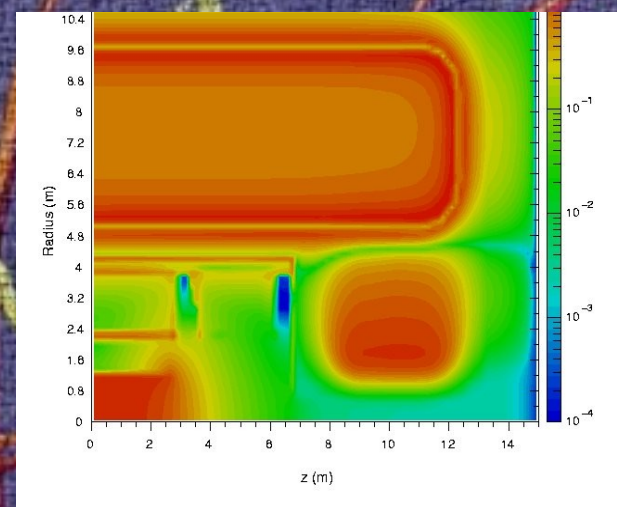


SYSTEM MIONOWY



SZYBKE KOMORY
O GIGANTYCZNYCH
POWIERZCHNIACH NA
POTRZEBY TRYGERA
RESISTIVE PLATE CHAMBERS
W "BECZCE" ORAZ *THIN*
GAP CHAMBERS NA
BRZEGACH

WIELOWARSTWOWE
"MATERACE" KOMÓR
DRYFOWYCH DLA POMIARÓW
PRECYZYJNYCH



GEOMETRIA TRYGERA MIONOWEGO

MAPY PÓL MAGNETYCZNYCH
TOROIDÓW



LHC Point 1 - UX15 Cavern - Formwork low beta shielding - 2003-02-06 - CERN ST-CE

TAK WYGLĄDAŁA HALA EKSPERYMENTU NIEDAWNO





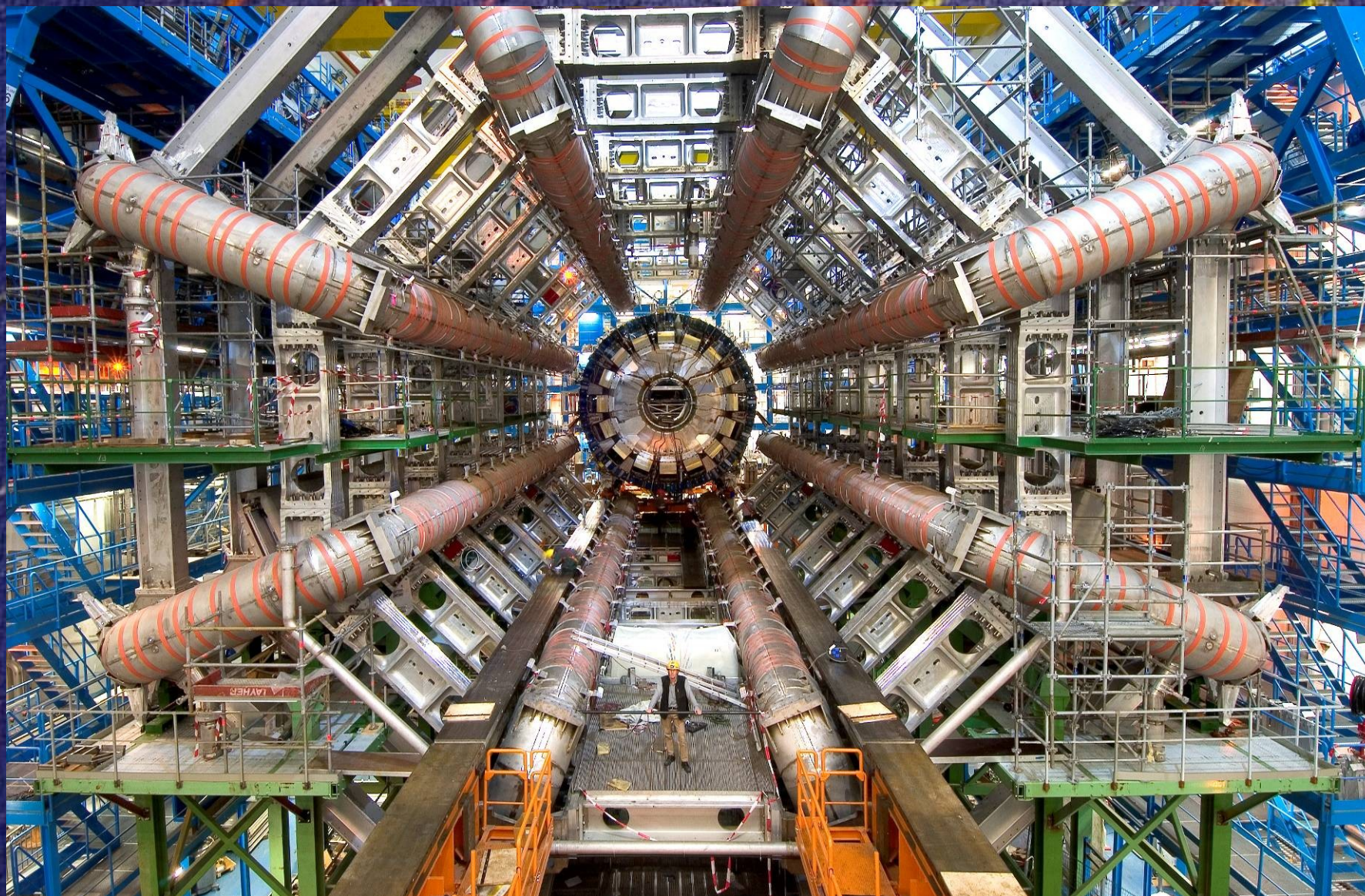
CEWKA TOROIDU W DRODZE Z HISZPANII





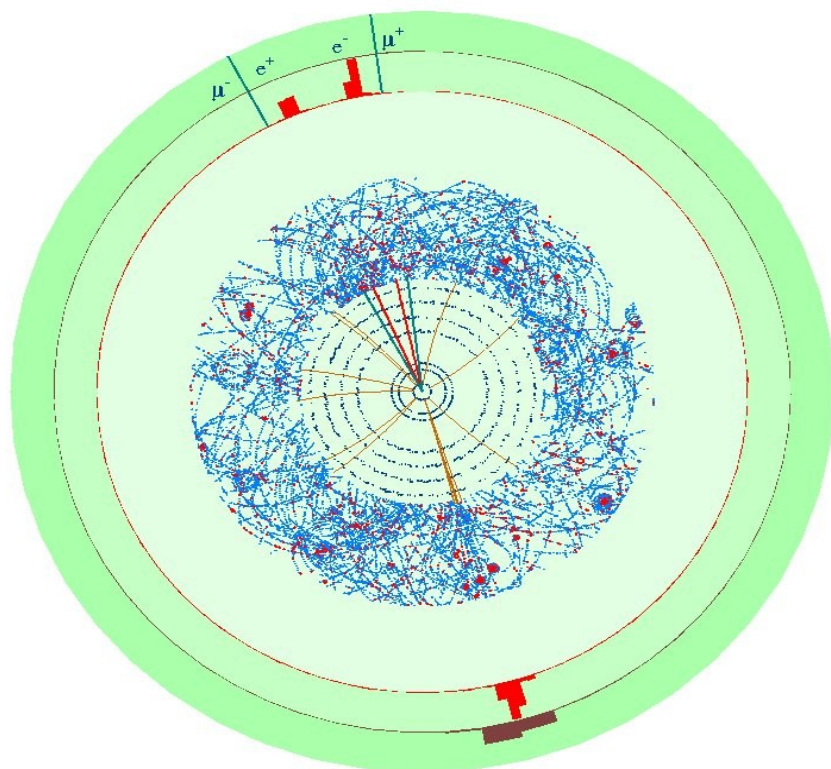
Barrel Toroid installation status

The mechanical installation is complete, electrical and cryogenic connections are being made now, for a first in-situ cool-down and excitation test in spring 2006



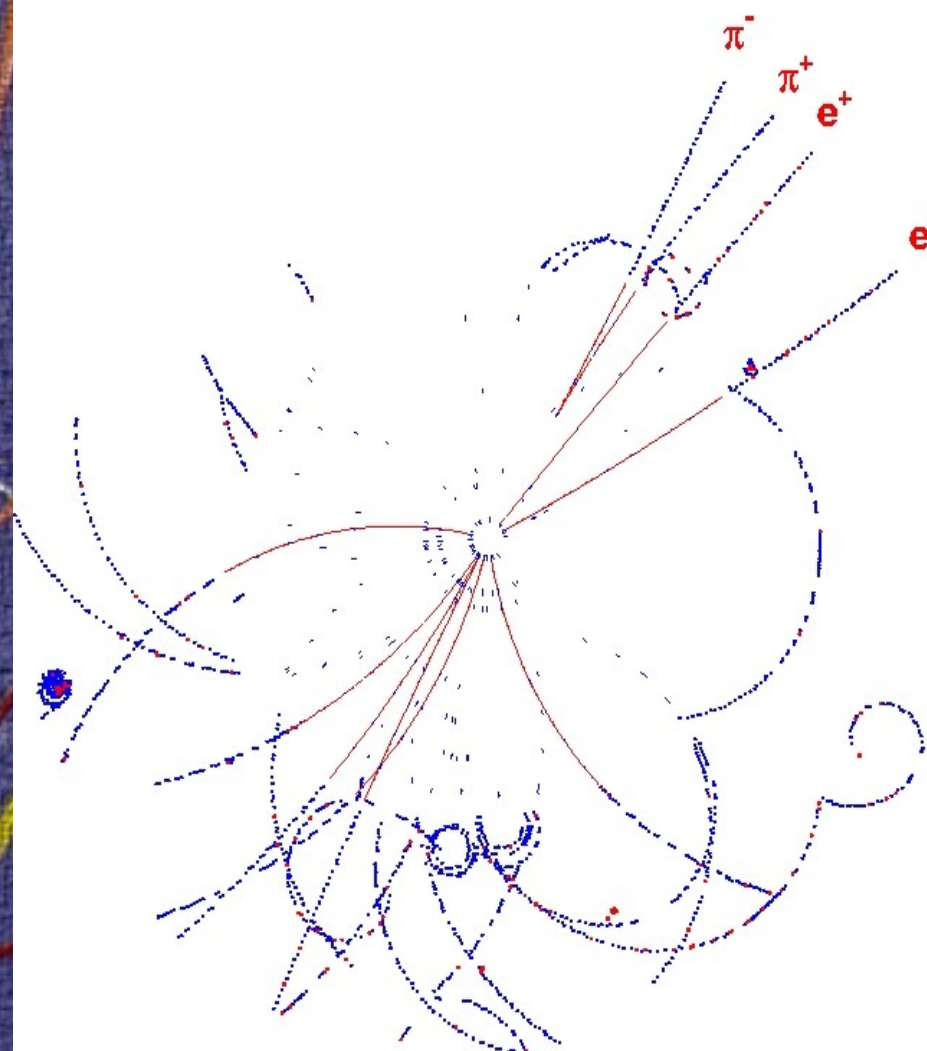
ATLAS Barrel

$H \rightarrow ZZ^* \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ ($m_H = 130 \text{ GeV}$)



ATLAS Inner Detector

$B_d^0 \rightarrow J/\psi K_s^0$



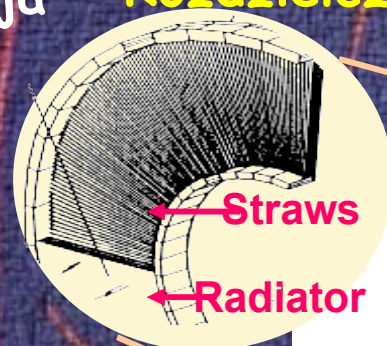
ROZMAITE SYMULACJE

TRANSITION RADIATION DETECTOR

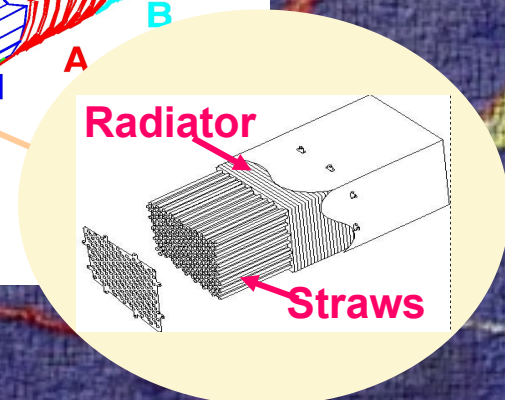
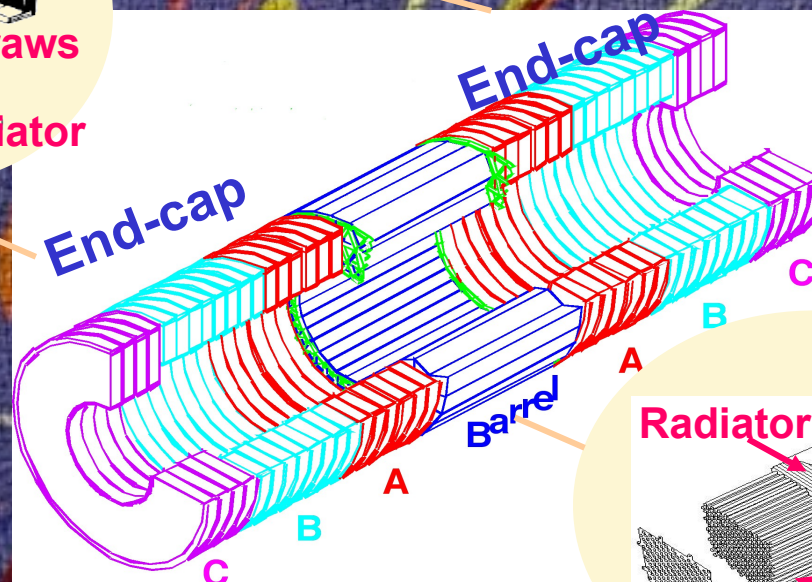
~200000 rurek, 4mm średnicy z drutami
30 μm , Radiator: Polypropylene
folie/włókna

Rozdzielczość $\Rightarrow$ 170 μm / słomkę

Efekt TR $\rightarrow$ Identyfikacja
 e/π



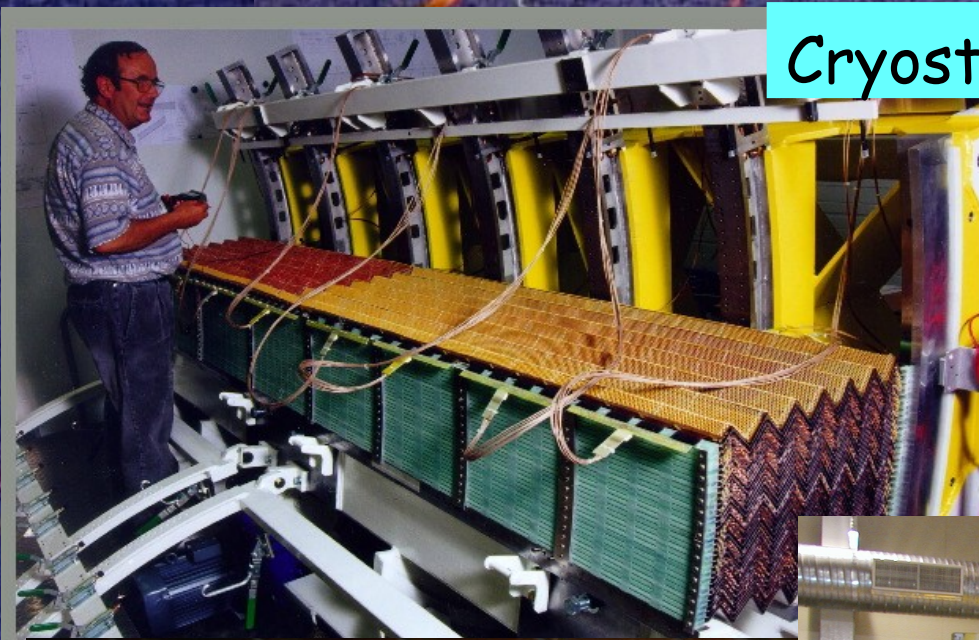
-słomki: Total 372 832
kanałów elektroni: 424 576



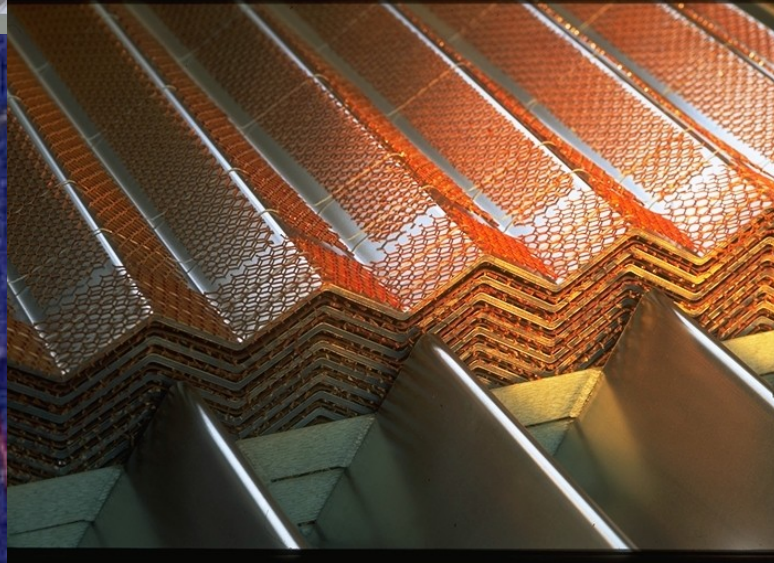
- Gas 70%Xe+27%CO₂+3%O₂
 - Xe dobry dla absorpcji TR
 - CO₂ > 6% for maximum operation stability
- Wzmocnienie gazowe $2.5 \cdot 10^4$

Kalorymetr Elektromagnetyczny

Cryostat central



Assembly of barrel calorimeter



Kalorymetr EM - rozdzielczość

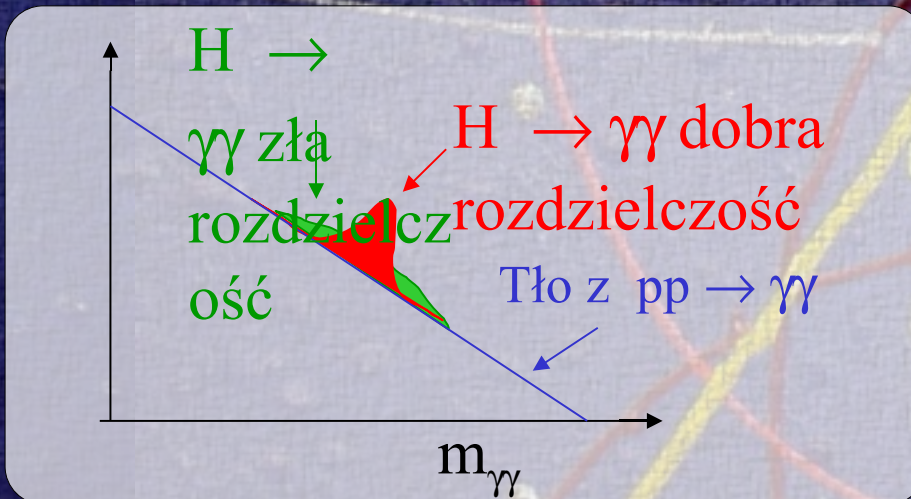
$$\Delta E/E = a/\sqrt{E} + b/E + c$$

Sampling term.

Wyznacza go liczba warstw w kalorymetrze. Powinien być ~10%. Konieczne dla otrzymania rozdzielczości masy ~1% dla $H \rightarrow \gamma\gamma$ i $H \rightarrow 4e$.

Noise term. Wpływa na rozdzielczość przy niskich E . Powinien być rzędu 400 MeV.

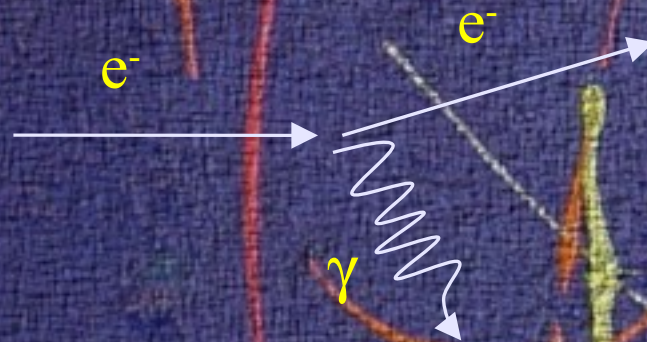
Constant term. Psuje rozdzielczość przy wysokiej E . Związany jest z wyciekami kaskad o dużej E poza kalorymetr. Powinien być poniżej 0.7%. Konieczne dla fizyki Higgsa i poszukiwań Z' . (grubość kalorymetru 24 długości radiacyjne).



The electromagnetic shower

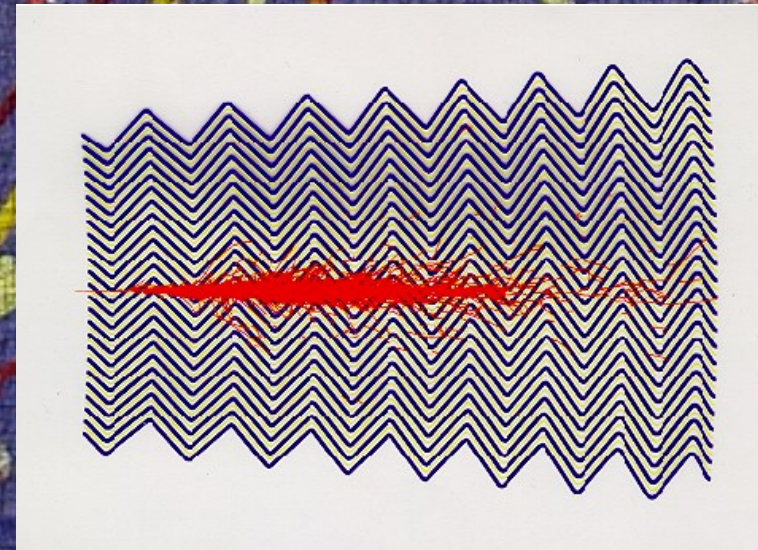
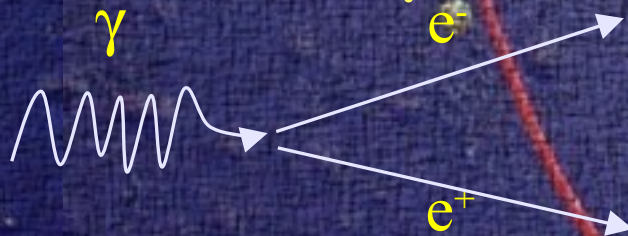
- The « Bremsstrahlung »

- A photon emitted by a charged particle



- Pair production :

- Decay of a photon into e^+e^- pair



ATLAS W KRAKOWIE (1)

KOORDYNACJA

prof. Michał TURAŁA IFJ PAN
(prof. Danuta KISIELEWSKA w AGH)

DETEKTOR KRZEMOWY -ELEKTRONIKA ODCZYTU, SYSTEM ZASILANIA, OPROGRAMOWANIE STEROWANIA

E. GÓRNICKI, P. MALECKI, A. MOSZCZYŃSKI,
M.TURAŁA, E. STANECKA, R. SZCZYGIEL,
M. WOLTER

W. DĄBROWSKI, M. DWUŹNIK, P. GRYBOŚ,
S. KOPERNY, B.TOCZEK

INFRASTRUKTURA KOMPUTEROWA DLA LHC

T. BOŁD, K.KORCYL, P.MALECKI,
A. OLSZEWSKI, T.SZYMOCHA, M. TURAŁA

DETEKTOR PROMIENIOWANIA PRZEJŚCIA - SYSEM GAZOWY, DCS

E. BANAŚ, Z. HAJDUK, J. OLSZOWSKA,
W.OSTROWICZ, P.STOKŁOSA
K. JELEŃ, W.KOWALSKI, B.MINDUR

FIZYKA I OPROGRAMOWANIE MODELOWANIA I ANALIZY

D.BOCIAN, S. GADOMSKI, A. KACZMARSKA,
E. RICHTER-WĄS, M.SAPIŃSKI, T.SZYMOCHA,
M.WOLTER,
D. KISIELEWSKA, B.TOCZEK

TRYGER I ZBIERANIE DANYCH

K. KORCYL, W.IWAŃSKI

NASZA OBECNOŚĆ W ATLASIE JEST NATURALNĄ KONSEKWENCJĄ UDZIAŁU WE WCZEŚNIEJSZYCH
EKSPERYMENTACH W CERN, FERMILAB, DUBNEJ ... ALE TAKŻE WYNIKIEM ROZMYŚLNEGO
UDZIAŁU W SPECJALNYCH PROGRAMACH R&D ORGANIZOWANYCH W CERN W LATACH 90-TYCH

ZNALÉŻLIŚMU SIĘ W NICH Z INSPIRACJI MICHAŁA TURAŁY, PÓŹNIEJ WIELOLETNIEGO
PRZEWODNICZĄCEGO MIĘDZYNARODOWEGO KOMITETU DRDC,
KTÓRY PROGRAMU DOGLĄDAŁ I GO OCENIAŁ



ATLAS W KRAKOWIE (2) i “nasi za granicą”

FIZYKA CIĘŻKICH JONÓW

prof. Barbara WOSIEK,
A. OLSZEWSKI, A. TRZUPEK. K. WOŹNIAK

GRUPA KRAKOWSKA Z NZ13 DOŁĄCZYŁA
DO ATLAS-a PÓŹNO, ALE SZYBKO OKAZAŁO SIĘ
KTO SIĘ ZNA NA CIĘŻKICH JONACH
GDY TRZEBA BYŁO STWORZYĆ *LETTER*
of INTENT DLA ROZSZERZENIA PROGRAMU
EKSPERYMENTU

J. Błocki	- Konstrukcje mechaniczne, CERN
P. Brückman	- Pozycjonowanie, RAL
S. Gadomski	- Tryger, Event Builder. Bern
J. Godlewski	- Systemy chłodzenia, CERN
J. Halik	- Konstrukcje mechaniczne, CERN
W. Iwański	- Logistyka zasilania, CERN
A. Kaczmarek	- B-tagging, Paryż
M. Stodulski	- Konstrukcje mechaniczne, CERN

FIZYKA CIĘŻKICH JONÓW “DOGONIŁA” ATLASa, KTÓRY NA POCZĄTKU ODŻEGNYWAŁ SIĘ OD TAKIEGO PROGRAMU. ZNAWCY PRZEKONALI WSPÓŁPRACĘ, ŻE MA UNIWERSALNY DETEKTOR, KTÓRY MOŻE BYĆ BARDZO DOBRY DLA SZCZEGÓŁOWYCH BADAŃ ODDZIAŁYWAŃ Pb - Pb.

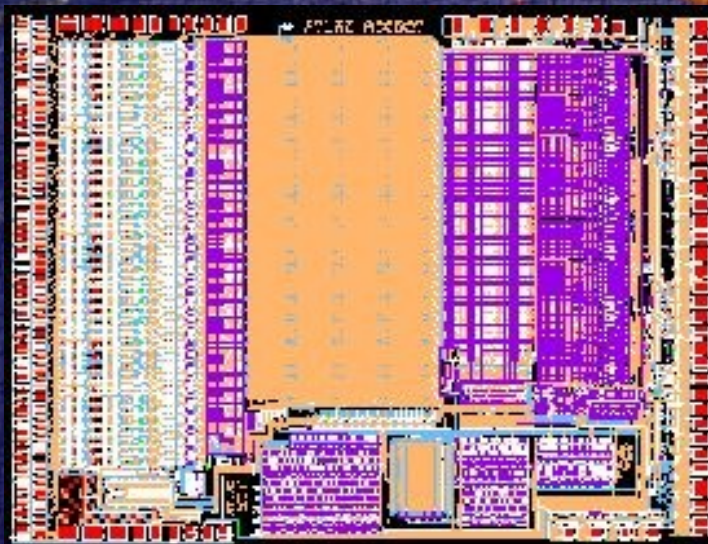
“SYGNATURA” WIELKICH PĘDÓW POPRZECZNYCH RÓWNIEŻ W ZDERZENIACH CIĘŻKICH JONÓW POZWALA WYBIERAĆ RZADKIE ZDARZENIA, ZARÓWNO TWARDYCH ODDZIAŁYWAŃ JAK TAKIE, W KTÓRYCH ICH “ŚWIADKOWIE PRZEŻYLI” WSZELKIE ETAPY ROZWOJU ZDERZENIA.

SPODZIEWAMY SIĘ, ŻE MOŻE WRESZCIE W LHC WYSTĄPIĄ WARUNKI DLA GAZU SWOBODNYCH PARTONÓW. A JEŚLI WYSTĄPIĄ TO POD RĘKĄ JEST DETEKTOR DLA SZCZEGÓŁOWYCH ANALIZ

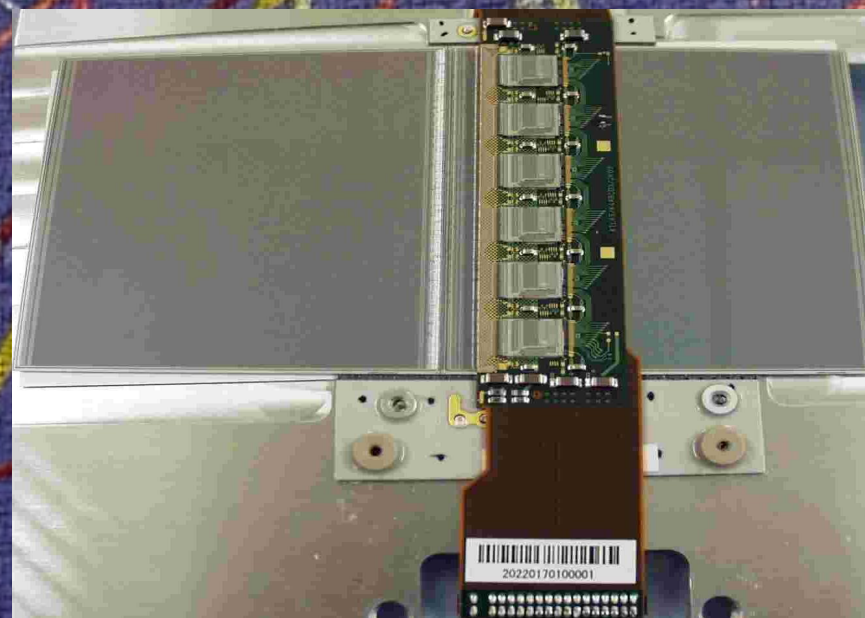
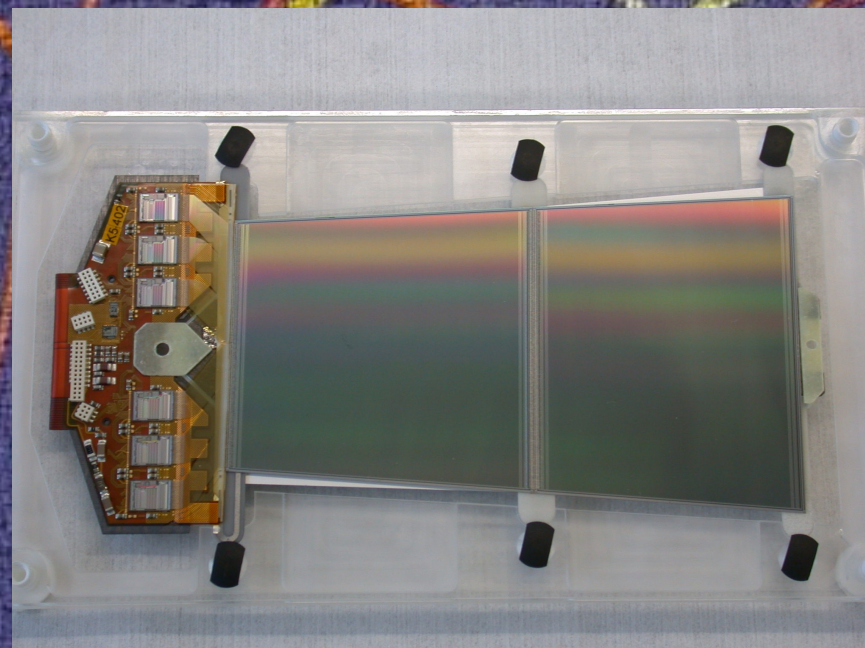
ATLAS SEMI-CONDUCTOR TRACKER SCT
to ok. 60 m² mikropaskowych detektorów
krzemowych.

**ODCZYT I OBRÓBKĘ SYGNAŁÓW Z PONAD
6 MLN KANAŁÓW TEGO SYSTEMU WYKONUJĄ
OBWODY SCALONE PROJEKTU
prof. Władysława DĄBROWSKIEGO - WfiTJ AGH
I ZESPOŁU:
F.Anghinolfi, J. Kapłon, R.Szczygieł**

**KTO WYMYŚLIŁ I ZAINICJOWAŁ
MIKROELEKTRONIKĘ W KRAKOWIE ?**



UKŁAD SCALONY ABCD2T

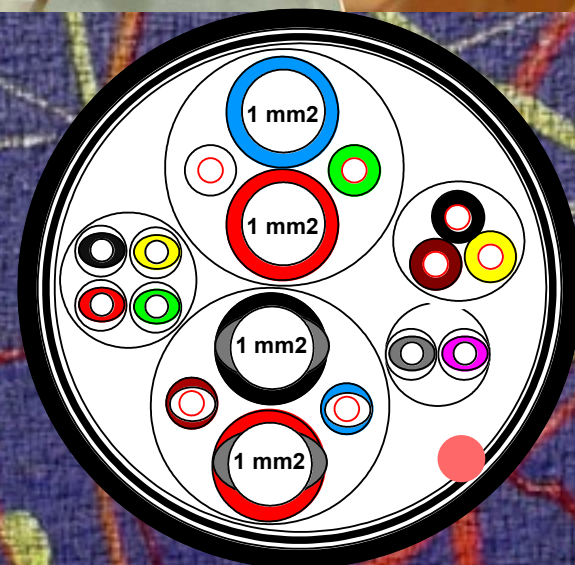
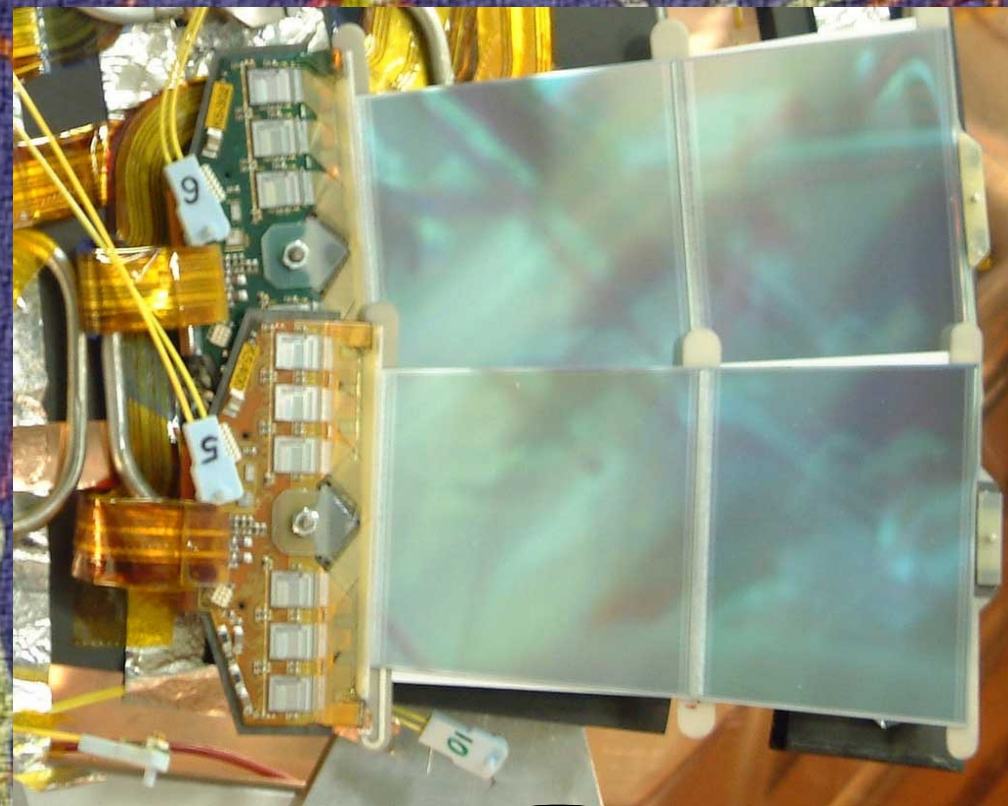


ATLAS SEMI-CONDUCTOR TRACKER POWER DISTRIBUTION

SCT modules are powered by DC isolated, “floating” low voltage (LV) and high voltage (HV) power supply modules via long, multi-wire lines.

LV and HV power supply modules are integrated in several ways. All low voltages and control levels as well as HV for each detector module are transmitted from corresponding LV and HV module via dedicated multi-wire conductors of thickness varying from “thick, conventional” cable to low mass Kapton tapes.

Racks with SCT power supply modules will be distributed in USA15 and US15 caverns (11 + 11 racks).



ATLAS SEMI-CONDUCTOR TRACKER HIGH VOLTAGE POWER SUPPLIES

HV BOARD CONTAINS
8 INDEPENDENT HV CHANNELS (MODULES)

EACH HV MODULE PROVIDES:

NOMINAL VOLTAGE 0 - 500 V

MAXIMUM LOAD 5 mA

DC ISOLATION:

POWER LINES - MAGNETIC

CONTROL LINES - OPTICAL

DIGITAL CONTROL

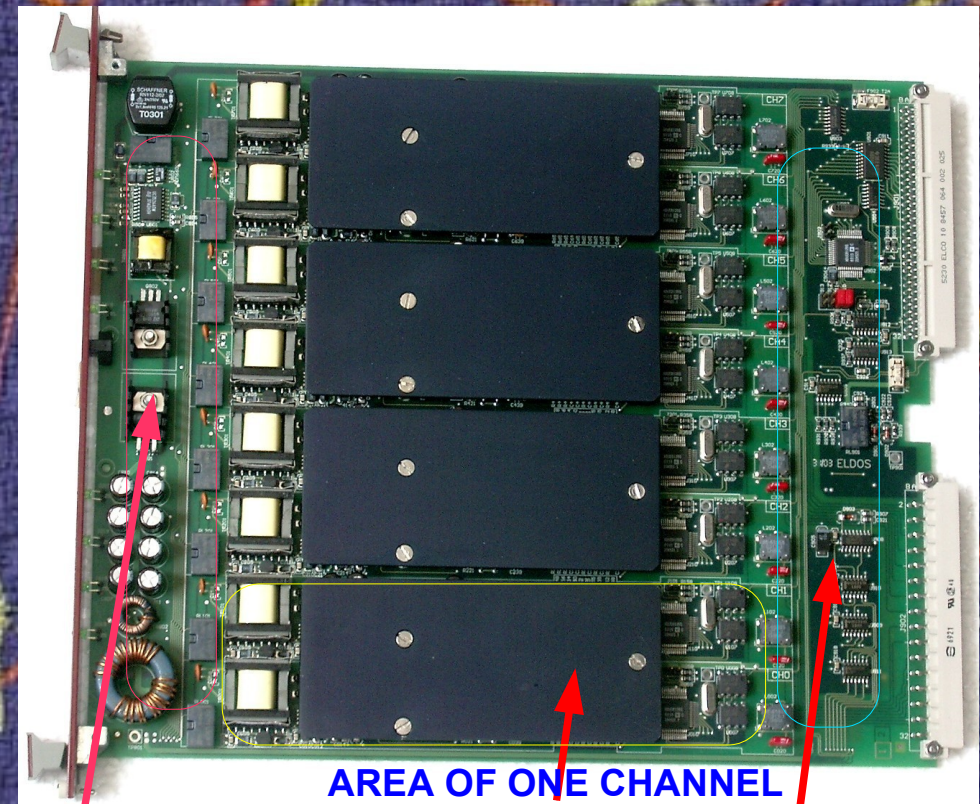
VOLTAGE RAMPING RATES 50, 20 , 10, 5 V/s

CURRENT MEASUREMENTS RANGE 50nA - 5mA

PROGRAMMABLE OVERCURRENT PROTECTION

OVERVOLTAGE PROTECTION

INTERLOCKS



AREA OF ONE CHANNEL

CARD CONTROLLER

V AC POWER GENERATOR

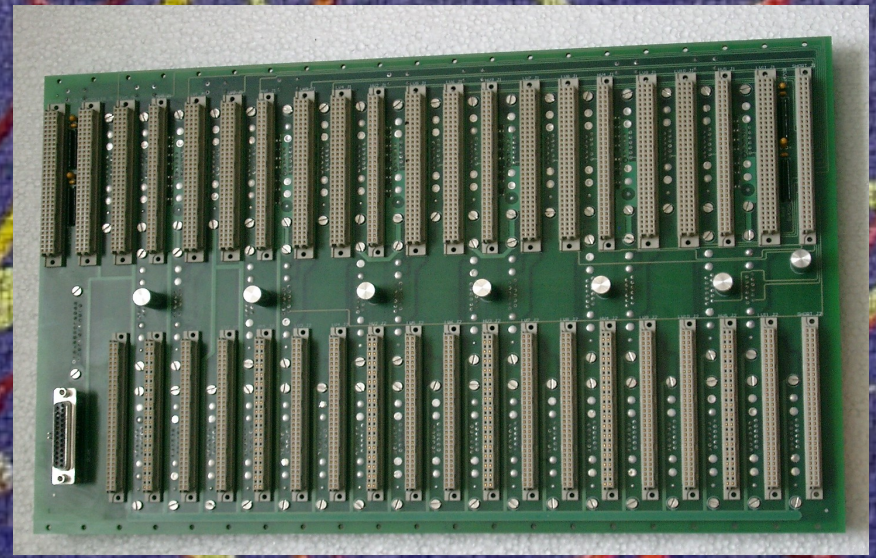
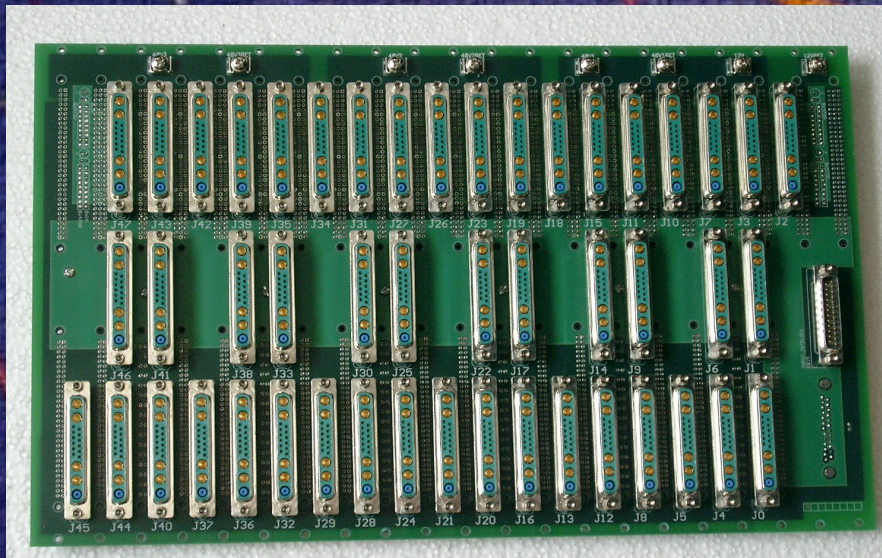
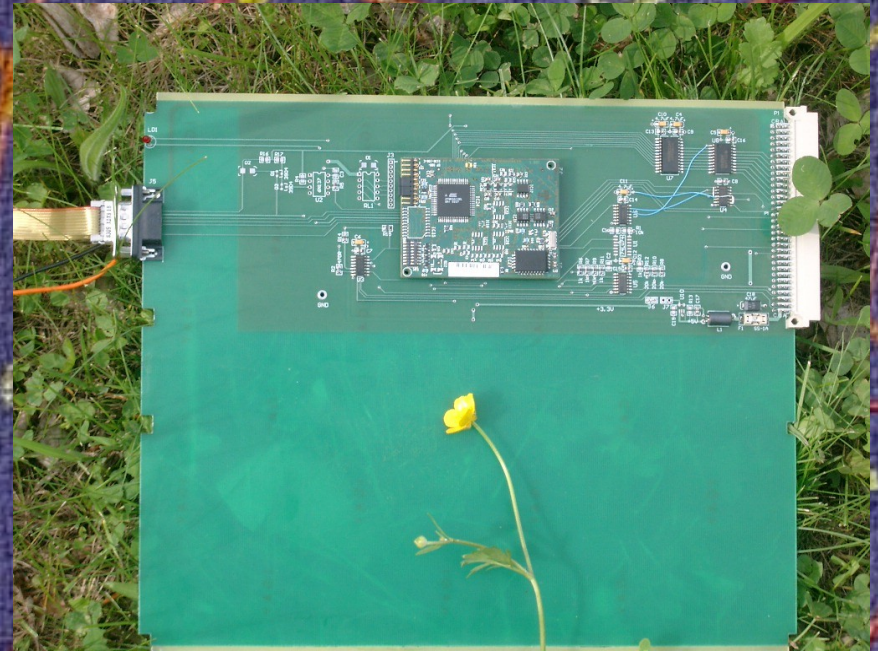
LV / HV INTEGRATION

COMMON CRATE HOUSES 48 PS MODULES

- 12 LV BOARDS
- 6 HV BOARDS
- CRATE CONTROLLER BOARD
- INTERLOCK CARD
- SHORTING CARD

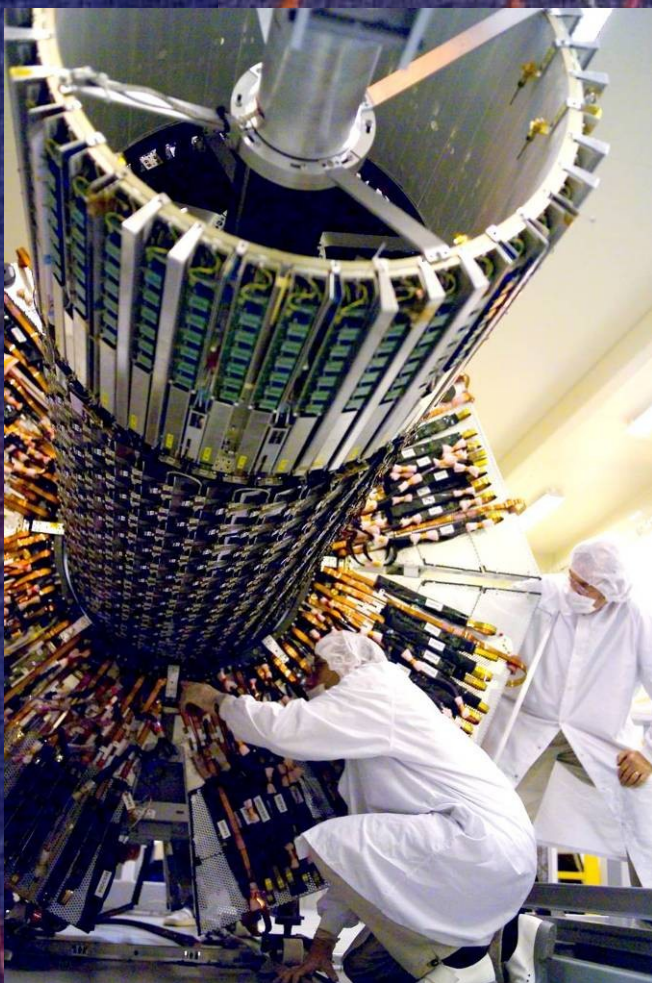
STANDARD 19" MECHANICS

CUSTOM DESIGN BACKPLANE
FOR POWER AND CONTROL TRANSMISSION
CUSTOM COMMUNICATION



Silicon Tracker (SCT)

All four barrel cylinders are complete and at CERN



Assembly of the four barrel cylinders is complete (left), and the SCT barrel is now being prepared for insertion into the TRT barrel

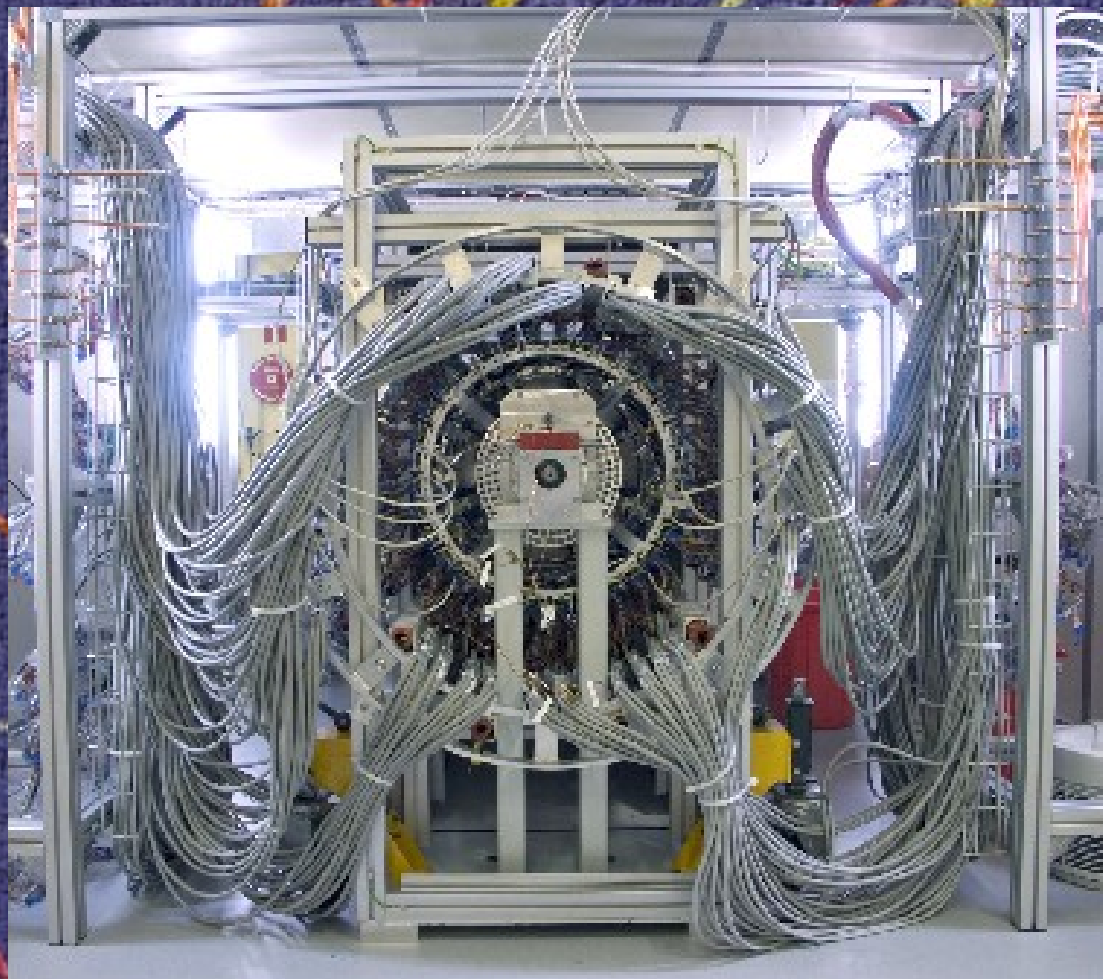
ID integration and commissioning at the surface

**SCT acceptance tests
(each barrel was fully tested)**

Barrel	Total Channels	Total Defects
3	589824	1483
4	737280	841
5	884736	1818
6	1032192	5720
Total	3244032	9862

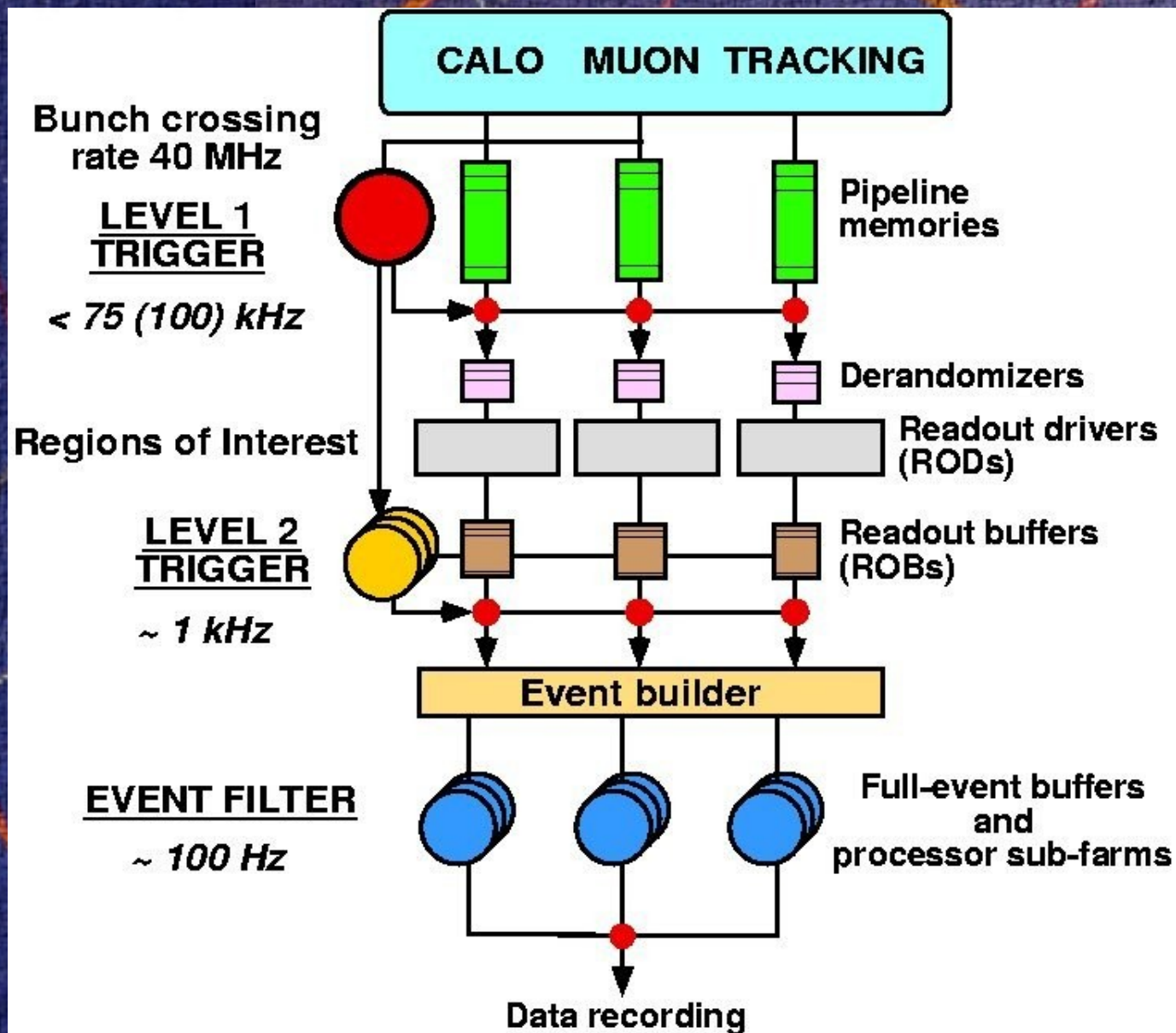
Total of 99.7% of all channels fully functional

SCT barrel during acceptance test



The next major milestone is now the integration of the barrel TRT and SCT in Dec 2005

„WYZWALANIE” - TO NAJPOWAŻNIEJSZE WYZWANIE



JEDNYM Z NAJWIĘKSZYCH WYZWAŃ DLA EKSPERYMENTU PRZY LHC JEST SELEKCJA PRZYPADKÓW W “CZASIE RZECZYWISTYM”

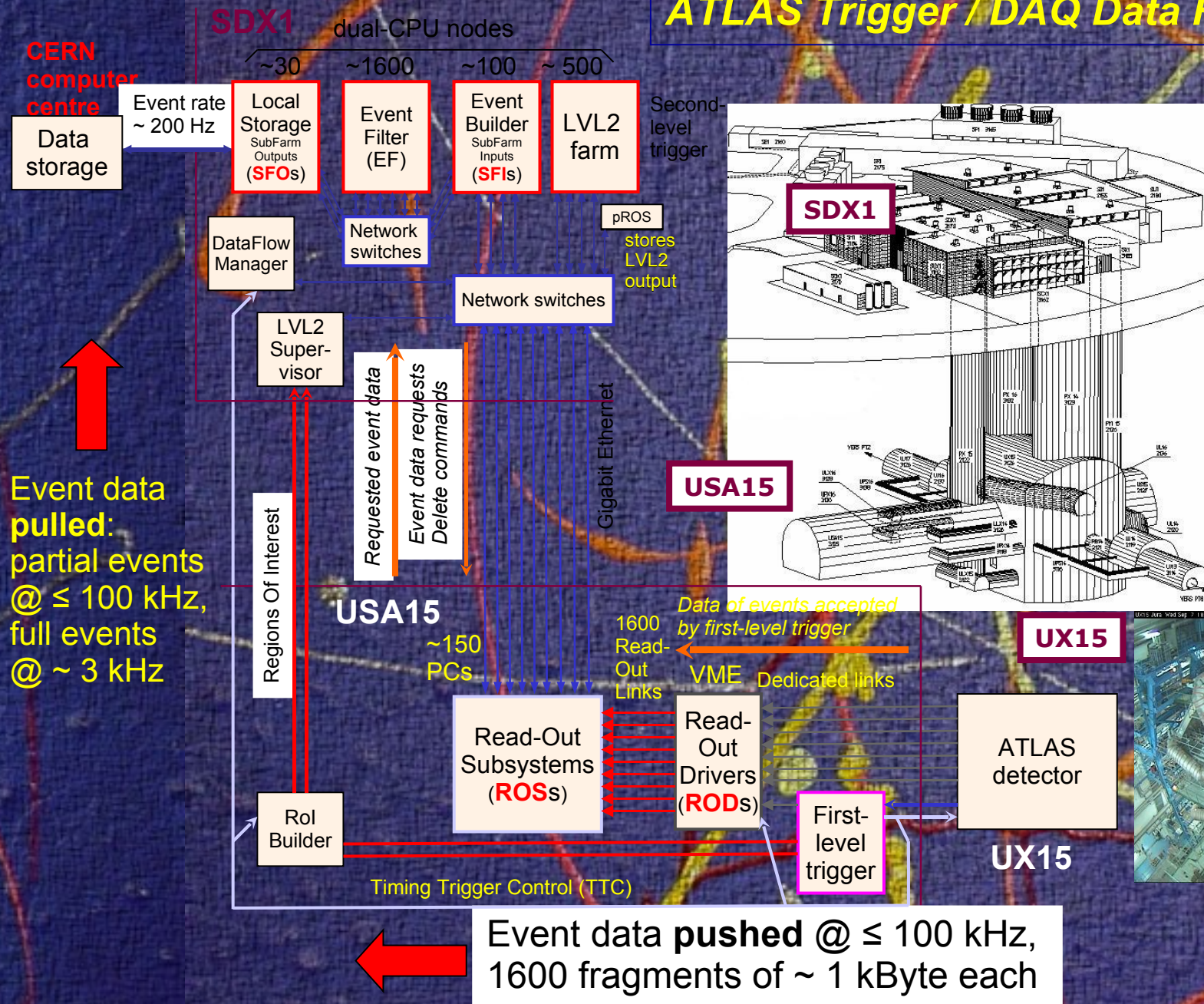
W WIELOSTOPNIOWYM SYSTEMIE DOKONUJE SIĘ STOPNIOWEJ REDUKCJI PRZYPADKÓW NA PODSTAWIE CORAZ BARDZIEJ ZŁOŻONYCH ANALIZ

PIERWSZY POZIOM, SYNCHRONICZNY, POZWALA NA PODJĘCIE DECYZJI W TRAKCIE $\sim 120 \text{ "BX"}$ ($\sim 2 \mu\text{s}$)

POZIOM 2-GI TO 2 ms i wykorzystanie koncepcji “ROI”

POZIOM 3-CI “EVENT BUILDER” KOŃCZY FILTRACJĘ (REDUKCJĘ) PRZYPADKÓW W STOSUNKU $\approx 1/400\,000$

ATLAS Trigger / DAQ Data Flow



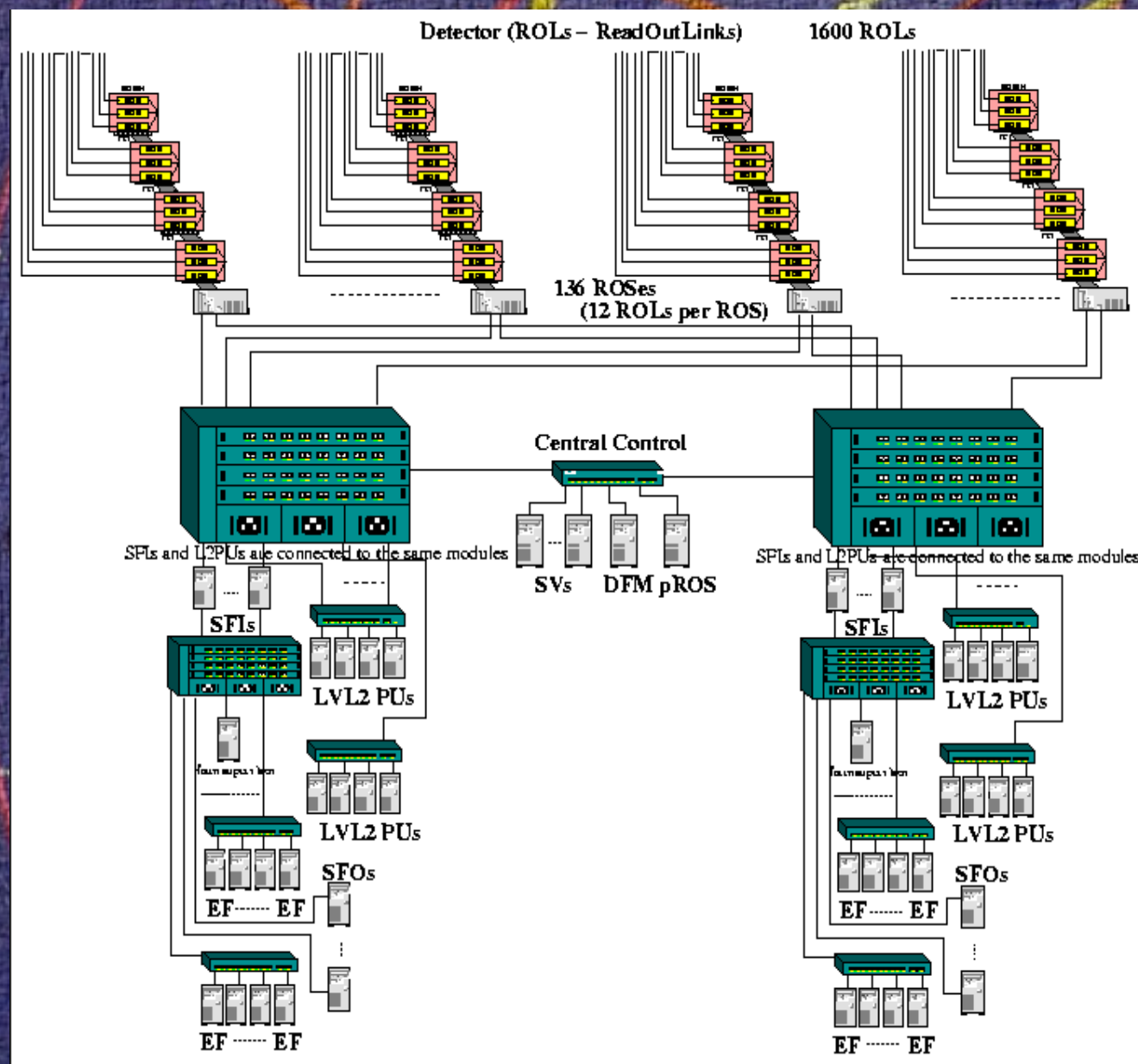
MODEL ARCHITEKTURY -

A WIĘC SIECI, PROTOKOŁÓW,
PRZELACZNIKÓW SIECIOWYCH,
FARM KOMPUTERÓW,
BUFORÓW PAMIĘCIOWYCH
ETC,

A PRZED WSZYSTKIM
KONCEPCJI RUCHU DANYCH

JEST OD LAT ROZWIJANY W
IFJ PRZEZ DR K. KORCYŁA
I WSPÓŁPRACOWNIKÓW.

OBECNIE PRACE TE SĄ
WZBOGAĆCONE DODATKOWO
O INNOWACYJNE KONCEPCJE
ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII
“GRID” DO TYCH PROCESÓW
“PRAWIE CZASU
RZECZYWISTEGO”

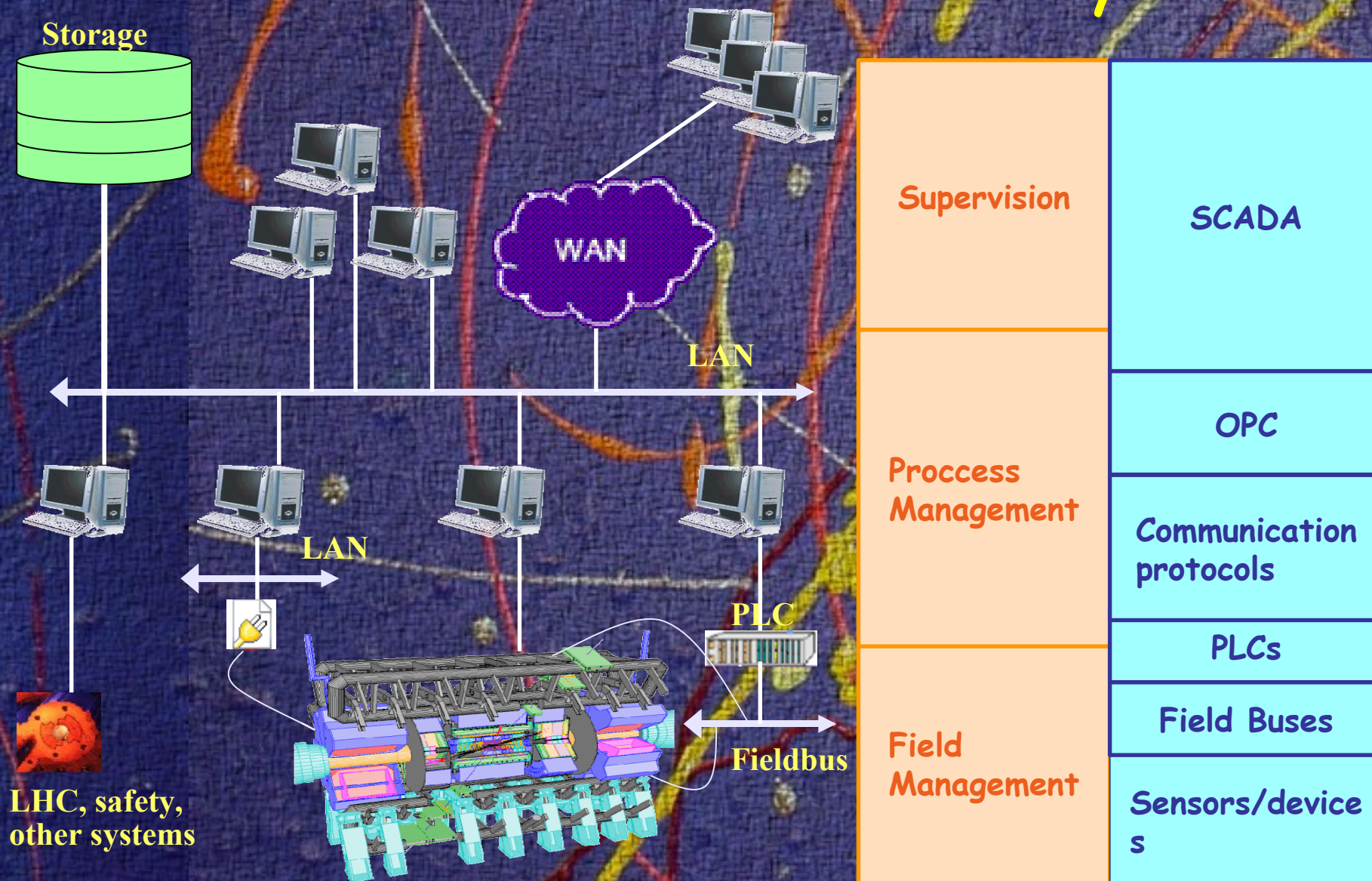


KOLEJNYM POWAŻNYM ZOBOWIĄZANIEM KRAKOWSKIEJ
GRUPY ATLAS JEST BUDOWA SYSTEMU
STABILIZACJI WZMOCNIENIA
GAZOWEGO TRT
ORAZ
BUDOWA
SYSTEMU STEROWANIA
DETEKTOREM PROMIENIOWANIA PRZEJŚCIA
BĘDĄCEGO CZĘŚCIĄ PEŁNEGO SYSTEMU STEROWANIA EKSPERYMENTEM

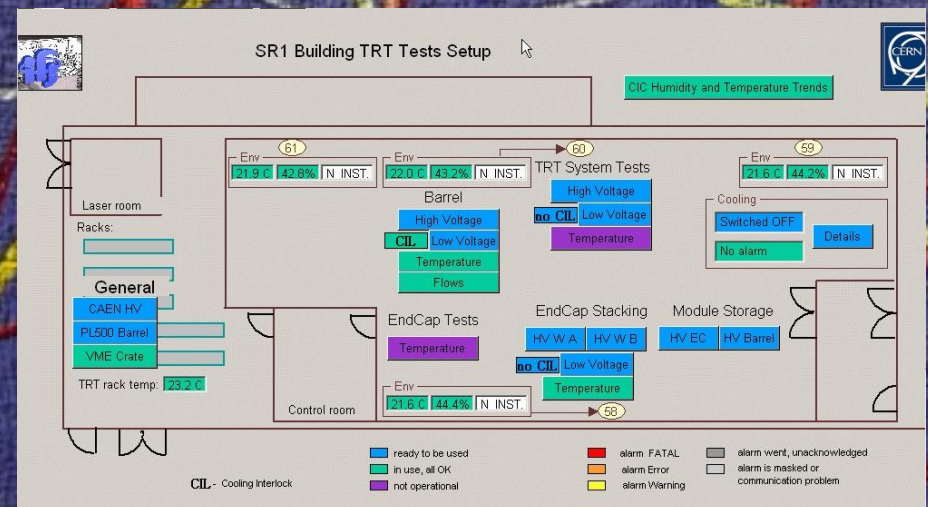
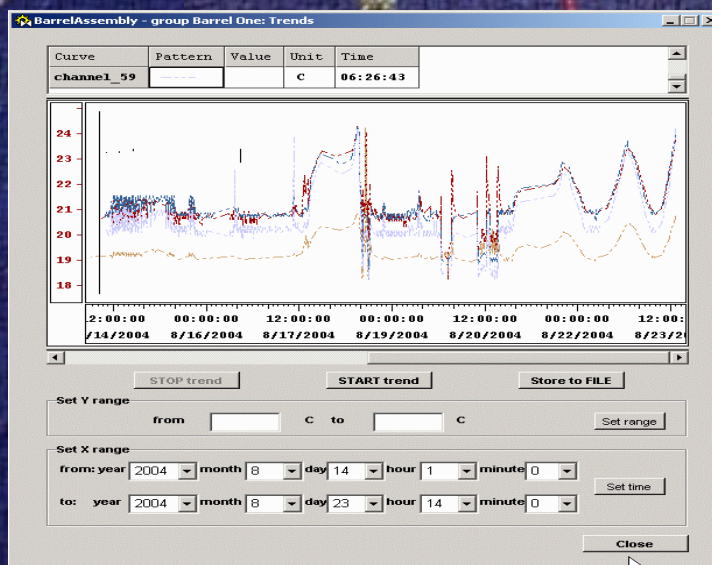
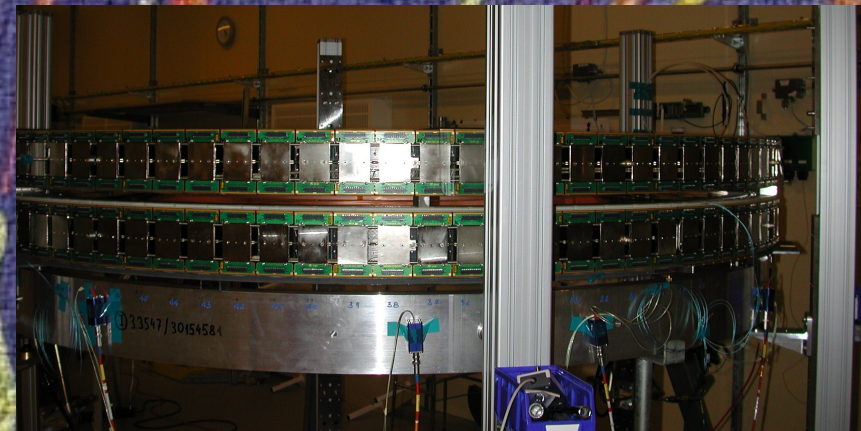
WYKONUJEMY TO RÓWNIEŻ W ŚCISŁEJ WSPÓŁPRACY Z GRUPĄ Z WYDZIAŁU
FIZYKI I INFORMATYKI STOSOWANEJ AGH



ATLAS Detector Control System



TRT integration DCS System



CRACOW Atlas physics group:

Studies:

- * Reconstruction of hadronic decays of tau leptons
 - performance studies,
 - track approach algorithm developement
 - multivariate methods for tau identification
 - preparation for early physics at the LHC (Z→tau tau studies)
 - Higgs decays with taus in final states
- * Identification and use of soft electron
 - soft lepton b-tagging
 - calibration EM Calorimeter with J/Psi→ ee decays
- * Tracking in the muon detector

Activities in collaboration WG's: Tau, Atlfast-TF, egamma, flavour tagging, muon

- * Presentations on WG meetings: 59

Conference talks: 4

ATLAS Notes: 13

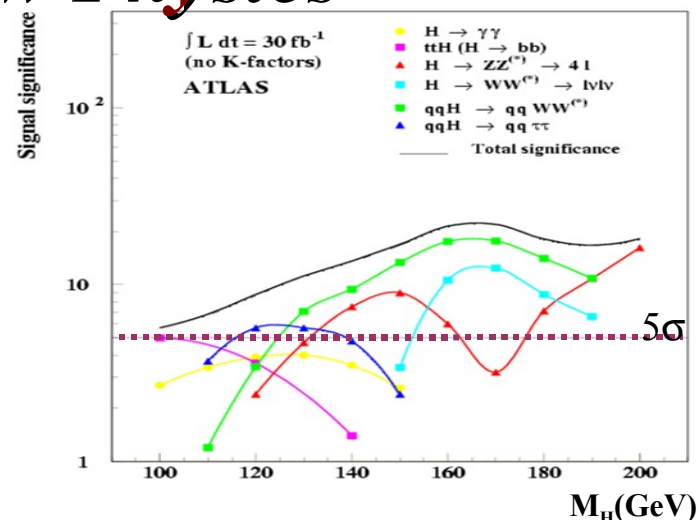
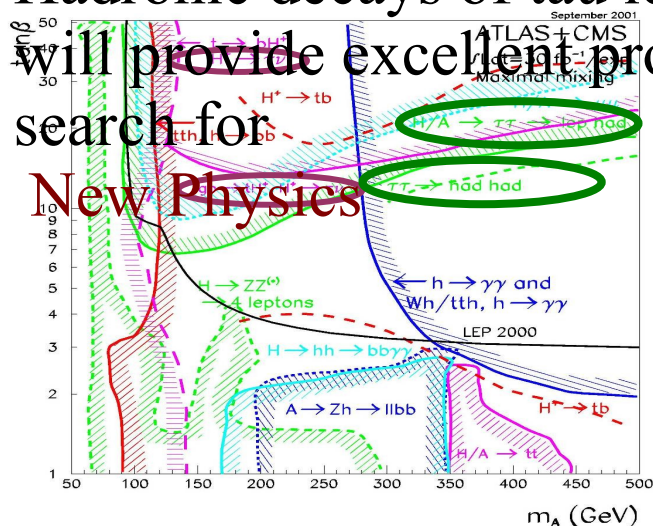


Atlas physics group:

Taus as a probe for new Physics

Already at 100pb-1 several thousands of $Z \rightarrow \tau\tau$ and $W \rightarrow \tau\nu$ events will help to tune algorithms and understand performance

Hadronic decays of tau leptons will provide excellent probe to search for



- SM Higgs in VBF production, $H \rightarrow \tau\tau$
- MSSM Higgs, bbH/A , $H/A \rightarrow \tau\tau$
- MSSM H^+ in $tt \rightarrow H^+b Wb$, $gb \rightarrow bH^+$, $H \rightarrow \tau\nu$
- SUSY signatures with tau's in final states
- extra dimensions(?)... new theories(?)...

The Cracow ATLAS group leads the development of algorithms for hadronic tau reconstruction and optimisation of $Z \rightarrow \tau\tau$ analyses. The group is active and preparation for searching bbH , $H \rightarrow \tau\tau$ signals in MSSM model.

“High p_T physics”: plan for 2006/2007

Subjects:

- Reconstruction of hadronic tau decays – packet development
- Soft electron, b-tagging
- Higgs searches
- Multivariate techniques in data optimization
- Full efficiency of GRID MC production

Participation in CSC Notes :

Tau Performance:	editor:	ERW , contrib: AK, PaM, MW, TS(?)
b-tagging :	editor:	AK lub MW
bbH -btag:	editor:	ES
bbH-phys:	contrib:	TS

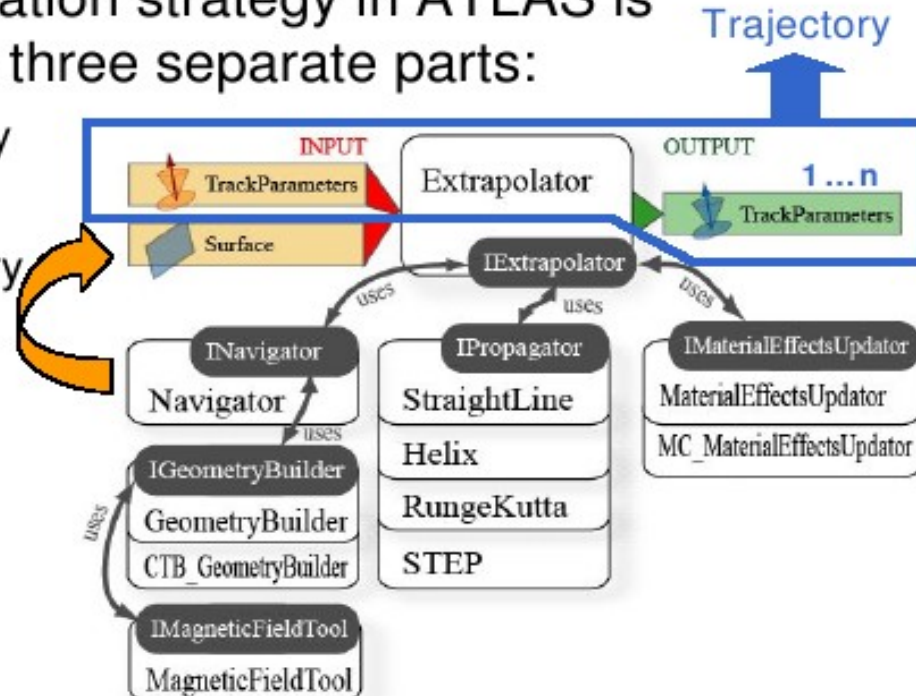


Participation in the off-line software development

ATLAS tracking tools

- The new extrapolation strategy in ATLAS is decomposed into three separate parts:

- tracking geometry
- navigation within tracking geometry
- propagation



Common Tracking, CERN, 5.4.2006

E. Lund and A. Strandlie



ZAPRASZAMY

