



# CERN

**największe światowe  
laboratorium fizyki cząstek**

M. Turała  
Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków

CERN, 31 marzec, 2008

# Zarys wystąpienia

- **CERN**
  - początki...
  - misja CERN...
  - „kamienie milowe”...
- **Laboratorium**
  - akceleratory
  - eksperymenty
  - użytkownicy
- **Organizacja**
  - struktura
  - budżet
- **Polska w CERN**
  - historia...
  - dzień dzisiejszy...
- **Podsumowanie**

# Zarys wystąpienia

- CERN

- początki...
- misja CERN...
- kamienie milowe

- Laboratorium

- akceleratory
- eksperymenty
- użytkownicy

- Organizacja

- struktura
- budżet

- Polska w CERN

- historia...
- dzień dzisiejszy...

- Podsumowanie

# Początki...

Po 2-giej wojnie światowej grupa wybitnych naukowców i polityków przedstawiła ideę odbudowy europejskiej nauki poprzez **współpracę międzynarodową.**

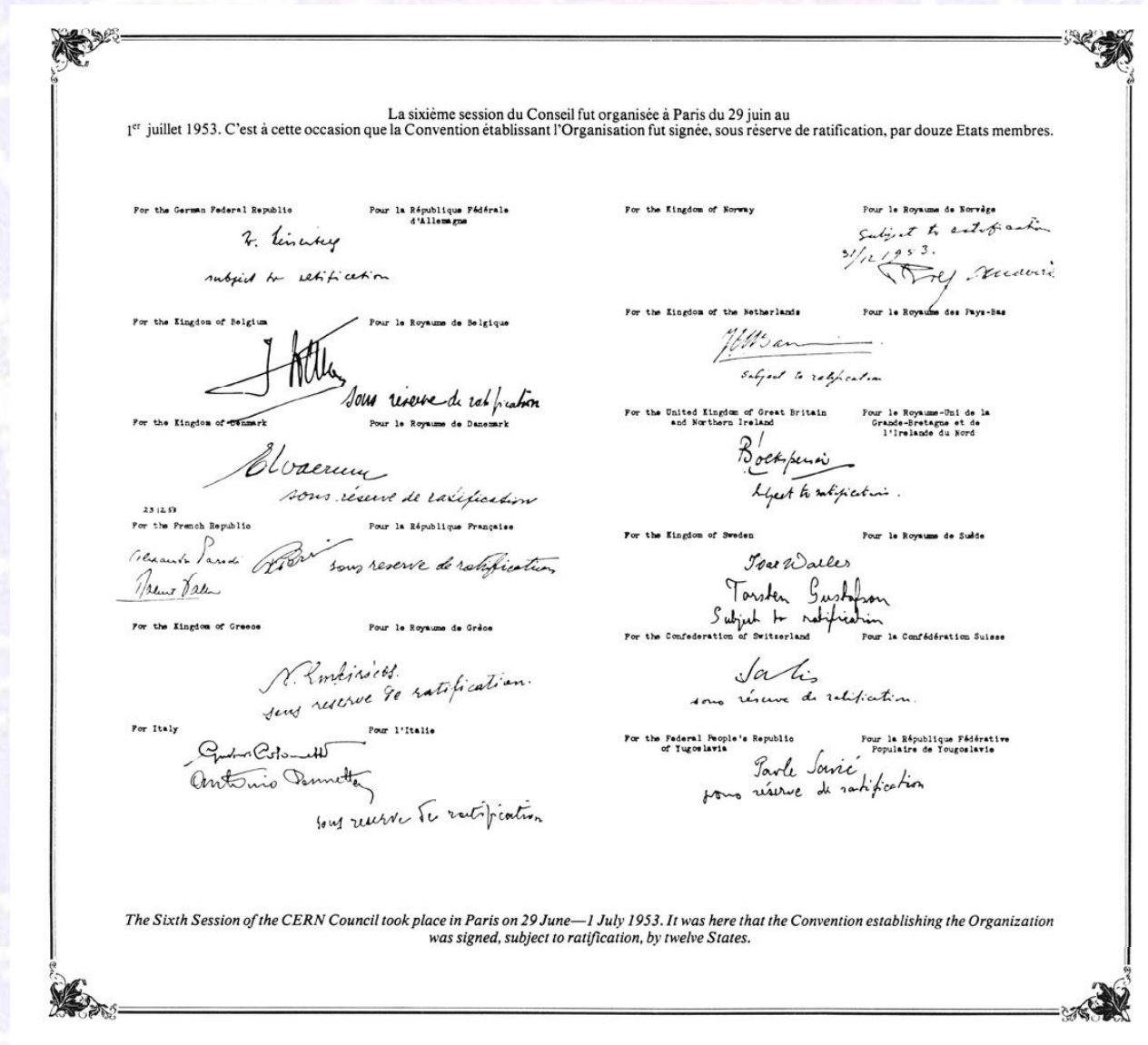
- Inicjatywa środowiska fizyków i polityków:
  - Stworzenie naukowcom warunków do pracy (laboratorium), dla powstrzymania ich odpływu do USA
    - Pierwsza propozycje wysunął w 1949 **Louis de Broglie**
    - E.Amaldi, P.Auger, L.Kowarski, F.Perrin (1950 raport Kowarskiego o potrzebie utworzenia międzyrządowego centrum, „wyłącznie naukowego”)
    - Rezolucja I.Rabi'ego do DG UNESCO (7 czerwca 1950)
  - Idea zbliżenia Europejczyków po wojnie
    - European Cultural Conference, Lausanne 8-12 grudzien 1949
- Porozumienie dla utworzenia **“Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire” (CERN)** zostało podpisane 15 lutego 1952 przez 11 krajów
- Konwencja nabrała mocy po ratyfikacji (pod auspicjami UNESCO) przez 7 pierwszych państw, co nastąpiło **29 września 1954**

# Początki - 1952...



Na 3-cim spotkaniu tymczasowej Rady CERN w Amsterdamie (4.10.1952) zdecydowano o lokalizacji Laboratorium CERN w Genewie i budowie 25-30 GeV akceleratora protonowego.

# Porozumienie o utworzeniu CERN...



## Początki - 1954...



Mieszkańcy Kantonu Genewskiego zaakceptowali propozycję lokalizacji CERN pod Genewą w referendum i 17 maja 1954 rozpoczęto budowę.

# Misja CERN...

W porozumieniu o utworzeniu CERN zapisano:

*„Organizacja winna stworzyć warunki do współpracy w dziedzinie badań jądrowych o charakterze fundamentalnym i czysto naukowym. Organizacja nie powinna w żaden sposób być zaangażowana w badania dla celów wojskowych a rezultaty prac doświadczalnych i teoretycznych winny być publikowane lub dostępne publicznie w inny sposób”*

*Cztery główne kierunki działania*

- Badania podstawowych praw Wszechświata*
- Szkolenie przyszłych naukowców i badaczy*
- Rozwój nowoczesnych technologii*
- Współpraca między narodami przez naukę*



# CERN - „kamienie milowe”...

- *1954 (29.IX) - ratyfikacja konwencji CERN*
- *1957 - uruchomienie synchro-cyklotronu 600MeV*
- *1959 - uruchomienie synchrotronu protonowego PS 24GeV*
- *1968 - pierwsze komory proporcjonalne G. Charpaka*
- *1971 - uruchomienie zderzacza protonów i antyprotonów ISR*
- *1973 - odkrycie „prądów neutralnych”*
- *1976 - uruchomienia protonowego super synchrotronu 450GeV*
- *1983 - odkrycie bozonów pośredniczących W i Z<sup>0</sup>*
- *1984 - nagroda Nobla dla C. Rubbia i S. Van der Meera*
- *1989 - uruchomienie zderzacza elektronów i pozytonów LEP*
- *1990 - wynalezienie światowej „pajęczyny” WWW*
- *1992 - nagroda Nobla z fizyki dla G. Charpaka*
- *1995 - wytworzenie pierwszych atomów antywodoru*
- *2000 - obserwacje „plazmy kwarkowo-gluonowej”*
- *2008 - uruchomienie dużego zderzacza hadronów LHC (14TeV)*

# Zarys wystąpienia

- CERN

- początki...
- misja CERN..
- kamienie milowe..

- Laboratorium

- akceleratory
- eksperymenty
- użytkownicy

- Organizacja

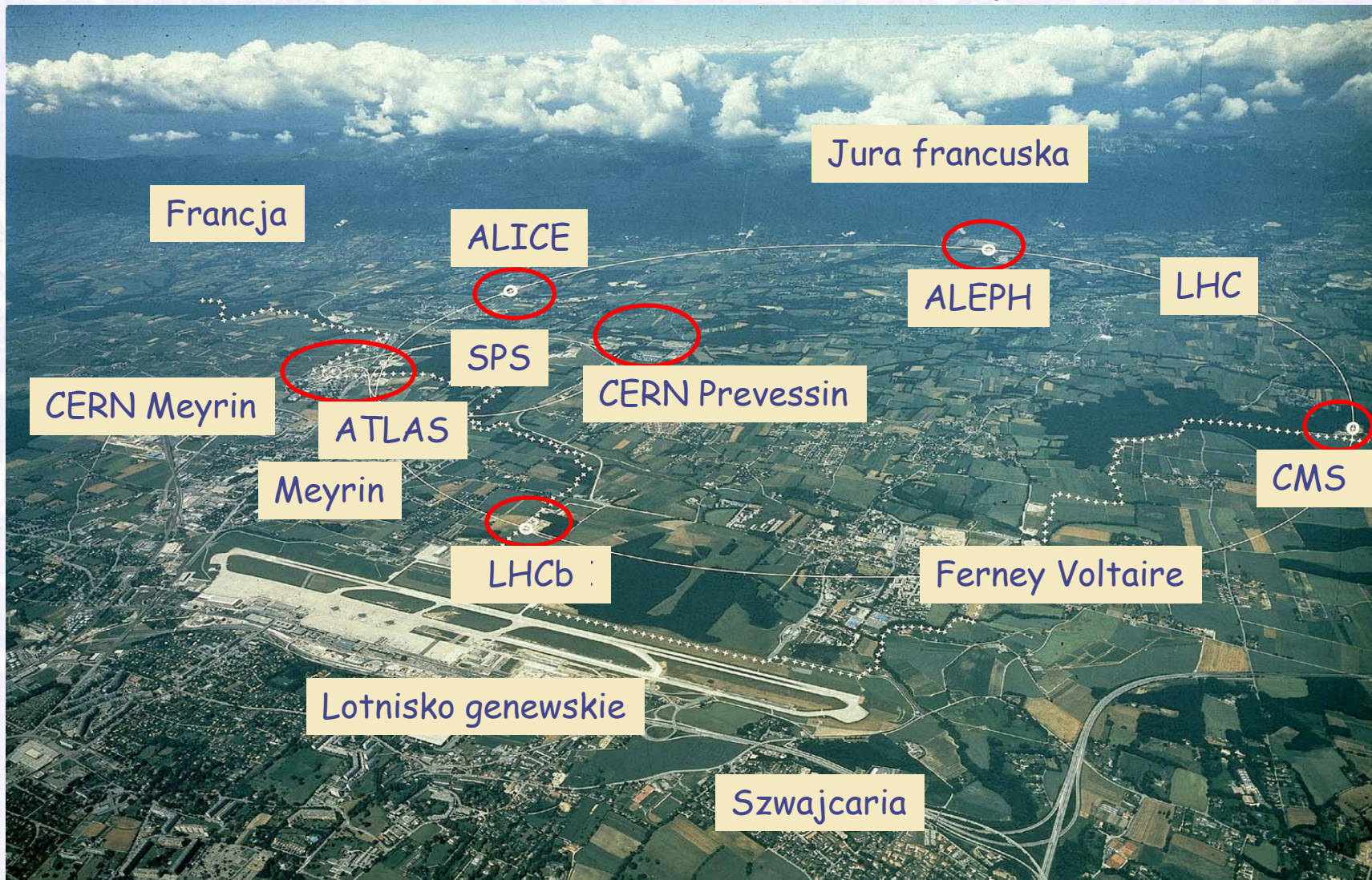
- struktura
- budżet

- Polska w CERN

- historia...
- dzień dzisiejszy...

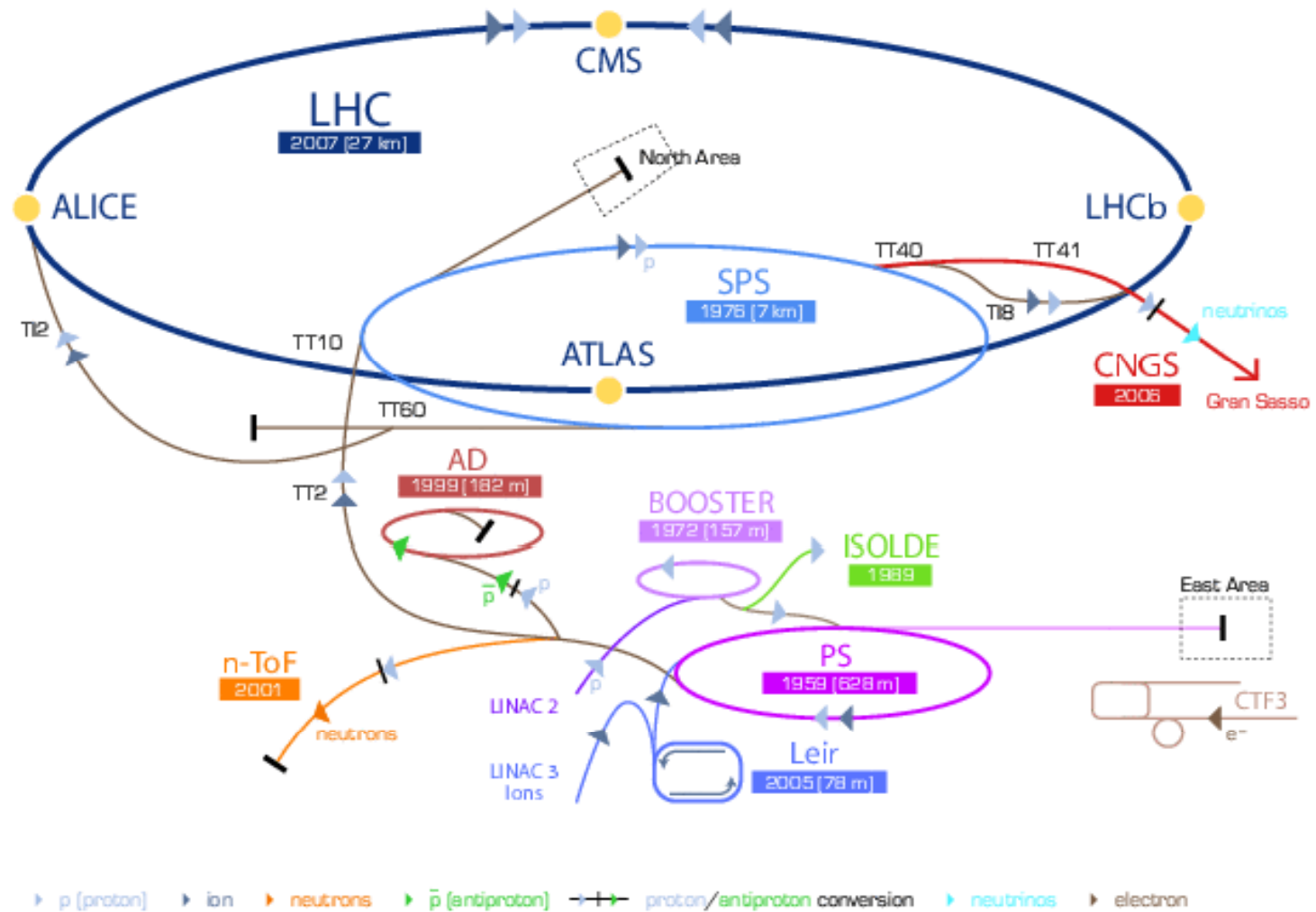
- Podsumowanie

# CERN - akcelaratory...



Laboratorium CERN wpisane w pejzaż genewski

# CERN - akceleratory



Schemat kompleksu akceleratorów CERN

# CERN - akcelerator liniowy...



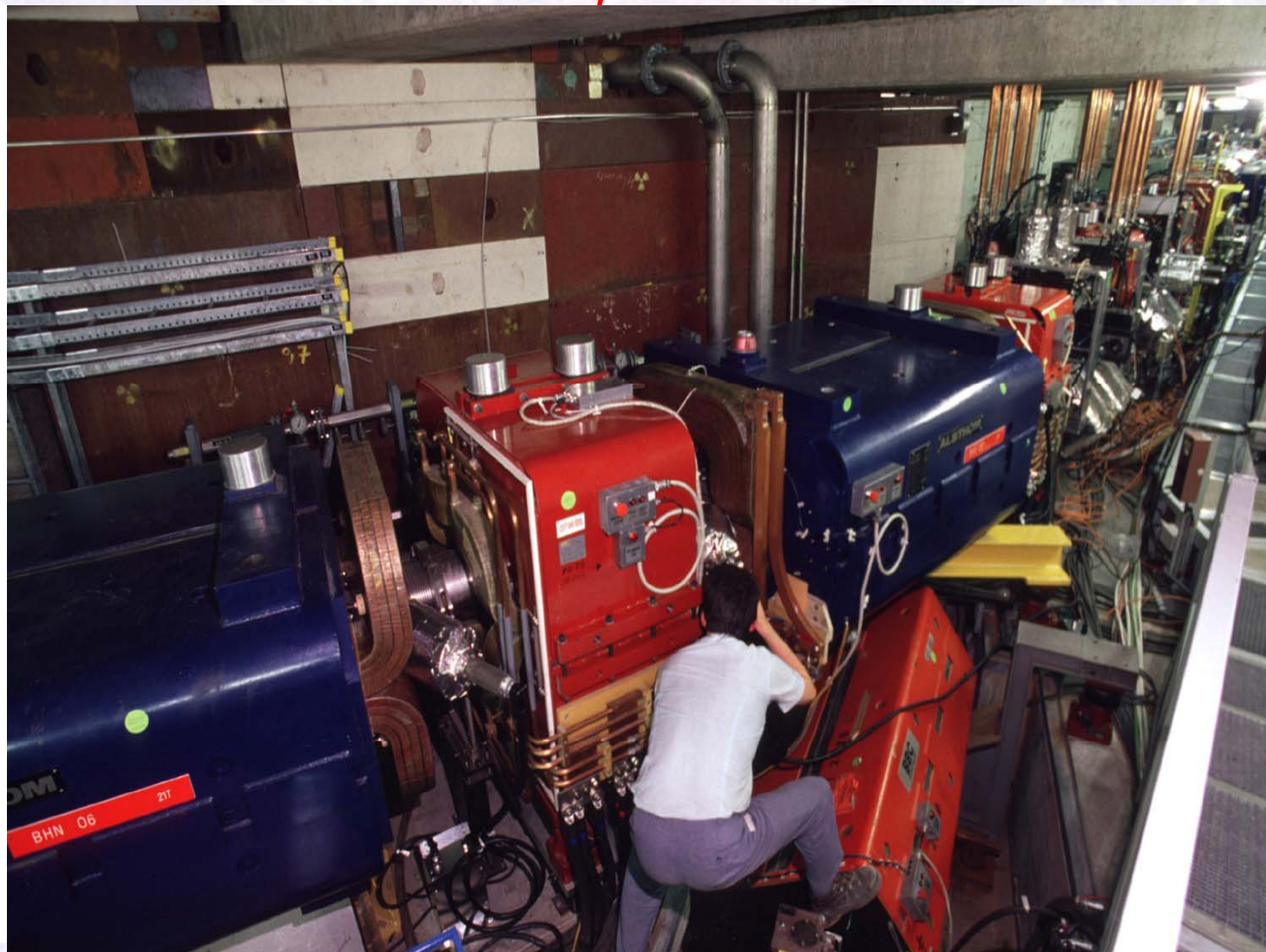
„Dziąło”, które wystrzeliwuje pęczki cząstek o energii kilkuset MeV

# CERN - synchrotron protonowy 28 GeV...



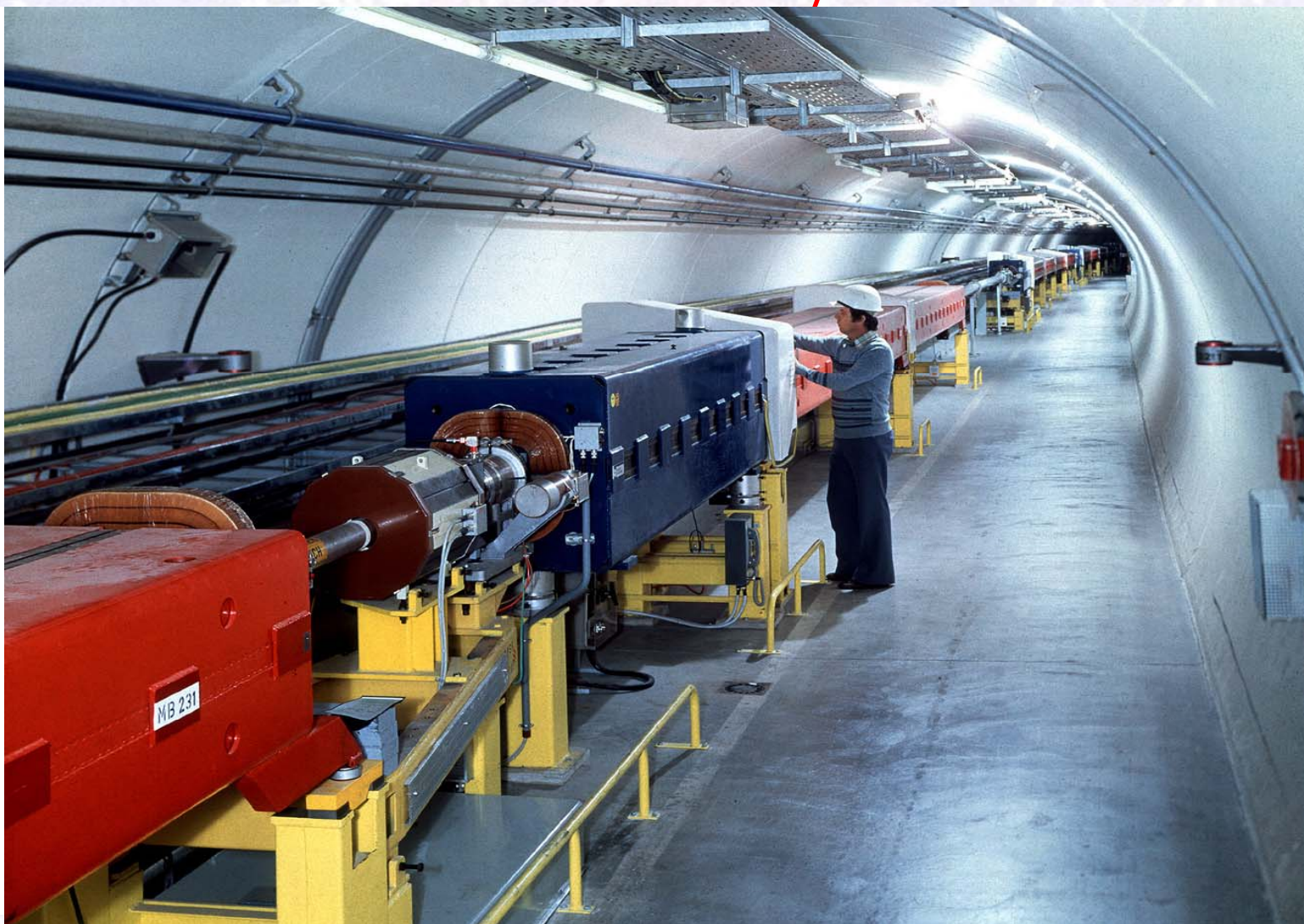
Synchrotron protonowy (PS) przyspiesza protony do 28 GeV; zbudowany w 1959 dysponował wtedy najwyższymi energiami - działa do dzisiaj jako wstępny akcelerator

# CERN - dezakcelerator antyprotonów...



Dezakcelerator antyprotonów „schładza” wytworzone antyprotony i umożliwia badania antymaterii

# CERN - protonowy super synchrotron...



Protonowy Super Synchrotron (SPS) został zbudowany w r. 1976 - dostarczał protonów o energiach do 28 GeV; był też wykorzystywany jako zderzacz protonów i antyprotonów



# CERN - akcelerator elektronów i pozytonów...



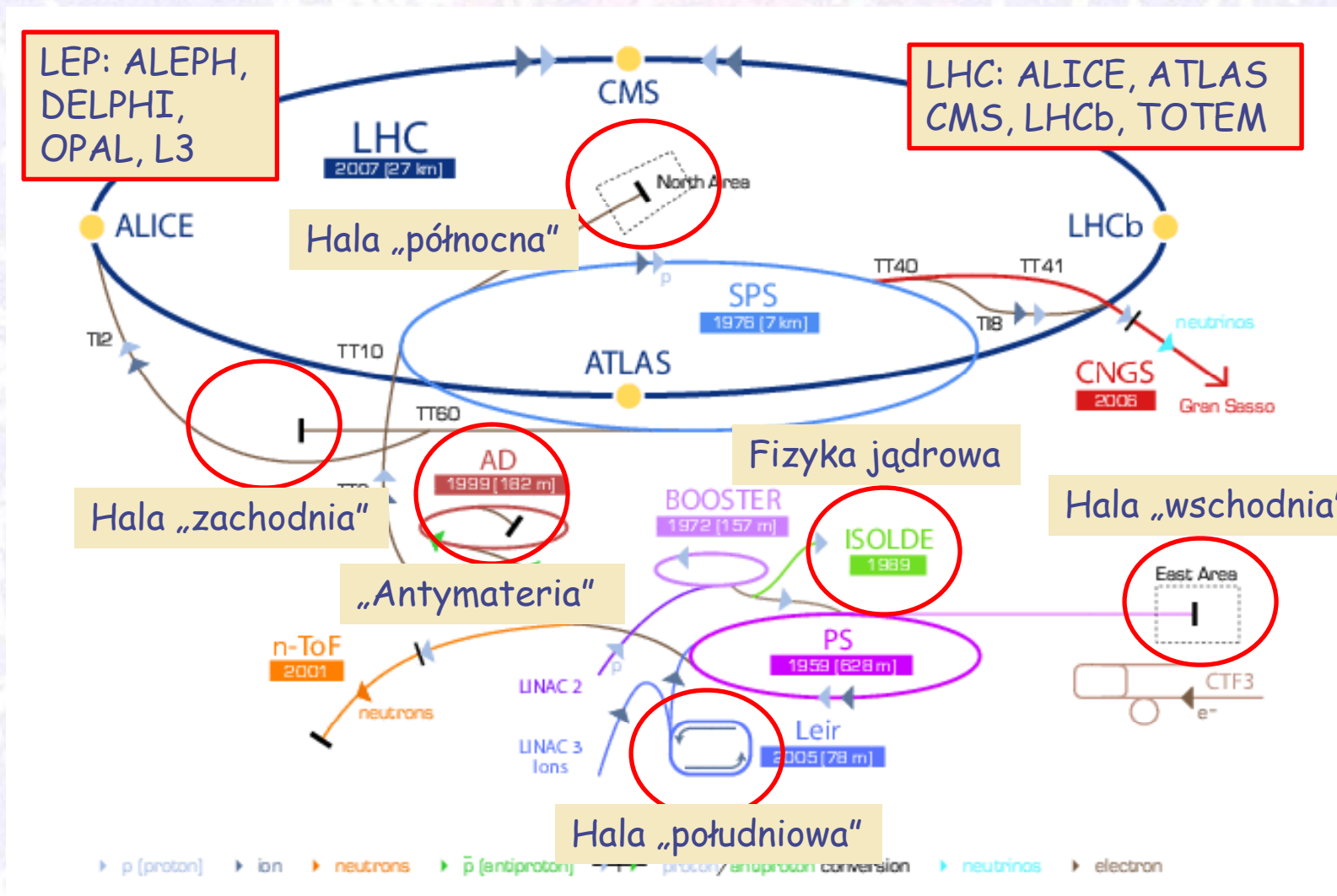
Duży akcelerator elektronów i pozytonów (LEP) został zainstalowany w r. 1989 w 26 km pierścieniowym tunelu, 100 m pod powierzchnią ziemi

# CERN - duży akcelerator hadronów...



Po zakończeniu programu LEP w 27 km tunelu zainstalowano zderzacz protonów LHC, pozwalający na badania zderzeń przy energiach 14 TeV

# CERN - eksperymenty...



Schemat kompleksu akceleratorowego CERN z zaznaczeniem głównych hal i eksperymentów

# CERN - typy eksperymentów...

Na wyprowadzonej wiązce - stałej tarczy:

$$E_{CM} = (m_b^2 + m_t^2 + 2m_t E_b)^{1/2}$$

$m_b, m_t$  - masa cząstki wiązki, tarczy,  $E_b$  - energia wiązki w laboratorium

Przy wysokich energiach

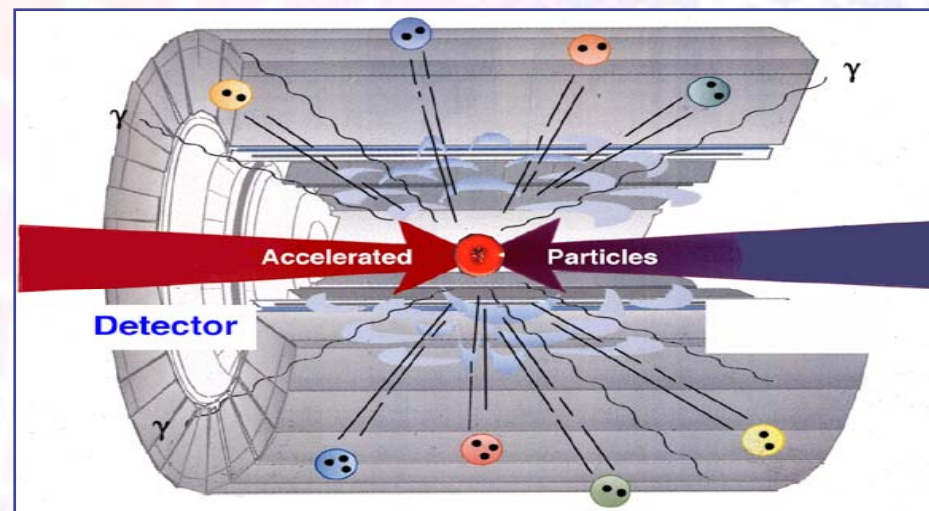
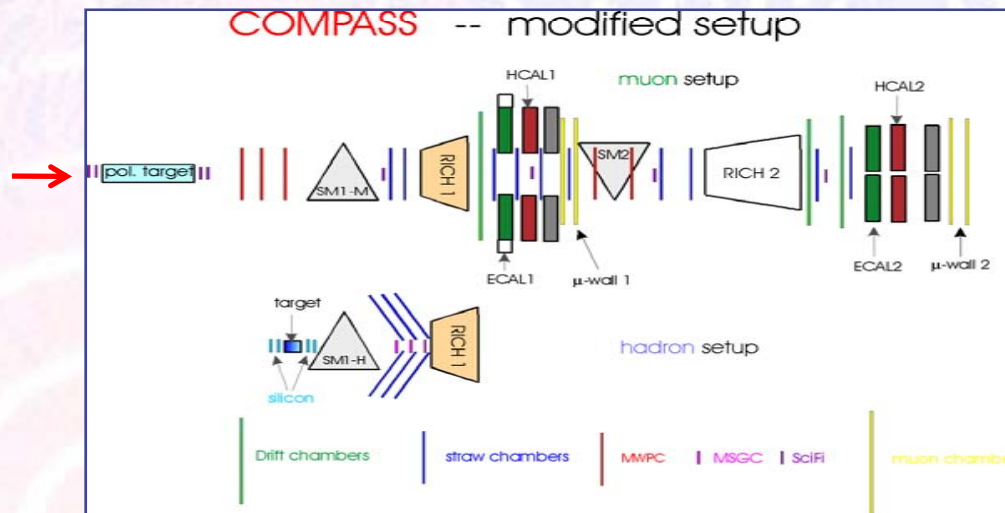
$$E_{CM} = (2m_t E_b)^{1/2}$$

W przypadku zderzających się wiązek:

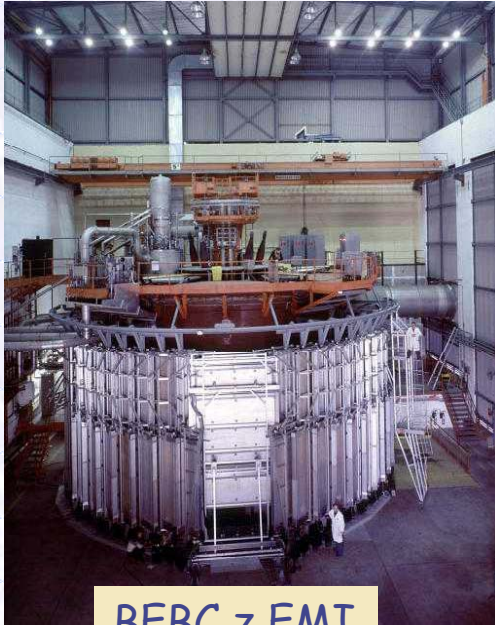
$$E_{CM} = 2 E_b$$

CERN LHC pp  $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$

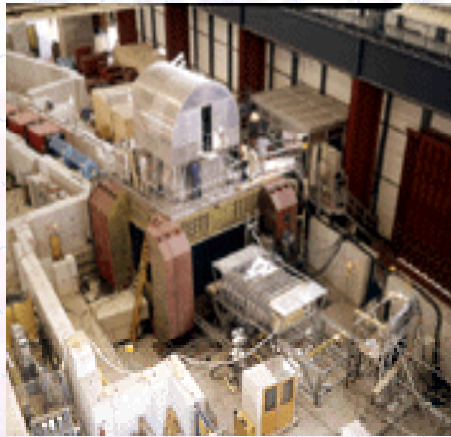
$\rightarrow E_b \approx 100\,000 \text{ TeV} !!$



Dwa zasadnicze schematy eksperymentów

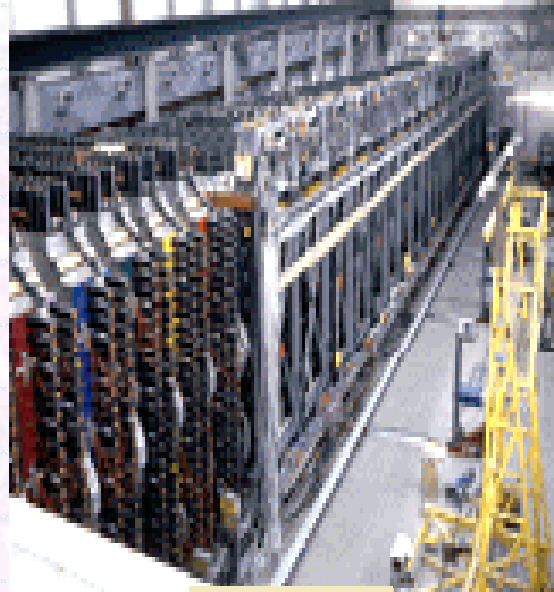


BEBC z EMI

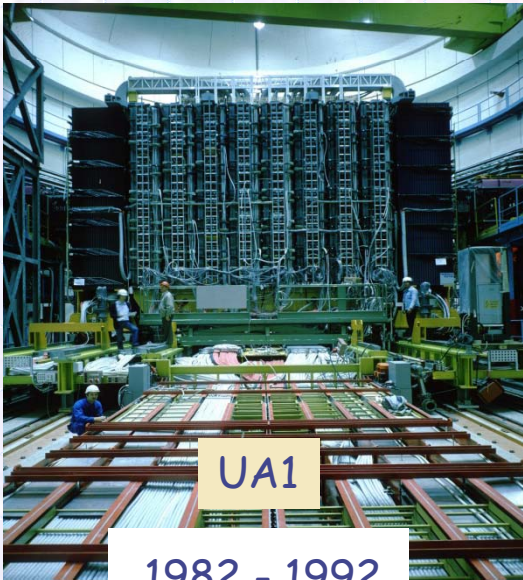


OMEGA

1974 - 1984



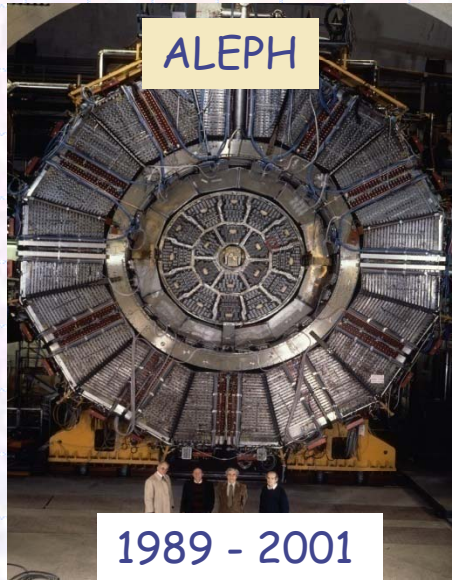
CDHSW



UA1

1982 - 1992

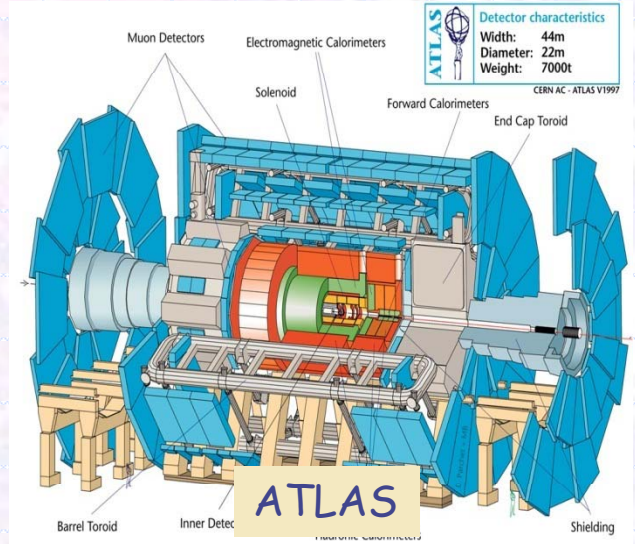
M. Turała



ALEPH

1989 - 2001

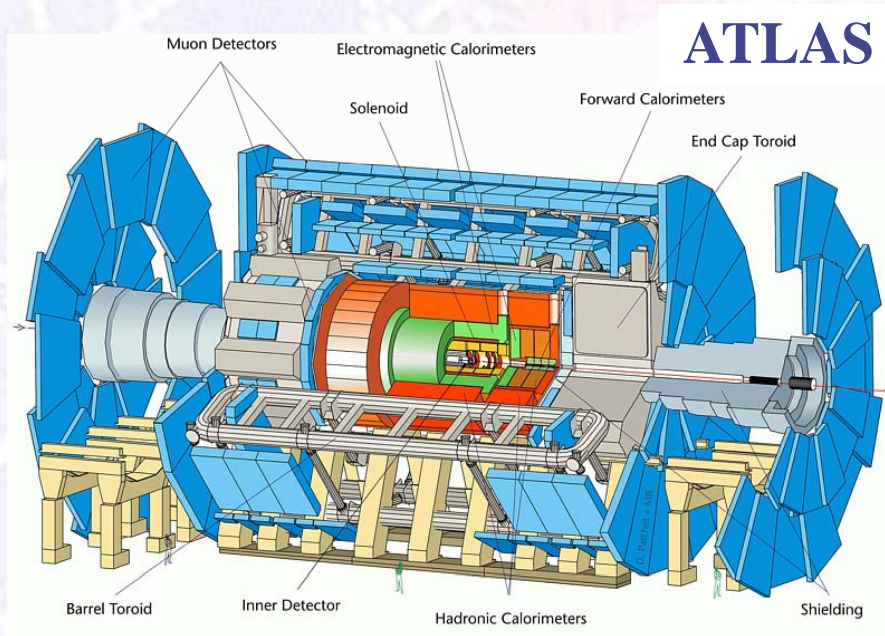
CERN, kwiecień 2008



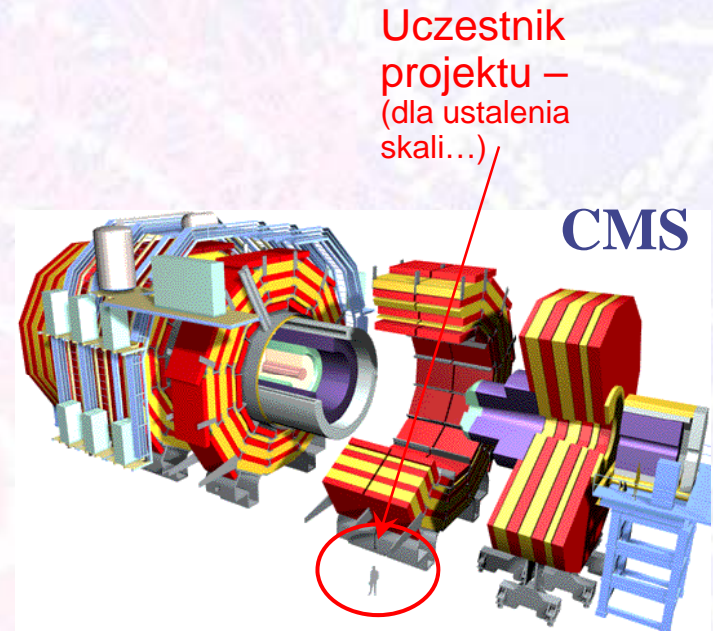
ATLAS

2008 - 2025 (?)

# CERN - eksperymenty LHC...

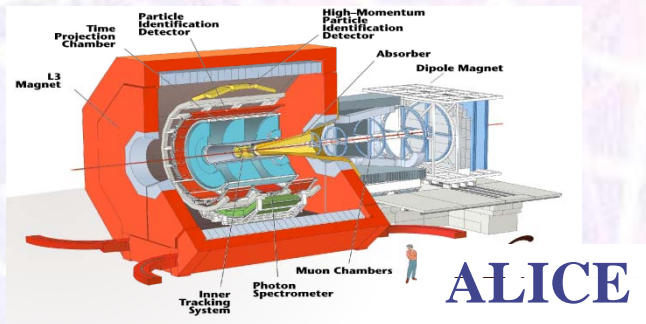


**ATLAS**



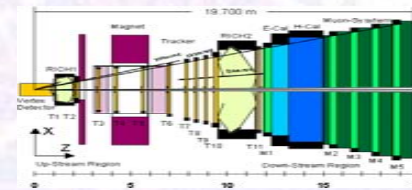
Uczestnik projektu –  
(dla ustalenia skali...)

**CMS**



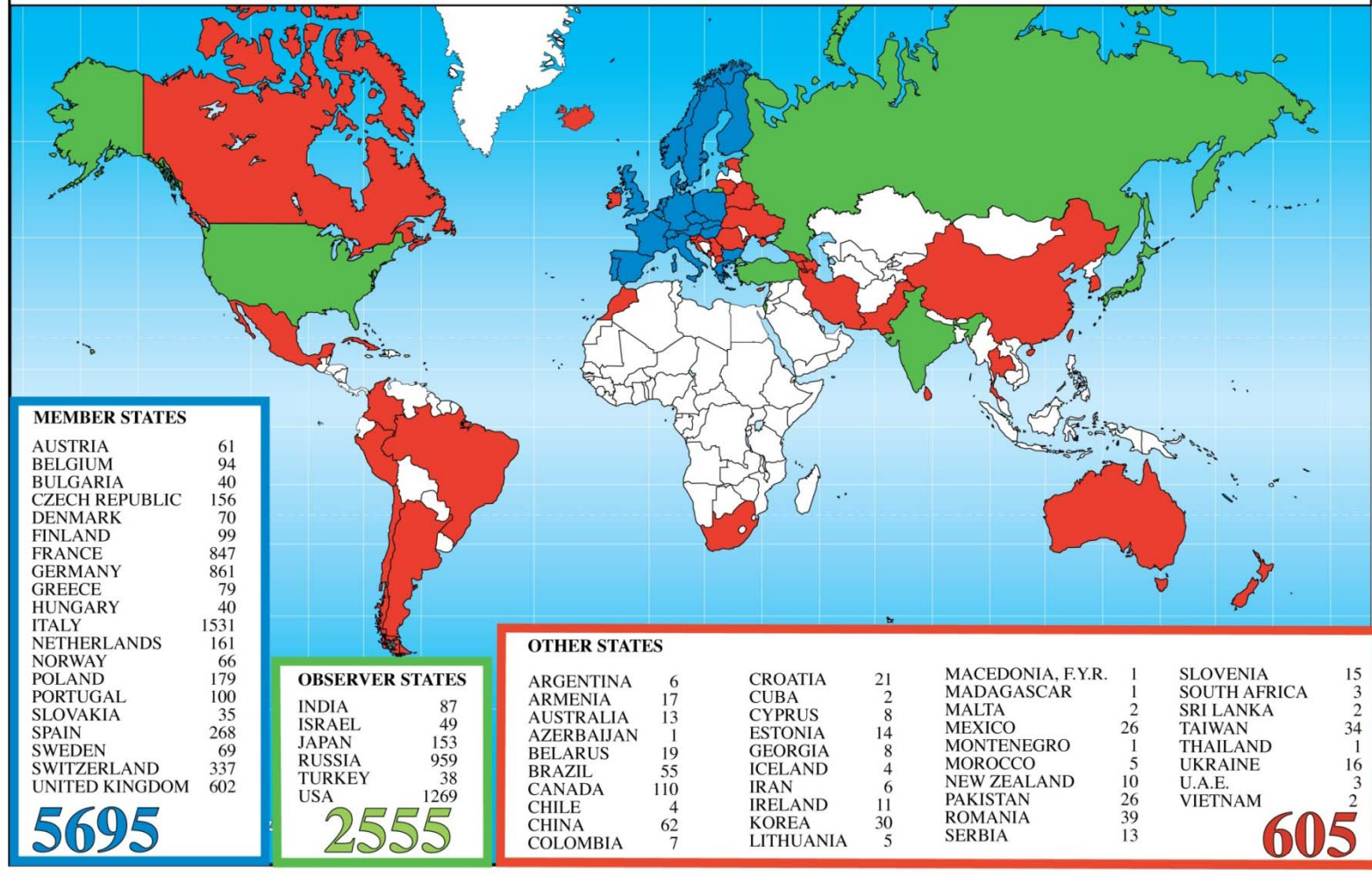
**ALICE**

**LHCb**



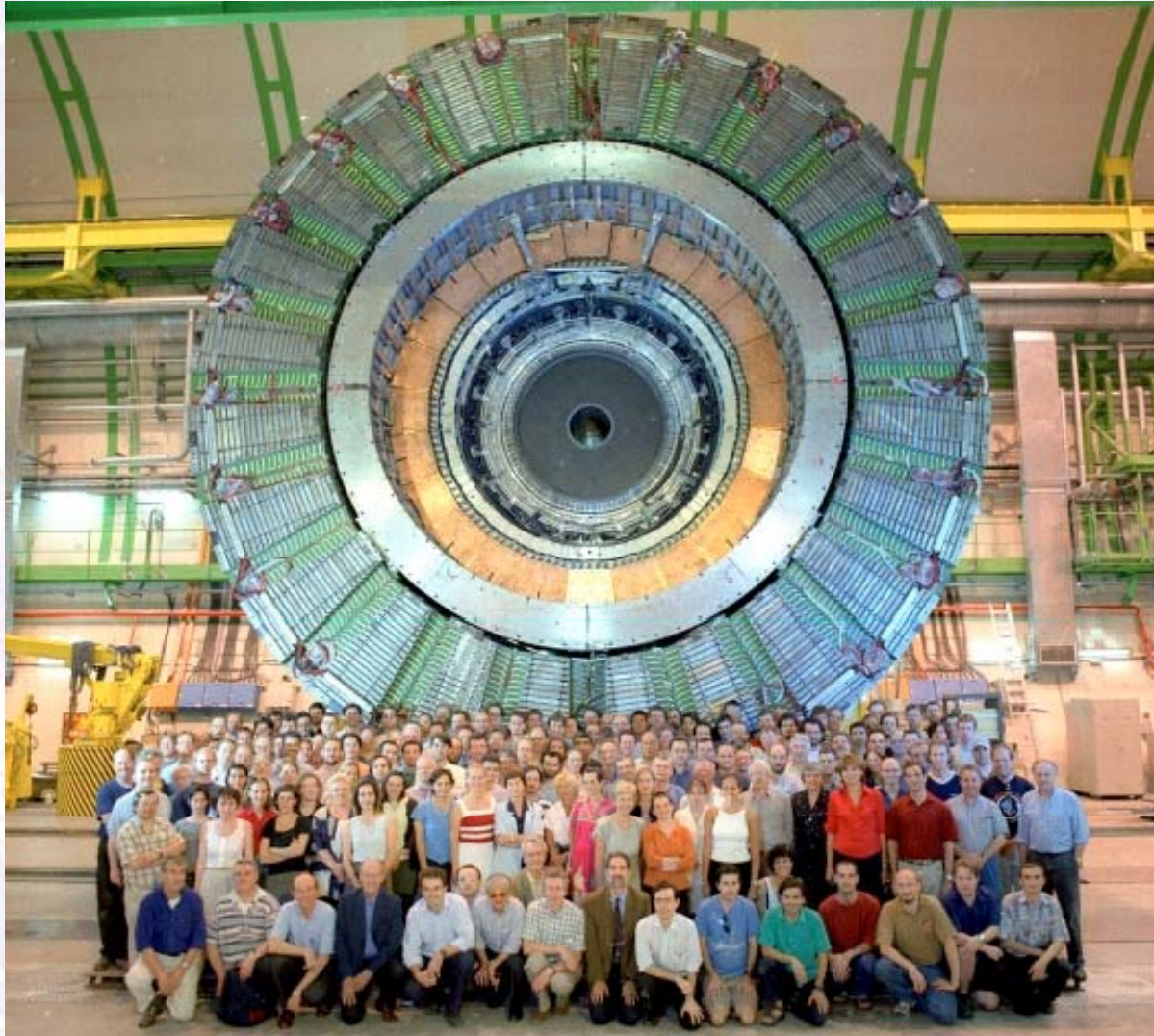
# CERN - użytkownicy...

Distribution of All CERN Users by Nation of Institute on 17 July 2007



CERN jest „światowym laboratorium fizyki“

# CERN - użytkownicy...



Część zespołu eksperymentu DELPHI na tle detektora



# CERN - użytkownicy...



Część zespołu eksperymentu ATLAS na galeriach budynku LHC (B40)

# CERN - szkolenia...

- Pierwsza tygodniowa szkoła fizyki była zorganizowana w r. 1962 w St. Cerque
- Począwszy od r. 1970 szkoły były organizowane przez CERN i ZIBJ Dubna
- Od r. 1993 szkoły noszą nazwę Europejskich Szkół Fizyki Cząstek...



1981 Szkoła CERN-Dubna w Finlandii

1999 Szkoła CERN-Dubna na Słowacji



2000 Studenci w CERN

CERN organizuje letnie kursy dla studentów fizyki i nauk stosowanych (mechanika, elektronika, informatyka, itp.). W r. 2008 weźmie w nich udział ok. 300 osób...

# CERN - szkolenia...



Nauczyciele,  
uczestnicy programu  
*High School Teachers*,  
2001 r.



Pierwszy, tygodniowy kurs w języku polskim, 16-20.IV.2007.

# CERN - jednoczy narody...

CERN zawsze przyjmował fizyków niezależnie od ich pochodzenia i różnic poglądów; istotnymi były wspólne cele naukowe... W czasach „zimnej wojny” CERN był instytucją umożliwiającą kontakty między Wschodem a Zachodem

- W 1967 r. zostało zawarte porozumienie pomiędzy CERN a ZSRR w sprawie współpracy przy rozwoju akcelaratora 70 GeV w Sierpuhowie i wspólnych eksperymentach (ok. 250 fizyków i inżynierów z CERN i Francji przebywało w Sierpuhowie przez dłuższy czas)
- Fizycy polscy cieszyli się uznaniem w CERN i poczynając od r. 1963 Polska była krajem „obserwatorem” - umożliwiało to uzyskiwanie stypendiów i diet pobytowych CERN

Fizycy CERN byli i są wrażliwi na problemy społeczno-polityczne w innych krajach

- W r. 1973, po skazaniu radzieckiego fizyka J. Orłowa na prace w obozie, został zawiązany „Komitet Orłowa”, który interweniował w przypadkach łamania praw człowieka, zwłaszcza w stosunku do fizyków (np. A. Sacharowa; ale również polskich, w czasach stanu wojennego, jak np. L. Turko i M. Zrałek),
- w czasach stanu wojennego, w r. 1982, fizycy CERN stworzyli organizację humanitarną „Assistance Pologne”, której celem było wspomaganie Polski w zakresie leków i sprzętu medycznego; w ciągu 2-let, przy współudziale pracowników CERN i przebywających tu Polaków, zebrano ich kilka ton, które przy wsparciu dyrekcji CERN i polskiego LOT przetransportowano do Polski

# Zarys wystąpienia

- CERN

- początki..
- misja CERN..
- kamienie milowe..

- Laboratorium

- akceleratory
- eksperymenty
- użytkownicy

- Organizacja

- struktura
- budżet

- Polska w CERN

- historia..
- dzień dzisiejszy..

- Podsumowanie

# CERN - członkostwo...

## The Twenty Member States of CERN



Member States (Dates of Accession)

 AUSTRIA (1959)	 DENMARK (1953)	 GREECE (1953)	 NORWAY (1953)	 SPAIN (1/1961-12/1968-1/1983)
 BELGIUM (1953)	 FINLAND (1991)	 HUNGARY (1992)	 POLAND (1991)	 SWEDEN (1953)
 BULGARIA (1999)	 FRANCE (1953)	 ITALY (1953)	 PORTUGAL (1986)	 SWITZERLAND (1953)
 CZECH REP. (1993)	 GERMANY (1953)	 NETHERLANDS (1953)	 SLOVAK REP. (1993)	 UNITED KINGDOM (1953)

Członkami CERN jest 20 krajów europejskich; kilka krajów (czy organizacji) ma status członków obserwatorów

# CERN - organizacja...

## ◆ Rada CERN

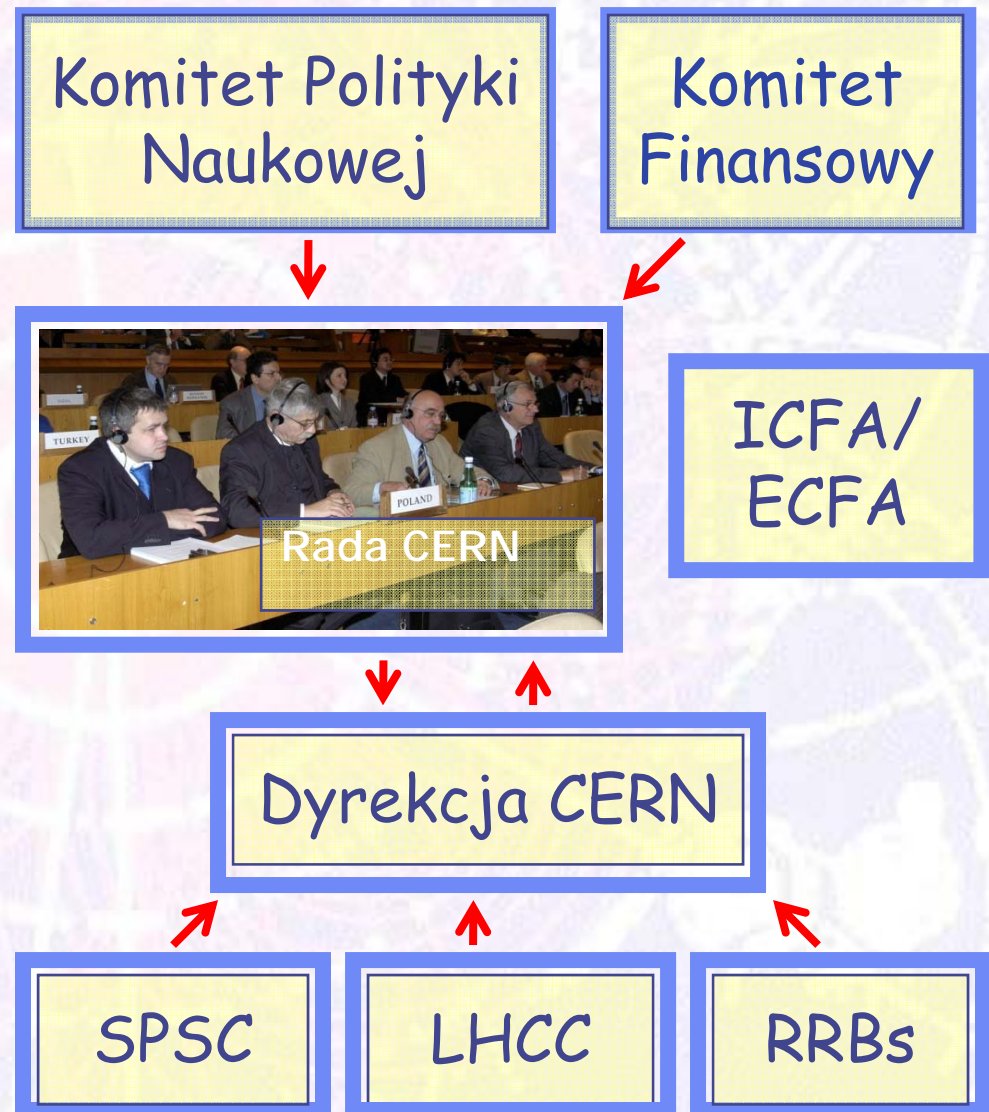
- Odpowiada za politykę naukową i budżet; decyzje podejmowane są zazwyczaj przez konsensus
- po dwóch przedstawicieli z każdego z krajów członkowskich
- wybiera dyrektora i zatwierdza kierowników działów

## ◆ Ciąta doradcze

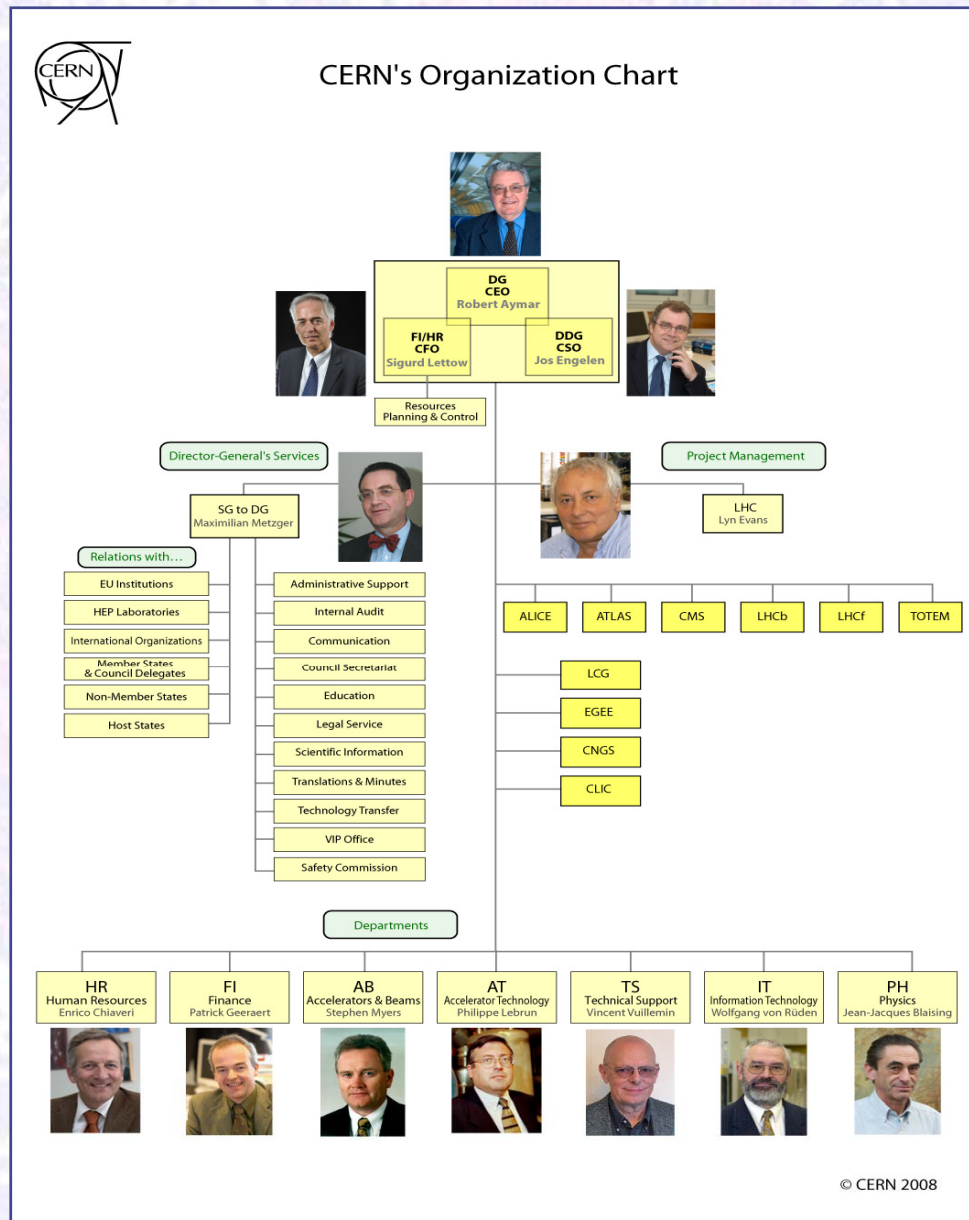
- Komitet Polityki Naukowej (SPC); wypracowuje rekomendacje odnośnie programu naukowego; członkowie nie muszą być z krajów członkowskich,
- Komitet Finansowy; delegaci rządów krajów członkowskich; nadzór nad finansami
- Komitety naukowe i finansowe ds. eksperymentów SPS i LHC (RRBs)

## ◆ Ciąta współpracujące

- ICFA/ ECFA - Międzynarodowy i Europejski Komitet ds. Przyszłych Akceleratorów



# CERN - struktura organizacyjna...



Ściśta dyrekcja

Dział wspomagania dyrekcji

Działy administracji, techniczne i naukowe

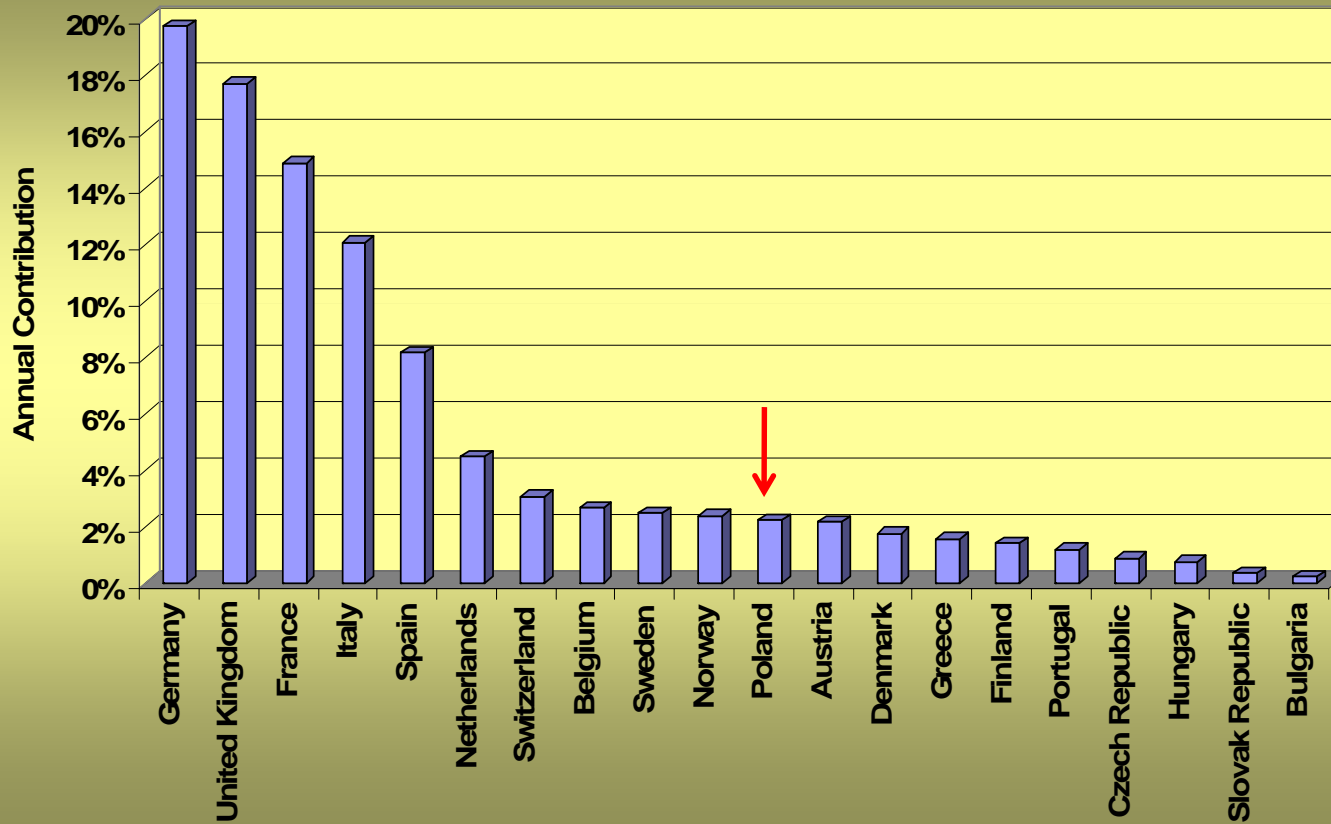
Dział akceleratora LHC

Kierownictwo eksperymentów i projektów

Działy administracji, techniczne i naukowe



# CERN - budżet...



Roczny budżet CERN wynosi ok. 1 miliarda CHF. Wielkość składki jest określana na podstawie dochodu narodowego w ostatnich kilku latach.

# CERN - model...

Przykład i doświadczenie CERN stworzyło model międzynarodowej organizacji, który był w dużej części wykorzystywany przy tworzeniu innych międzynarodowych laboratoriów badawczych w Europie:

- Europejskiego Południowego Obserwatorium (European Southern Observatory, ESO); dyrekcja początkowo była ulokowana w CERN (obecnie w Garching pod Monachium),
- Europejskiej Agencji Przestrzeni Kosmicznej (European Space Agency, ESA),
- Europejskiego Laboratorium Biologii Molekularnej (European Molecular Biology Laboratory, EMBL),
- Europejskiego Laboratorium Promieniowania Synchrotronowego (the European Synchrotron Radiation Facility, ESRF)
- Europejski Torus (Joint European Torus, JET)



# Zarys wystąpienia

- CERN

- początki..
- misja CERN..
- kamienie milowe..

- Laboratorium

- akceleratory
- eksperymenty
- użytkownicy

- Organizacja

- struktura
- budżet

- Polska w CERN

- historia...
- dzień dzisiejszy...

- Podsumowanie

# Polska w CERN - historia...



Andrzej Sołtan



Marian Danysz



Marian Mięśowicz

Pod koniec lat 50tych, A. Sołtan, M. Danysz i M. Mięśowicz otrzymali od swoich kolegów fizyków propozycje włączenia się w prace CERN

Pierwszymi Polakami w CERN byli inż. W. Zych (1958) i fizyk J. Bartke (1959)

Obecnie w CERN pracuje/ jest zarejestrowanych kilkuset Polaków...

Dzięki staraniom prof. M. Danysza Polska była członkiem-observatorem CERN poczynając od r. 1963 (jako jedyny kraj „bloku wschodniego”)

# Polska w CERN - historia...

**W imieniu Rzeczypospolitej Polskiej  
PREZYDENT  
Rzeczypospolitej Polskiej  
podaje do powszechnej wiadomości:**

**W dniu 1 lipca 1953 roku została sporządzona w Paryżu a następnie poprawiona Konwencja o utworzeniu Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych oraz Protokół Finansowy stanowiący jej załącznik.**

**Po zaznajomieniu się z powyższą konwencją oraz Protokołem Finansowym, w imieniu Rzeczypospolitej Polskiej oświadczam, że:**

- zostały one uznane za słuszne zarówno w całości jak i każde z postanowień w nich zawartych,**
- Rzeczpospolita Polska postanowiła przystąpić do powyższej Konwencji i Protokołu Finansowego,**
- Będą one niezmiennie zachowywane.**

**Na dowód czego wydany został Akt niniejszy opatrzony pieczęcią Rzeczypospolitej Polskiej.**

**Dano w Warszawie, dnia 13 maja 1991 roku**

**PREZYDENT  
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**

**Lech Wałęsa**

**Dokument ratyfikacyjny (13.V.1991)**

# Polska w CERN - dzień dzisiejszy...

- **Płacimy składkę na utrzymanie CERN**
  - Roczny budżet: ~1000M CHF.
  - Polska składka: ~2% (wynika z dochodu narodowego w stosunku do dochodu wszystkich państw członkowskich)
- **Mamy przedstawicieli w organie decyzyjnym - Radzie CERN**
  - w głosowaniach - głosy wszystkich państw mają tę samą wagę.  
*prof. J.Niewodniczański, PAA - przedstawiciel rządu RP,*  
*prof. J.Nassalski, IPJ - przedstawiciel środowiska naukowego.*
- **Korzystamy z urządzeń badawczych wartych miliardy CHF**
  - w r. 2006 było zarejestrowanych 144 polskich „użytkowników”
- **Korzystamy ze środków stypendialnych na badania prowadzone przez fizyków, doktorantów i studentów oraz na programy edukacyjne**
  - w r. 2006 było 23 studentów i doktorantów, oraz 34 stażystów
- **Możemy aplikować na stałe pozycje (*staff*) w CERN**
  - w r. 2006 było zatrudnionych w CERN 27 Polaków
- **Polski przemysł może uczestniczyć w przetargach na dostawy urządzeń i usług dla CERN**
  - w ostatnich kilku latach kontrakty opiewały na 6-8 MCHF rocznie

# Polska w CERN - nasi użytkownicy...

6 polskich ośrodków Fizyki Wysokich Energii, (10 instytucji):  
(większość z nich współpracuje z CERN)

- Katowice: Uniwersytet Śląski
- Kielce: Akademia Świętokrzyska
- Kraków: Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Uniwersytet Jagielloński;
- Łódź: Instytut Problemów Jądrowych, Uniwersytet Łódzki;
- Warszawa: Instytut Problemów Jądrowych, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Warszawski
- Wrocław: Uniwersytet Wrocławski
- ~ 300 fizyków doświadczalnych i inżynierów, ~ 100 teoretyków
- **CERN to laboratorium fizyki cząstek i multi-dyscyplinarne centrum doskonałości**
  - W zakresie fizyki cząstek prowadzi się tu głównie badania doświadczalne, ale jest również silna grupa teoretyków,
  - Nowoczesne działy techniczne konstruują i utrzymują w ruchu aparaturę badawczą najwyższej klasy

# Polacy w CERN - stanowiska...

## Delegaci Polski do RADY CERN

prof. R. Żelazny 1991 - 1992  
prof. J. Niewodniczański od 1992  
prof. R. Sosnowski 1991 - 2004  
prof. J. Nassalski od 2004

## CERN Research Board

prof. A. Zalewska 2001 - 2003

## Komitet SPS i PS

prof. J. Nassalski 1993 - 1995  
prof. A. Zalewska 1997 - 2000  
prof. H. Białkowska 2001 - 2005

## Dyrektor działu („dywizji”) “Electronics and Computing for Physics”

prof. M. Turała 1995 - 1997

## Komitet Polityki Naukowej

prof. A. K. Wróblewski 1994 - 2000  
prof. K. Rybicki 2001 - 2003  
prof. A. Zalewska od 2004

## Komitet LEP

prof. S. Pokorski 1996 - 1998

## Komitet ds. Detektorów

prof. M. Turała 1990 - 1994  
(przewodniczący 1993 - 1994)

## Inne stanowiska

Mgr A. Charkiewicz - radca w HR  
Dr inż. T. Kurtyka - z-ca kier. grupy  
Dr inż. A. Siemko - z-ca kier. grupy

Najważniejsze stanowiska i funkcje Polskich fizyków w radach i działach CERN



## Polacy w CERN - VIP...



15 czerwca 1987 Jan Paweł II, znany wielu polskich fizyków, odwiedził CERN  
bywali tu: J. Glemp, W. Jaruzelski, T. Mazowiecki, A. Wiszniewski, M. Kleiber, M. Seweryński....

## Polacy w CERN - studenci...



Członkostwo Polski w CERN zwiększyło znacznie liczbę studentów, doktorantów i stażystów przebywających na dłuższych pobytach w CERN

# CERN'owskie szkoly w Polsce...



1993

1-sza Europejska Szkoła  
Fizyki CERN-ZIBJ Dubna

Zakopane-Zgorzelisko



2006

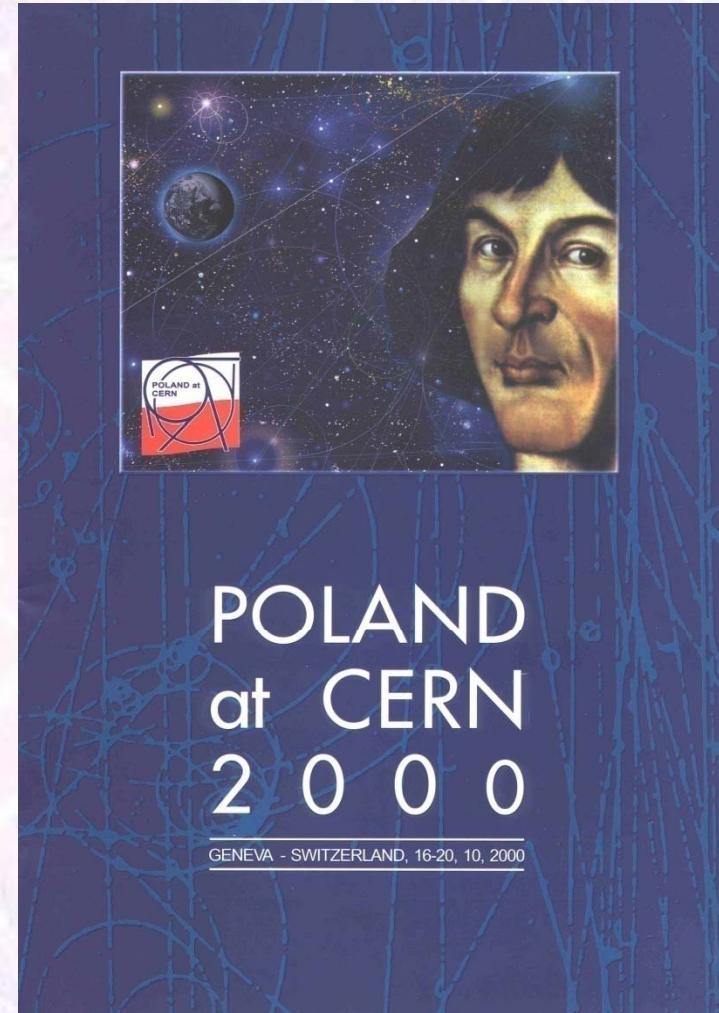
Szkoła Akceleratorowa  
CERN

Zakopane

W Polsce odbyły się: Pierwsza Europejska Szkoła Fizyki CERN-Dubna (1993), dwie szkoły komputerowe CERN (1978, 1999), szkoła akceleratorowa CERN (2006)

# Polska w CERN...

- CERN przeznaczają na zakupy materiałów i kontrakty usługowe ok. 300 MCHF rocznie; zakupy i usługi realizowane są przede wszystkim w krajach członkowskich
- Przystąpienie Polski do CERN stworzyło nam warunki do uczestniczenia w przetargach ogłaszanych przez CERN
- Polska, poczynając od r. 1991 nawiązała kontakty przemysłowo-handlowe; w latach 1995 i 2000 były zorganizowane wystawy przemysłowe „Polska w CERN”
- Pomoc w tej sprawie zapewnia Państwowa Agencja Atomistyki i współpracujące z nią instytucje
- Polska ma zbilansowany zwrot w sferze usług, natomiast brak zbilansowania w zakresie zamówień przemysłowych

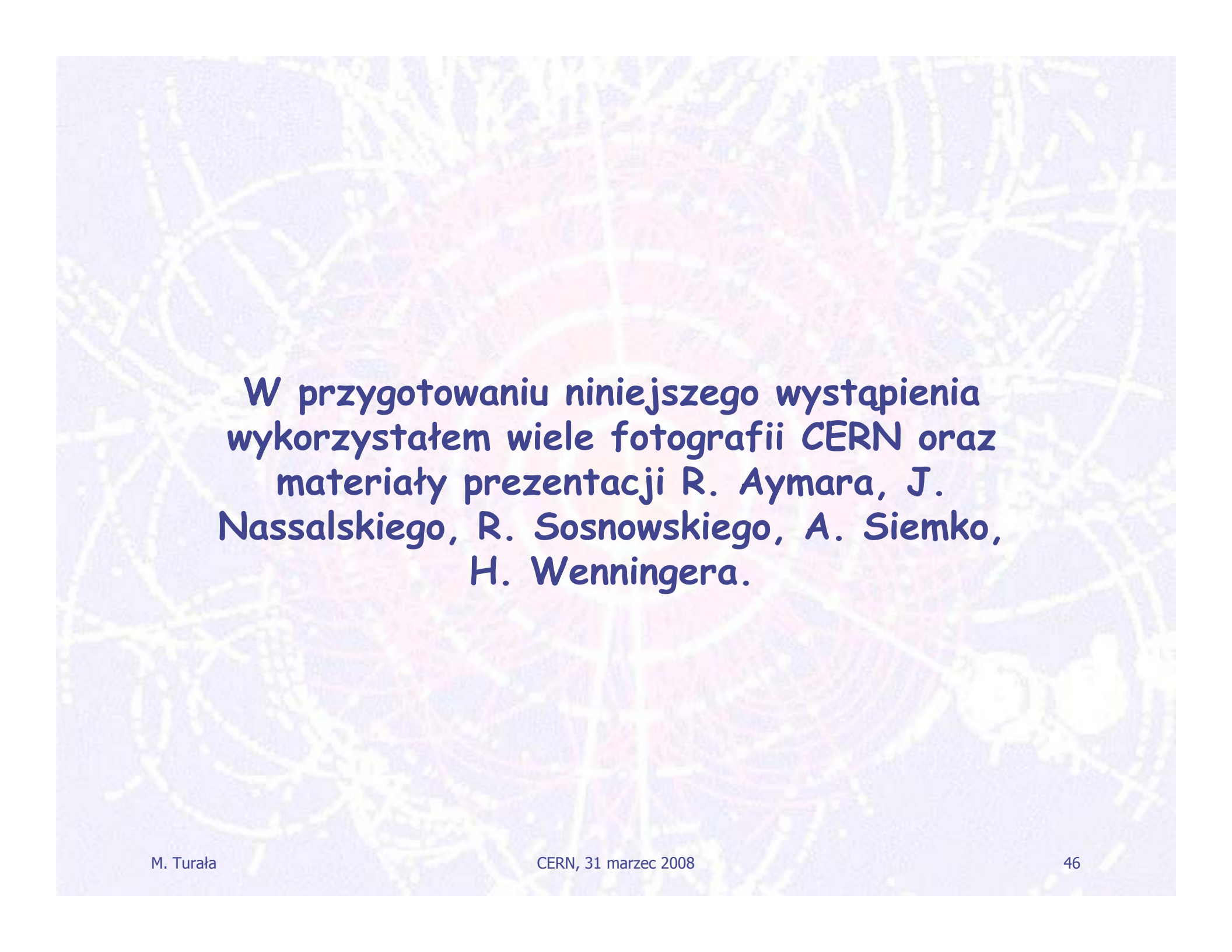


Część składki do CERN kraje członkowskie mogą odzyskać w postaci zamówień przemysłowych i usługowych

# Podsumowanie

- **CERN** jest największym na świecie laboratorium fizyki cząstek elementarnych. Jego urządzenia badawcze sytuują go na pierwszej linii frontu badań. Mamy nadzieję, że rozpoczynające się eksperymenty na LHC wyjaśnią kilka najważniejszych zagadek Przyrody.
- **W CERN** kilka tysięcy ludzi z całego świata ...
  - jest zafascynowanych pracą badawczą,
  - z entuzjazmem poświęca cały swój czas na rozwiązywanie problemów doświadczalnych i teoretycznych,
  - jest wspaniale zintegrowanych, pomimo różnic kulturowych, politycznych i religijnych.
- **Polska w CERN** jest obecna od > 50 lat i odgrywa w nim rolę większą niż ~2% wkładu do budżetu ...

**Życzę Państwu udanego pobytu w CERN**

The background of the slide is a complex, abstract pattern of overlapping, semi-transparent lines in shades of yellow, orange, and red, set against a light blue background. These lines resemble particle tracks or data points from a detector, creating a dense, web-like structure.

**W przygotowaniu niniejszego wystąpienia  
wykorzystałem wiele fotografii CERN oraz  
materiały prezentacji R. Aymara, J.  
Nassalskiego, R. Sosnowskiego, A. Siemko,  
H. Wenningera.**

The background of the slide is a complex, abstract pattern of overlapping, semi-transparent lines in shades of purple, blue, and white. These lines form a dense, web-like structure that resembles particle tracks or data points from a detector, with some lines forming circular or spiral patterns. The overall effect is a textured, scientific-looking background.

**Dziękuję za uwagę**