

Jak działa LHC



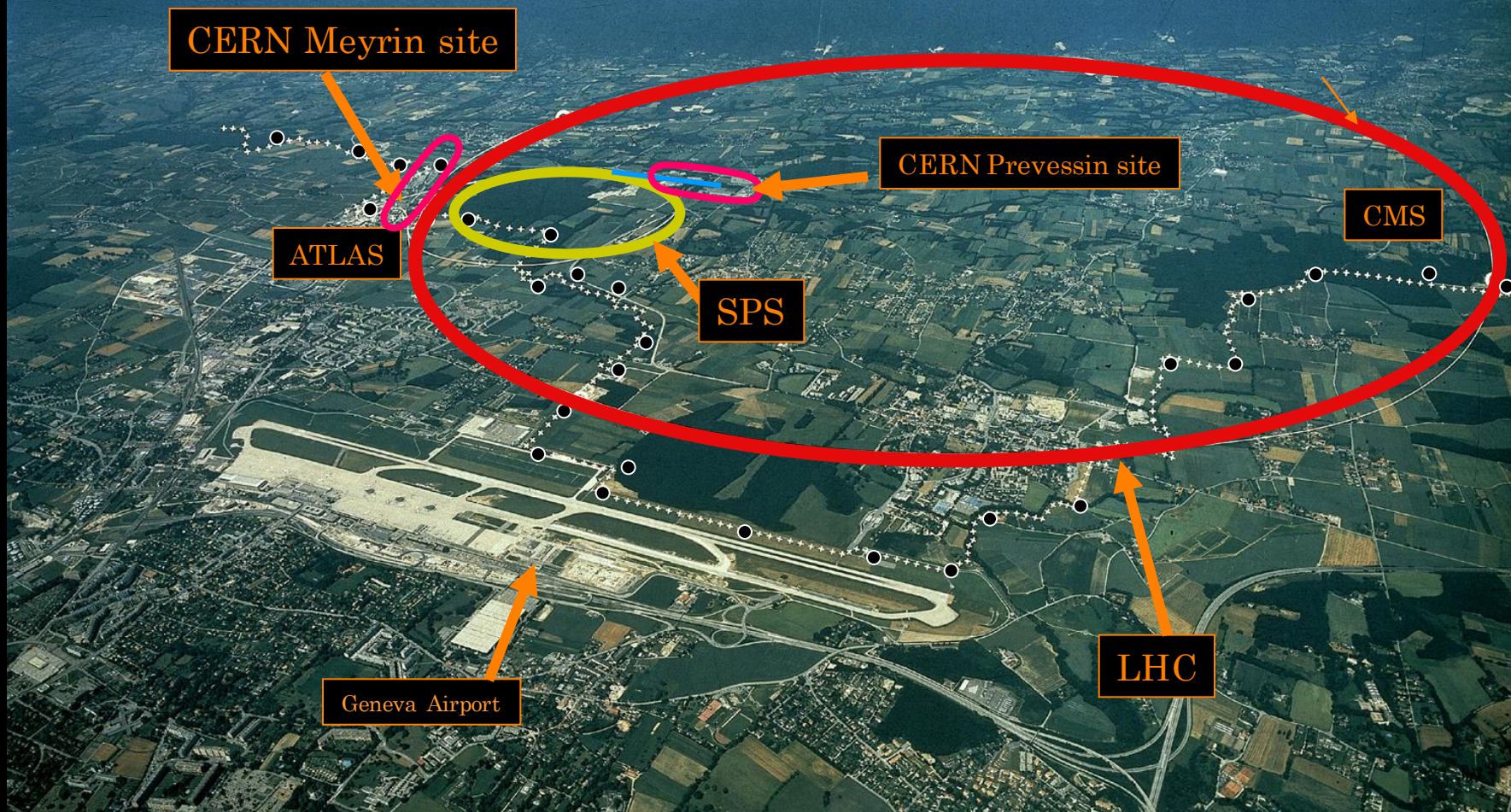
Andrzej SIEMKO
CERN, Departament Technologii Akceleratorów

Kompleks akceleratorów w CERN

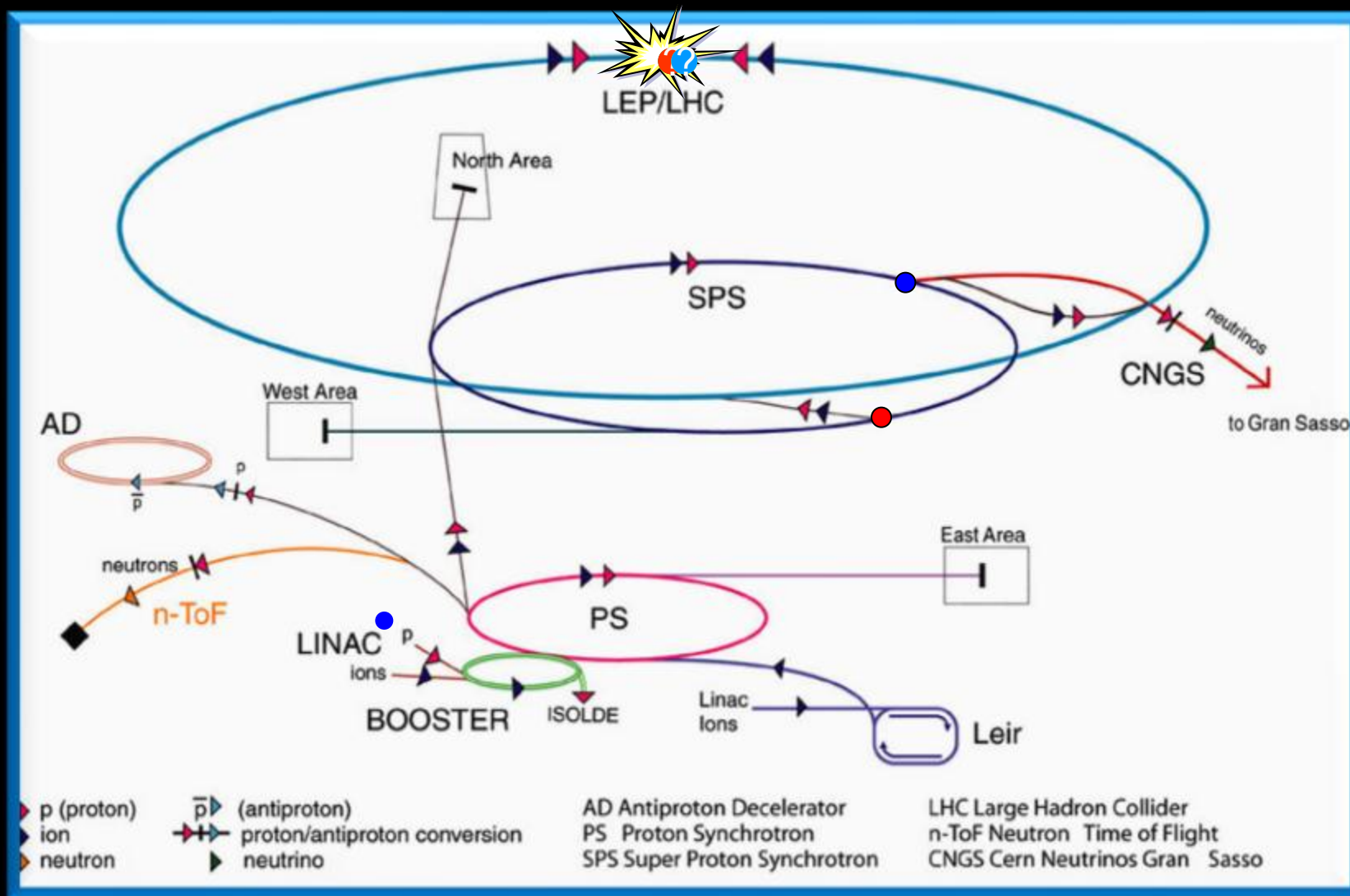
- ◆ Akceleratory są to wielkie urządzenia badawcze służące do przyspieszania cząstek do prędkości bliskiej prędkości światła oraz do późniejszego ich zderzania z innymi cząstkami.
 - Zespół akceleratorów w CERN-ie jest największy i najbardziej uniwersalny na świecie. W jego skład wchodzi zarówno akceleratory (przyspieszacze) dezakceleratory (spowalniacze) jak i zderzacze (kolizjonery) cząstek elementarnych.
 - Wykorzystywane są wiązki elektronów, pozytonów, protonów, antyprotonów a także "ciężkich jonów" (jąder atomów takich jak tlen, węgiel, siarka lub ołów).

CERN – Genewa

Kompleks Akceleratorów

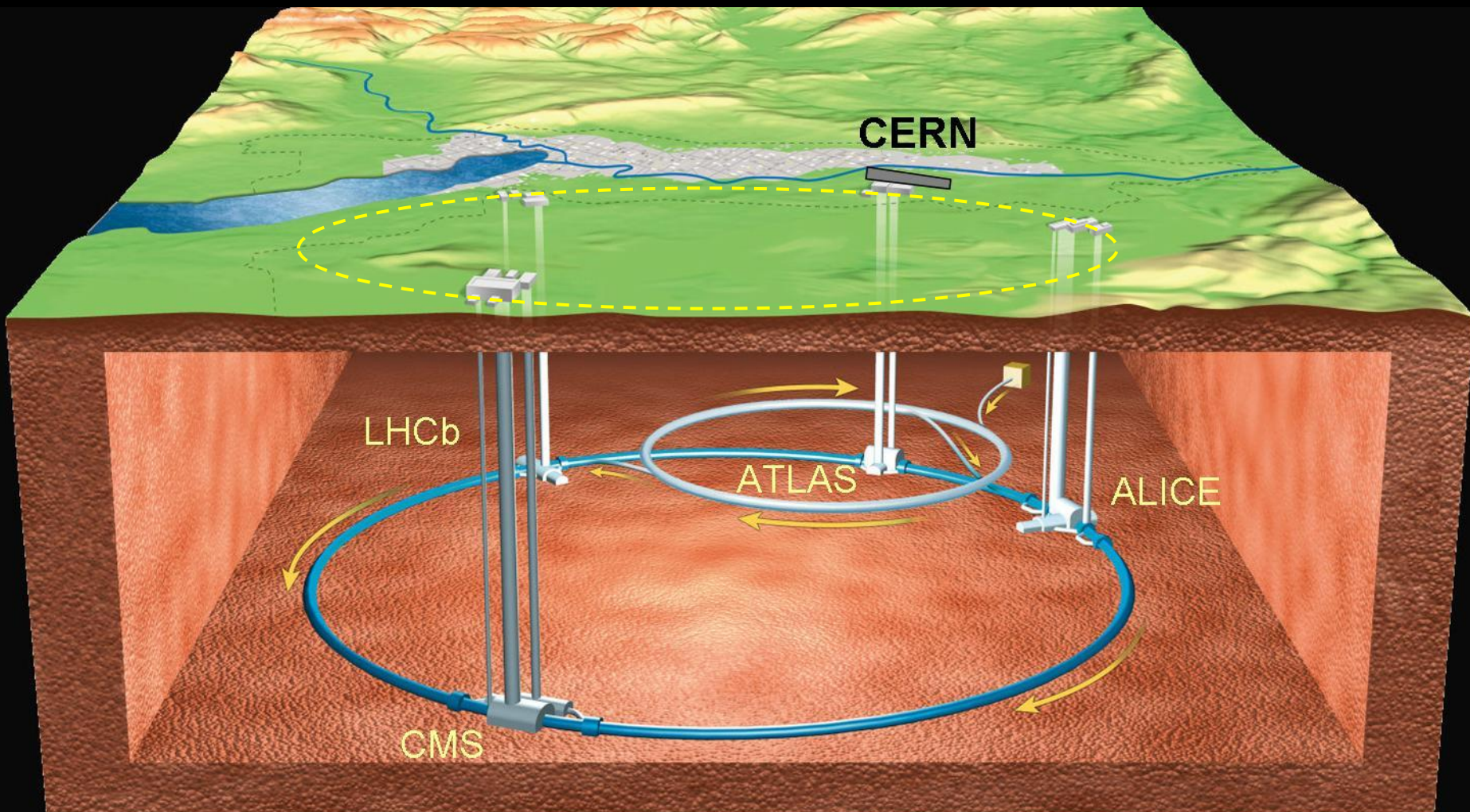


Kompleks akceleratorów w CERN

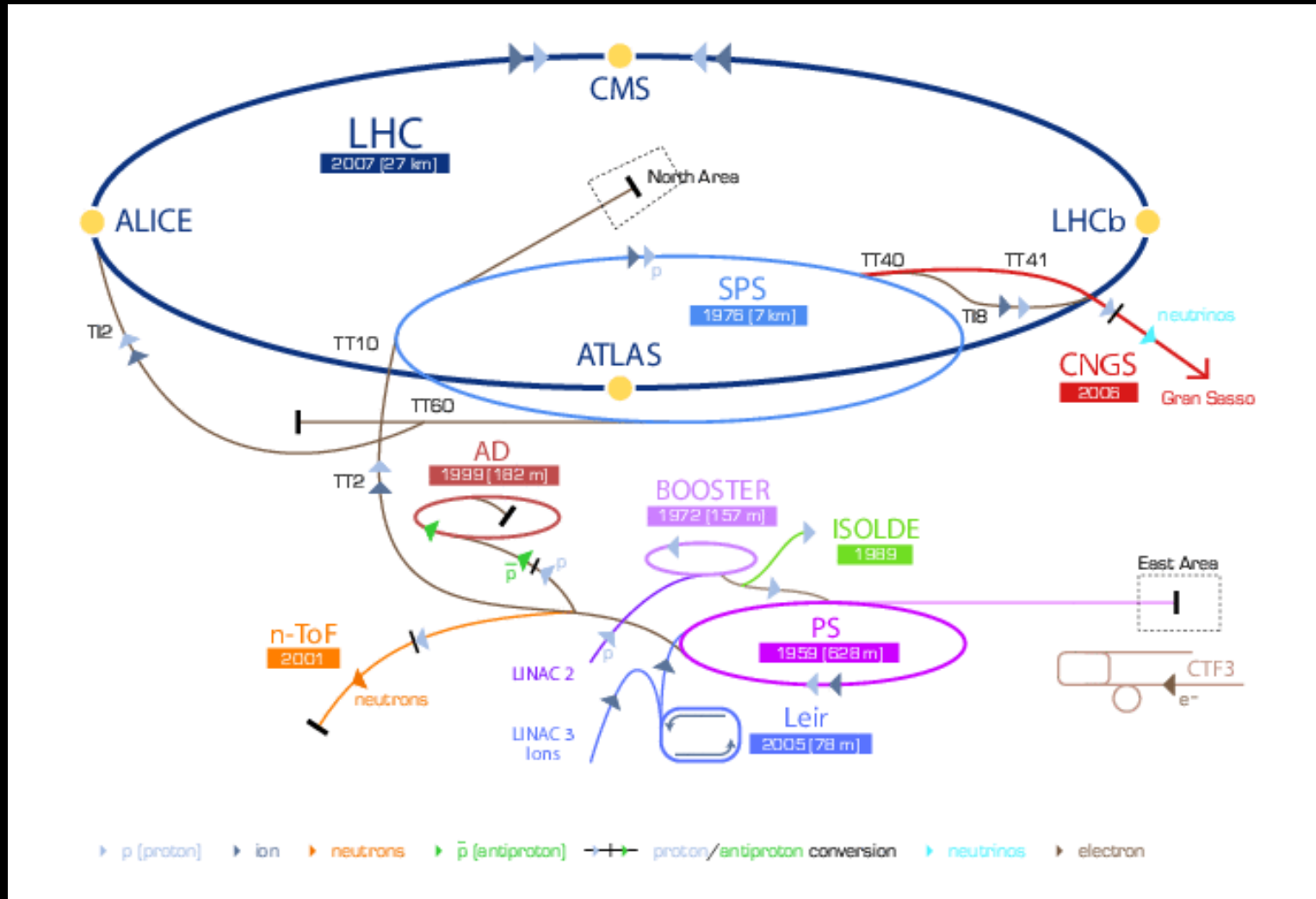


Kompleks Akceleratorów w CERN

Schemat tuneli LHC i SPS



CERN – najbardziej zaawansowany kompleks akceleratorowy na świecie

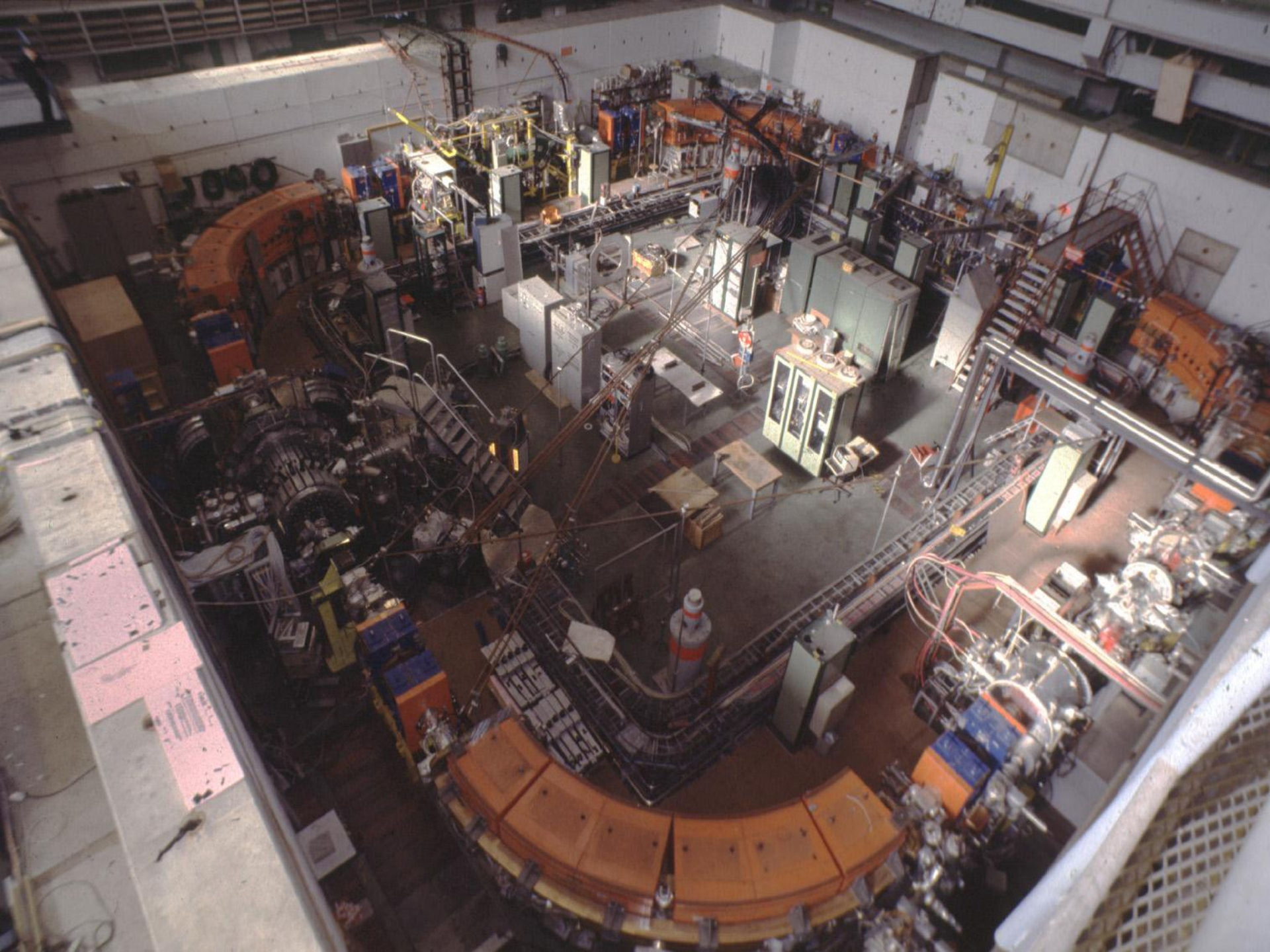


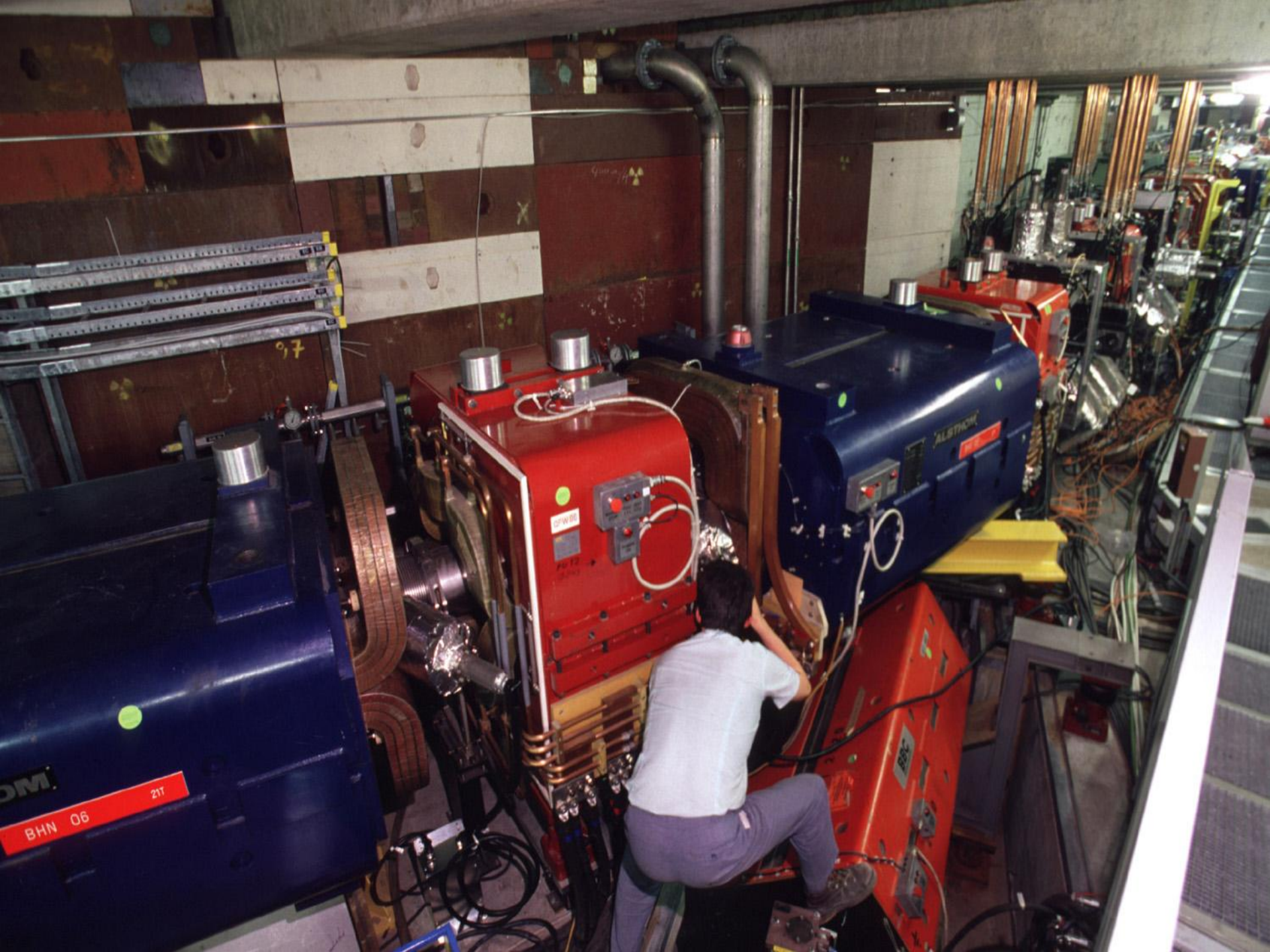


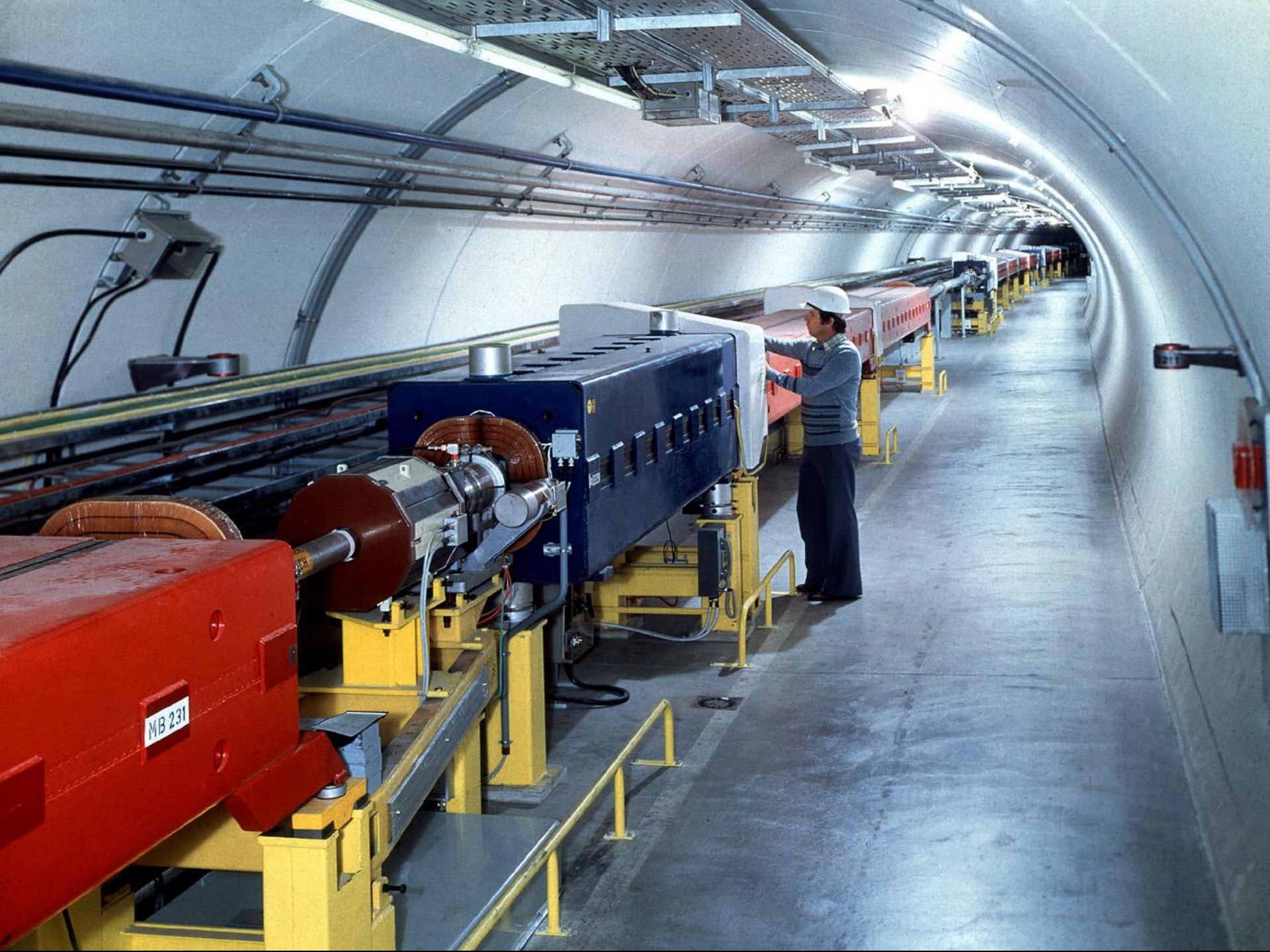


PA 312 3T

DANGER
RADIATION







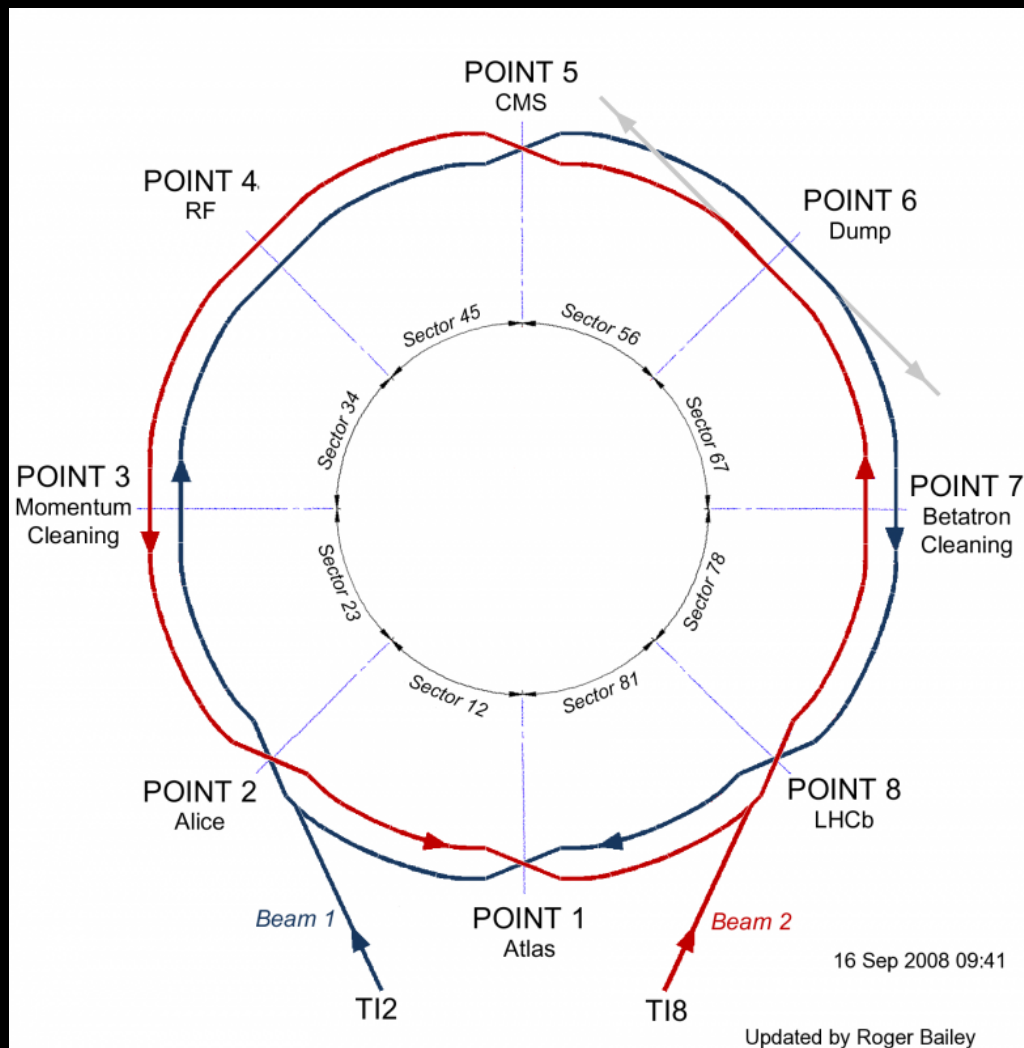
MB 231





Główne parametry LHC

- ◆ LHC jest podwójnym synchrotronem o ośmiokrotnej symetrii
- ◆ Energia nominalna: 7 TeV
- ◆ Energia początkowa: 450 GeV
- ◆ Obwód pierścienia: 26658.883 m
- ◆ Średnica pierścienia: ~8.6 km
- Pierścień podzielony jest na 8 niezależnych sektorów
 - ◆ 8 łuków (ca. 2500m)
 - ◆ 8 sekcji prostych (ca. 600m)
- Sektor składa się z 23 komórek ca. 105m
- ◆ Dwie przeciwbieżne wiązki
- ◆ 4 punkty przecięcia wiązek



Parametry wiązek protonów LHC

◆ Częstotliwość obiegu wiązki	11.245 kHz
◆ Liczba paczek w wiązce	2808
◆ Liczba protonów w paczce	1.15×10^{11}
◆ Średnica paczki w punkcie zderzeń	16 μm
◆ Długość paczki	7.55 cm
◆ Odstęp między paczkami	~ 7 m
◆ Energia wiązki	2 * 360 MJ
◆ Prąd wiązki	0.54 A

Energia wiązek LHC



Momentum at collision	7 TeV (1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ Joule)
Number of bunches	2808
Protons per bunch	$1.15 \cdot 10^{11}$
Total number of protons	$6.5 \cdot 10^{14}$ (1 ng of H ⁺)

Energia zmagazynowana w 2 wiązках:	724 MJoule
Energia potrzebna do stopienia 1 tony Cu:	700 MJoule

**700 MJ może stopić 1 tonę
miedzi**

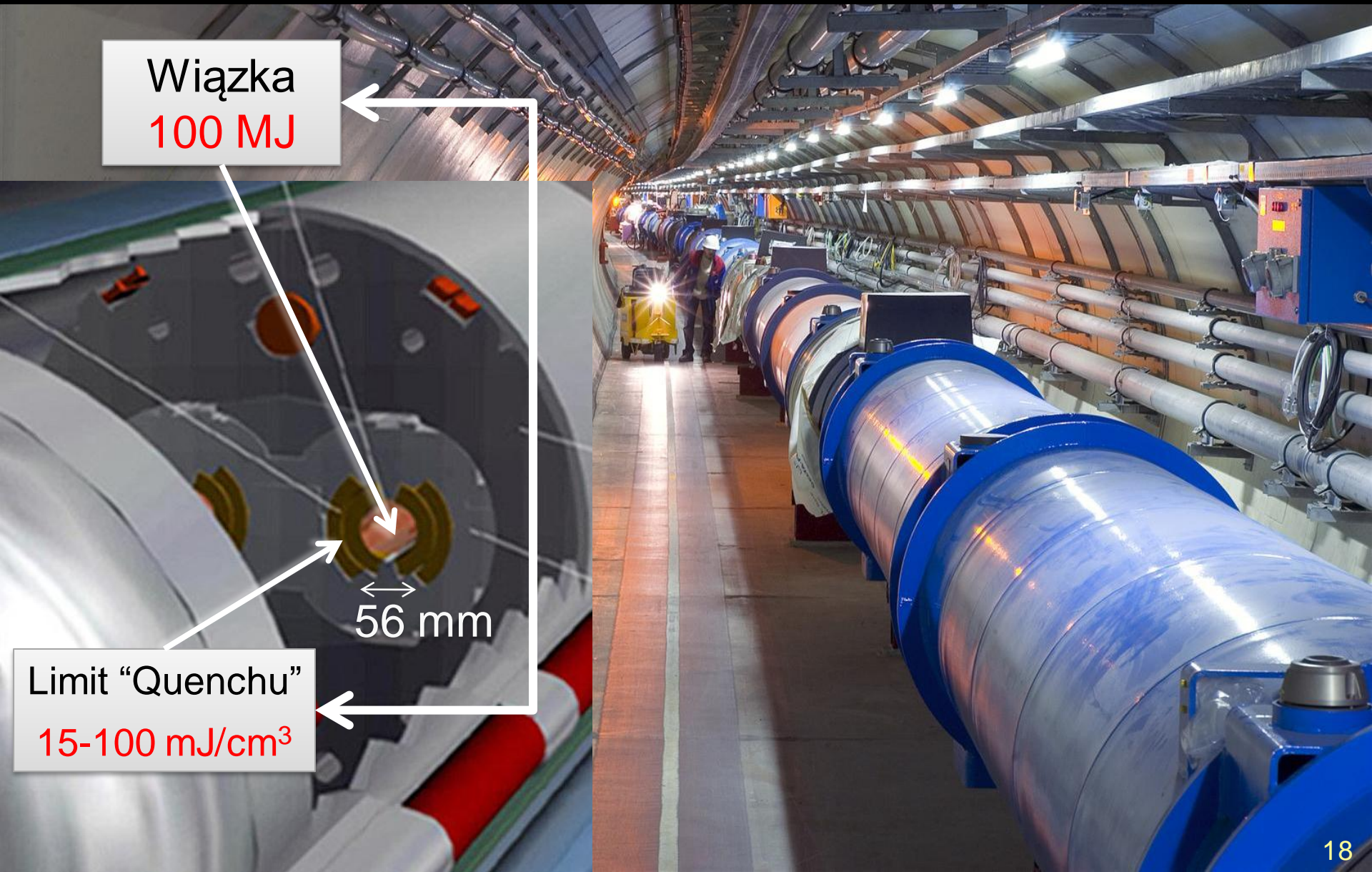


700 MJ zdysypowane w czasie 88 μ s

$$700 \cdot 10^6 / 88 \cdot 10^{-6} \cong 8 \text{ TW}$$

Moc wszystkich elektrowni na świecie
 $\cong 3.8 \text{ TW}$

Protekcja urządzeń nadprzewodnikowych – wyzwania

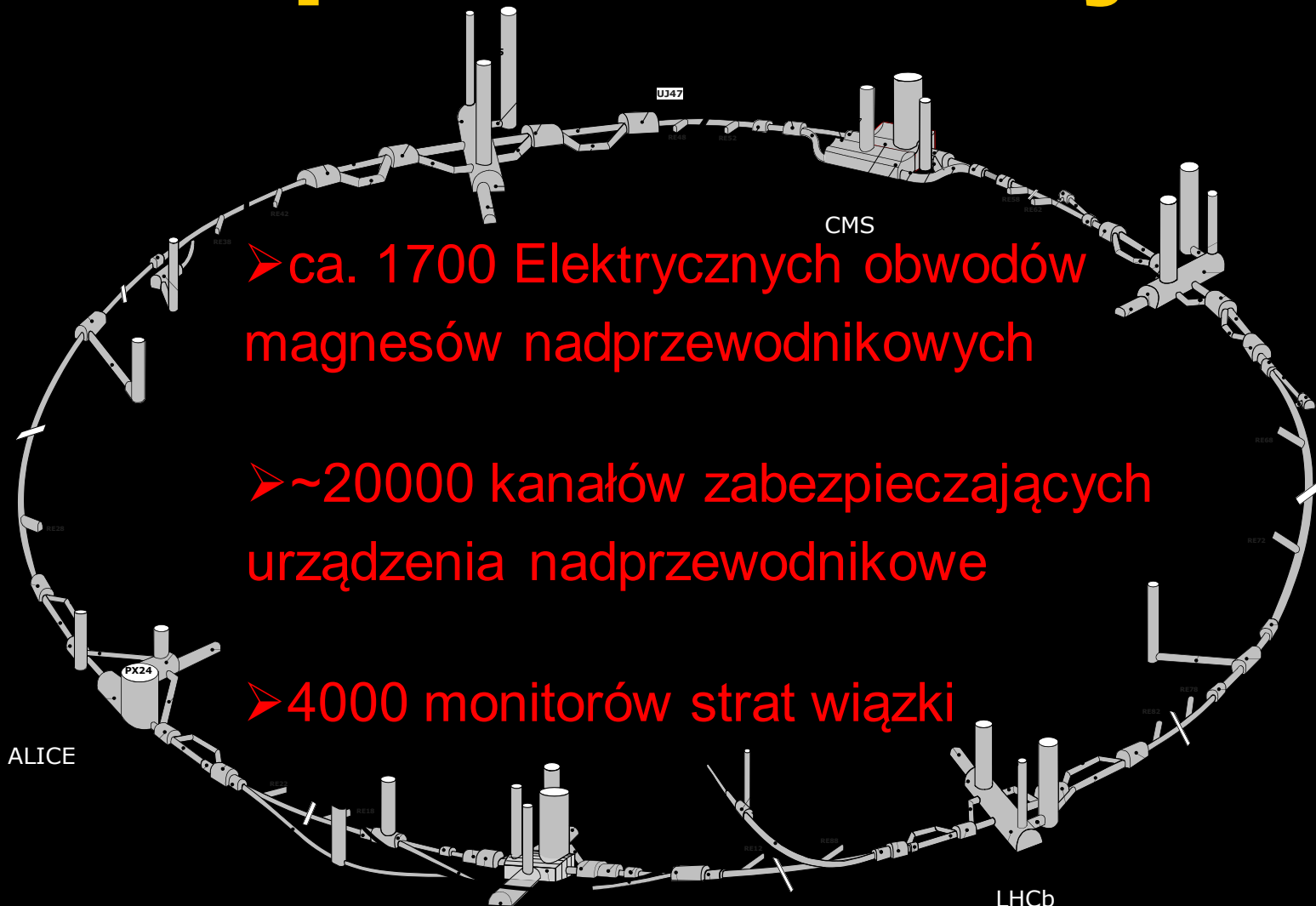


Wiązka
100 MJ

56 mm

Limit "Quenchu"
15-100 mJ/cm³

Protekcja urządzeń nadprzewodnikowych

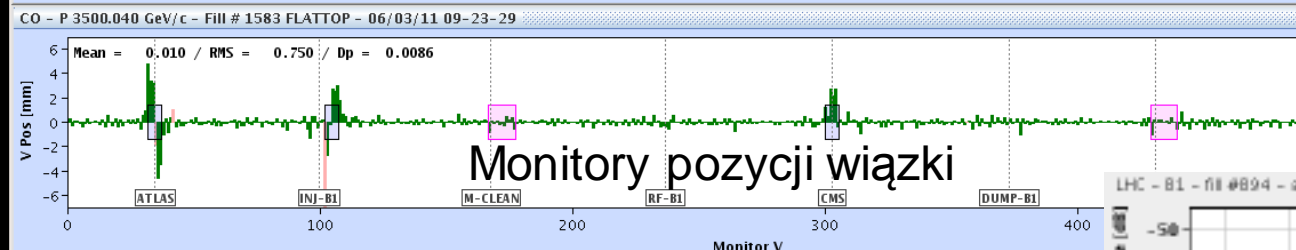
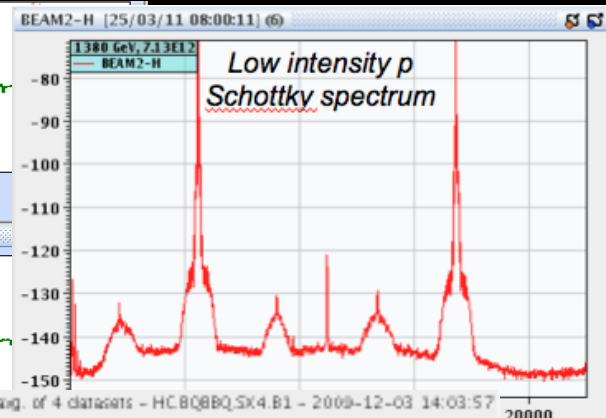
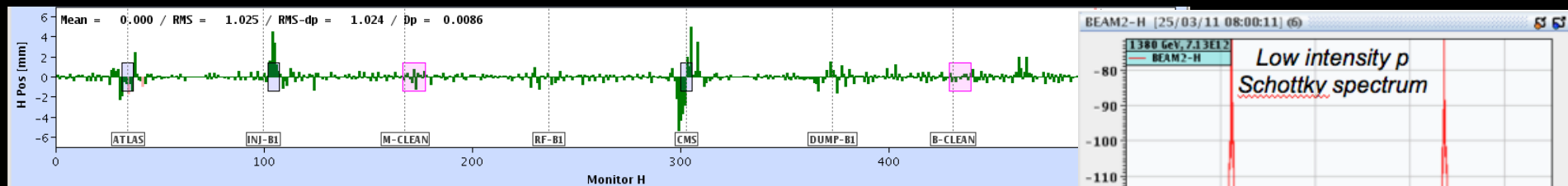


➤ ca. 1700 Elektrycznych obwodów magnesów nadprzewodnikowych

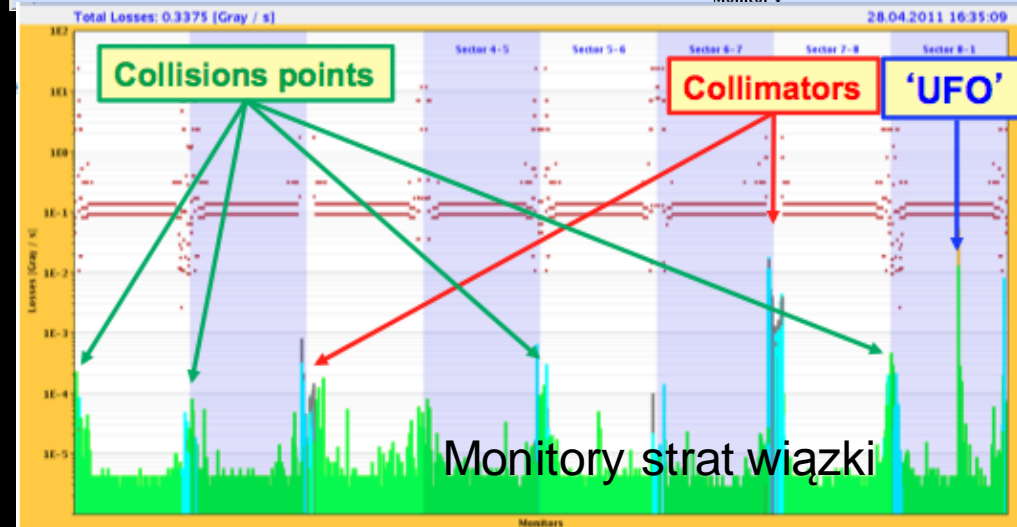
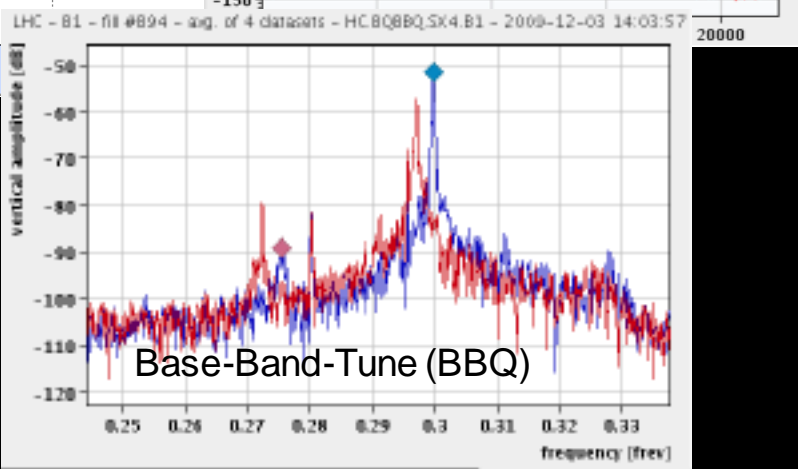
➤ ~20000 kanałów zabezpieczających urządzenia nadprzewodnikowe

➤ 4000 monitorów strat wiązki

Jak kontrolujemy wiązki LHC - instrumentacja

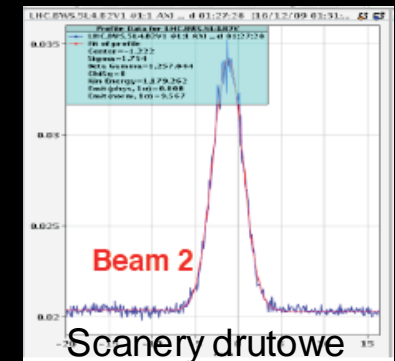


Monitory pozycji wiązki

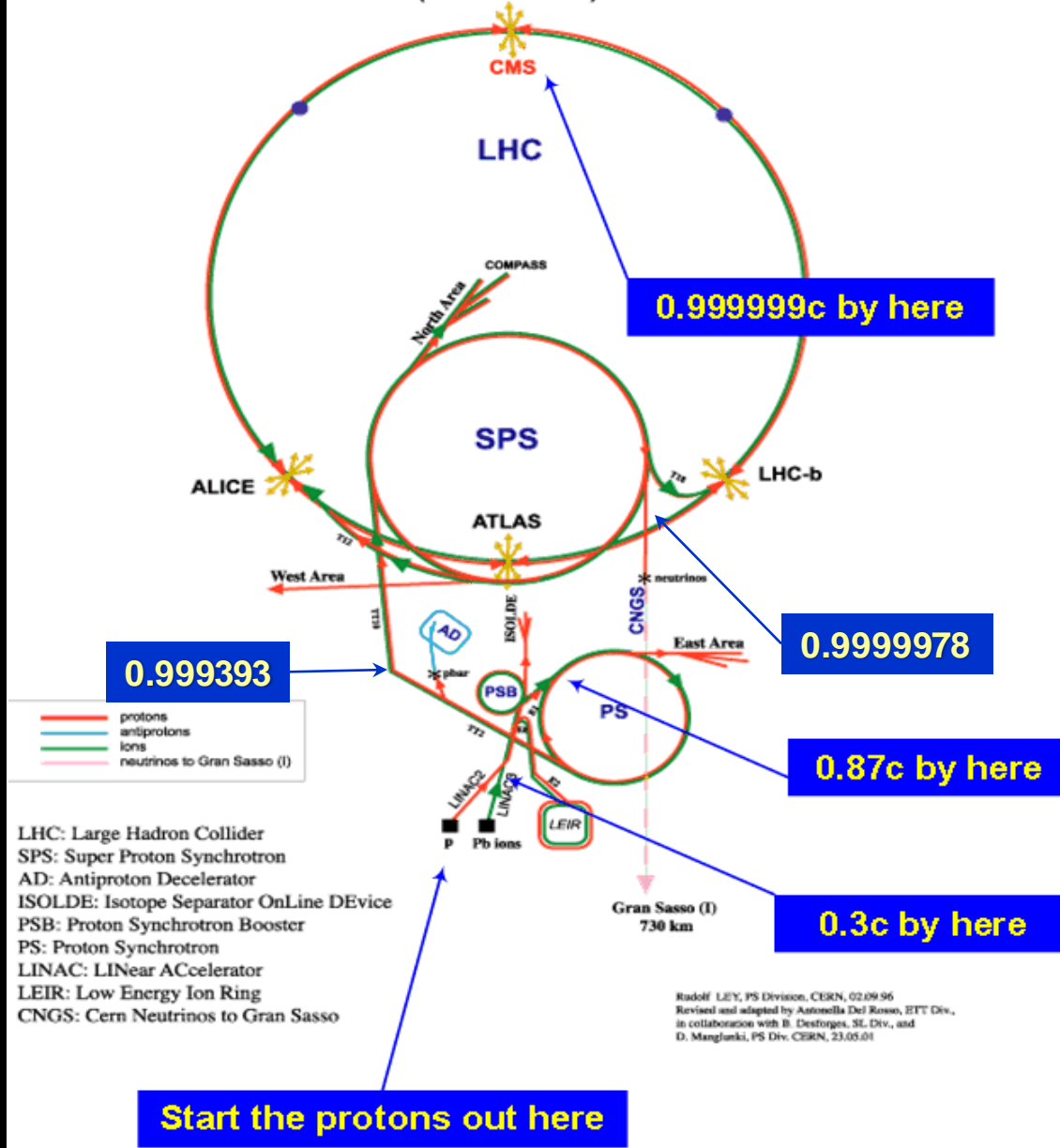


Monitory strat wiązki

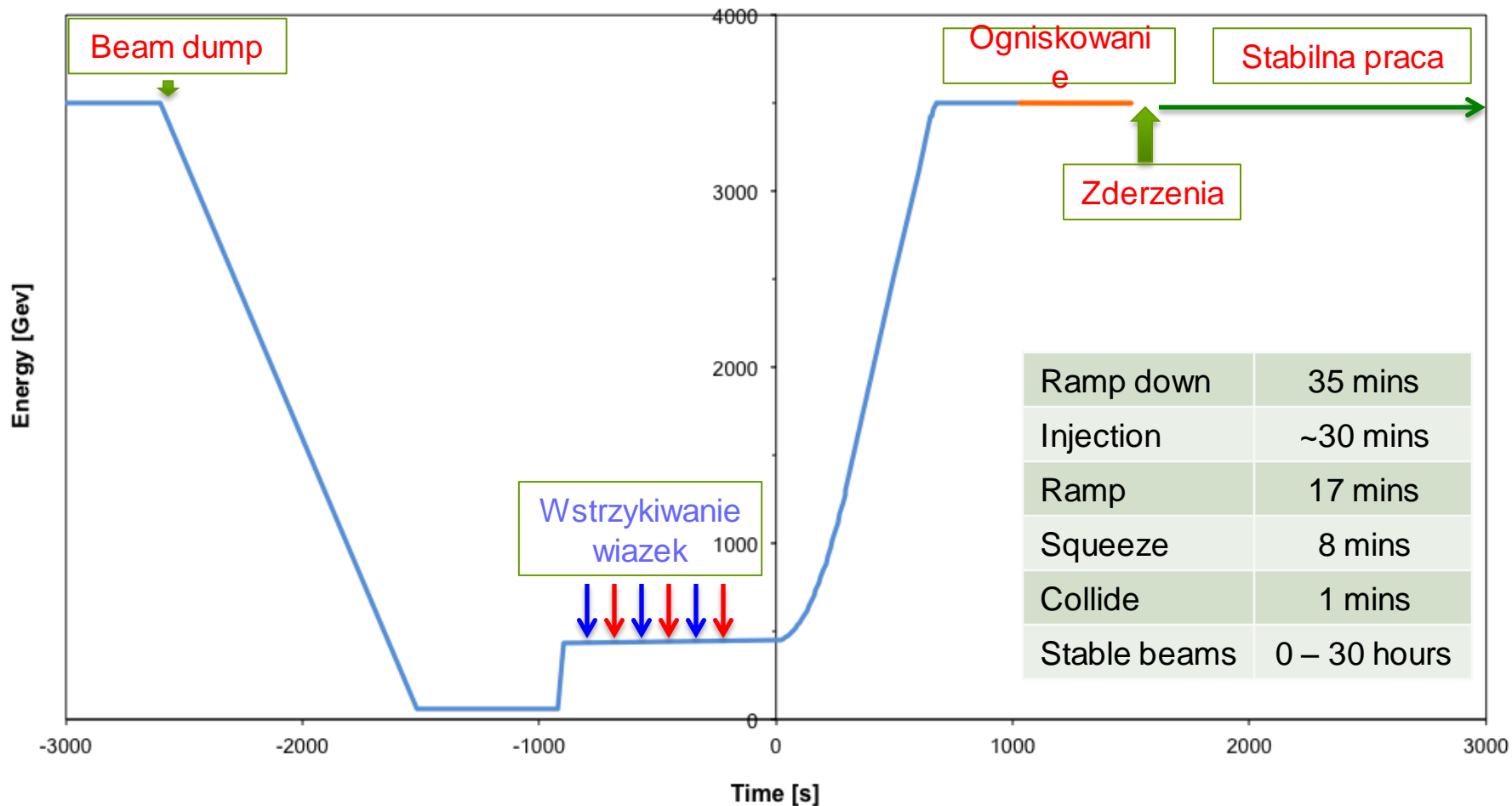
Monitory promieniowania synchrotronowego



CERN Accelerators (not to scale)



LHC - Nominalny Cykl Pracy



Wstrzykiwanie wiązek do LHC

LHC Page1

Fill: 2202

E: 454 GeV

10-10-2011 23:01:49

PROTON PHYSICS: RAMP

Energy:

454 GeV

I(B1):

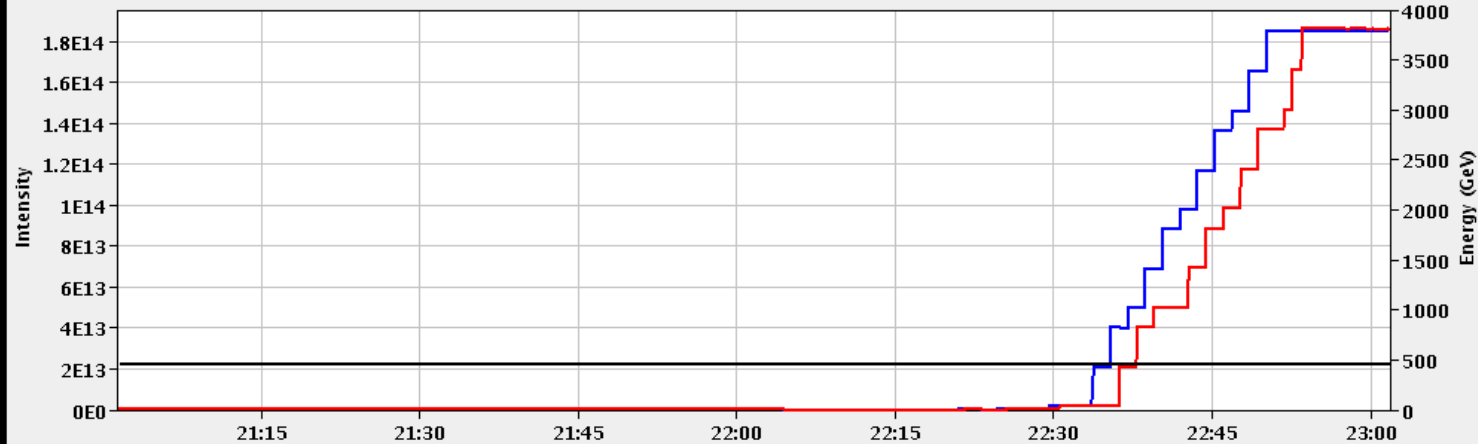
1.89e+14

I(B2):

1.90e+14

FBCT Intensity and Beam Energy

Updated: 23:01:49



Comments 10-10-2011 22:24:47 :

This fill for Physics with usual 1380b

BIS status and SMP flags

B1 B2

Link Status of Beam Permits	true	true
Global Beam Permit	true	true
Setup Beam	false	false
Beam Presence	true	true
Moveable Devices Allowed In	false	false
Stable Beams	false	false

AFS: 50ns_1380b+1small_1318_39_1296_144bpi

PM Status B1 **ENABLED**

PM Status B2 **ENABLED**

Przyspieszanie i ogniskowanie wiązek

LHC Page1

Fill: 2202

E: 3500 GeV

10-10-2011 23:27:45

PROTON PHYSICS: SQUEEZE

Energy:

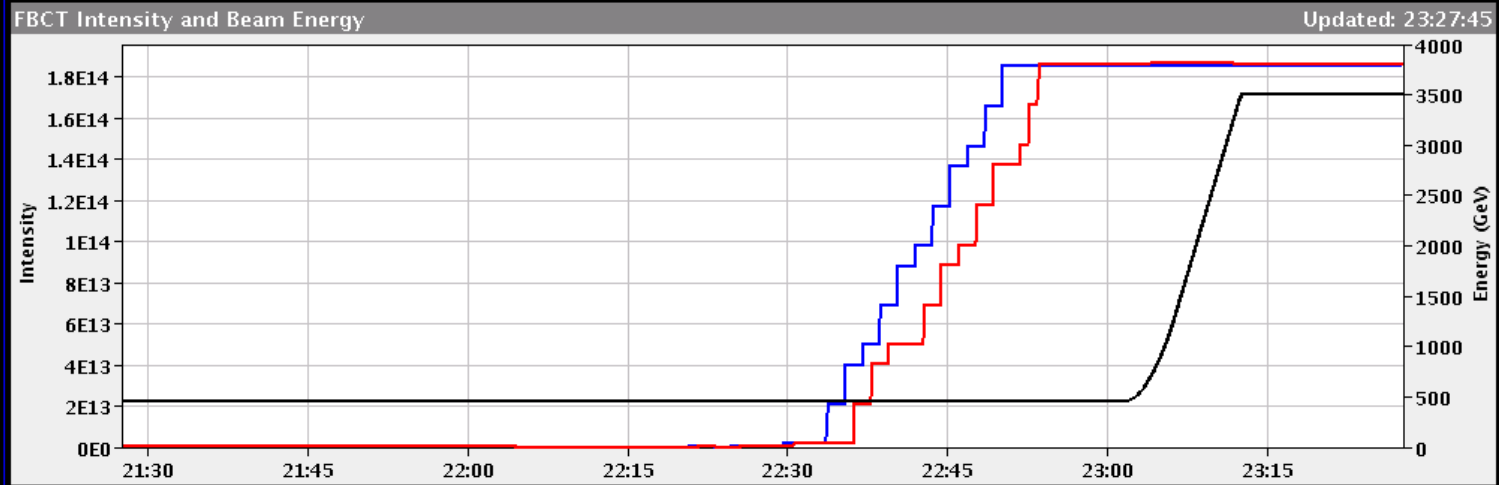
3500 GeV

I(B1):

1.89e+14

I(B2):

1.90e+14



Comments 10-10-2011 22:24:47 :

This fill for Physics with usual 1380b

BIS status and SMP flags

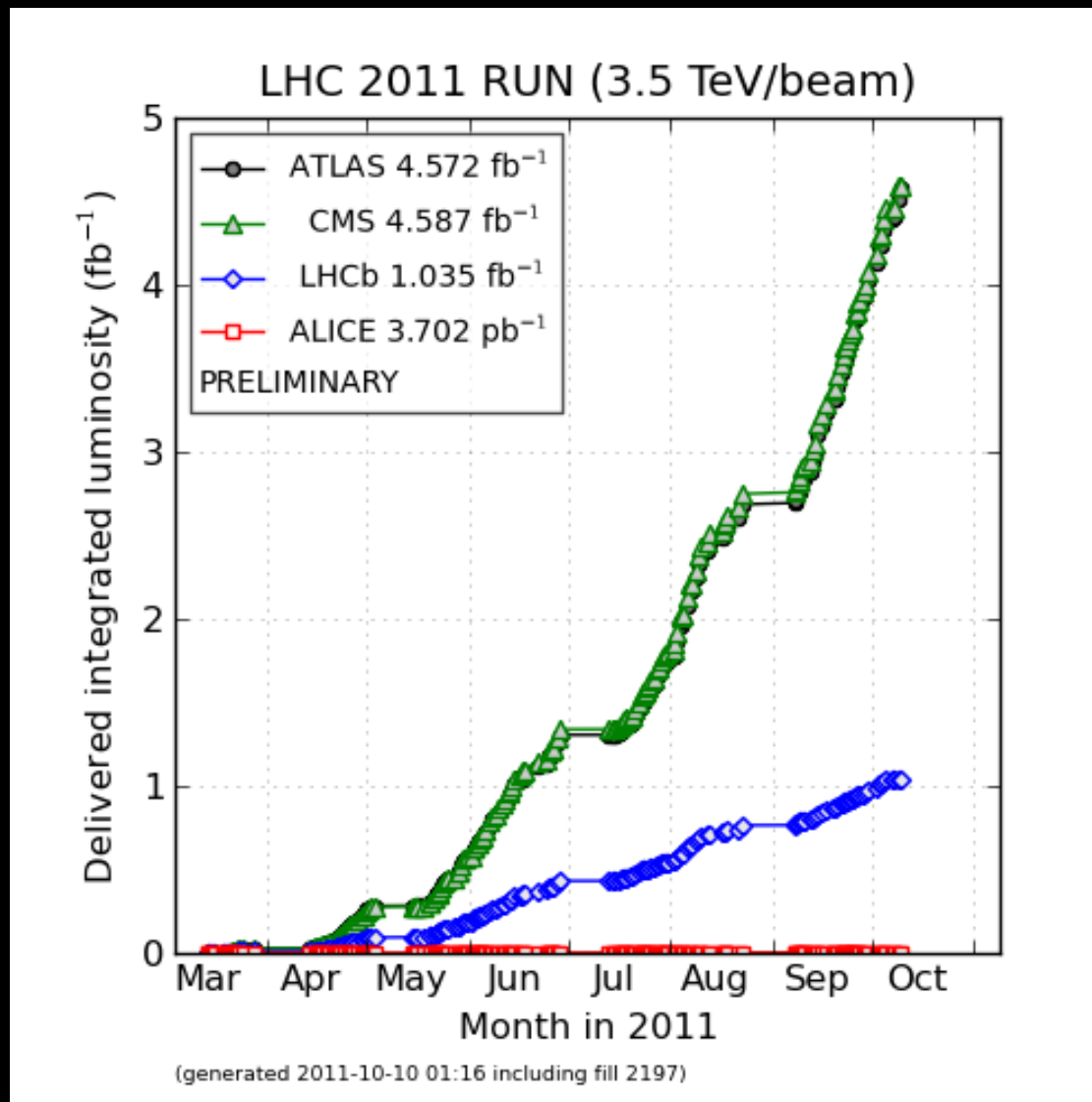
B1 B2

Link Status of Beam Permits	true	true
Global Beam Permit	true	true
Setup Beam	false	false
Beam Presence	true	true
Moveable Devices Allowed In	false	false
Stable Beams	false	false

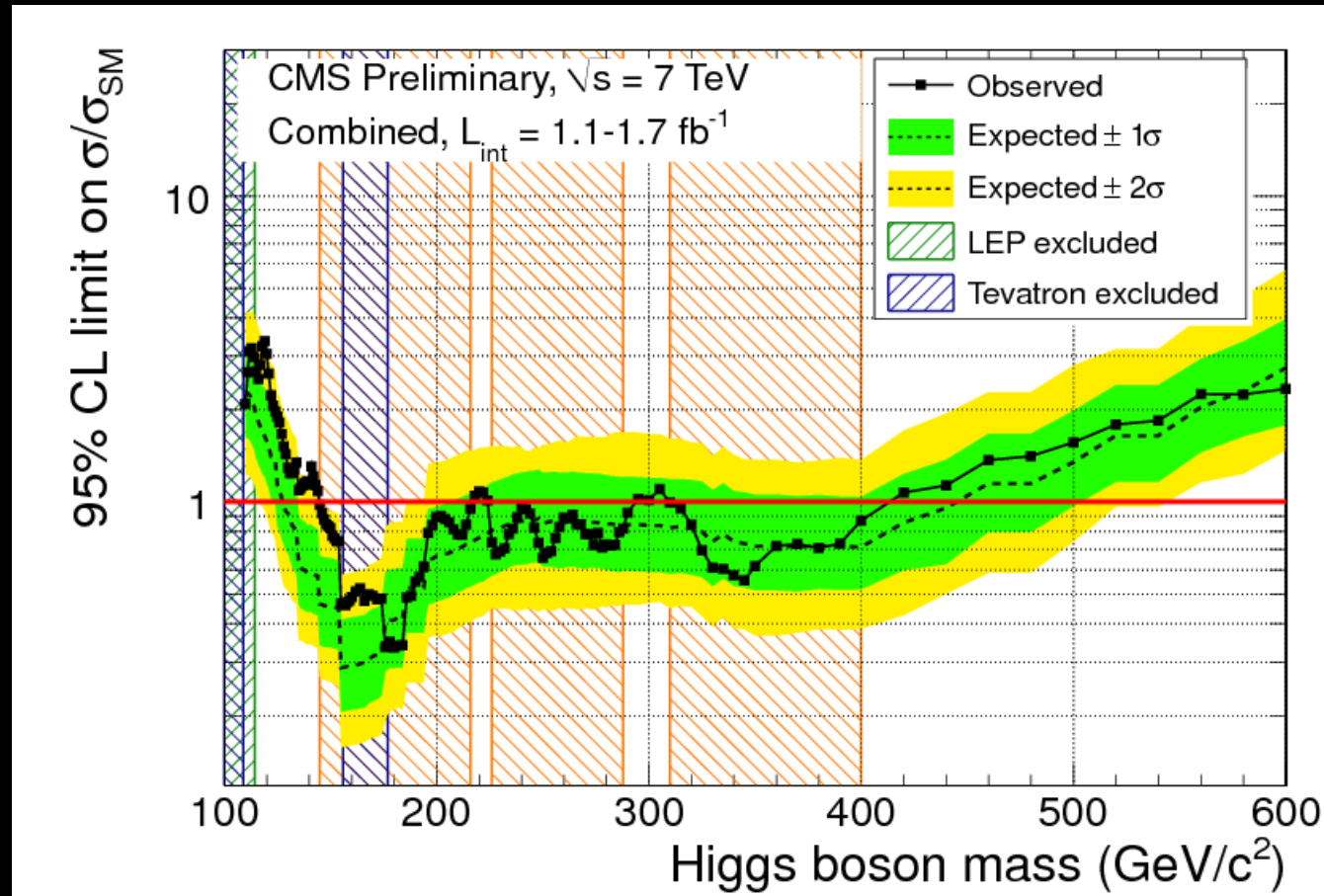
AFS: 50ns_1380b+1small_1318_39_1296_144bpi

PM Status B1 **ENABLED** PM Status B2 **ENABLED**

Ilość danych zarejestrowana do dzisiaj



Gdzie jest Higgs?



Podsumowanie

- ◆ **CERN** jest największym na świecie laboratorium fizyki cząstek i ma największy kompleks akceleratorów, w tym akcelerator LHC.
 - Mamy nadzieję, że eksperymenty LHC wyjaśnią wkrótce kilka najważniejszych zagadek przyrody.
- ◆ **W CERN** trzynaście tysięcy ludzi z całego świata ...
 - jest zafascynowanych pracą badawczą,
 - z entuzjazmem poświęca czas na rozwiązywanie problemów doświadczalnych i teoretycznych,
- ◆ **LHC** jest fantastyczną „maszyną”.
 - Dotychczasowy postęp jest prawdziwym dowodem na moc nadprzewodnictwa i demonstracją umiejętności i zaangażowania ludzi, którzy budowali LHC.

Życzę Państwu:

- zdobycia w CERN inspiracji do tego jak trudne zagadnienia z fizyki przekazać w sposób atrakcyjny i przystępny,
- ...i w efekcie doprowadzenia do zahamowania niepokojącego spadku zainteresowania przedmiotami ścisłymi wśród uczniów,
- jak również wielu radości z dzielenia się zdobytymi doświadczeniami z młodymi ludźmi w Polsce.

Dziękuję za uwagę