

**Za vysokými horami a
hlubokými doly ...**



**... na dohled od
velké Bílé Hory ...**



... leží CERN ...



CERN, Higgs

and all that

24. 10. 2012

Jiří Dolejší, Ústav částicové a jaderné fyziky MFF

1949

K obnovení rovnováhy a oživení evropské vědy navrhl nositel Nobelovy ceny Louis de Broglie na Evropské kulturní konferenci v Lausanne vytvoření Evropské vědecké laboratoře.

1952

Po dvou konferencích UNESCO se 11 evropských vlád dohodlo ustavit dočasnou "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire" (CERN).

Na setkání
nové rady
v
Amsterdamu
bylo pro
plánovanou
laboratoř
vybráno
místo
poblíž
Ženevy.

Sur le terrain du futur institut nucléaire



Sous la conduite de M. A. Picot, les membres du Conseil européen pour la recherche nucléaire se sont rendus hier à Meyrin pour reconnaître le terrain où s'élèvera le Centre nucléaire (voir en Dernière heure)

(Photo Freddy Bertrand, Genève)

1954

Po úvodní ratifikaci Konvence jejími členskými státy vzniká formálně Evropská organizace pro jaderný výzkum 29. září. Ačkoli je původní rada rozpuštěna, zkratka CERN zůstává. Základající členské státy jsou Německá spolková republika, Belgie, Dánsko, Francie, Řecko, Itálie, Norsko, Nizozemí, Velká Británie, Švédsko, Švýcarsko a Jugoslávie. Jugoslávie CERN opouští v roce 1961. Rakousko se připojuje v roce 1959, Španělsko v roce 1961, opouští CERN v roce 1969, ale znovu se připojuje v roce 1983. Portugalsko vstupuje v roce 1985, Finsko and Polsko v roce 1991, Maďarsko a **ČSFR 1992, Česká a Slovenská Republika v roce 1993** a Bulharsko v roce 1999, což vede k současným 20 členským zemím.

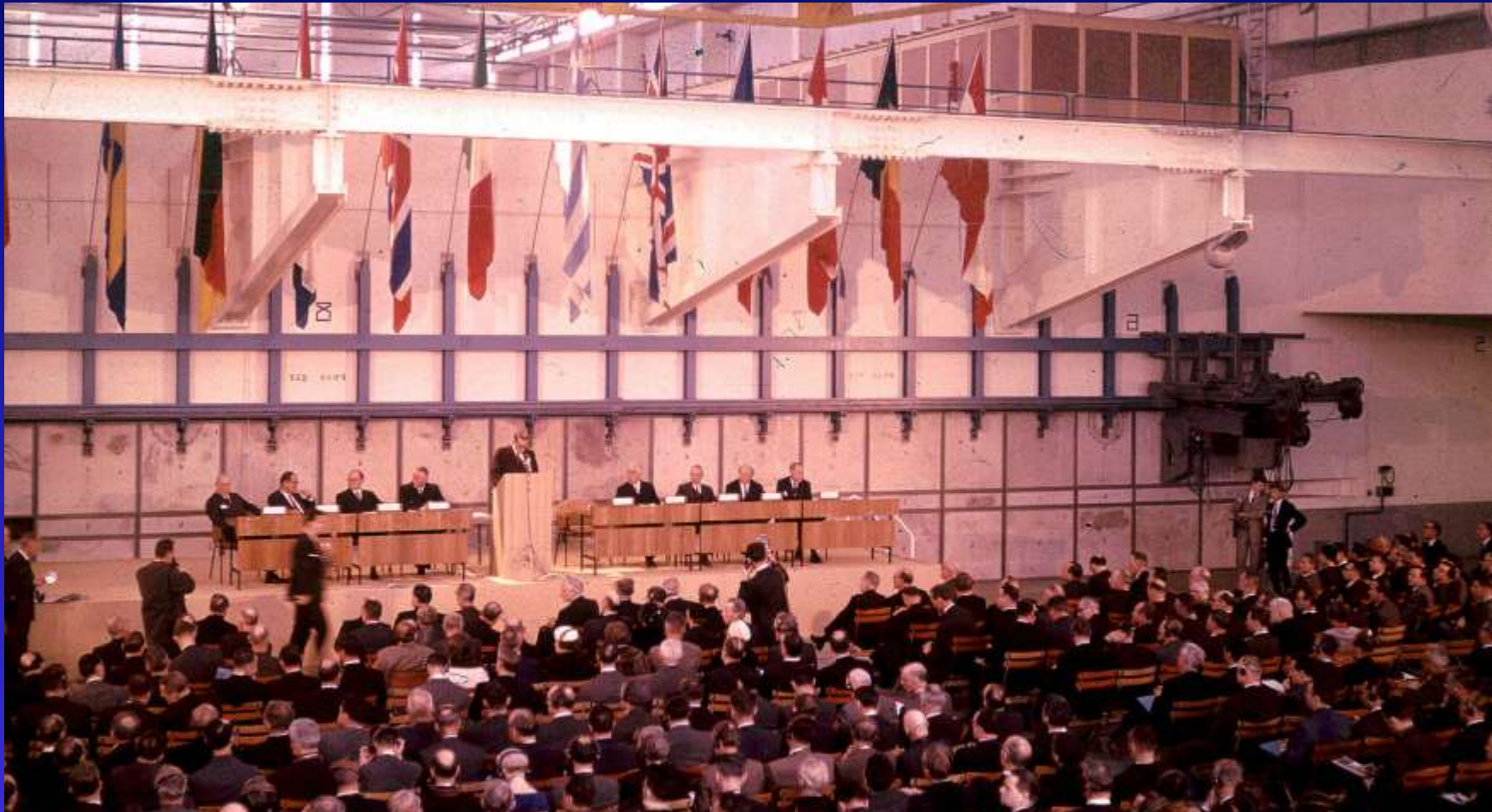
1957

První urychlovač v CERN, 600 MeV protonový synchrotron-cyclotron. Prvním objevem je rozpad pionu na elektron a neutrino.



1959

V CERN zahajuje práci první velký urychlovač, 28 GeV Proton Synchrotron (PS), na čas největší urychlovač na světě. Láhev šampaňského rozbíjí Niels Bohr.



1968

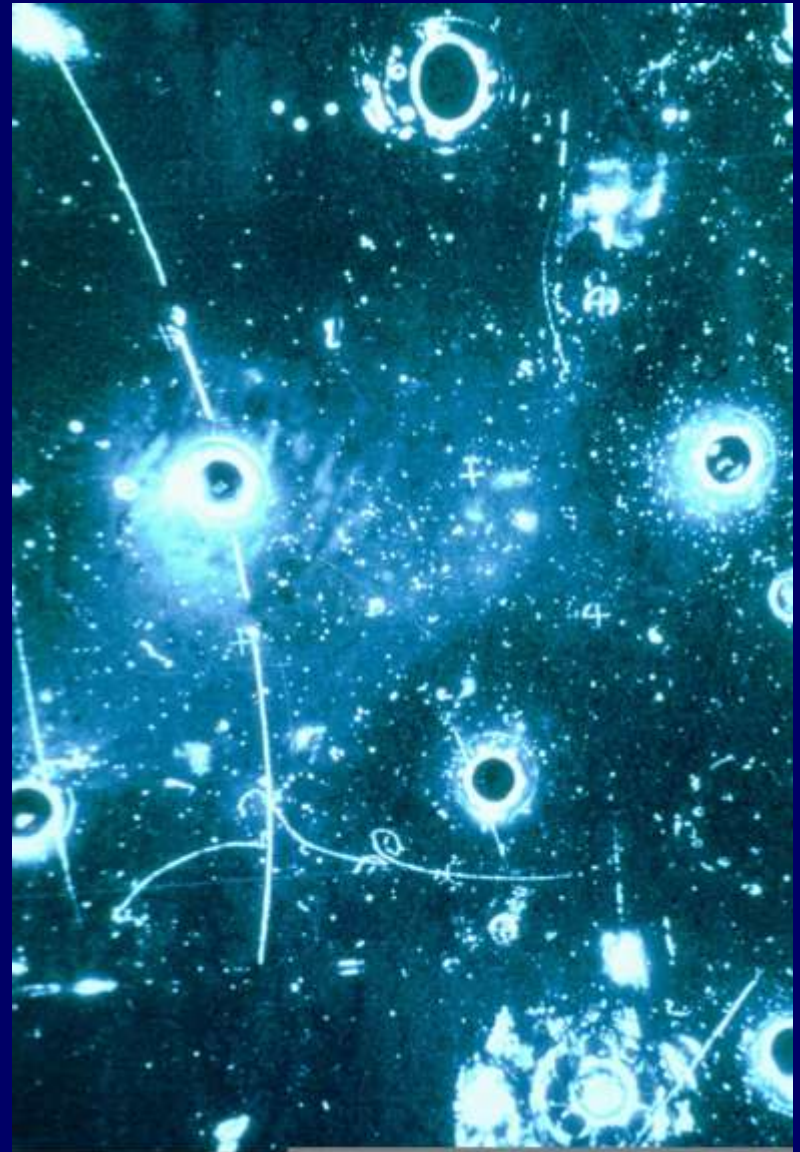
Vynález mnohadrátových
proporcionálních komor a
driftových komor přináší
revoluci do konstrukce
elektronických detektorů
částic. Georges Charpak
získává za tuto práci
Nobelovy cenu za fyziku v
roce 1992.



1973

První důležité objevy experimentů na ISR ukazují vzrůst účinných průřezů srážek protonů s rostoucí energií a existenci částic rozptýlených na velké úhly díky rozptylu mezi konstituenty protonu.

Bublinová komora Gargamelle na neutrinovém svazku PS dává jeden z největších objevů v CERN - neutrální proudy. Tento objev dává argumenty pro teorii sjednocující slabé a elektromagnetické interakce.

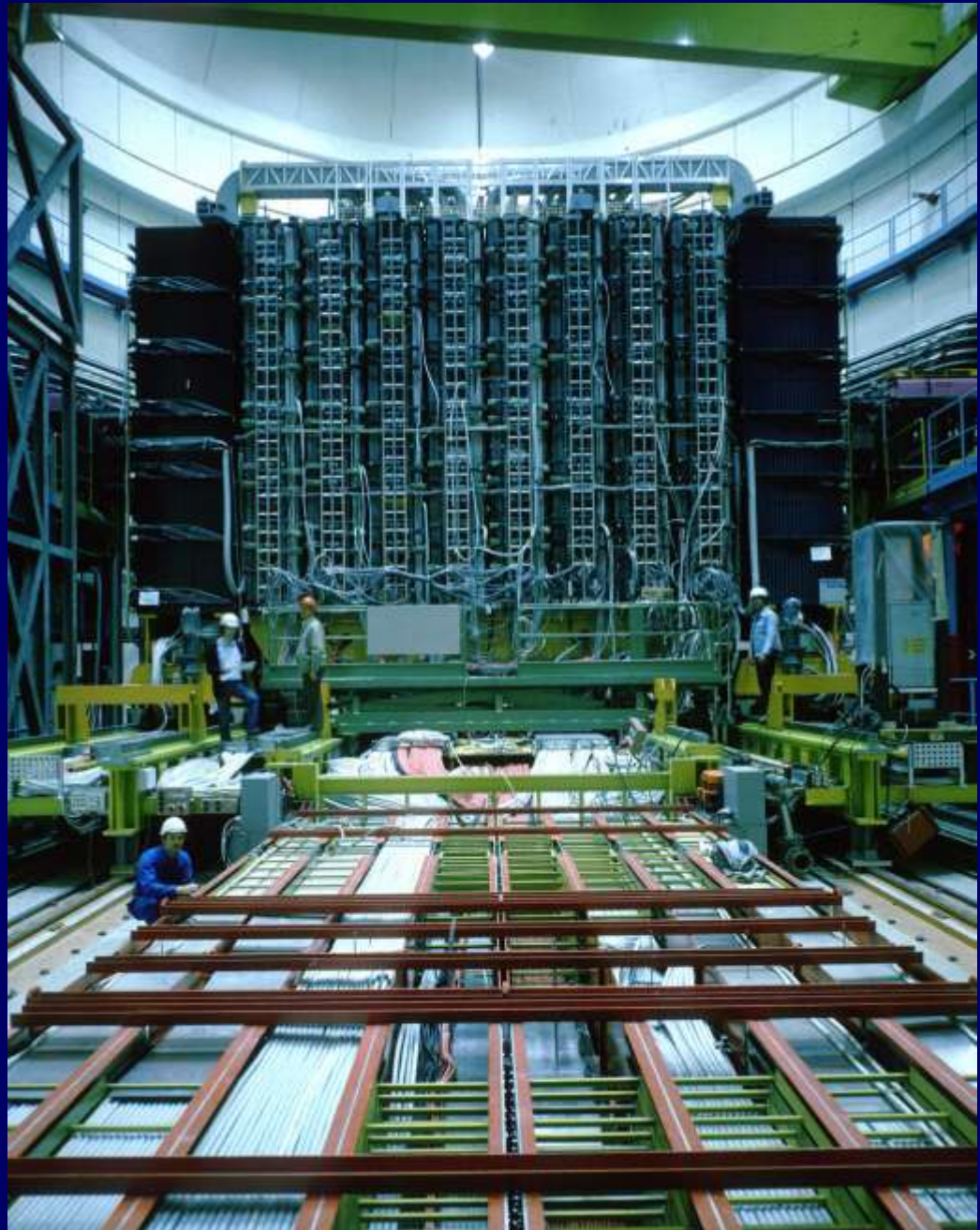


1981

SPS urychluje na 270 GeV protony a anti-protony (připravené pomocí stochastického chlazení vynalezeného v CERN).

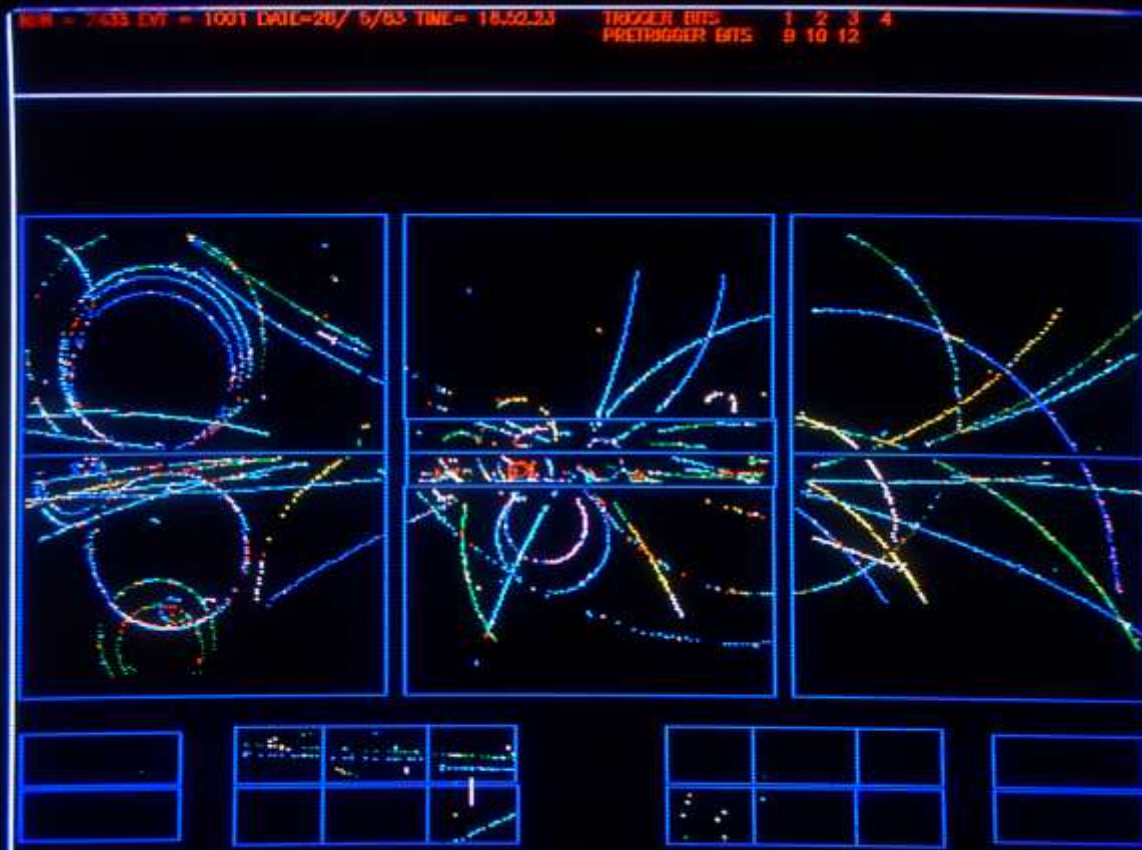
První srážky, studované experimenty UA1 a UA2, jsou zaznamenány v roce 1981.

Vpravo výstavba UA1



1983

Historický objev bosonů W (leden) a Z (květen) - dlouho hledaných nosičů slabé interakce. Objev potvrdil elektroslabou teorii sjednocující slabé a elektromagnetické síly.



1. květen 1983:
proton-antiprotonová
srážka s rozpadem Z^0

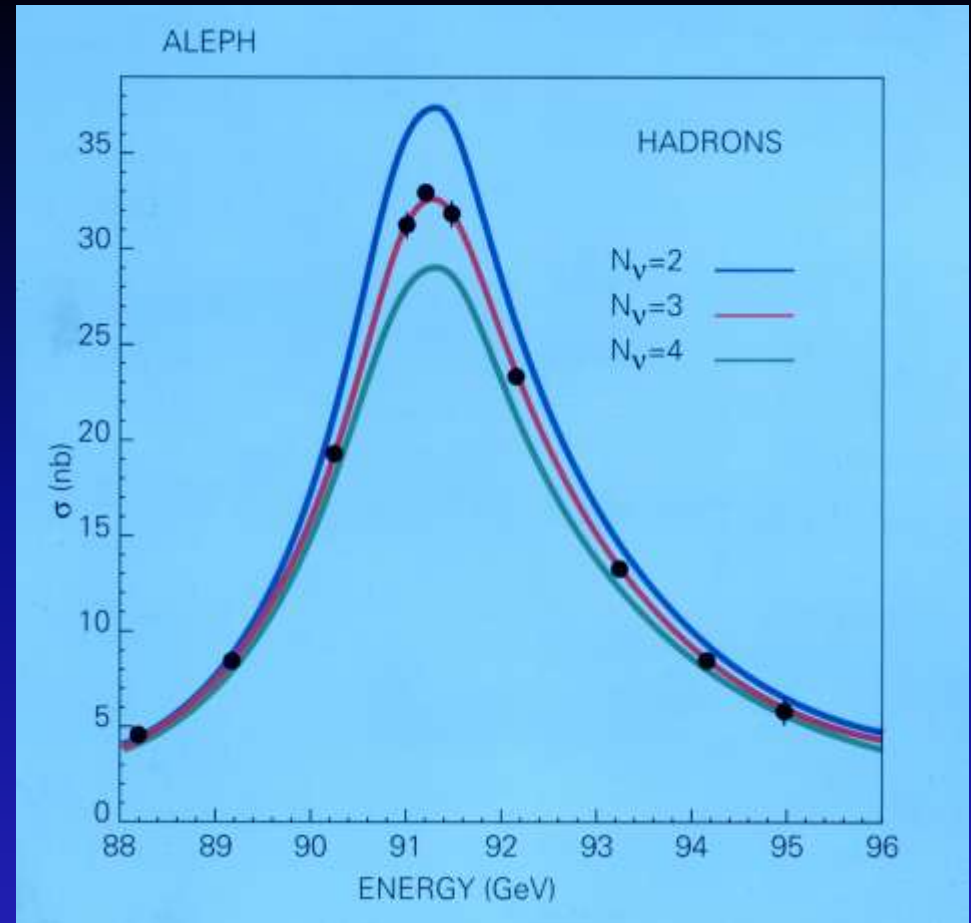
1984

Carlo
Rubbia
a Simon
van der
Meer
dostávají
Nobelovu
cenu za
práci
vedoucí
k objevu
W a Z .



1989

LEP začíná v srpnu. Už v říjnu jsou provedena extrémně přesná měření šířky Z^0 , která ukazují, že v přírodě jsou tři druhy neutrin.

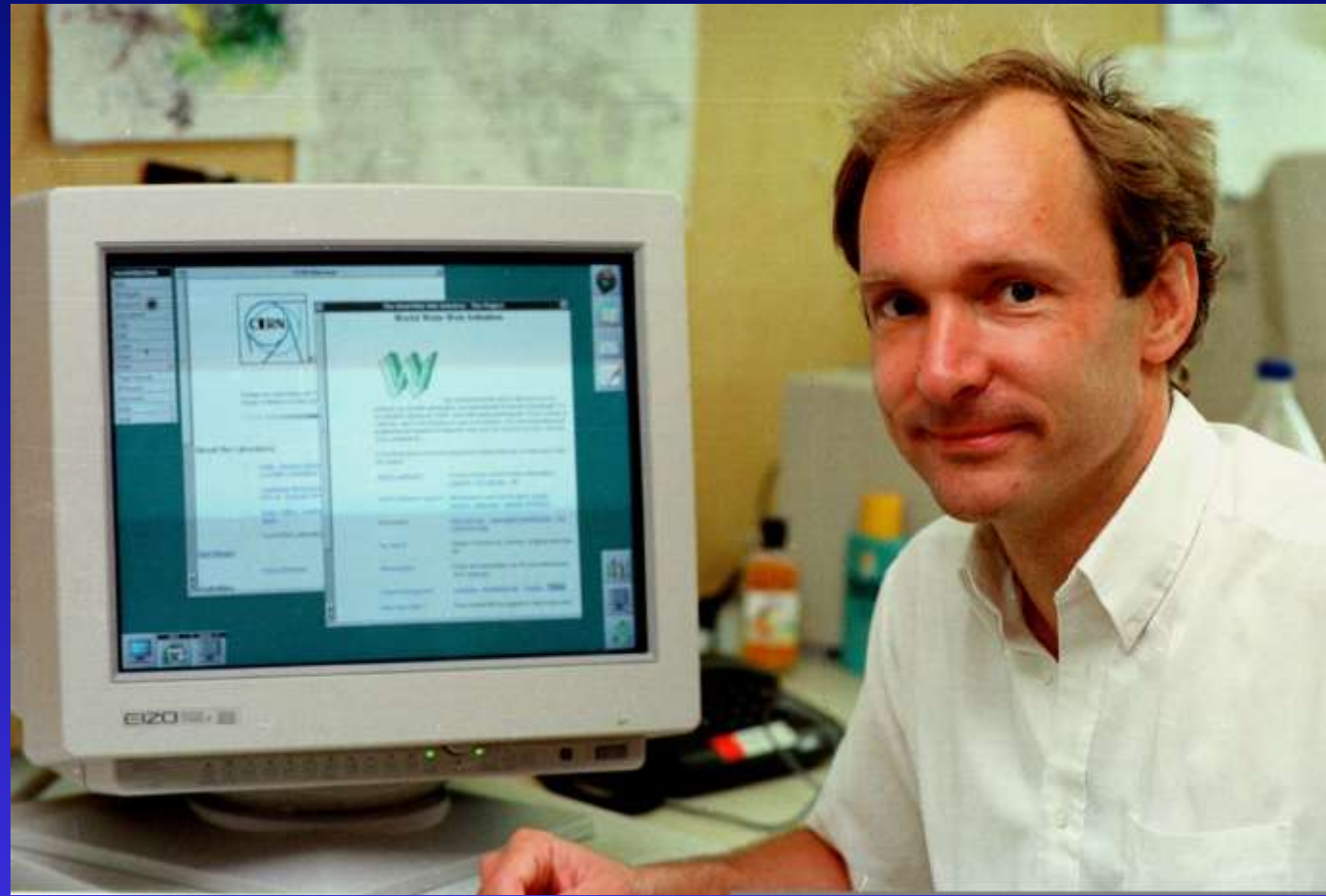


Neutrální intermediální vektorový boson Z jako rezonance v účinném průřezu produkce hadronů ve srážkách $e^- e^+$. Šířka rezonance závisí na počtu lehkých neutrin, na jejichž páry se Z může rozpadat. Hodnota šířky Z změřená na LEP dává s velkou přesností $N_\nu = 3$.

1990

Tim Berners-Lee, spolupracující s Robertem Cailliau, navrhuje distribuovaný informační systém, který je založený na hypertextu a odkazech na kousky informace uložené na různých počítačích.

Pro tento systém volí jméno "World-Wide Web".



1991

V prosinci Rada jednohlasně souhlasí, že proponovaný urychlovač LHC (Large Hadron Collider) je ten správný nástroj pro budoucnost.

Výstavba LHC
je definitivně
schválena
v roce 1994.



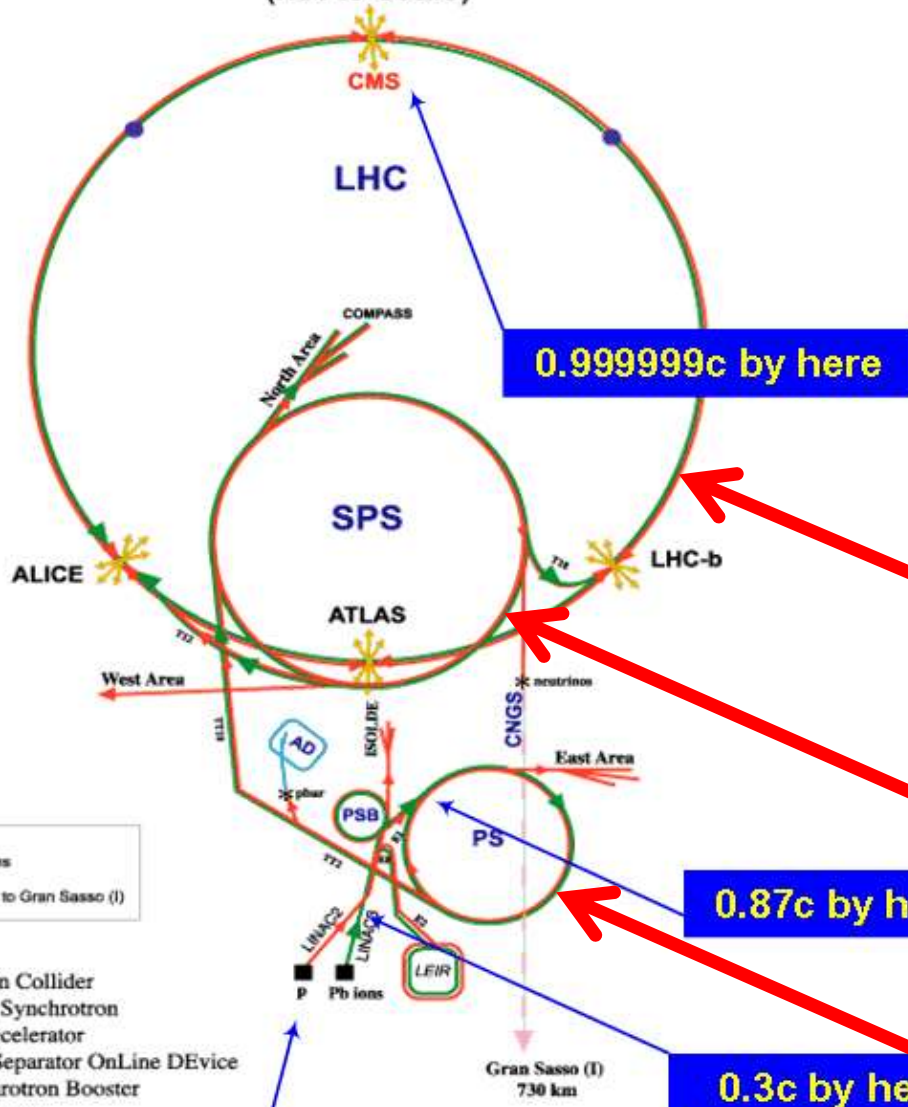
1992

Georges Charpak dostává Nobelovu cenu za vynález mnohohdrátových proporcionálních komor (MWPC). Tyto detektory podstatně usnadnily měření drah částic a našly i četné např. lékařské aplikace.

Tři nositelé Nobelových cen v CERN, Carlo Rubbia, Samuel Ting, Georges Charpak při party oslavující Charpakovu cenu.



CERN Accelerators (not to scale)



- protons
- antiprotons
- ions
- neutrinos to Gran Sasso (I)

LHC: Large Hadron Collider
 SPS: Super Proton Synchrotron
 AD: Antiproton Decelerator
 ISOLDE: Isotope Separator OnLine DEvice
 PSB: Proton Synchrotron Booster
 PS: Proton Synchrotron
 LINAC: LINear ACcelerator
 LEIR: Low Energy Ion Ring
 CNGS: Cern Neutrinos to Gran Sasso

Rudolf LEY, PS Division, CERN, 02/09/96
 Revised and adapted by Antonella Del Rosso, HTT Div,
 in collaboration with B. Destorpes, SE Div., and
 D. Manglunki, PS Div. CERN, 23/05/01

Start the protons out here

0.999999c by here

0.87c by here

0.3c by here

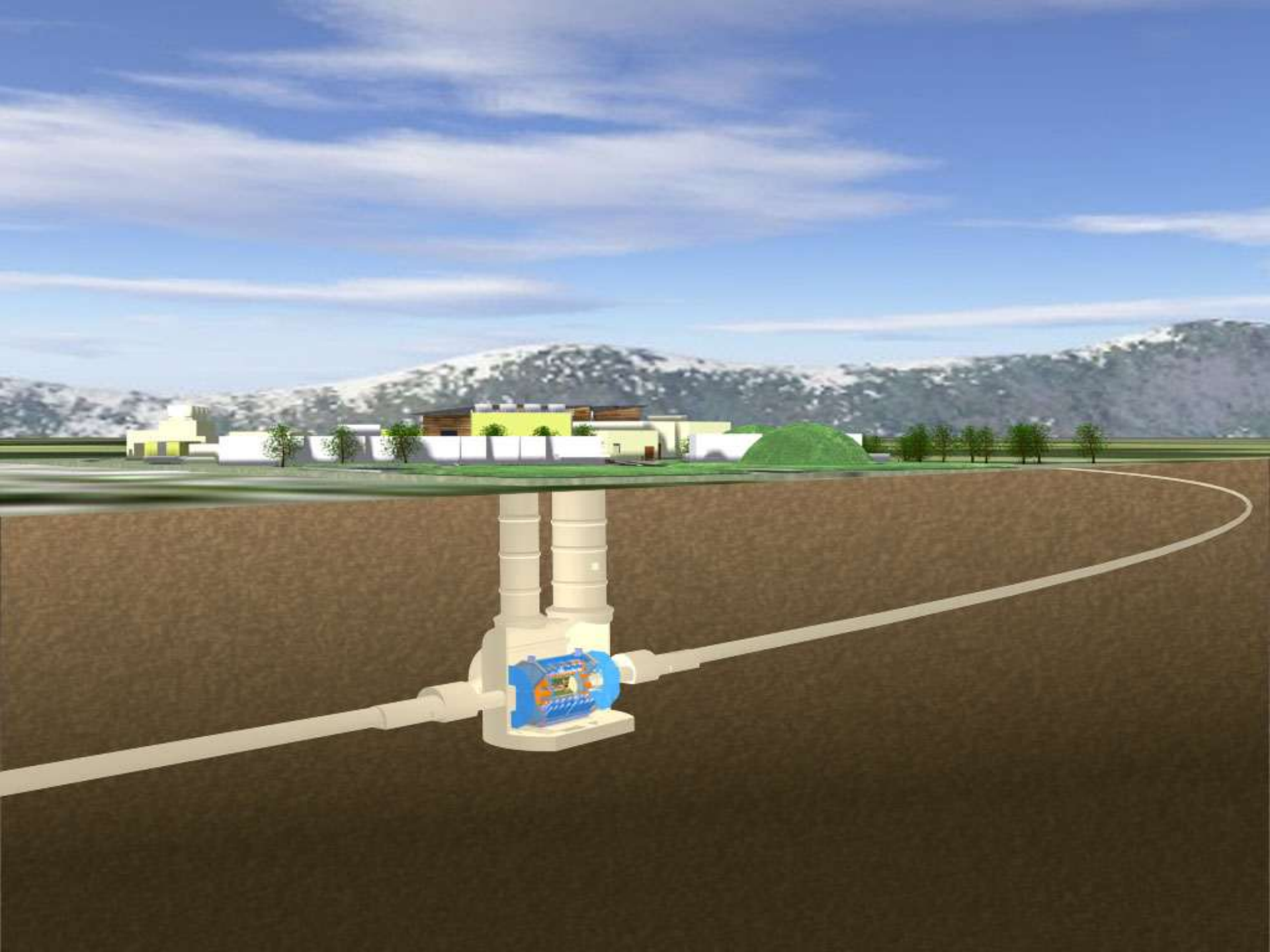
1989, 2008

1976, 1981

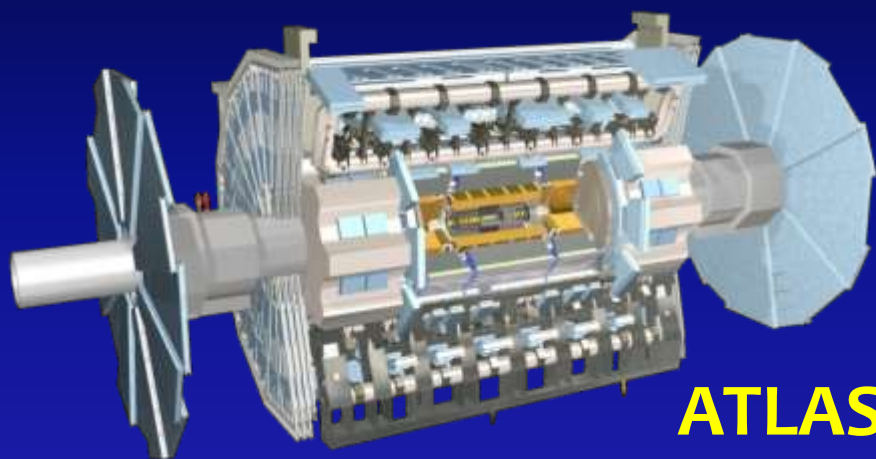
1959



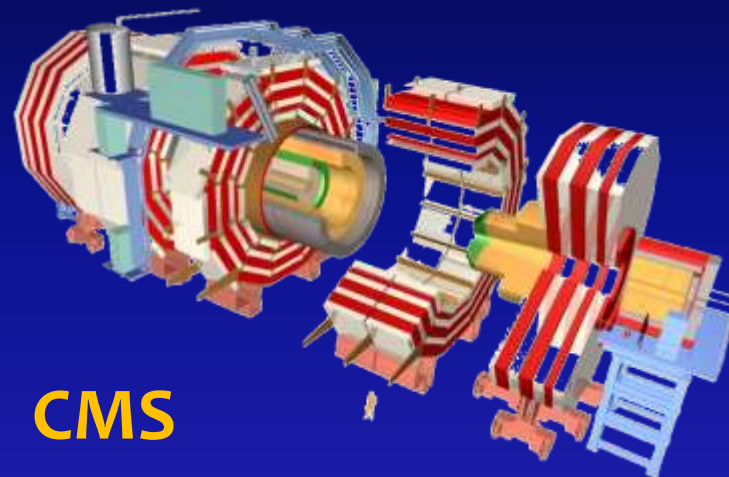
CERN LHC (Large Hadron Collider)



LHC je „náš“ urychlovač

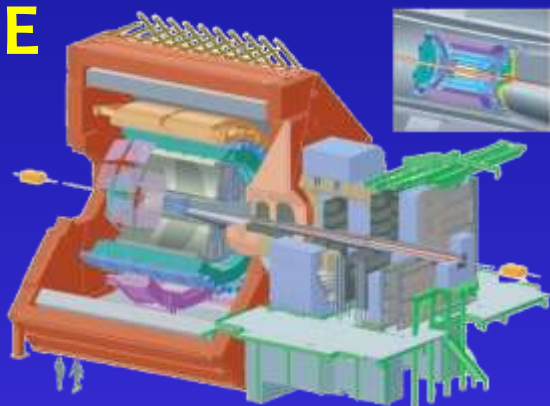


ATLAS

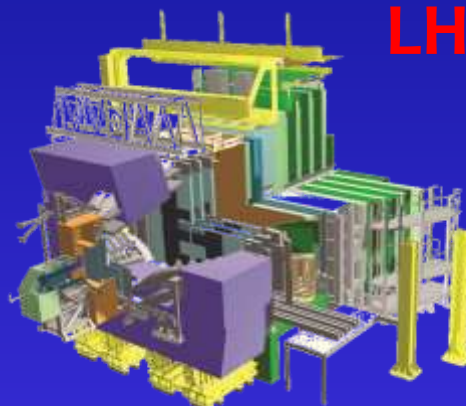


CMS

ALICE



LHCb



+ TOTEM

+ LHCf



Inauguration du LHC LHC Inauguration

CERN 21-10-2008



**10. září 2008,
první svazky**

<http://www.ct24.cz/veda-a-technika/28121-v-zeneve-spustili-obri-urychlovac-castic/video/1/>

Video: Milénium



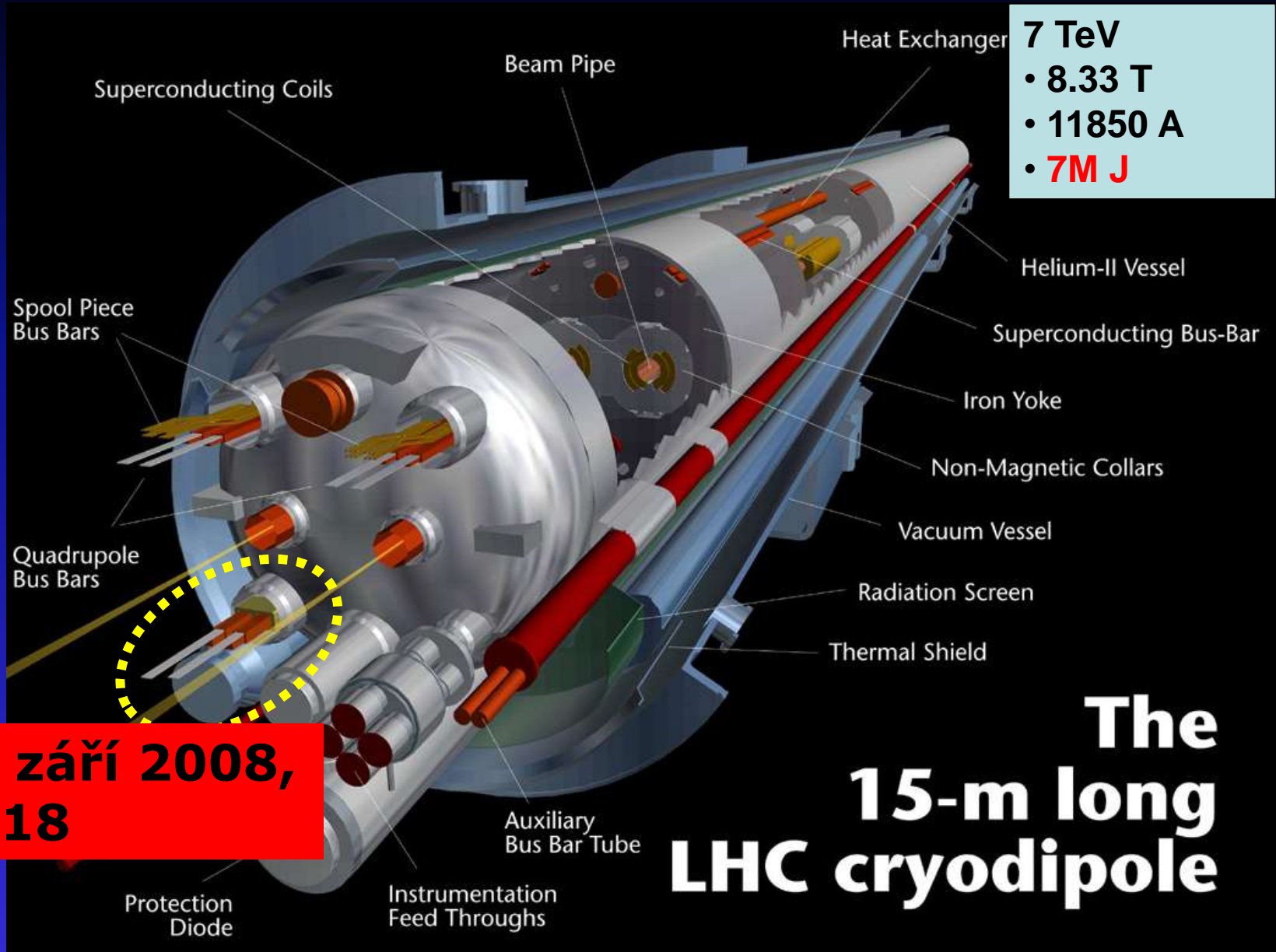
Dipole

7 TeV

• **8.33 T**

• **11850 A**

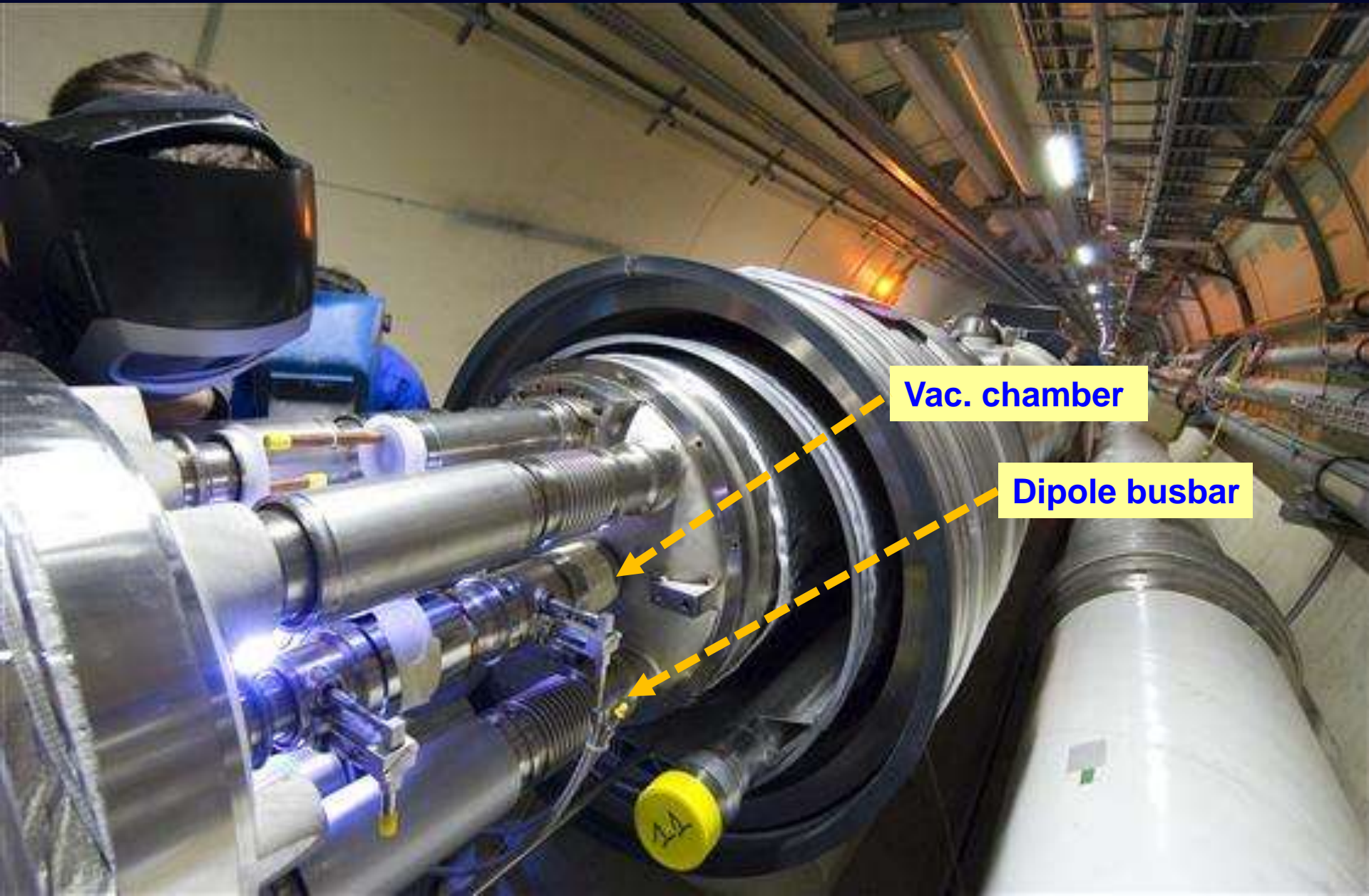
• **7M J**



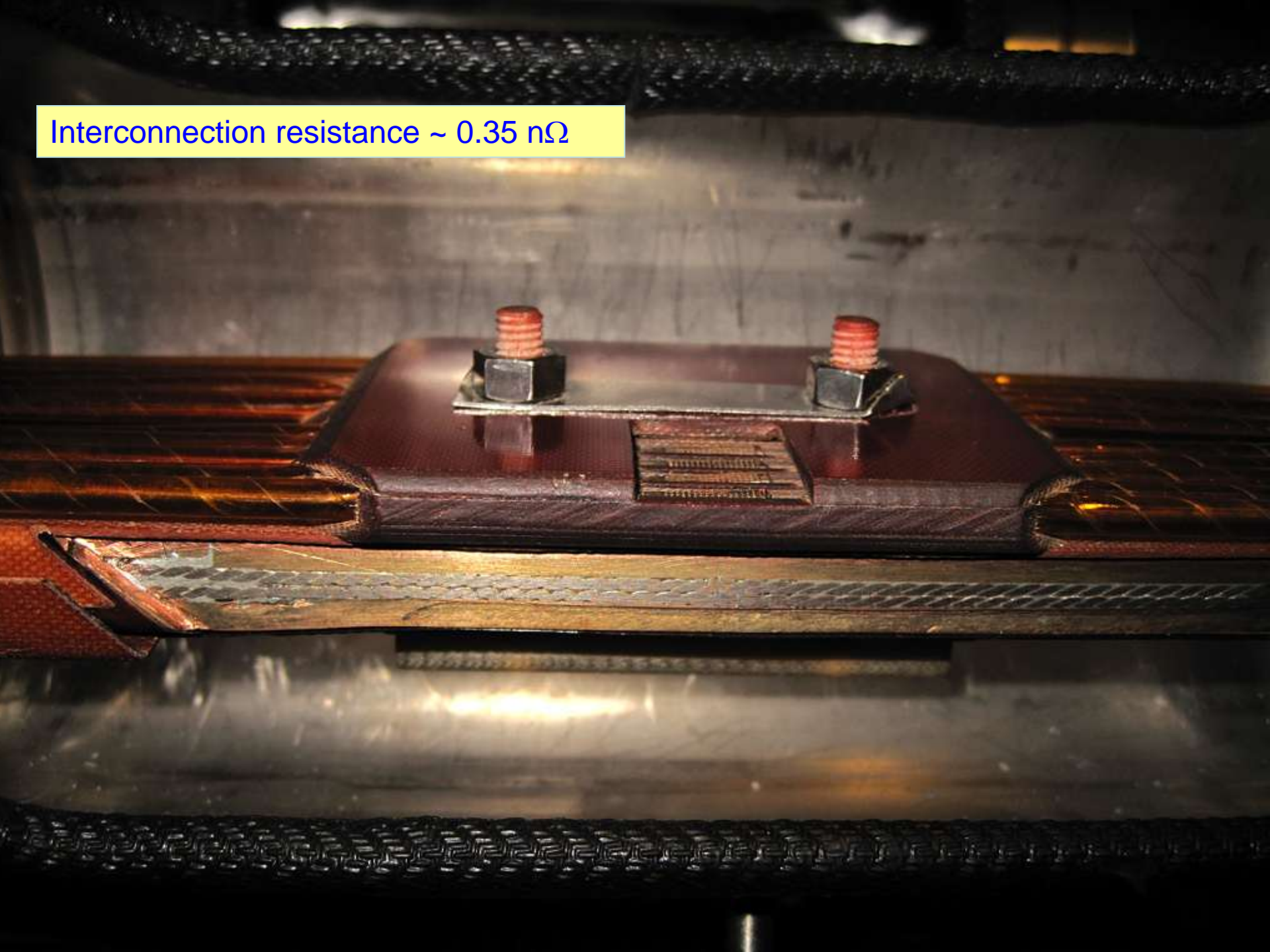
**19. září 2008,
11:18**

**The
15-m long
LHC cryodipole**

Inter-connection



Interconnection resistance $\sim 0.35 \text{ n}\Omega$



ATLAS Control Room, první svazky, 20. listopad 2009



Restart na sklonku roku 2009, [video](#)



LHC Page: Fil: 893.0 E: 450 GeV 09-13-2009 07:40:40

BEAM SETUP: CIRCULATE AND DUMP

BCT T12:	0.00e+00	BCT T18:	0.00e+00	IBE1:	0.00e+00	IBE2:	0.20e+08
----------	----------	----------	----------	-------	----------	-------	----------

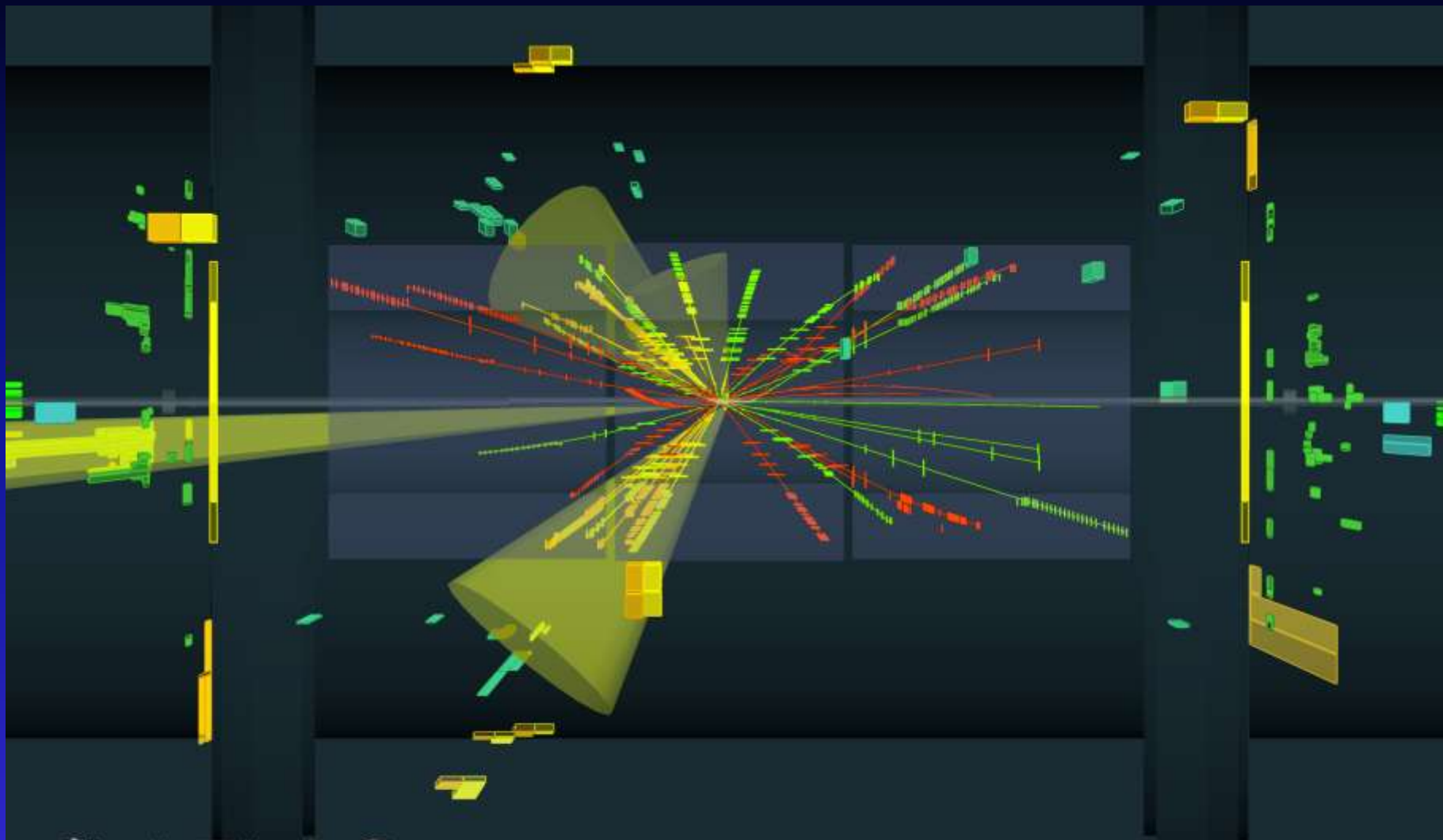
TED T12 position:	15.16	TED T18 position:	8.16
TOF P2 gaps/min:	upstream: 19.99	downstream: 19.97	
TOF F5 gaps/min:	upstream: 19.97	downstream: 19.99	

Comments: 07-12-2009 06:30:38:
circulating and dump beam 1 and 2
beta-beat measurements

SMP Flags		Beam 1	Beam 2
Global Search Permit		ON	ON
Setup Beam		ON	ON
Beam Position		ON	ON
Household Devices Allowed In Stable Beams		ON	ON

LHC Operation in OCC: 37860, 37861
PS Status B1: ON PS Status B2: ON

Restart na sklonku roku 2009



Dramatický moment ve vývoji – 30. 3. 2010

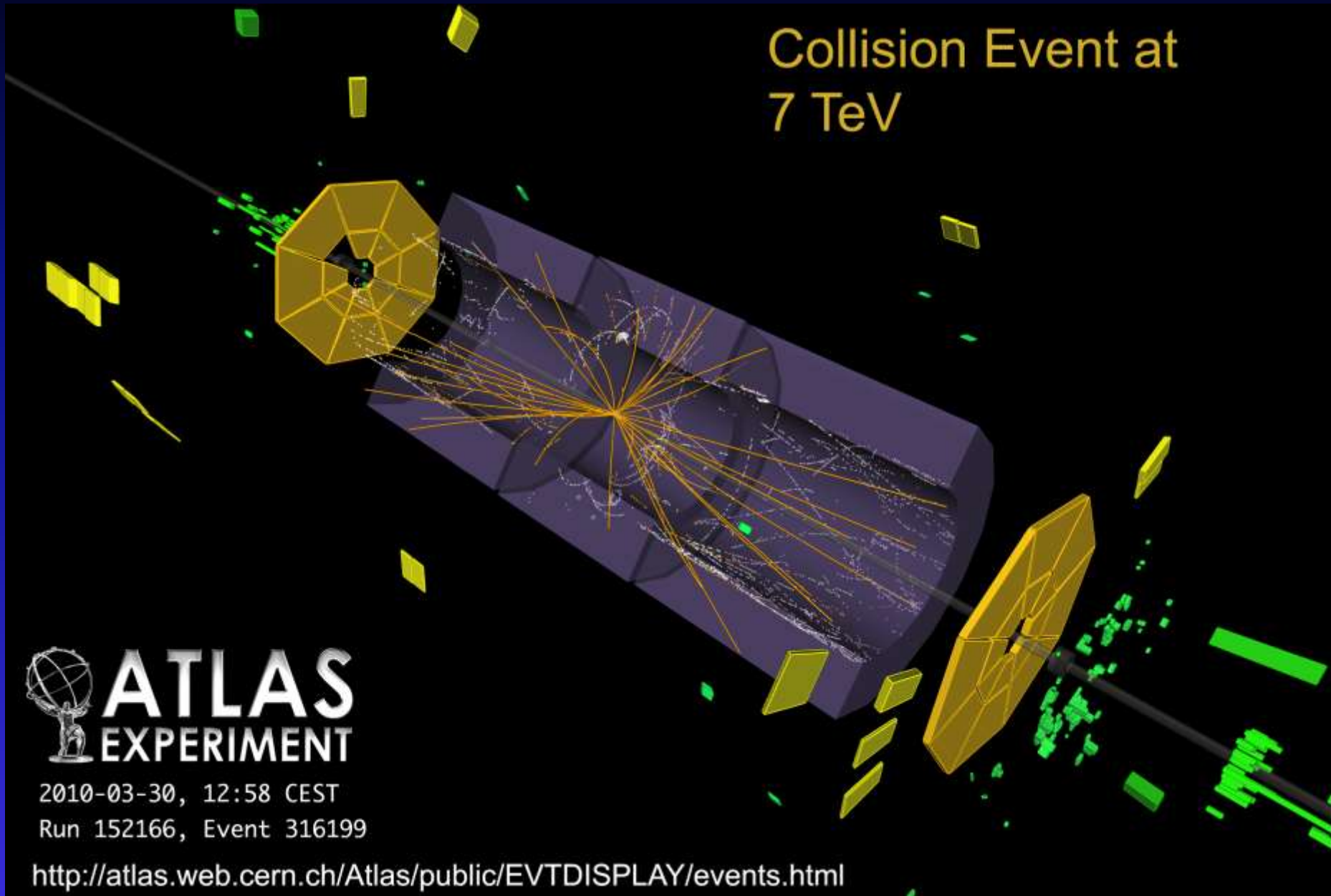
Collision Event at
7 TeV



ATLAS
EXPERIMENT

2010-03-30, 12:58 CEST
Run 152166, Event 316199

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>

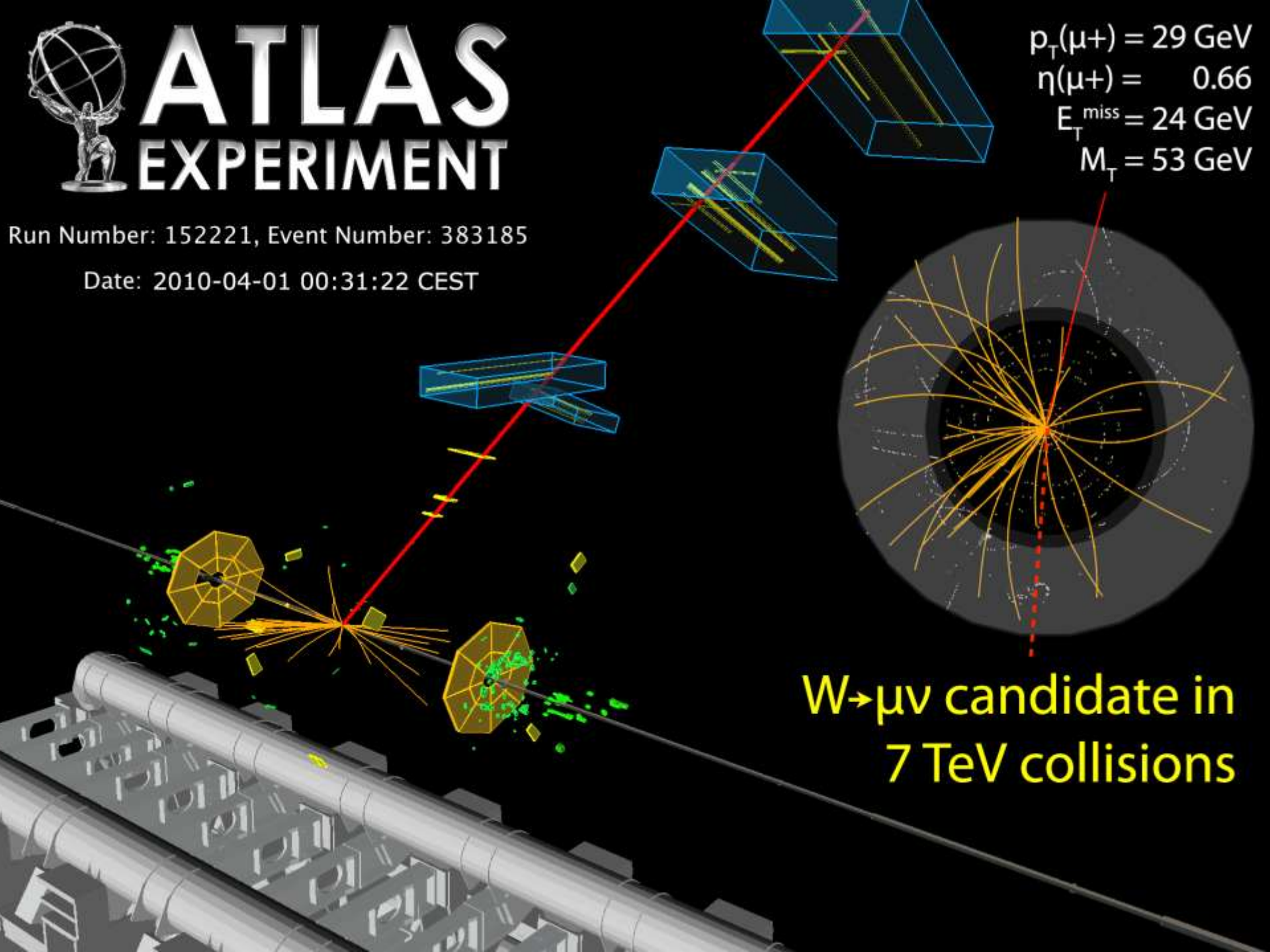




ATLAS EXPERIMENT

Run Number: 152221, Event Number: 383185

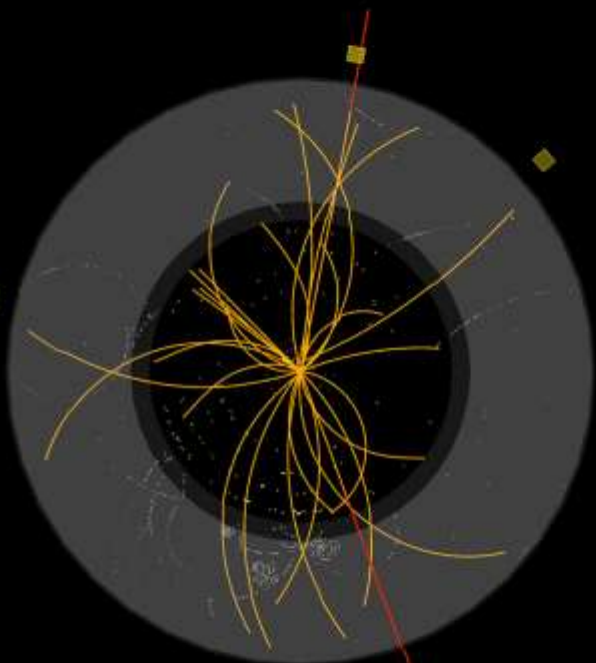
Date: 2010-04-01 00:31:22 CEST





ATLAS EXPERIMENT

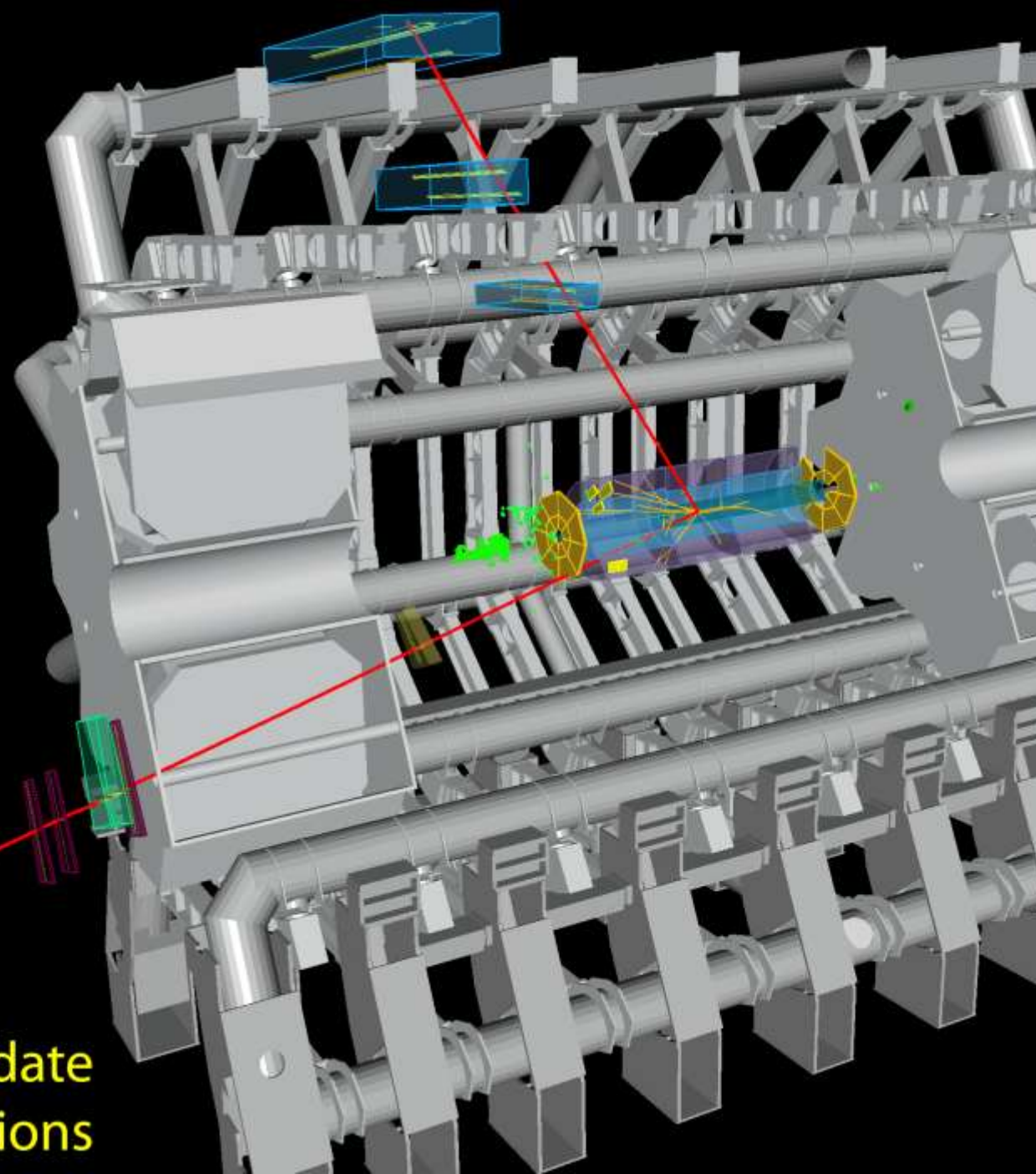
Run: 154822, Event: 14321500
Date: 2010-05-10 02:07:22 CEST



$p_T(\mu^-) = 27 \text{ GeV}$ $\eta(\mu^-) = 0.7$
 $p_T(\mu^+) = 45 \text{ GeV}$ $\eta(\mu^+) = 2.2$
 $M_{\mu\mu} = 87 \text{ GeV}$



**Z $\rightarrow\mu\mu$ candidate
in 7 TeV collisions**

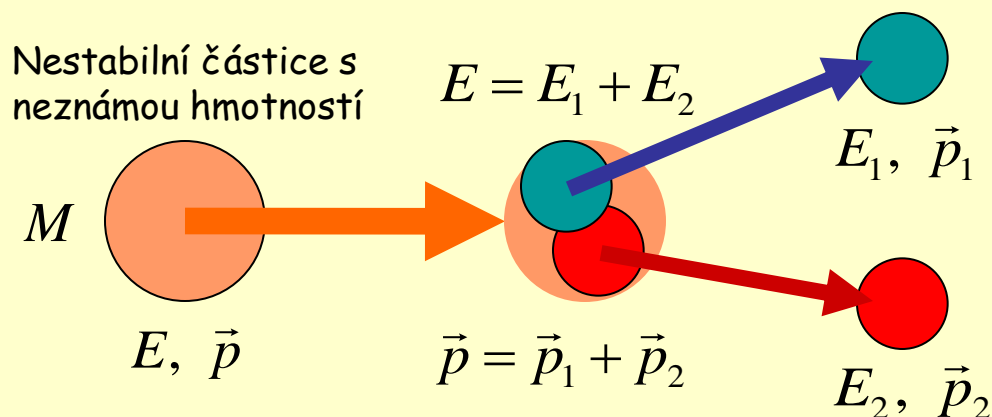


Rovnice pro relativistickou energii $E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$

může být přepsána do tvaru $E^2 - p^2 c^2 = m^2 c^4$.

Energie a hybnost mají v různých **vztažných soustavách** jiné hodnoty - láhev v mé ruce ve vlaku nemá žádnou kinetickou energii vzhledem k vlaku, ale může mít docela podstatnou energii vzhledem k zemi či osobě u trati.

Ale ten speciální výraz nahoře - rozdíl kvadrátů E a \vec{p} - se vždy rovná (nezávisle na vztažné soustavě) kvadrátu klidové hmotnosti částice vynásobené c^4 , což je konstanta. Tato vlastnost vede k překvapivě jednoduchému způsobu, jak měřit **hmotnosti nestabilních částic**:



Změřte energie a hybnosti produktů rozpadu E_1, \vec{p}_1 a E_2, \vec{p}_2 a potom spočítejte

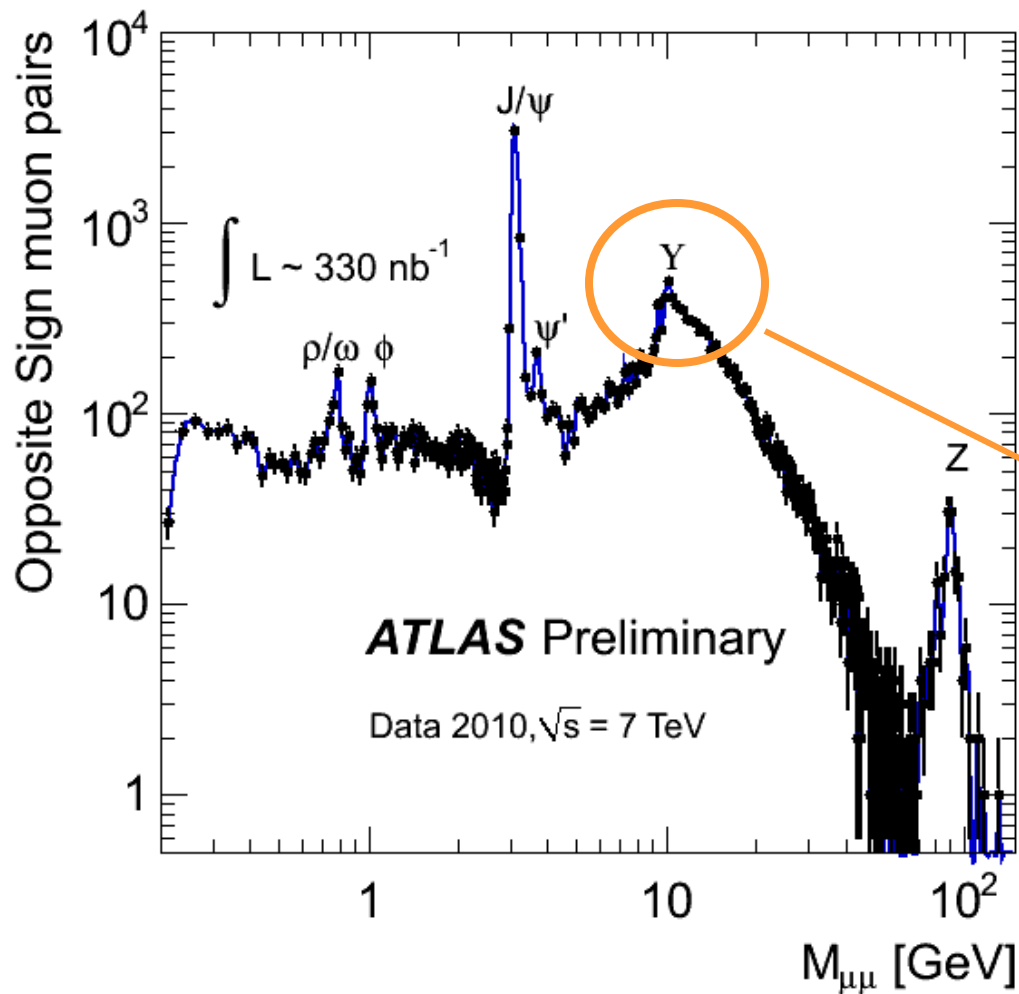
$$(E_1 + E_2)^2 - (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2 c^2 = M^2 c^4.$$

Dostanete hmotnost M !

V knihách o teorii relativity se můžete setkat s pojmem čtyřvektor energie-hybnosti, invariantní hmotnosti atd. Tyto pojmy se týkají přesně našeho tématu, poučte se více ...

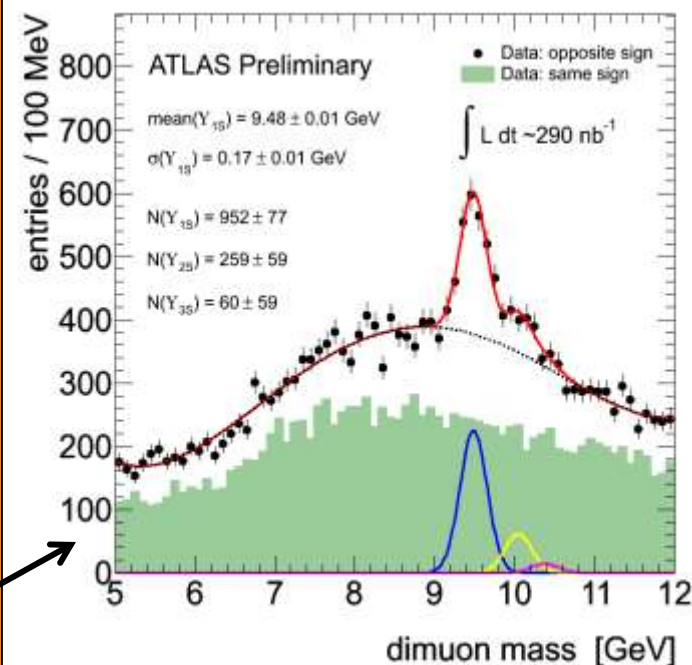
Di-muon resonances

Full data sample



Simple analysis:

- LVL1 muon trigger with $p_T \sim 6 \text{ GeV}$ threshold
- 2 opposite-sign muons reconstructed by combining tracker and muon spectrometer
- both muons with $|z| < 1 \text{ cm}$ from primary vertex



- Looser selection: includes also muons made of Inner Detector tracks + Muon Spectrometer segments
- Distances between resonances fixed to PDG values; $Y(2S)$, $Y(3S)$ resolutions fixed to $Y(1S)$ resolution

Všichni hledají Higgse



http://en.wikipedia.org/wiki/Higgs_boson

The standard model of the electroweak interactions (SM) [1] is based on the gauge group $SU(2) \times U(1)$, with gauge bosons W_μ^i , $i = 1, 2, 3$, and B_μ for the $SU(2)$ and $U(1)$ factors, respectively, and the corresponding gauge coupling constants g and g' . The left-handed fermion fields of the i^{th} fermion family transform as doublets $\Psi_i = \begin{pmatrix} \nu_i \\ \ell_i^- \end{pmatrix}$ and $\begin{pmatrix} u_i \\ d_i' \end{pmatrix}$ under $SU(2)$, where $d_i' \equiv \sum_j V_{ij} d_j$, and V is the Cabibbo-Kobayashi-Maskawa mixing matrix. (Constraints on V and tests of universality are discussed in Ref. 2 and in the Section on “The CKM Quark-Mixing Matrix”. The extension of the formalism to allow an analogous leptonic mixing matrix is discussed in the Section on “Neutrino Mass, Mixing, and Oscillations”.) The right-handed fields are $SU(2)$ singlets. In the minimal model there are three fermion families.

A complex scalar Higgs doublet, $\phi \equiv \begin{pmatrix} \phi^+ \\ \phi^0 \end{pmatrix}$, is added to the model for mass generation through spontaneous symmetry breaking with potential* given by,

$$V(\phi) = \mu^2 \phi^\dagger \phi + \frac{\lambda^2}{2} (\phi^\dagger \phi)^2. \quad (10.1)$$

For μ^2 negative, ϕ develops a vacuum expectation value, $v/\sqrt{2}$, where $v \approx 246.22$ GeV, breaking part of the electroweak (EW) gauge symmetry, after which only one neutral Higgs scalar, H , remains in the physical particle spectrum. In non-minimal models there are additional charged and neutral scalar Higgs particles [3].

After the symmetry breaking the Lagrangian for the fermion fields, ψ_i , is

$$\mathcal{L}_F = \sum_i \bar{\psi}_i \left(i \not{\partial} - m_i - \frac{gm_i H}{2M_W} \right) \psi_i$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{g}{2\sqrt{2}} \sum_i \bar{\Psi}_i \gamma^\mu (1 - \gamma^5) (T^+ W_\mu^+ + T^- W_\mu^-) \Psi_i \\
& - e \sum_i q_i \bar{\psi}_i \gamma^\mu \psi_i A_\mu \\
& - \frac{g}{2 \cos \theta_W} \sum_i \bar{\psi}_i \gamma^\mu (g_V^i - g_A^i \gamma^5) \psi_i Z_\mu .
\end{aligned} \tag{10.2}$$

$\theta_W \equiv \tan^{-1}(g'/g)$ is the weak angle; $e = g \sin \theta_W$ is the positron electric charge; and $A \equiv B \cos \theta_W + W^3 \sin \theta_W$ is the photon field (γ). $W^\pm \equiv (W^1 \mp iW^2)/\sqrt{2}$ and $Z \equiv -B \sin \theta_W + W^3 \cos \theta_W$ are the charged and neutral weak boson fields, respectively. The Yukawa coupling of H to ψ_i in the first term in \mathcal{L}_F , which is flavor diagonal in the minimal model, is $gm_i/2M_W$. The boson masses in the EW sector are given (at tree level, *i.e.*, to lowest order in perturbation theory) by,

$$M_H = \lambda v, \tag{10.3a}$$

$$M_W = \frac{1}{2} g v = \frac{e v}{2 \sin \theta_W}, \tag{10.3b}$$

$$M_Z = \frac{1}{2} \sqrt{g^2 + g'^2} v = \frac{e v}{2 \sin \theta_W \cos \theta_W} = \frac{M_W}{\cos \theta_W}, \tag{10.3c}$$

$$M_\gamma = 0. \tag{10.3d}$$

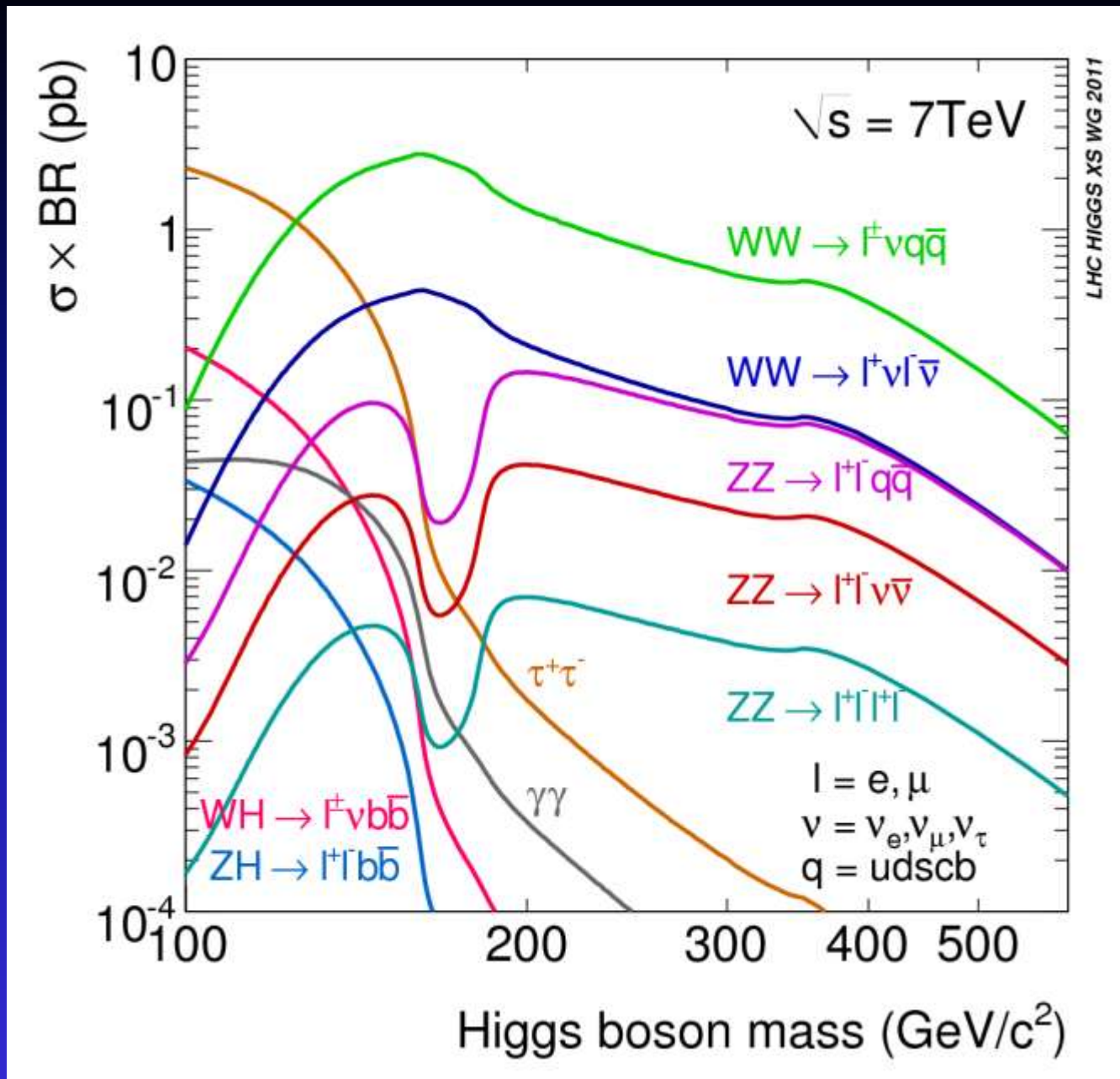
The second term in \mathcal{L}_F represents the charged-current weak interaction [4–7], where T^+ and T^- are the weak isospin raising and lowering operators. For example, the

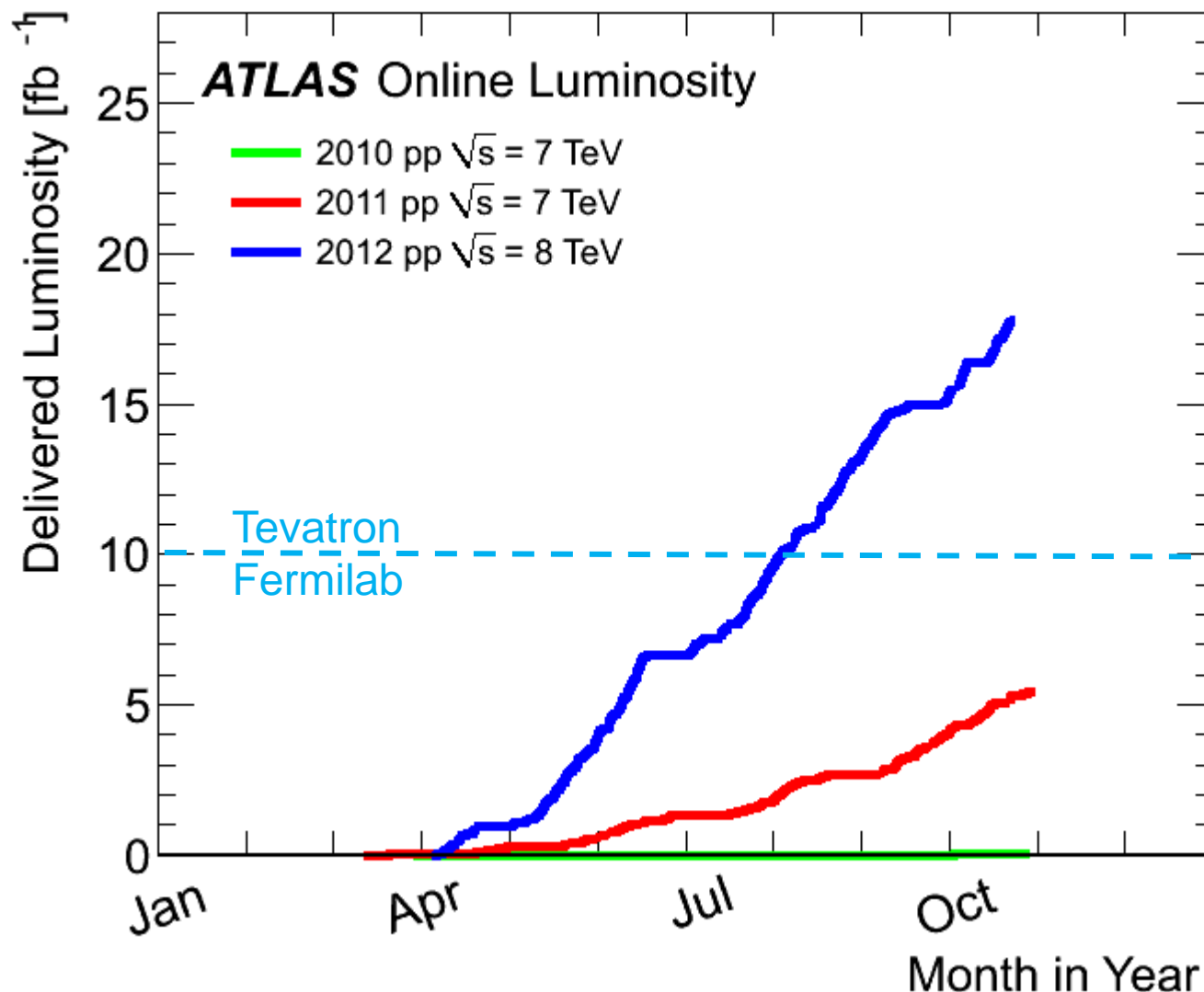
Velmi řídký proces!!!

1 pb =
 10^{-40} m²

... o deset řádů méně častý než běžné hadronové procesy.

Proto potřebujeme hodně pp srážek

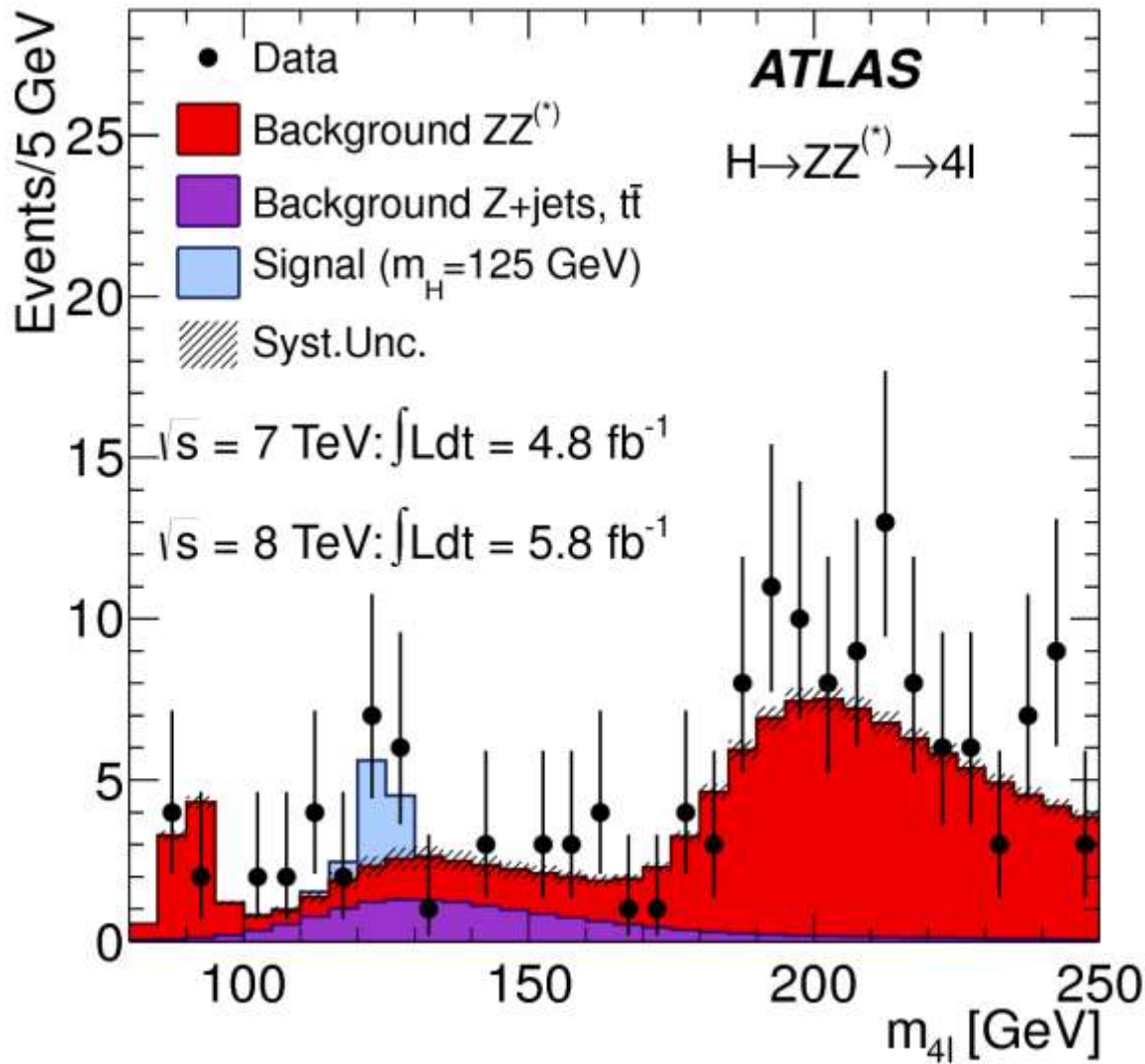




luminosita \times účinný průřez = počet událostí
 Příklad: $15 \text{ fb}^{-1} \times 0,005 \text{ pb} = 75$

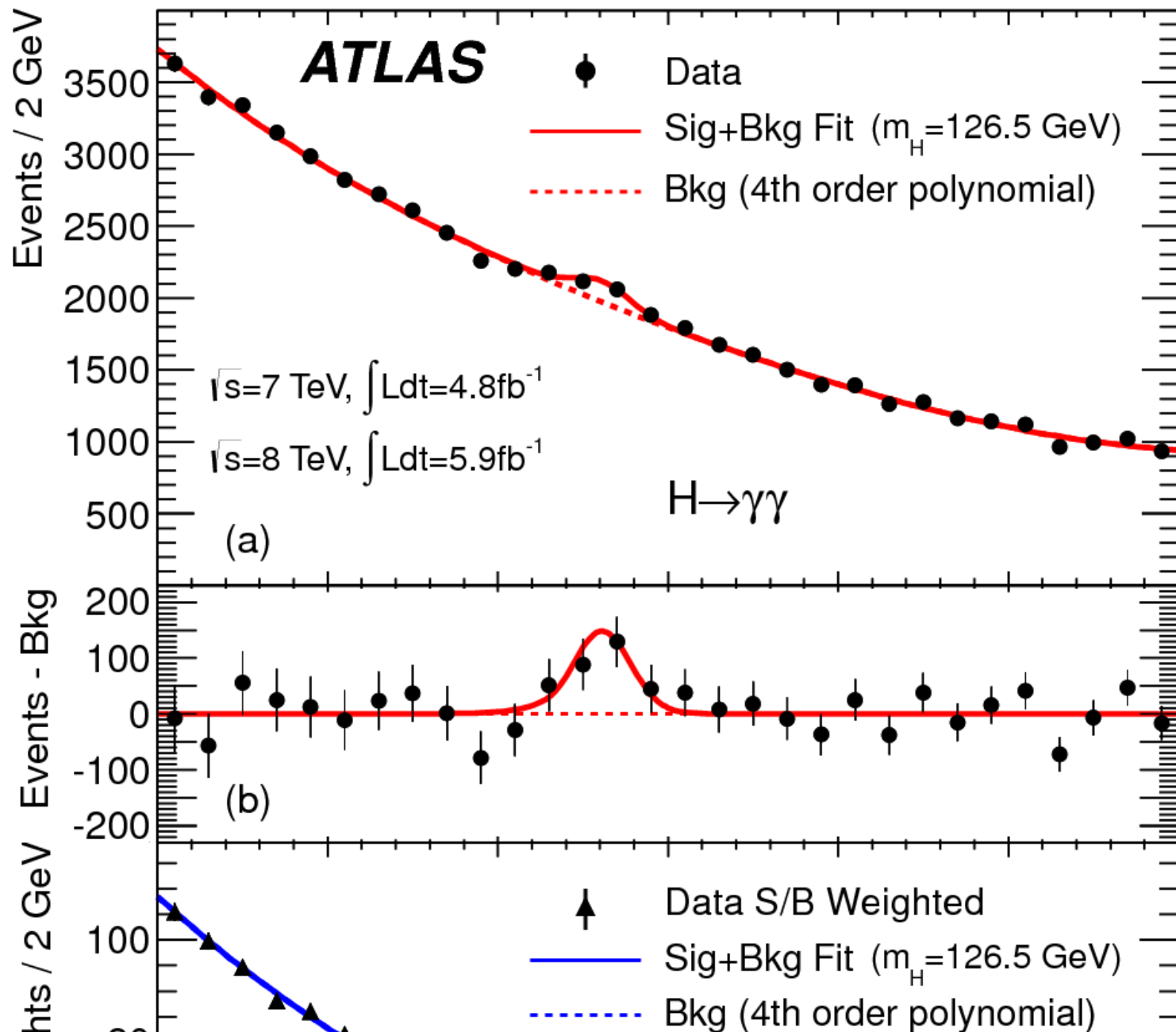


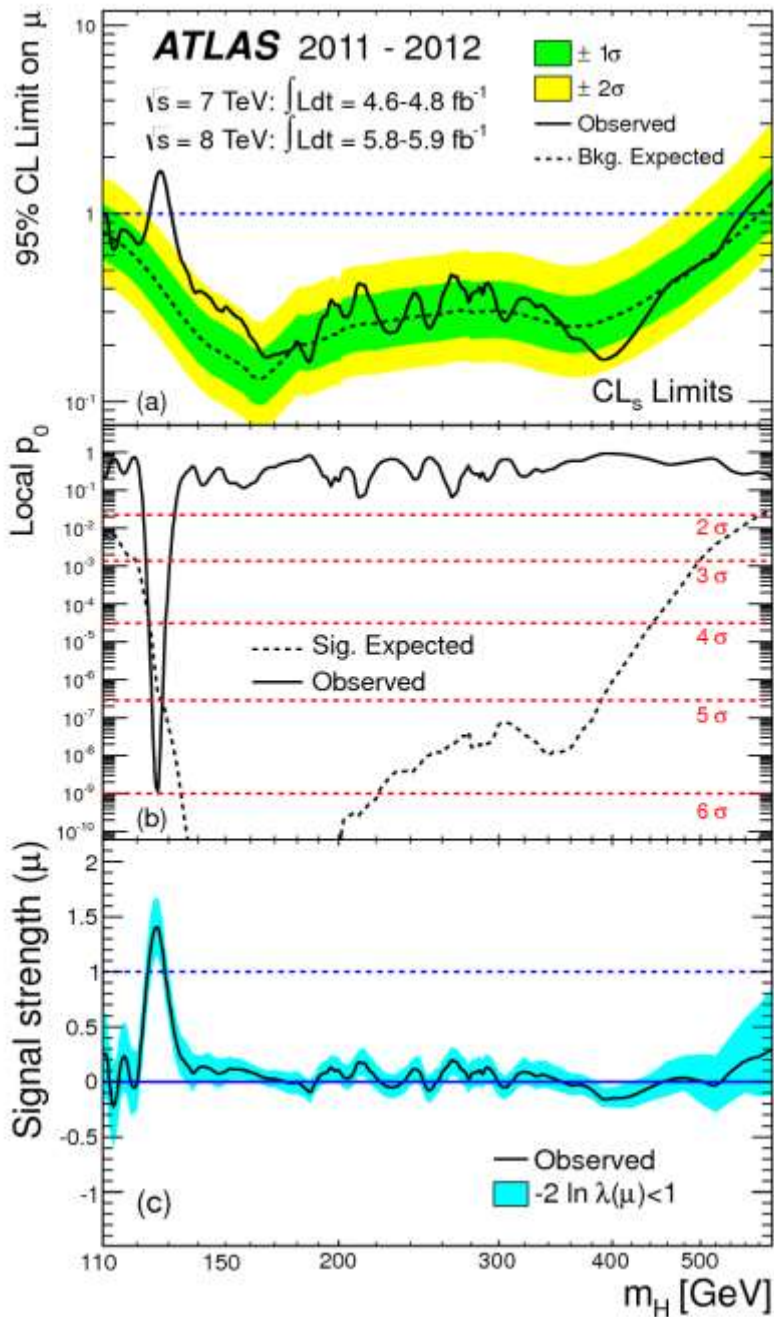
4. Července 2012 – „A day to remember“



The distribution of the four-lepton invariant mass, m_{4l} , for the selected candidates, compared to the background expectation in the 80 to 250 GeV mass range, for the combination of the $\sqrt{s} = 7$ TeV and $\sqrt{s} = 8$ TeV data.

The signal expectation for a SM Higgs with $m_H = 125$ GeV is also shown.





Combined search results:
 (a) The observed (solid) 95% CL upper limit on the signal strength as a function of m_H and the expectation (dashed) under the background-only hypothesis. The dark and light shaded bands show the plus/minus one sigma and plus/minus two sigma uncertainties on the background-only expectation.

(b) The observed (solid) local p_0 as a function of m_H and the expectation (dashed) for a SM Higgs boson signal hypothesis ($\mu = 1$) at the given mass.

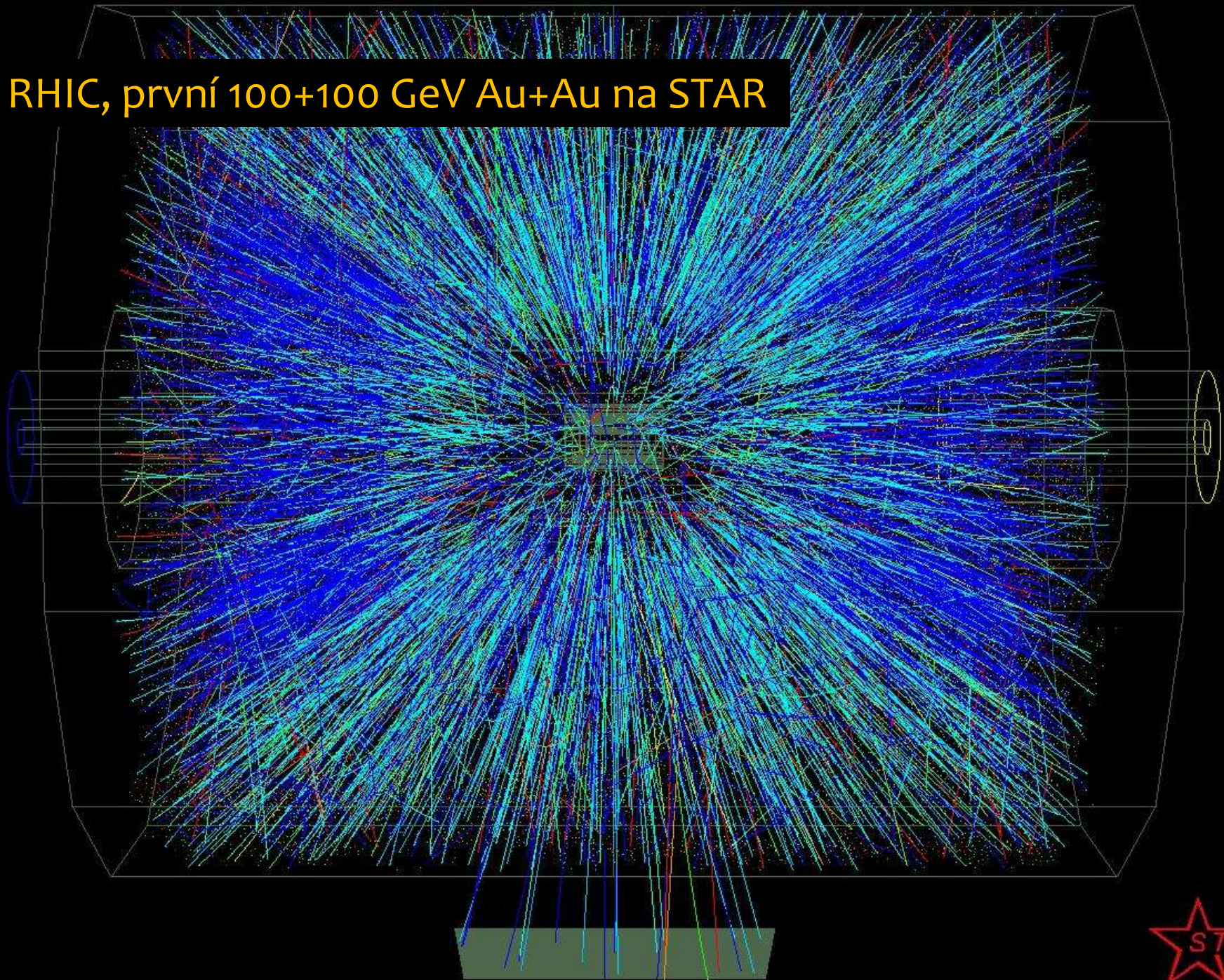
(c) The best-fit signal strength μ as a function of m_H . The band indicates the approximate 68% CL interval around the fitted value.

**Je to asi on, zbývá ho
kompletně usvědčit**



**O jiném:
„těžké ionty“**

RHIC, první 100+100 GeV Au+Au na STAR



Skok v energii, ...

Na urychlovači **RHIC** se srážejí
vstřícné svazky jader zlata ($^{79}\text{Au}_{197}$)
s energiemi 100 GeV + 100 GeV
(ale také protony 250 GeV + 250 GeV)



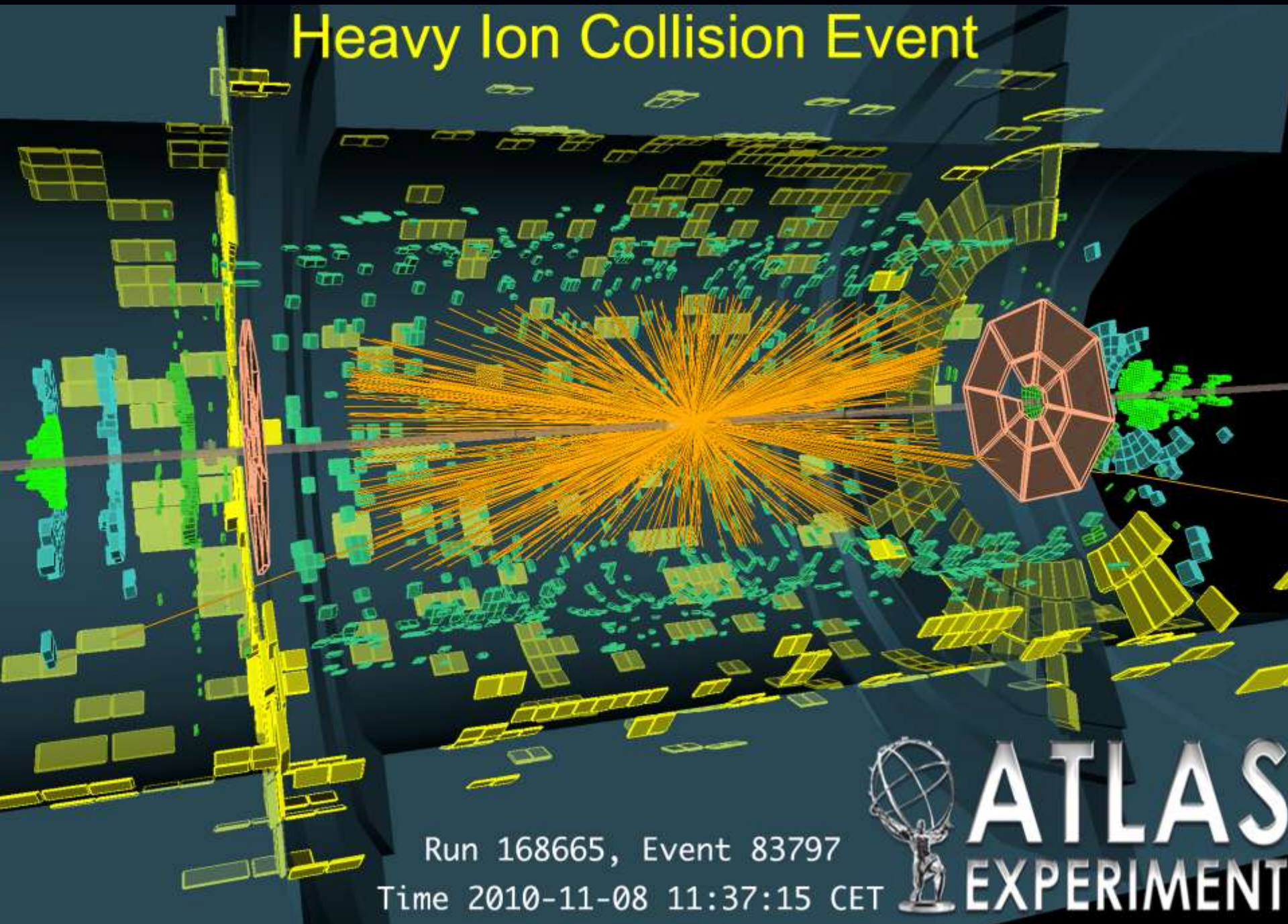
...krok do neznáma

Na urychlovači **LHC** se srážejí vstřícné
svazky protonů, plánovaná energie je
7 000 GeV + 7 000 GeV,
plánují se svazky jader olova ($^{82}\text{Pb}_{207}$)
s energiemi 2 770 GeV + 2 770 GeV



3,8 km → 27 km

Heavy Ion Collision Event



Run 168665, Event 83797

Time 2010-11-08 11:37:15 CET



ATLAS EXPERIMENT

LHC Page1

Fill: 1534

E: 3500 Z GeV

01-12-2010 12:57:26

ION PHYSICS: STABLE BEAMS

Energy:

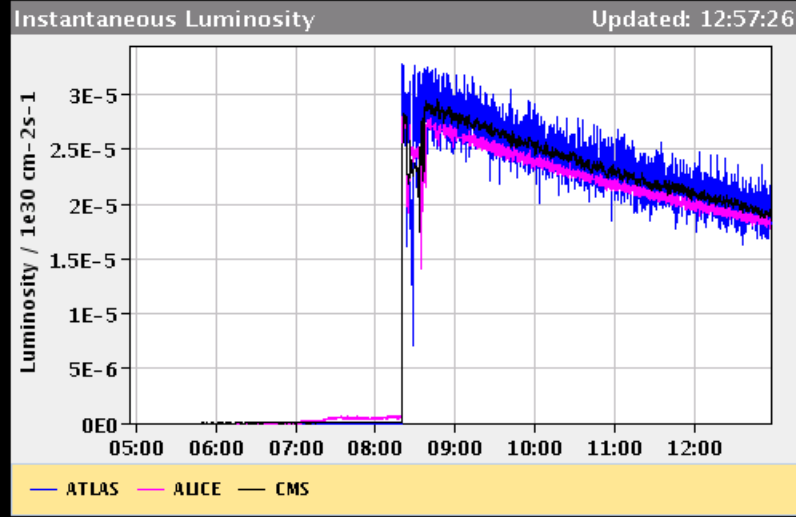
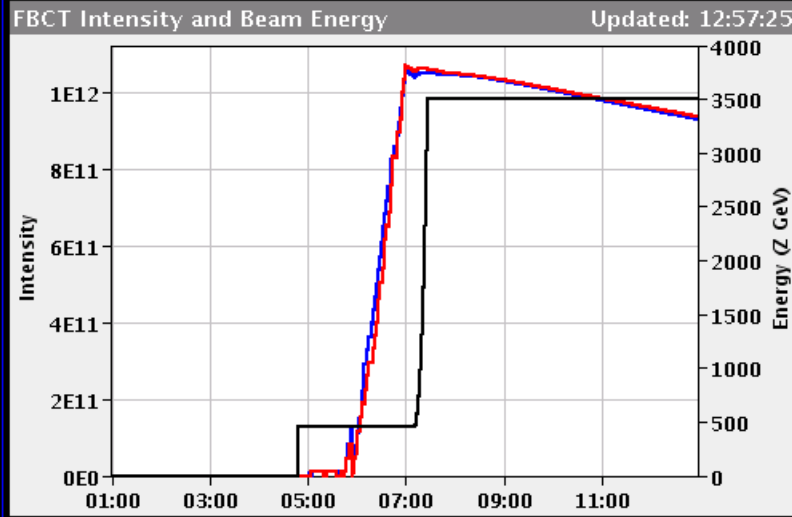
3500 Z GeV

I(B1):

9.38e+11

I(B2):

9.47e+11



Comments 01-12-2010 08:45:54 :

beams are stable

BIS status and SMP flags

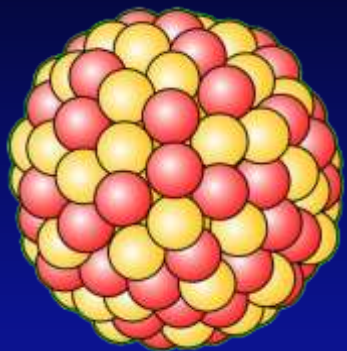
B1 B2

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

AFS: 500ns_121b_113_114_0_4bpi31inj_IONS

PM Status B1 **ENABLED**

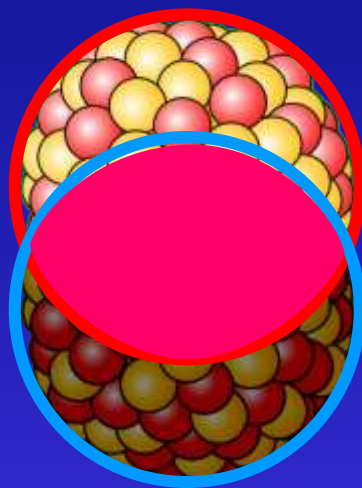
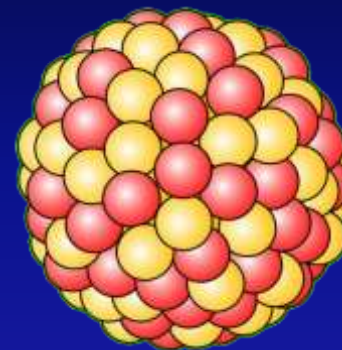
PM Status B2 **ENABLED**

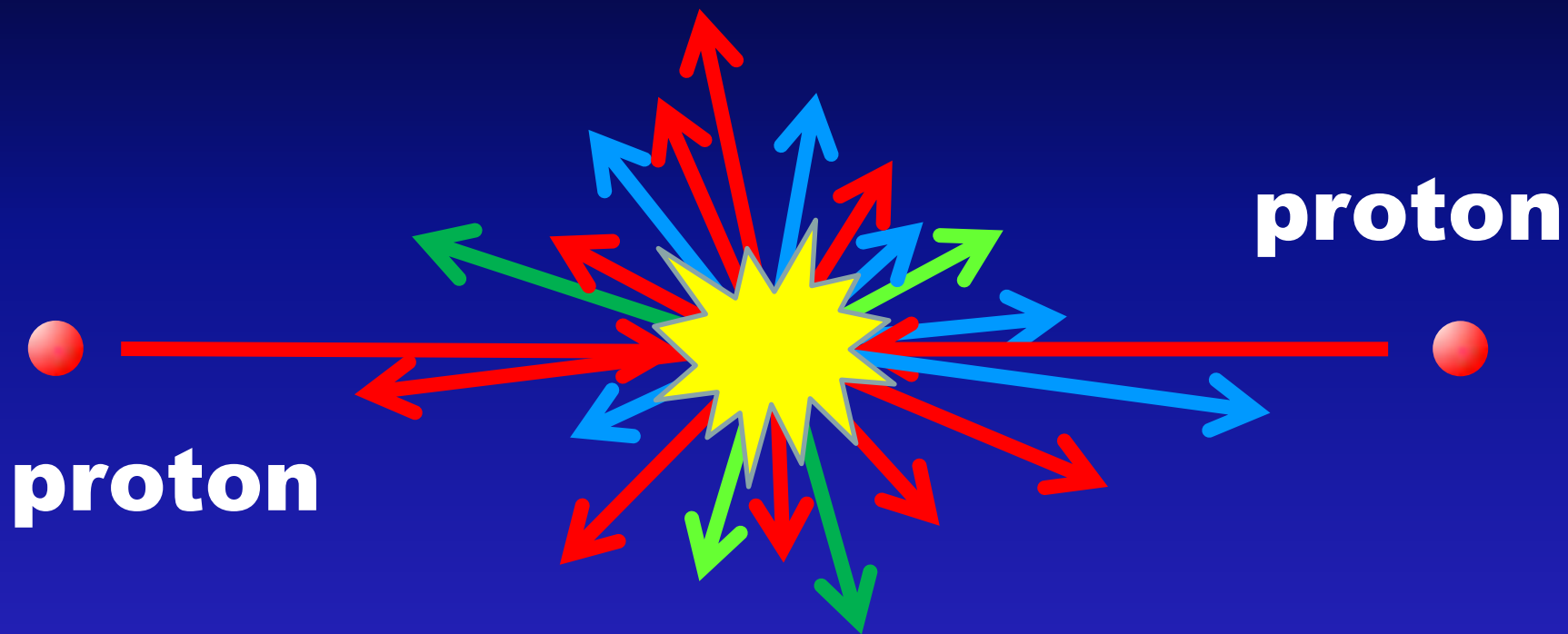


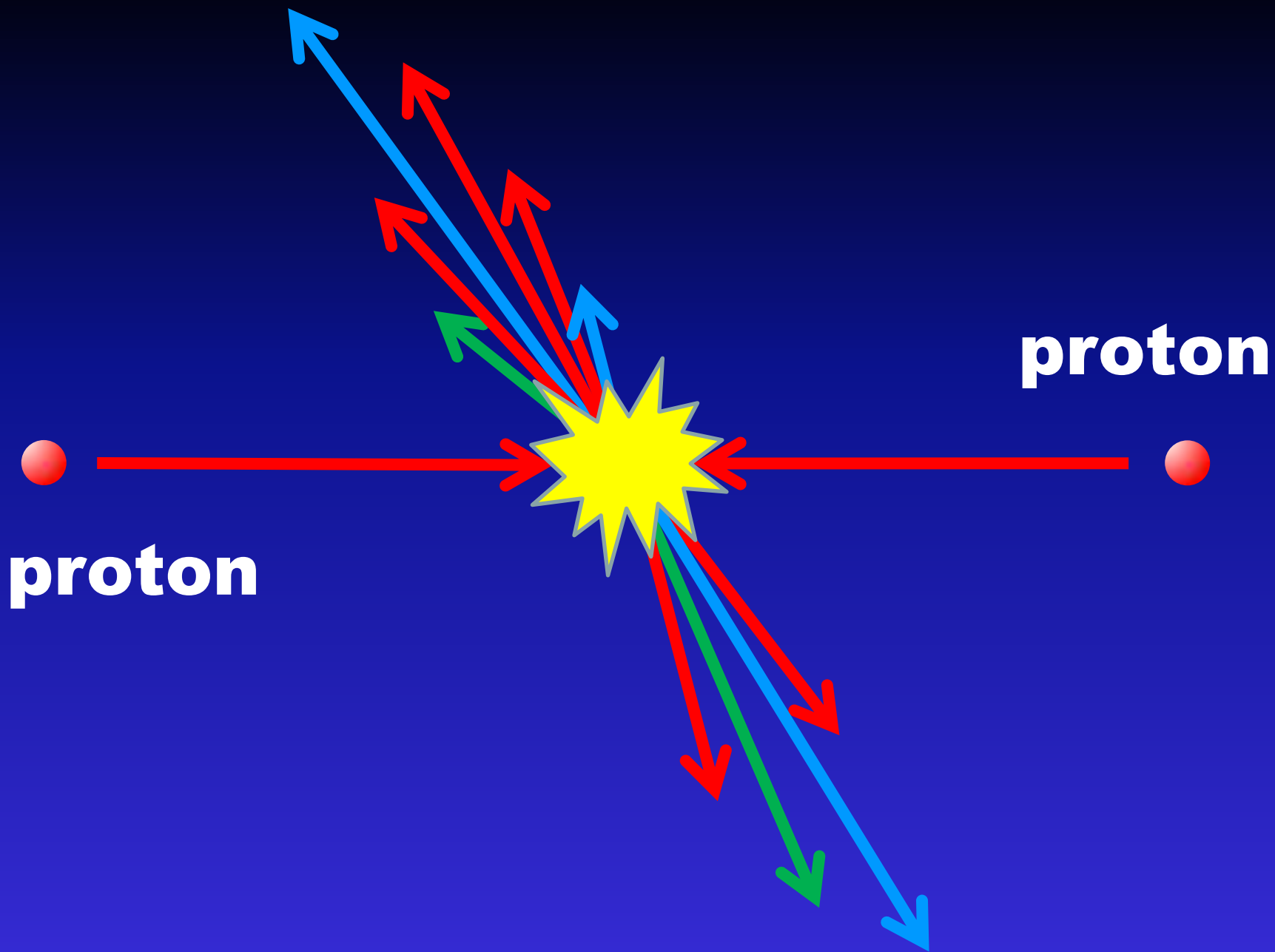
jádro

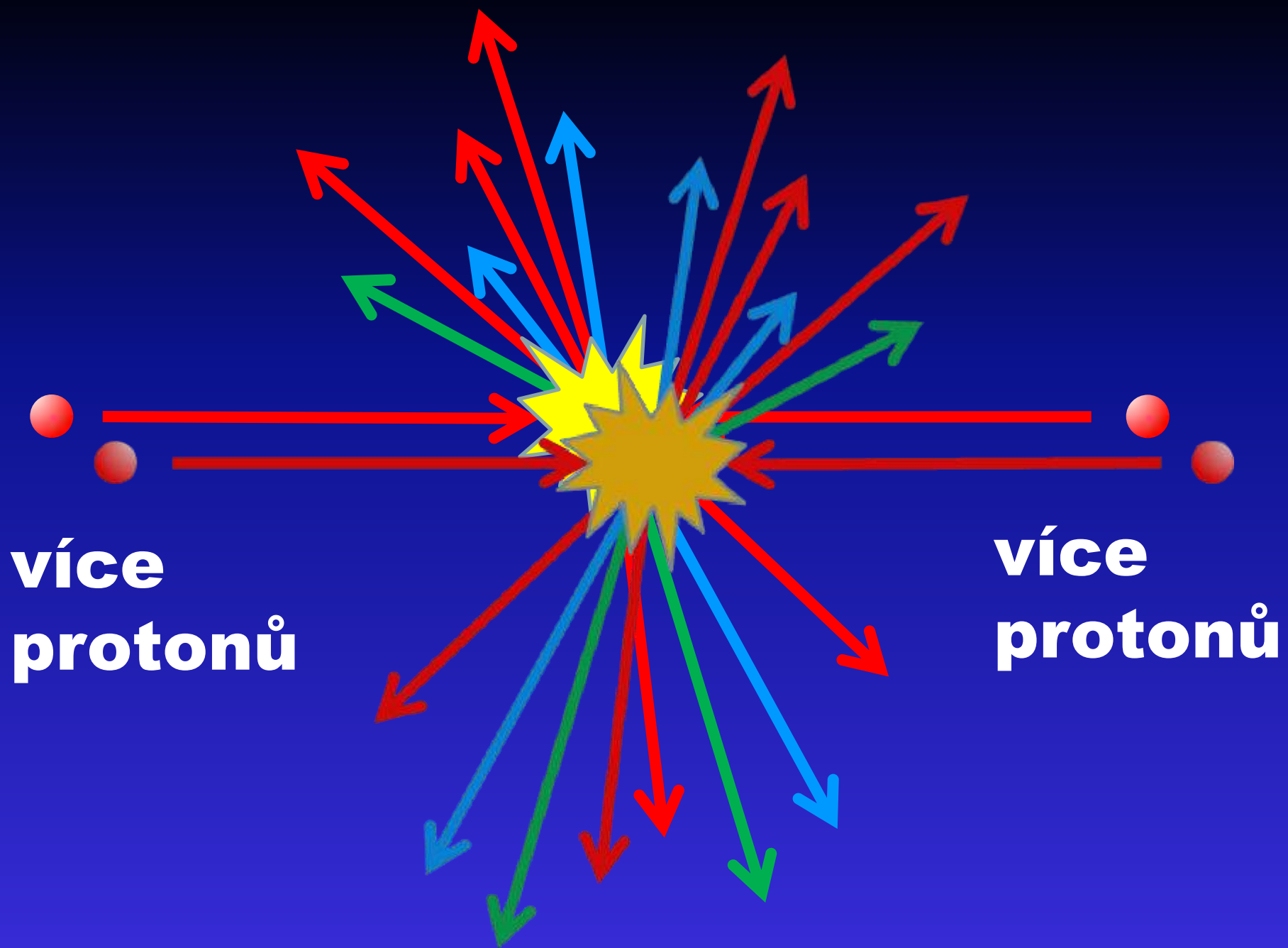


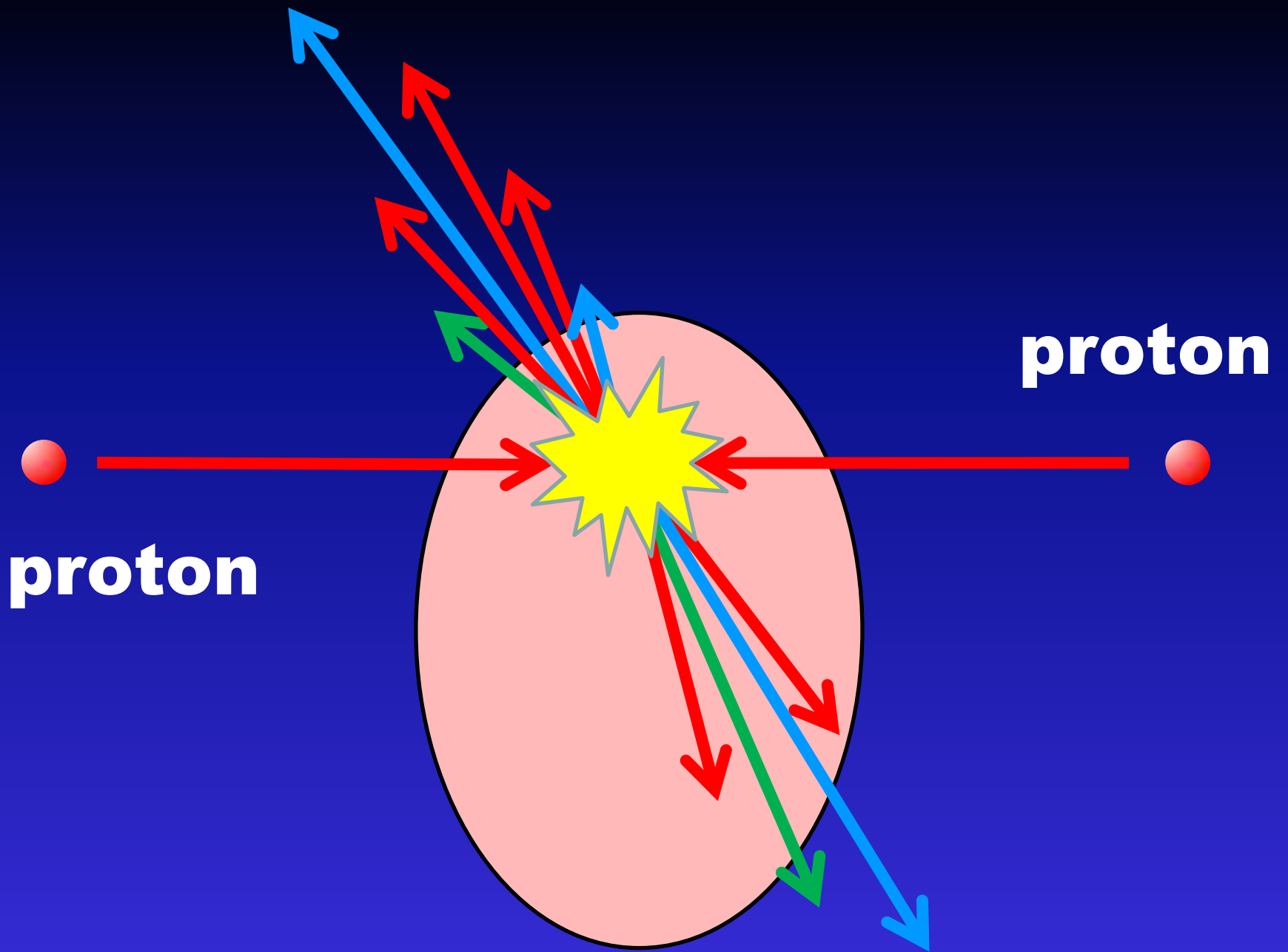
jádro





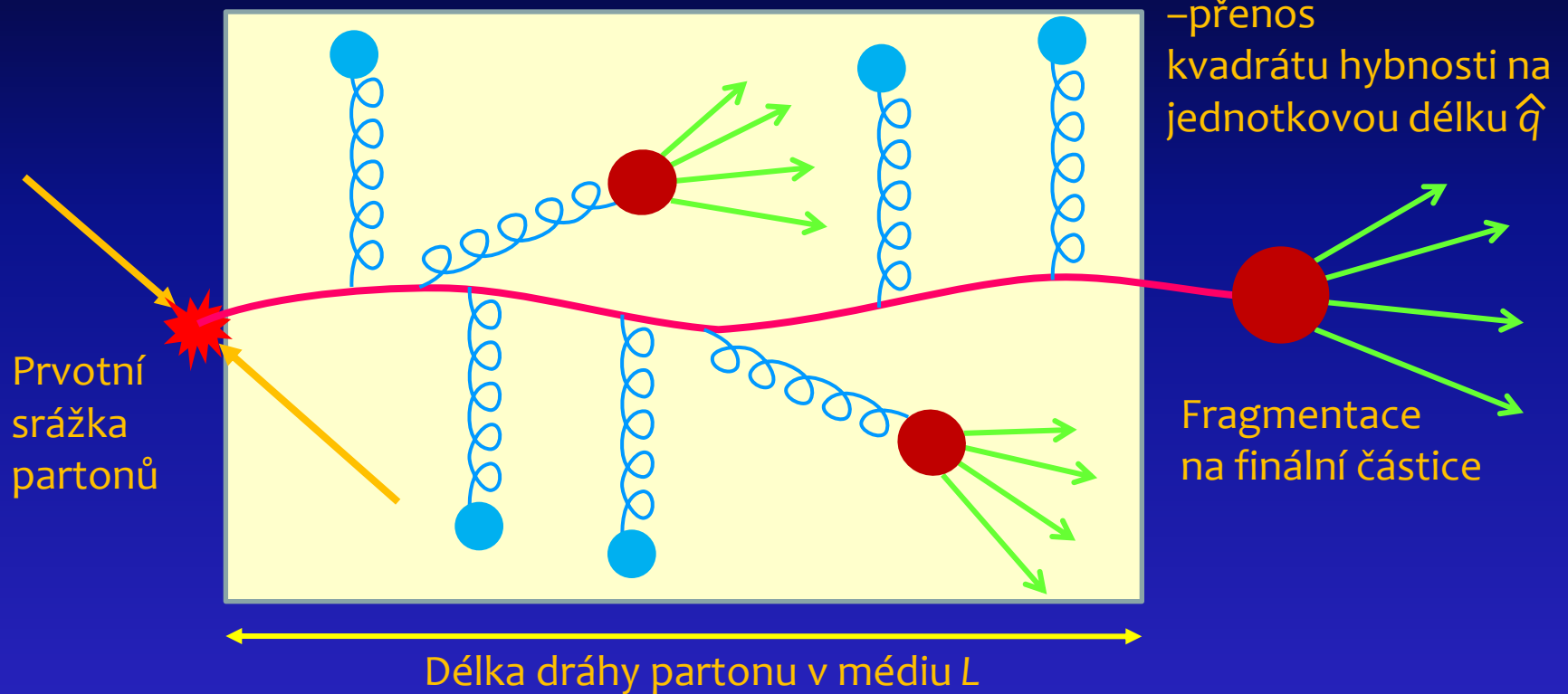






Srážky těžkých iontů

Šíření rychlých partonů v médiu



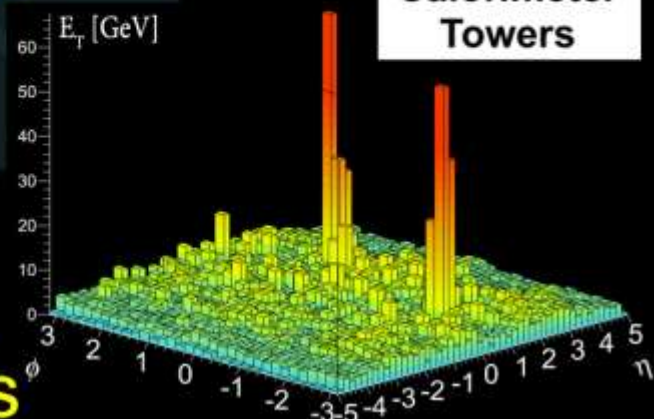
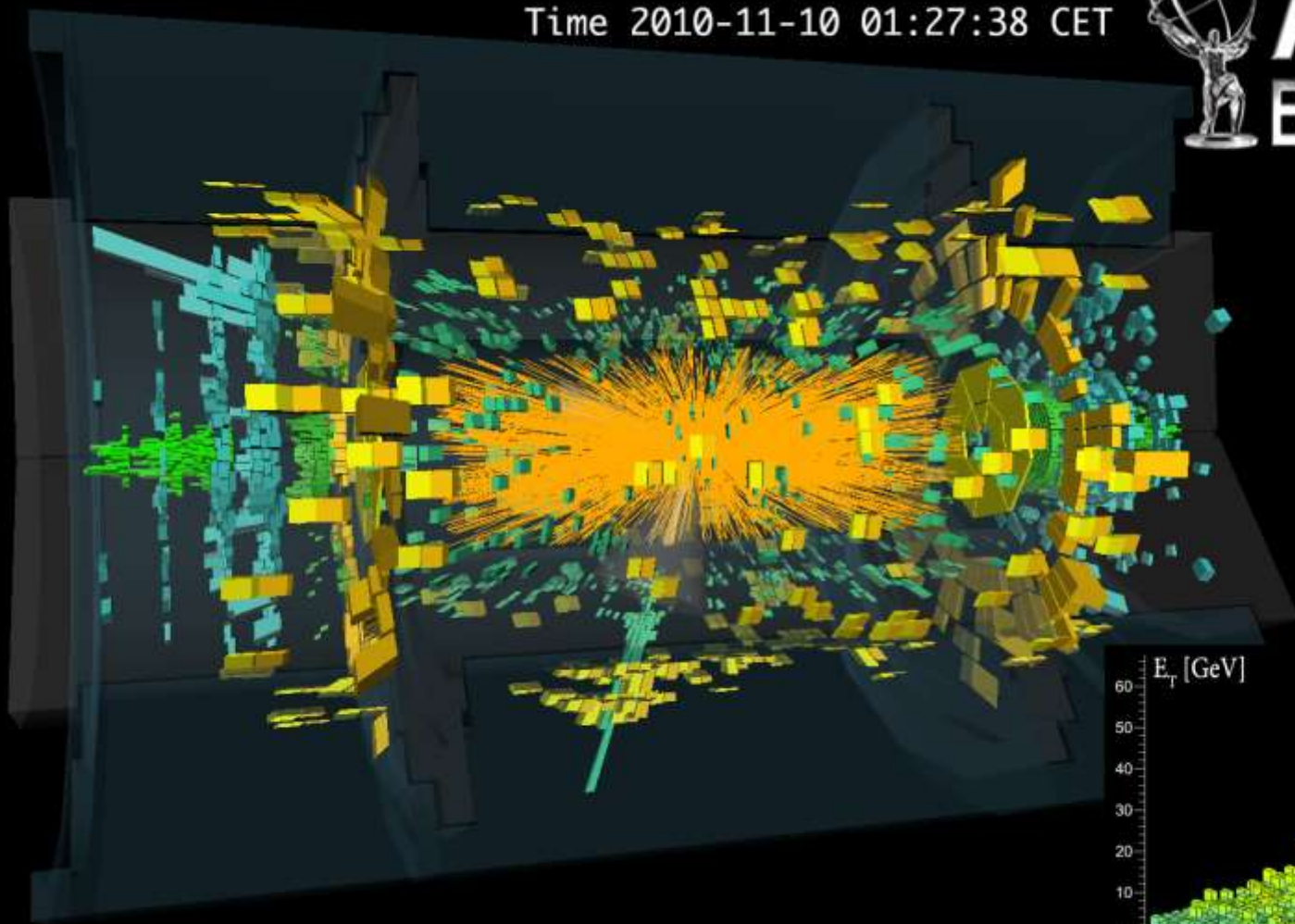
Různé modely (Baier, Dokschitzer, Mueller, Peigné, Schiff – Armesto, Salgado, Wiedemann – Gyulassy, Lévai, Vitev – HT: Luo, Qiu, Sterman – Arnold, Moore, Yaffe), používající poruchovou QCD, liší se rolí ztrát ve srážkách s partony média a ztrát vyvolaných gluonovým „brzdovým zářením“.

Run 168875, Event 1577540
Time 2010-11-10 01:27:38 CET



ATLAS

EXPERIMENT

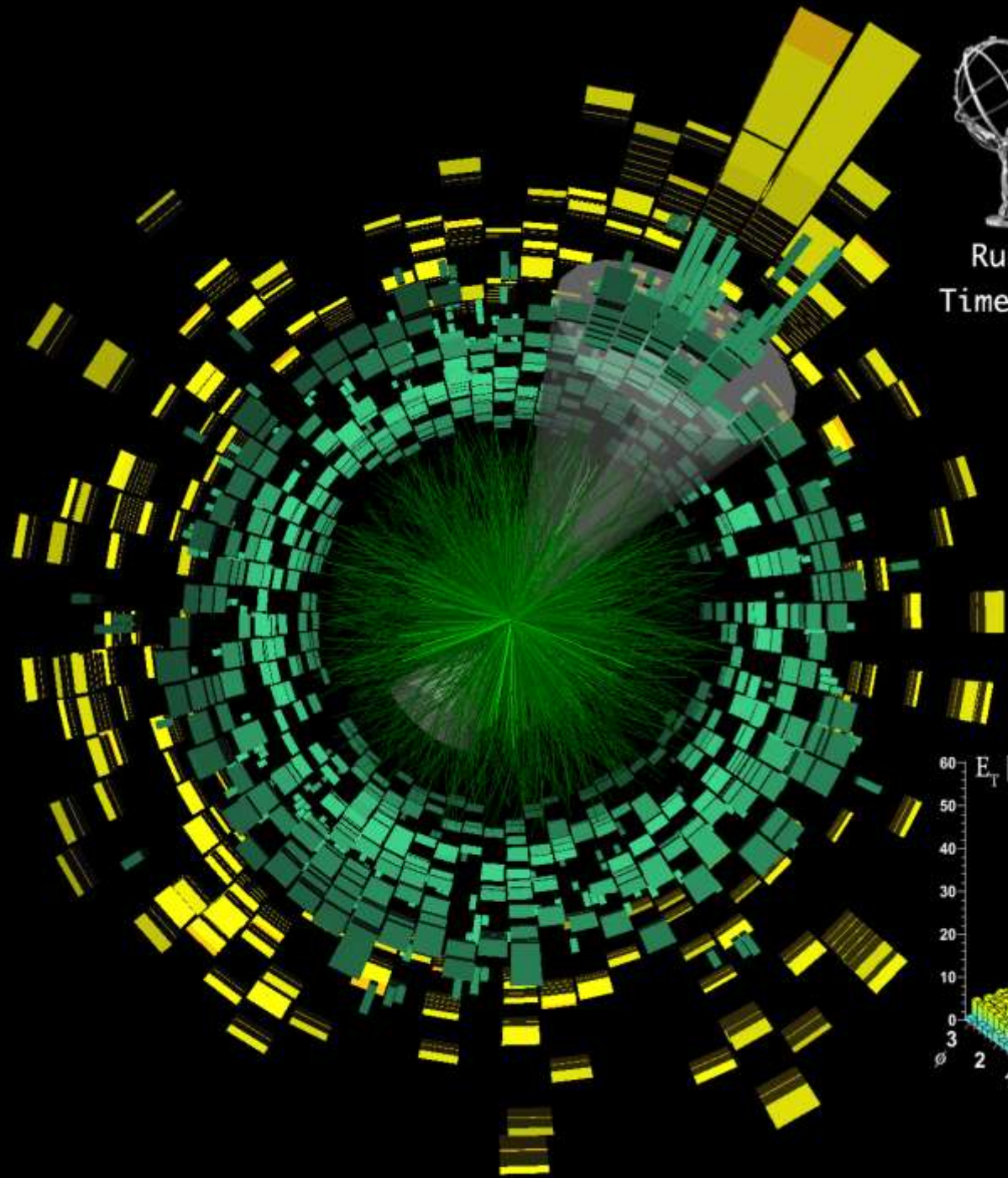


Heavy Ion Collision Event with 2 Jets

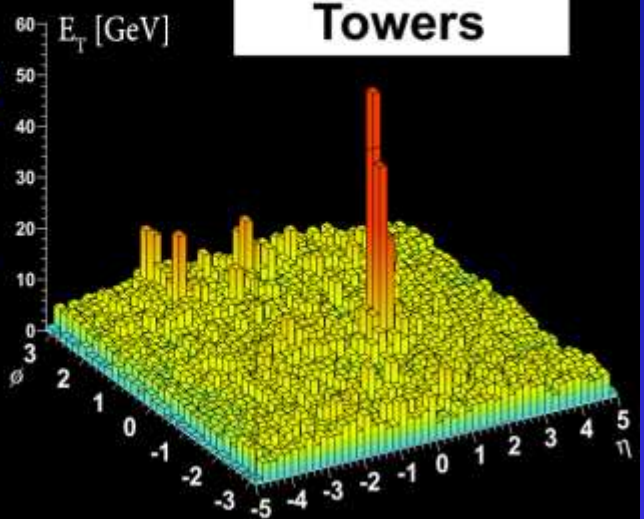


ATLAS EXPERIMENT

Run 168795, Event 7578342
Time 2010-11-09 08:55:48 CET



**Calorimeter
Towers**



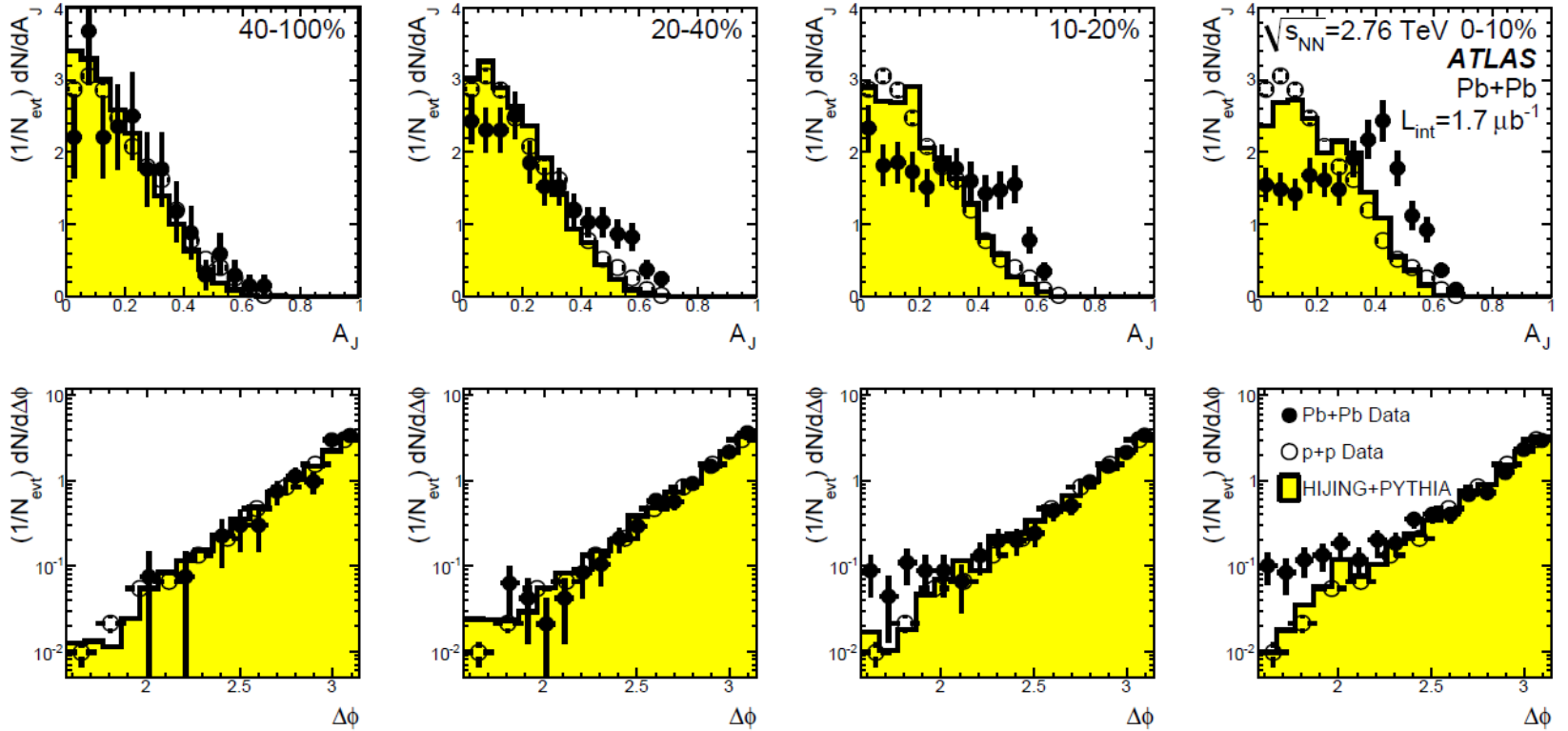


FIG. 3: (top) Dijet asymmetry distributions for data (points) and unquenched HIJING with superimposed PYTHIA dijets (solid yellow histograms), as a function of collision centrality (left to right from peripheral to central events). Proton-proton data from $\sqrt{s} = 7$ TeV, analyzed with the same jet selection, is shown as open circles. (bottom) Distribution of $\Delta\phi$, the azimuthal angle between the two jets, for data and HIJING+PYTHIA, also as a function of centrality.

$$A_J = \frac{E_{T1} - E_{T2}}{E_{T1} + E_{T2}}, \Delta\phi > \frac{\pi}{2}$$



Jump Search
Atlas All webs

AtlasPublic

[ATLAS Homepage](#)
[ATLAS Collaboration](#)

[Atlas Public Results](#)
Publications

Physics WGs
[B Physics](#)
[Top Physics](#)
[Standard Model](#)
[Higgs](#)
[Susy](#)
[Exotics](#)
[Heavy Ions](#)
[Monte Carlo](#)

Combined Performance

**Detector Systems,
Luminosity and Data
Taking, including Event
Displays**

Other Public Documents
[Public Results on CDS](#)
[Physics PUB Notes](#)
[Physics Notes](#)
[Technical Design Report](#)

TWiki > [AtlasPublic Web](#) > [WebHome \(27-Nov-2011, DaveCharlton\)](#)

[Edit](#) [Attach](#) [PDF](#)



ATLAS EXPERIMENT - Public Results

Quick links: [Papers](#) - [CONF notes](#) - [Physics Groups](#) - [Combined Performance & Detector](#) - [Data Collected](#) - [Event Displays](#)

[ATLAS results for the 2011 summer conferences, EPS-HEP \(Grenoble\) and Lepton-Photon \(Mumbai\)](#)

This is the central ATLAS results page. It is intended for physicists who are looking for documentation on ATLAS physics, detector and combined performance results. ATLAS results from LHC collision data are made available via three routes: publications, listed under the first sub-heading; performance plots; and conference (CONF) notes, which describe preliminary results. [Approved event displays are also available](#). Links to results pages with performance plots and CONF notes are given in the tables below. In addition, public PUB notes may be available, these typically describe either technical work not related to collision data performance, or studies of the physics capabilities of ATLAS using simulation. PUB notes are usually linked from the results pages referenced in the tables below.

- ↓ [Publications of the ATLAS collaboration](#)
- ↓ [Physics Groups](#)
- ↓ [Combined Summary Plots](#)
- ↓ [Combined Performance Groups and Simulation](#)
- ↓ [Detector Systems, Luminosity and Data Taking, including Event Displays](#)
- ↓ [Upgrade Projects](#)
- ↓ [Other Public Documents & Information](#)
- ↓ [Further information, links](#)

Proč se tím zabýváme na MFF?



Proč se tím zabýváme všude?



Proč se tím zabýváme ?

- Fyzika srážek těžkých iontů je jedno z **integrujících témat** na ÚČJF (experiment + teorie, jádro + částice).
- Některé **otázky jsou přístupné** pro bakaláře, magisterští studenti se přirozeně začleňují do mezinárodní vědecké komunity (Balek–Kosek–Rybář–Spousta)
- Fyzika těžkých iontů je pokročilá, ale **krásně nehotová** s perspektivou nových experimentálních dat a tím stimulace teorie.
- Fyzika je tu stále **dobrodružství poznání.**



CERN's mission

- **Research:** Seeking and finding answers to questions about the Universe
- **Technology:** Advancing the frontiers of technology
- **Collaborating:** Bringing nations together through science
- **Education:** Training the scientists of tomorrow

Přínos pro ČR:

- Přístup k prvotřídní vědě, nastavení škály kvality vědecké práce a kvality vzdělávání
- Přínos argumentů pro podporu základního výzkumu
- Ilustrace mechanismů řešení velkých otázek

CERN a příspěvek ČR

Prachy a lidi ...

- Rozpočet CERN ... zhruba 1 GCHF
- Příspěvek ČR ... zhruba 1 % = 10 MCHF =
= 200 MKč = 20 Kč/občan
- Pracovníci CERN ... 2 500
- Uživatelé CERN ... 11 000

[CERN's mission](#)[CERN's structure](#)[The name CERN](#)[A global endeavour](#)[History highlights](#)[Nobel Prizes](#)[Why fundamental science?](#)[Basic science in a competitive world](#)[The use of basic science](#)[Physics for health](#)[Where the web was born](#)[How the web began](#)[How the web works](#)[The first website:
info.cern.ch](#)

Why fundamental science?

Some areas of scientific research, such as particle physics and cosmology, seem remote from everyday life and unlikely to bring immediate practical applications. Are they worth the effort in human and material resources?

This research may take us far away from the conditions of everyday life, but because it continually pushes at boundaries in thinking and in technology it is a springboard for many new developments.

Fundamental science is where new ideas and methods begin that later become commonplace - from the electric light, which originated in 19-century curiosity about electricity, to the World Wide Web, invented at CERN to allow international teams of particle physicists to communicate more easily. No amount of applied research on the candle would have brought us the electric light; no amount of R&D on the telephone would have brought about the Web. Science needs the space for curiosity and imagination.

[Related links](#)

Why fundamental Science?

C.H. Llewellyn Smith: Přínosy základního výzkumu

- Příspěvek ke kultuře
- Možnost objevů mimořádné ekonomické a praktické důležitosti
- Vedlejší efekty a stimulace průmyslu
- Vzdělávání

Why fundamental Science?

Robert Aymar: Historie nás učí, že velké skoky v pokroku přicházejí především jako výsledek čisté zvědavosti. Pokrok je klíčem k řešení mnoha současných výzev a jeho primárním zdrojem je základní výzkum. Bez něho by nebyla žádná věda, která by se dala aplikovat. Například Faradayovy experimenty s elektřinou byla hnány zvědavostí, ale nakonec nám přinesly elektrické světlo. Jakkoli intenzivní aplikovaný výzkum a vývoj svíčky by to nikdy nedokázal...

Podívejte se sami:

- **Stránka CERN pro veřejnost:**
<http://public.web.cern.ch/public/>
- **Stránka experimentu ATLAS**
<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/Collaboration/>
- **Stránka Výboru pro spolupráci ČR s CERN**
<http://www.particle.cz/vyborcern/>