

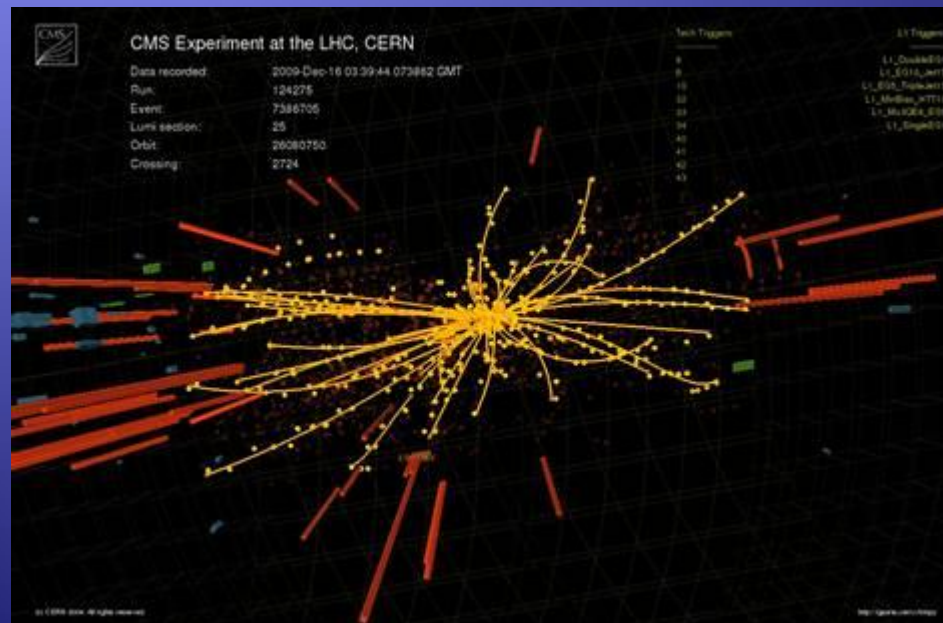
CO SE STANE, KDYŽ SE NA LHC NEBO NA RHIC SRAZÍ DVA PROTONY?

Supervisor: Ing. Michal Vajzer, EJF FJFI ČVUT

Š. Holub¹, V. Veselý², F. Nedorost³, R. Tichý⁴

^{2,3,4}Gymnázium Otokara Březiny a Střední odborná škola Telč

¹Gymnázium Jihlava



LHC a RHIC

LHC

- ◆ large hadron collider
- ◆ lokace: Ženeva, Švýcarsko
- ◆ 27 km, 50-150 m pod zemí
- ◆ 1800 supravodivých magnetů (NbTi)



RHIC

- ◆ relativistic heavy ion collider
- ◆ lokace: Brookhaven, NY
- ◆ 3,8 km
- ◆ Au+Au srážky



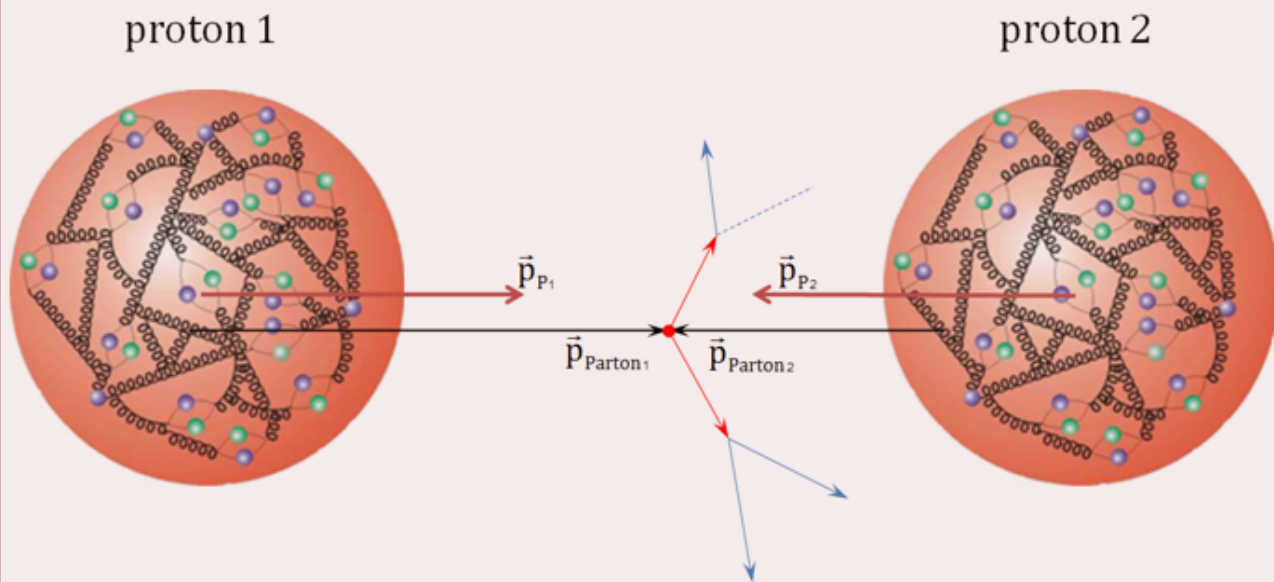
Standardní model (SM)

- ♦ vesmír tvořen asi 4% baryonové hmoty (kvarky), 23% temné hmoty a 73% temné energie
- ♦ SM – aplikovatelný pouze na b. hmotu
- ♦ interakce – silná, slabá, EM
- ♦ leptony, kvarky, bosony (včetně Higgsova)
- ♦ „všechny jevy, které ve vesmíru pozorujeme, dokážeme vysvětlit pomocí 4 druhů interakcí“^[1]

Srážka dvou p^+

- ♦ proton – kvark, gluon
- ♦ p – hmotnost $938 \text{ MeV}/c^2$
- ♦ J/Ψ – částice objevena dvěma výzkumnými týmy paralelně (SLAC a BNL)

Interactions of constituents of the colliding protons, the so called partons (quarks, gluons)



\vec{p}_{P_1} ... momentum proton 1

\vec{p}_{P_2} ... momentum proton 2

• interaction vertex

$\vec{p}_{\text{Parton}_1}$... momentum parton 1

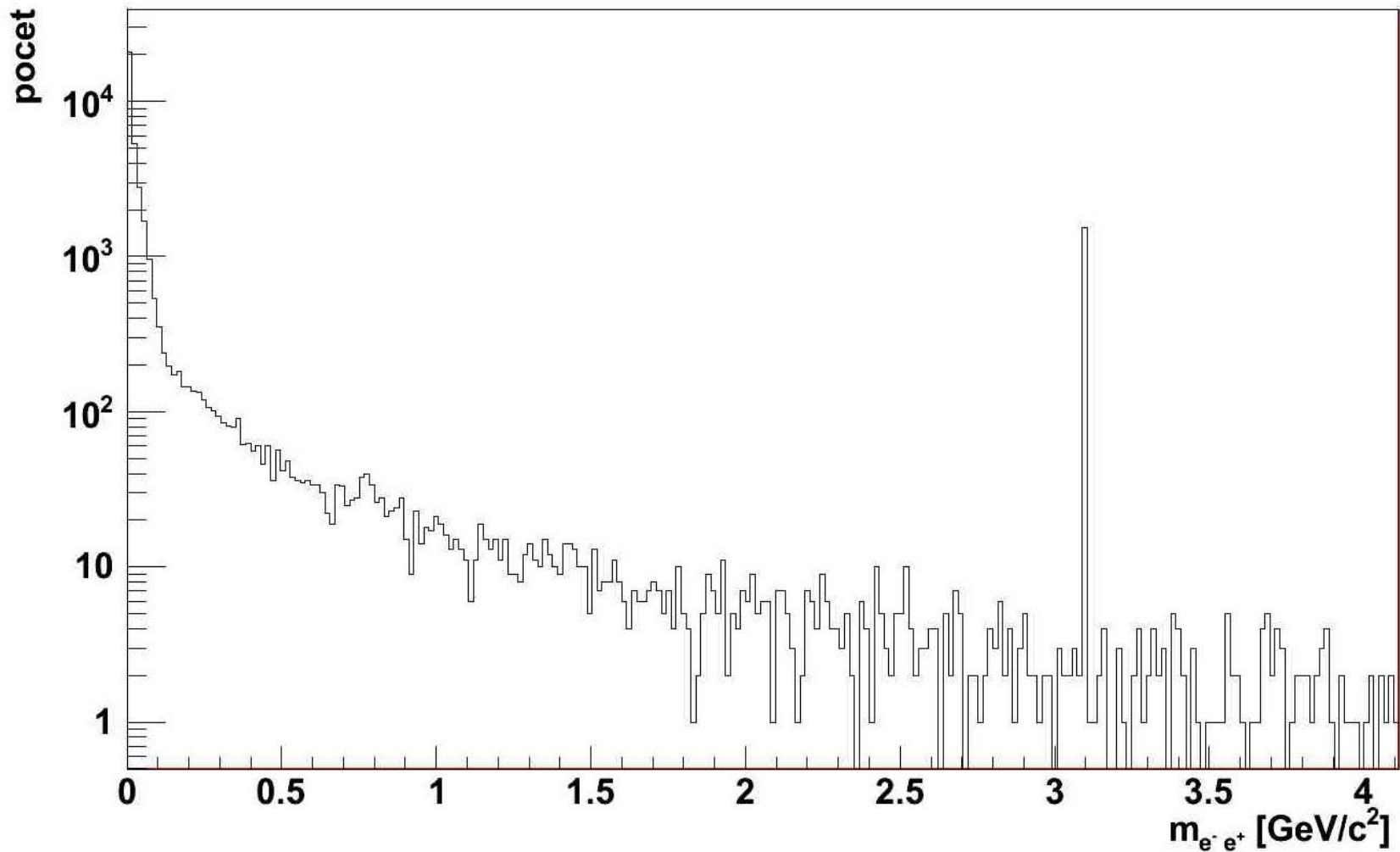
$\vec{p}_{\text{Parton}_2}$... momentum parton 2

Simulace

- ◆ program **Pythia**
- ◆ rekonstrukce částic z rozpadových produktů
 - ◆ $m_0^2 c^4 = (\sum_i E_i)^2 - (\sum_i \vec{p}_i)^2 c^2$
- ◆ p + p
- ◆ **E** srážky v těžiskové soustavě – **900 GeV**

c + anti-c

Histogram invariantní hmoty elektron-pozitronového páru

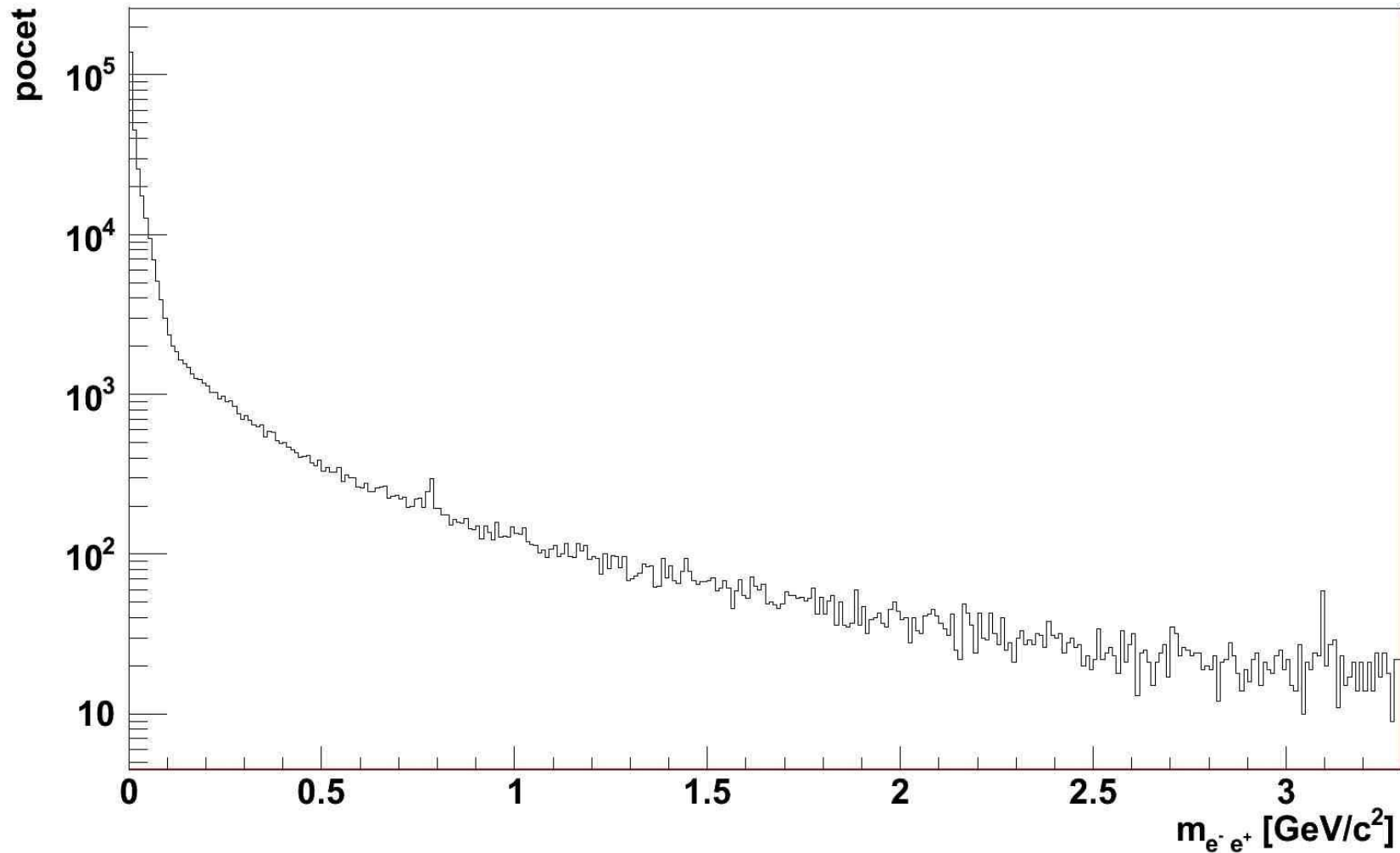


c + anti-c

- ◆ simulace – modelový příklad, vznikají pouze c a anti-c kvarky ve vázaném stavu
- ◆ vznikají charmoniové mesony
- ◆ J/ψ , aj.
- ◆ $n_{pp} = 10^5$
- ◆ $n_{J/\psi}^{e^-e^+} \approx 1100$
- ◆ $n_{J/\psi} = n_{J/\psi}^{e^-e^+} * \frac{100}{5,9}$

Min. bias - e^-e^+ rekonstrukce

Histogram invariantní hmoty elektron-pozitronového páru

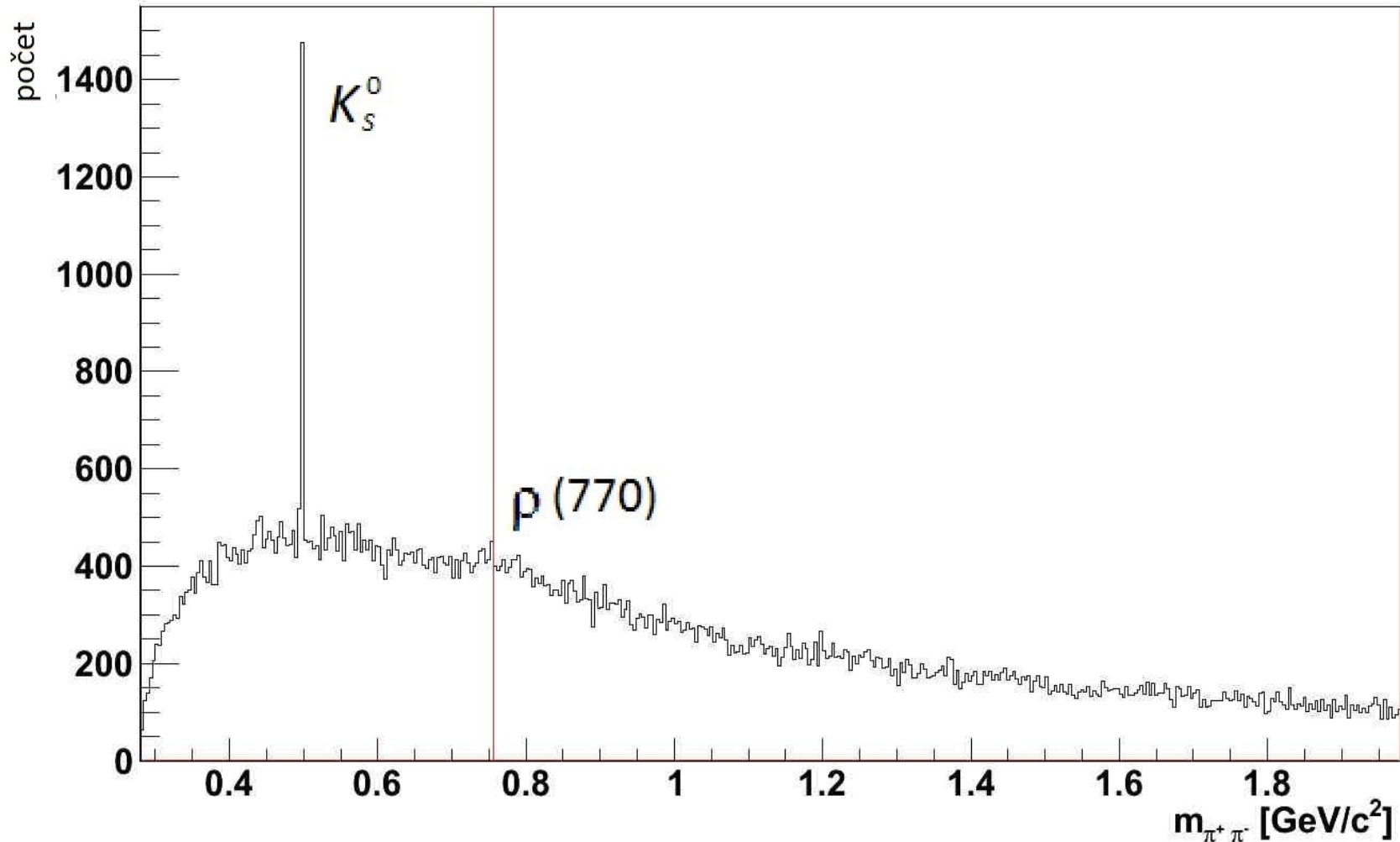


Minimum bias - e^-e^+ rekonstrukce

- ♦ simulace – snaží se maximálně přiblížit reálné srážce s minimálním zkreslením => vzniká mnohem více druhů kvarků nebo gluonů
- ♦ **peak** je daleko méně výrazný oproti kombinatorickému pozadí
- ♦ $n_{pp} = 10^6$
- ♦ $n_{J/\psi}^{e^-e^+} = 34$
- ♦ $n_{J/\psi} = n_{J/\psi}^{e^-e^+} * \frac{100}{5,9}$

Min. Bias – $\pi^+\pi^-$

Histogram invariantní hmoty pionového páru

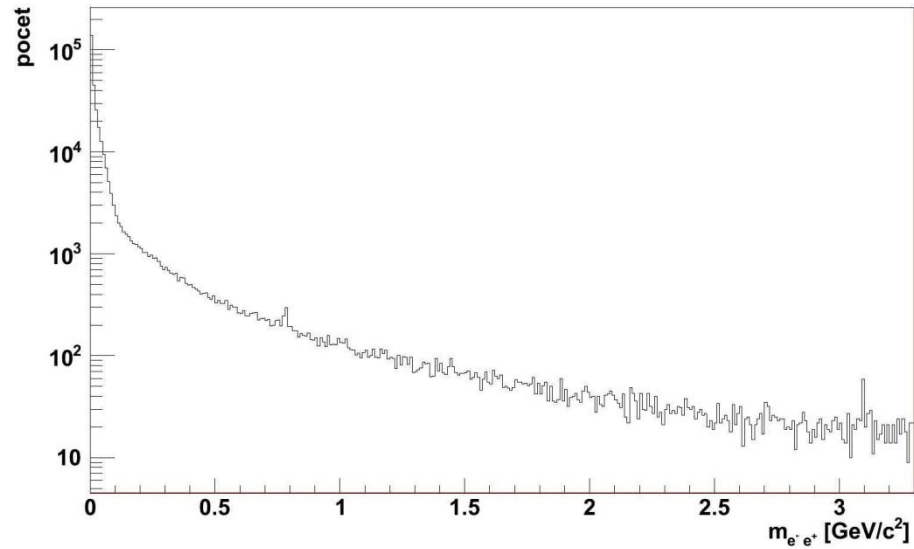


Minimum bias – $\pi^+\pi^-$ rekonstrukce

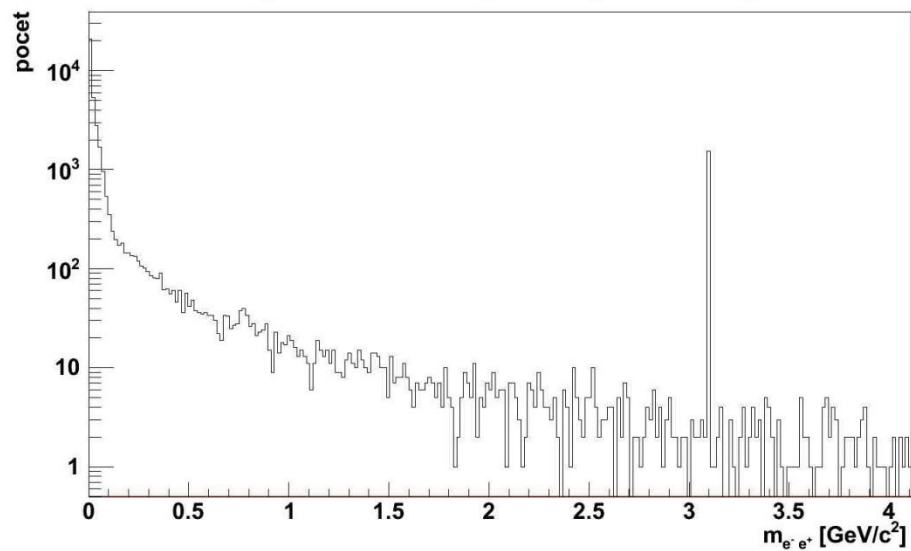
- ◆ dva peaky, jeden výraznější (částice K_S^0)
- ◆ **s** znamená short – krátká životnost, oproti **l** formě téměř 100x kratší (řádově 10^{-10} s)

Summary

Histogram invariantní hmoty elektron-pozitronového páru



Histogram invariantní hmoty elektron-pozitronového páru



Poděkování

- ◆ našemu super super Vajzerovi za nekonečnou trpělivost
- ◆ FJFI a všem jejím zaměstnancům za zprostředkování TV@J a poskytnutí potřebného technického zázemí
- ◆ všem, kdo nás podporují v rozšiřování vědomostí

References

- ◆ www.greatdreams.com
- ◆ www.farleyphysics.com
- ◆ www.scienceblogs.com
- ◆ www.en.wikipedia.org
- ◆ www.cs.wikipedia.org
- ◆ www.stonybrook.edu
- ◆ thoughtsarise.blogspot.com
- ◆ www.scienceblogs.com
- ◆ T. Sjöstrand, S. Mrenna and P. Skands, arXiv:0710.3820.
- ◆ ŽÁČEK, J.: ÚVOD DO FYZIKY ELEMENTÁRNÍCH ČÁSTIC, KAROLINUM, 2005
- ◆ K. Nakamura et al. (Particle Data Group), J. Phys. G 37, 075021 (2010)
- ◆ 1. ↑ BAJER, Jiří. *Mechanika 1*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2004 (1.vydání). ISBN 80-244-0819-8. Kapitola Úvod do fyziky, s. 6. (česky)