



Suppression of Charged Particle Production at Large Transverse Momentum in Central Pb–Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV

THE ALICE COLLABORATION

Úvod

- RHIC, Au-Au srážky při $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, produkce hadronů s vysokou p_T 4-5krát menší než odpovídá superpozici pp srážek
- Partony ztrácí energii při průletu QGP
 - Kvantifikace pomocí jaderného modifikačního faktoru R_{AA}
- Na LHC se očekává větší hustota média a tedy větší energetické ztráty partonů s vysokou p_T
- Budeme se tedy věnovat měření primárních nabitých částic při centrálních a periferálních Pb-Pb kolizích
 - $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV
 - **Primární nabité částice**: Okamžité částice vzniklé při srážce, včetně rozpadových produktů, kromě slabých rozpadů podivných částic

Měření

Inner Tracking System (ITS)

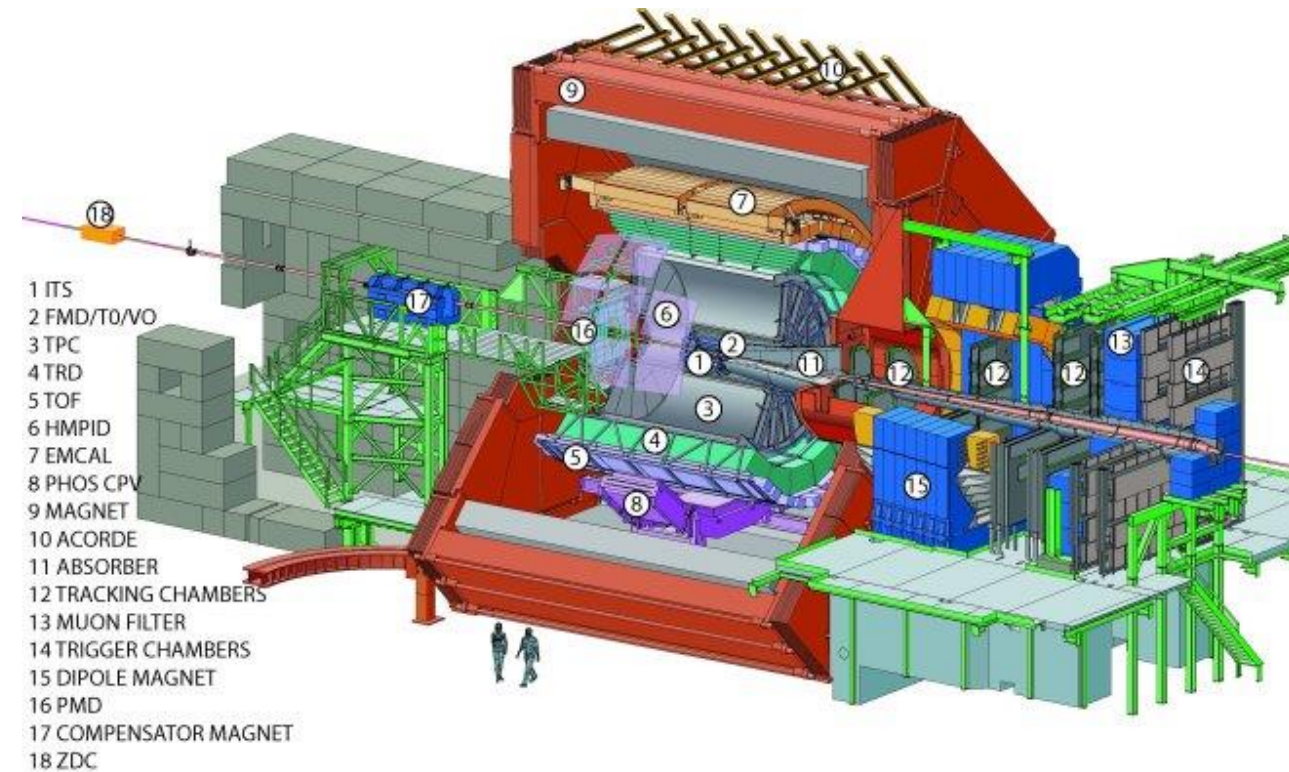
- Tracking & trigger purpose
- Silicon Pixel Detector
 - „Čtverečkové pole“ k určení polohy, odolný vůči záření
- Silicon Drift Detector
 - Elektrony se v polovodiči pohybují konstantní driftovou rychlostí
- Silicon Strip Detector
 - Určují dráhu letů pomocí překrývajících se pásů detektorů

Scintillator hodoscopes (VZERO)

- Měří trajektorii nabitých částic

Time Projection Chamber (TPC)

- Válcový detektor s plynem



Nuclear modification factor R_{AA}

$$R_{AA}(p_T) = \frac{\frac{1}{N_{evt}^{AA}} \frac{d^2 N_{ch}^{AA}}{d\eta dp_T}}{\langle N_{coll} \rangle \frac{1}{N_{evt}^{pp}} \frac{d^2 N_{ch}^{pp}}{d\eta dp_T}}$$

Poměr vyprodukovaných nabitých částic v Pb-Pb srážce ku pp srážce, škálovaný středním počtem binárních srážek

Centralita	$\langle N_{part} \rangle$	$\langle N_{coll} \rangle$	$\langle T_{AA} \rangle$ [mb ⁻¹]
0 – 5 %	383 ± 2	1690 ± 131	26.4 ± 0.5
70 – 80 %	15.4 ± 0.4	15.7 ± 0.7	0.25 ± 0.01

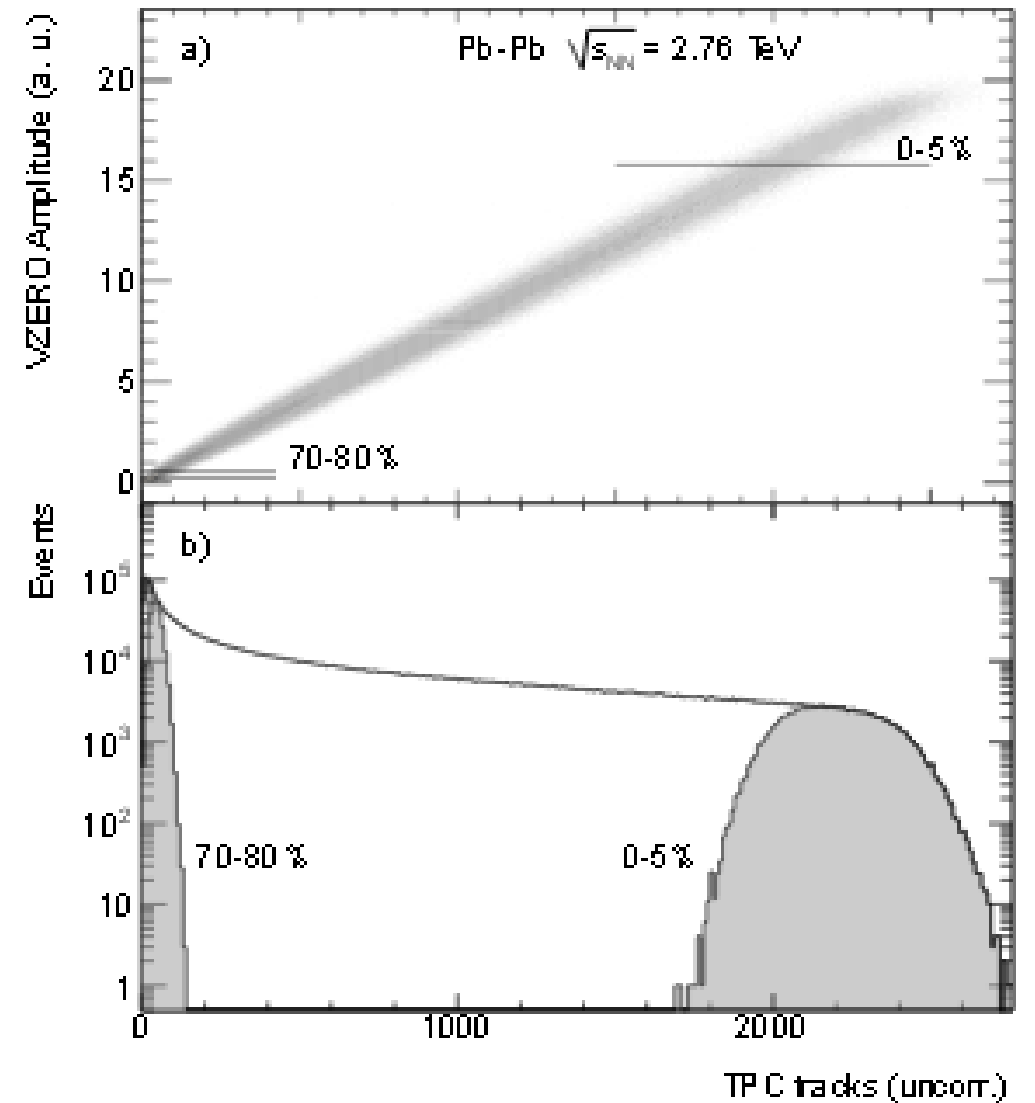
- $\eta = -\ln(\operatorname{tg}(\frac{\theta}{2}))$
 - θ ... polární úhel mezi osou svazku a směrem letu nabitě částice
- $\langle N_{coll} \rangle$... počet binárních srážek
- $\langle N_{coll} \rangle = \langle T_{AA} \rangle \sigma_{inel}^{NN}$
 - $\langle T_{AA} \rangle$... funkce jaderného překrytí
 - σ_{inel}^{NN} ... účinný průřez neelastické NN srážky
- N_{ch}^{AA} ... počet nabitých částic produkovaných při srážce jader
- N_{evt}^{pp} ... celkový počet srážek

Analýza

- Celkem 2.3×10^6 minimum-bias Pb-Pb srážek
- Jen data se srážek s vertexem $|z_{\text{vtx}}| < 10$ cm a pseudorapiditou $|\eta| < 0.8$
- Data vybrána na základě VZERO a korelace TPC s SPD + ZDC

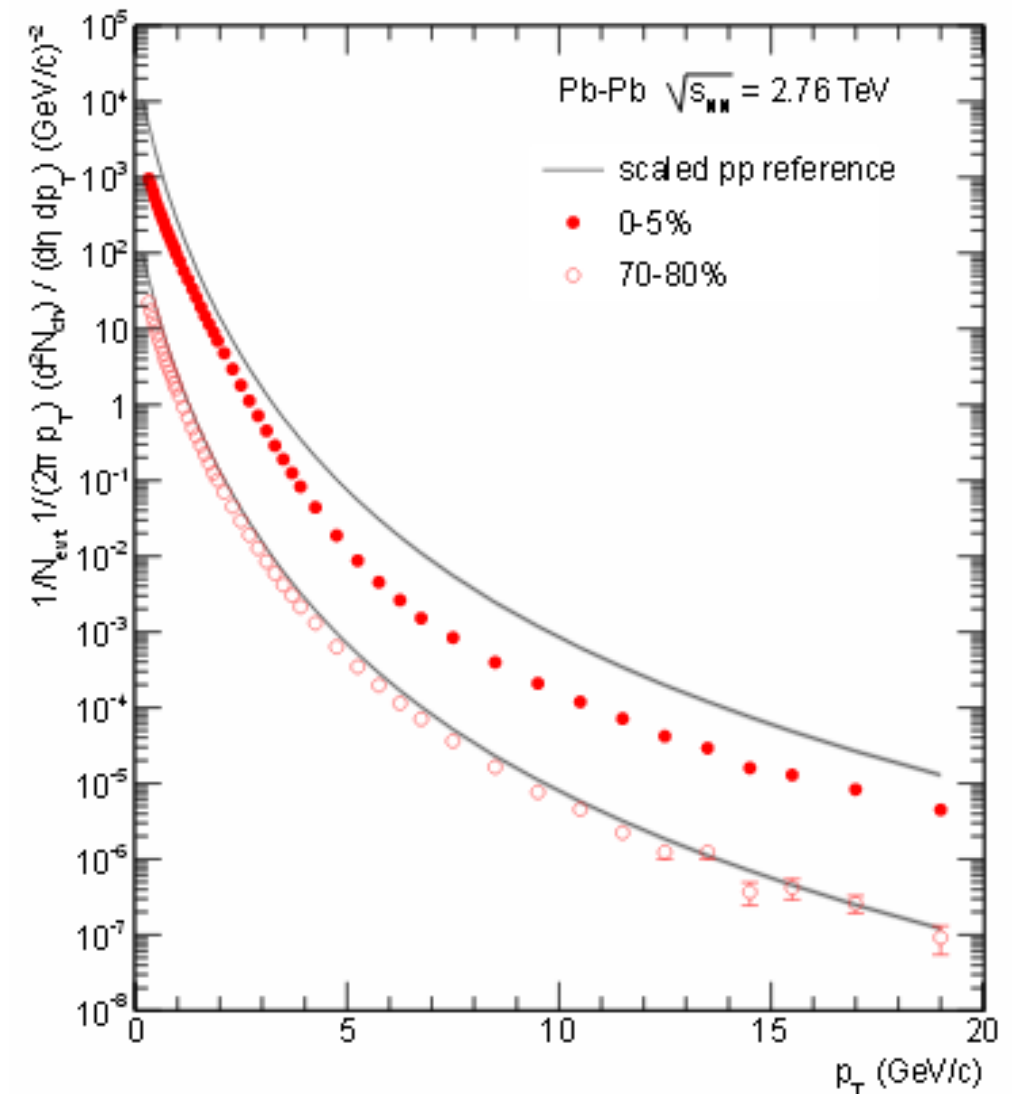
Centralita

- Určena pomocí scintilačních hodoskopů
 - Součet amplitud měřených ve 2 takových detektorech
- Alternativně se využívá multiplicity clusterů a rekonstruovaných stop (SPD)
- Nahoře:
 - Amplitudy VZERO v závislosti na počtu drah v TPC
 - Vybráno 5% a 70-80% nejcentrálnějších srážek
- Dole:
 - Počet eventů v závislosti na počtu drah v TPC



pp reference

- Škálování pp-srážek při jiných energiích
 - Interpolací $\frac{d^2 N_{ch}^{pp}}{d\eta dp_T}$ měřeného pro $\sqrt{s}=0.9$ TeV a $\sqrt{s}=7$ TeV
 - Polynomiální závislost
 - Referenční spektrum pomocí dat pouze z ALICE
 - Ověřeno PHOJET a PYTHIA
 - Celková nepřesnost 9-10%
- p_T spektrum $\bar{p}p$ kolize při $\sqrt{s}=1.96$ TeV, $|\eta| < 1$
 - Spektrum nižší o 5-15 %
- NLO pQCD škálování
 - Počáteční bod 7 TeV
 - Počáteční bod 0.9 TeV
 - Spektrum o 30-50% vyšší



$$R_{AA} = R_{AA}(p_T)$$

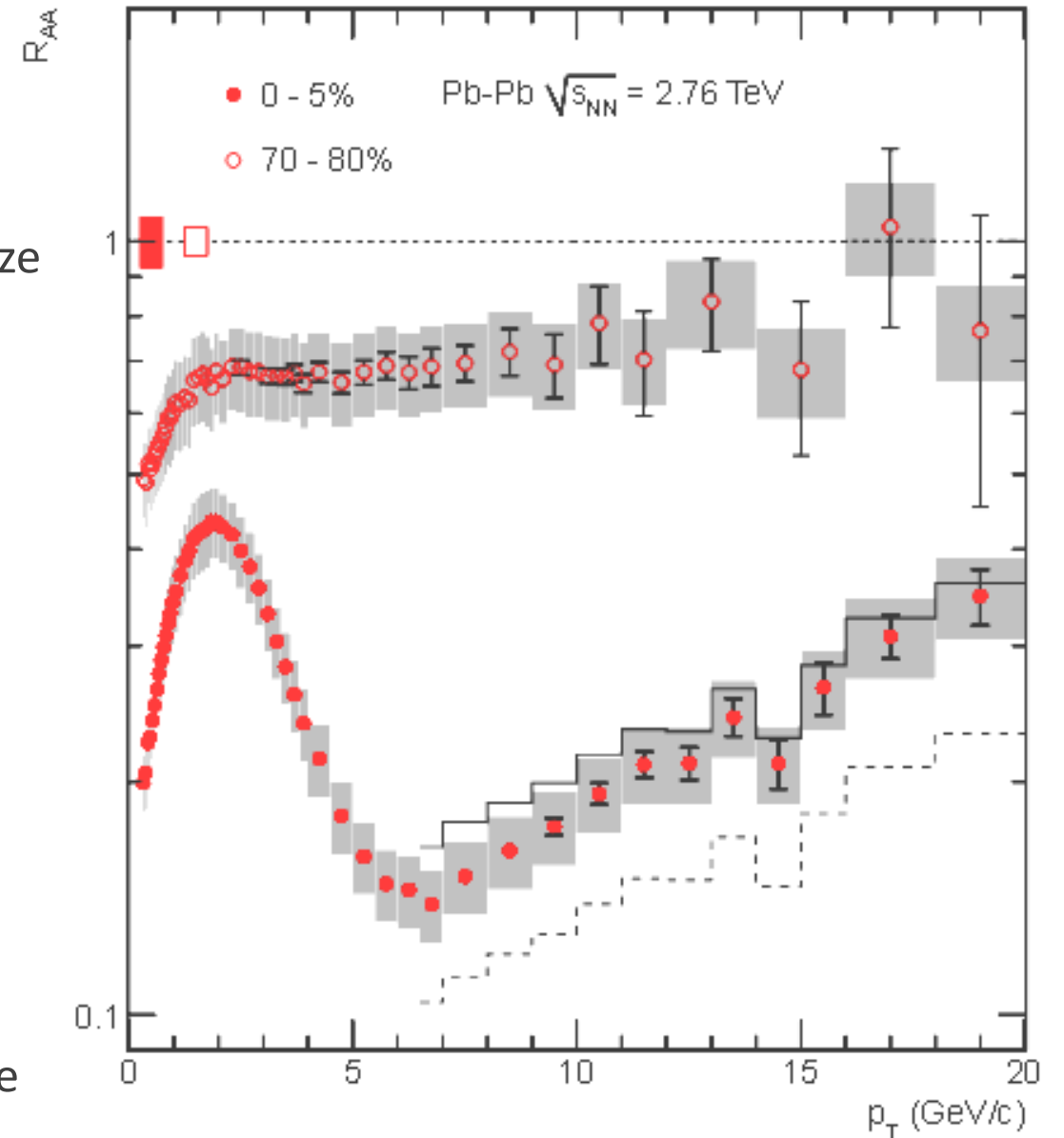
- Error bary: statistické chyby
- Čtverečky: kvadrát systematických chyb dat a chyb p_T ze škálování pp-srážek
- Error bary u $R_{AA}=1$: chyba $\langle N_{coll} \rangle$
- Histogramy jen pro centrální kolize
 - Čárkovaný 0.9 Tev, plný 1.96 Tev
 - Při velkém p_T rozdíl mezi ne/centrálními kolizemi

Periferní kolize

- $p_T > 0,2$ GeV; R_{AA} nezávisí na $p_T \rightarrow$ malá ztráta energie

Centrální kolize

- Na začátku silná závislost na p_T :
 - Variace rozložení částic vzhledem k pp (RHIC)
- p_T v intervalu $\langle 7,20 \rangle$ GeV roste pro různé pp-reference



$$R_{AA} = R_{AA}(p_T)$$

- Chyby:
 - STAR: dohromady statistické a systematické
 - ALICE: jako předchozí
 - PHENIX: čtverečky - systematické chyby, error bary - statistické chyby
- Error bary u $R_{AA}=1$: škálovací chyba R_{AA}
- Výsledky podobné x rekombinační model
- R_{AA} na LHC je menší
 - I přes plošší pokles spektra p_T na LHC dochází k větší ztrátě energie \rightarrow hustší médium
 - Potřeba dál zkoumat gluonové stínění a saturaci

