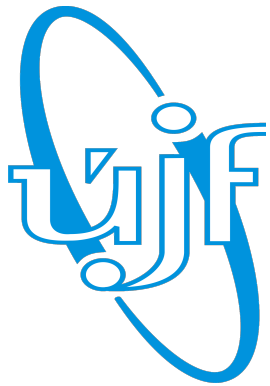


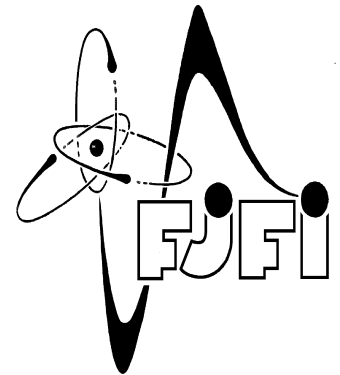
Obhajoba Výzkumného úkolu

24.06.2016

Analýza produkce D^0 mezónu ve srážkách Cu+Au na detektoru STAR

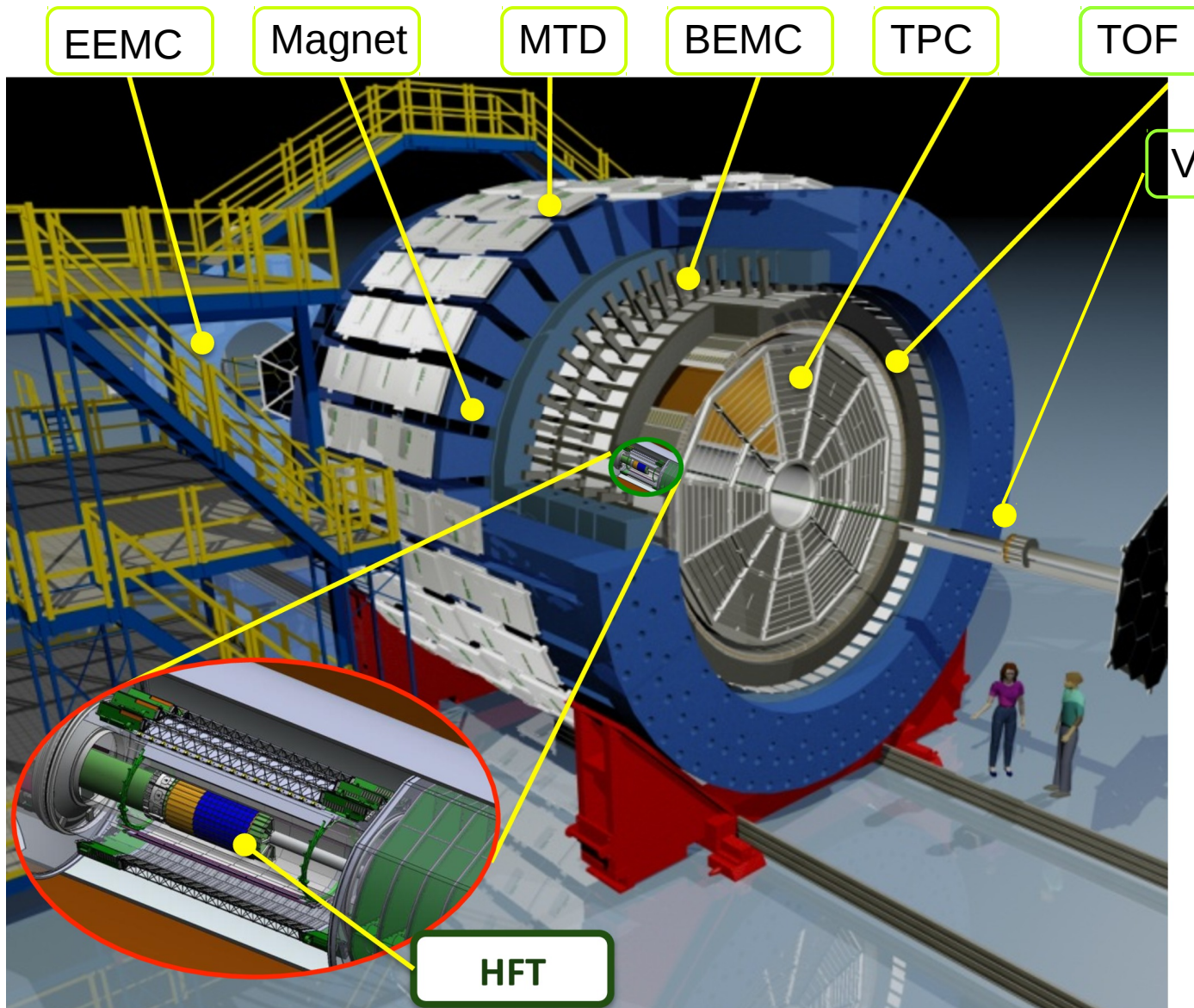


Posluchač: Miroslav Šaur
Vedoucí: Mgr. Pavol Federič Ph.D.
Konzultant: Mgr. Jaroslav Bielčík Ph.D.



1. STAR experiment na urychlovači RHIC
2. Motivace
 - Půvabný kvark a D^0 mezon
 - Cu+Au srážky
3. Metody rekonstrukce pozadí
4. Výsledky ze srážek p+p a Au+Au
5. Výběr dat
6. Kontrola kvality dat
7. Rekonstrukce D^0 mezonu
8. Závěr

STAR experiment na urychlovači RHIC



Vrcholový poziční detektor (VPD):
Triggrovací systém

Časově projekční komora (TPC):
Identifikace částic dle energetických ztrát, měření hybnosti a drah.

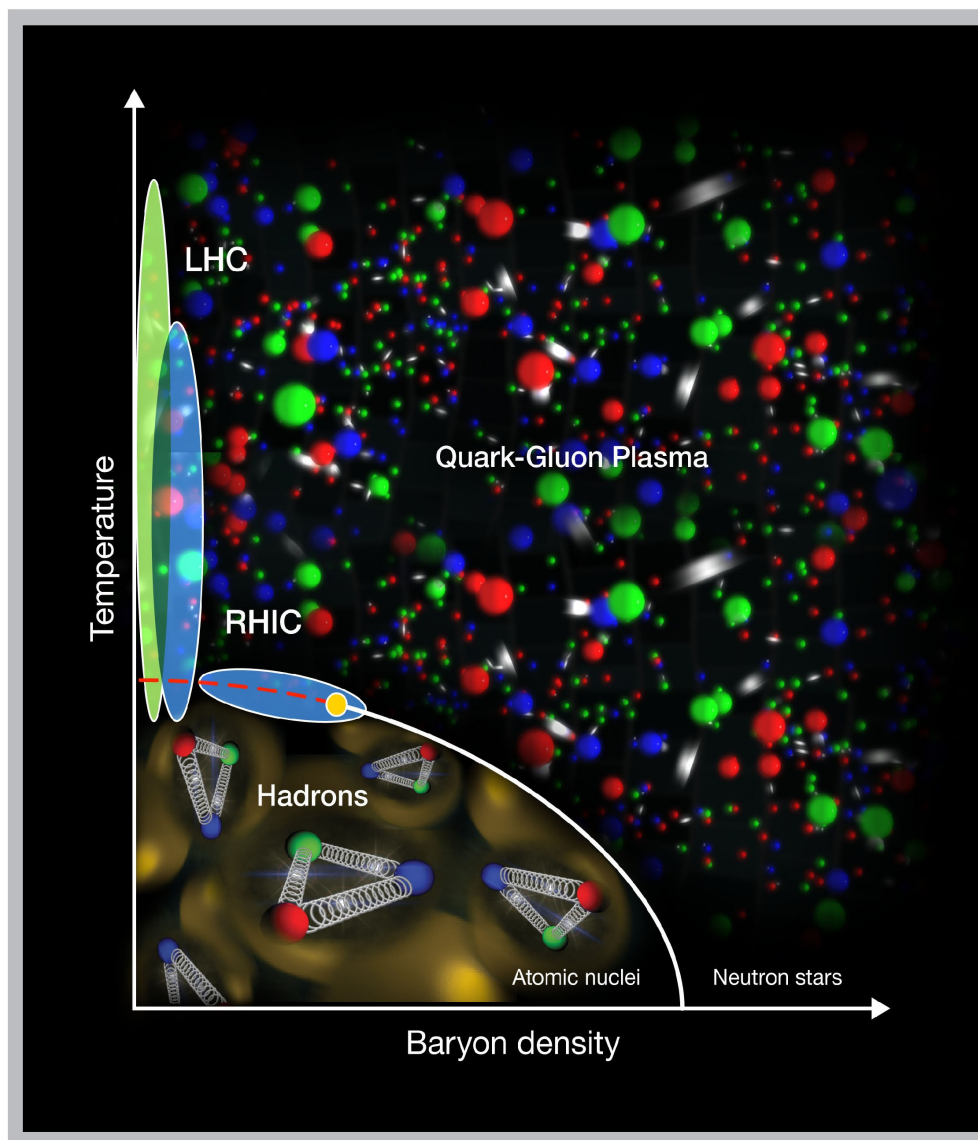
Detektor doby letu (TOF):
Identifikace částic pomocí $1/\beta$.

Pokrytí TOF a TPC:
 $|\eta| < 1$
 $0 < \varphi < 2\pi$

Motivace

Hlavní cíle programu jádro-jaderných srážek:

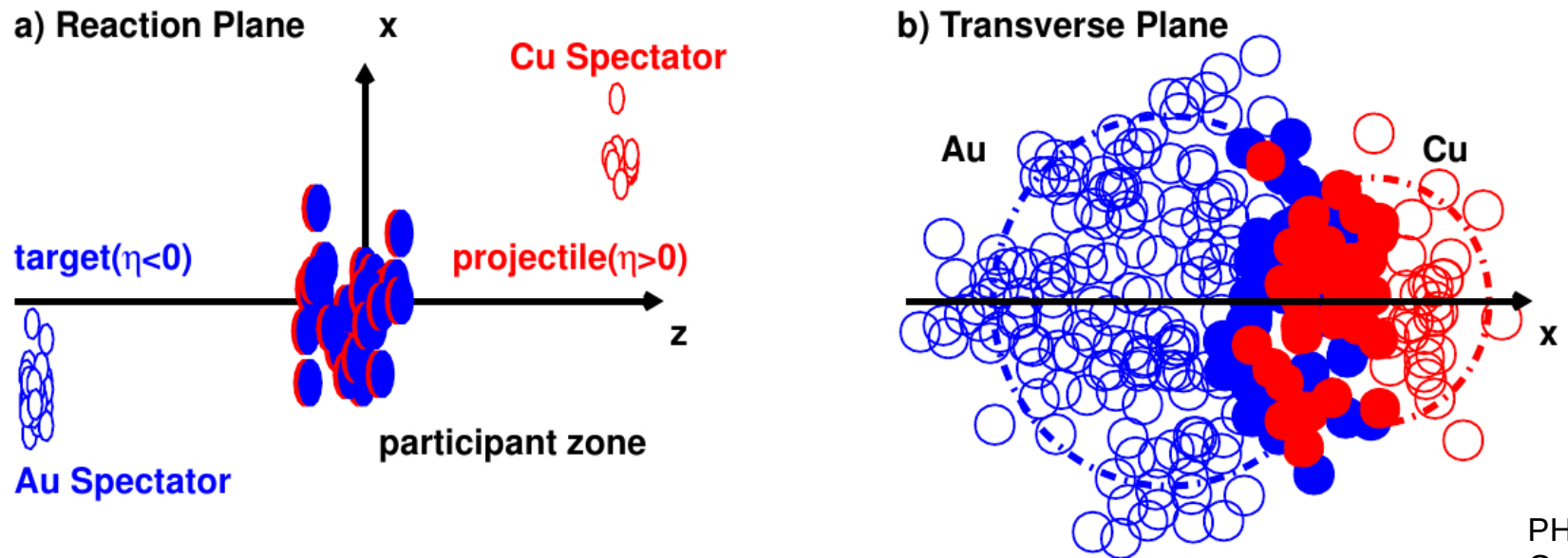
- Proměření vlastností QGP
- Nalezení kritického bodu
- Určení druhu fázového přechodu



McNulty W, BNL



Motivace: Cu+Au srážky



$^{63}\text{Cu} + ^{197}\text{Au}$ s energií $\sqrt{s_{NN}} = 200 \text{ GeV}$

PHENIX
Collaboration:
arXiv:
1509.07784v1

Cu+Au srážky jsou zajímavé především z hlediska:

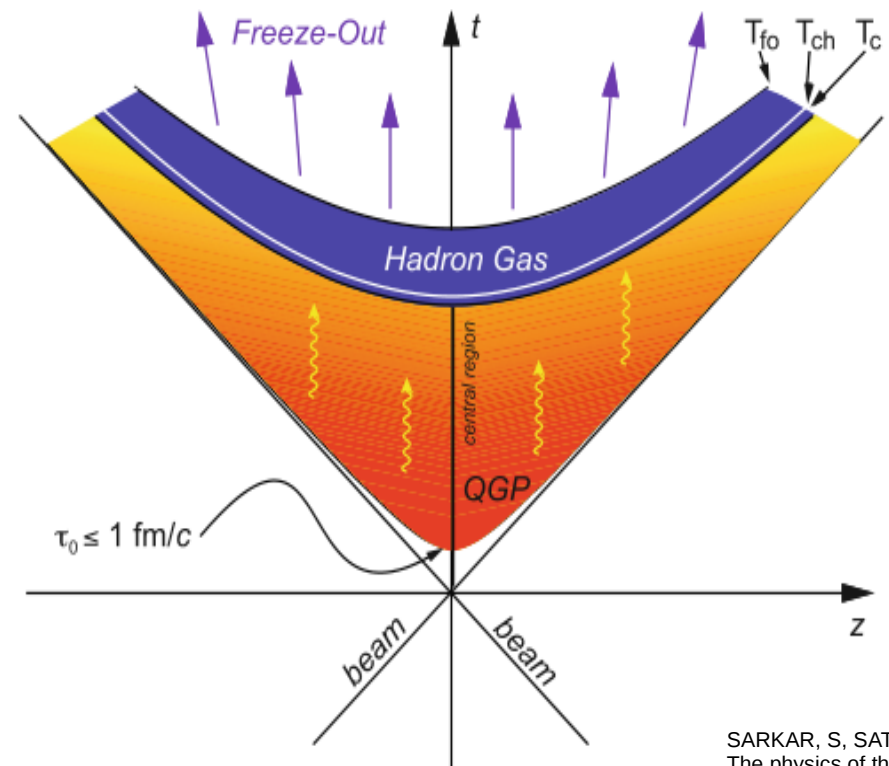
- rozšíření výsledků z Cu+Cu a Au+Au
- asymetrický profil hustot
- asymetrický gradient tlaku a elektrického pole (chirální efekty)

Motivace: D^0 mezon

- D^0 mezon ($D^0 = \bar{c}u$, $\bar{D}^0 = c\bar{u}$) objeven roku 1976 v SLAC
- Hmotnost $m = (1864.80 \pm 0.14) \text{ MeV}/c^2$
- Střední doba života $\tau = (410.1 \pm 1.5) \times 10^{-15} \text{ s}$
- $c\tau = 122.9 \mu\text{m}$

Particle Data Group

- Půvabné kvarky jsou produkovány primárně těsně po srážce těžkých iontů tzv. tvrdými procesy, dříve než dochází ke vzniku QGP.
- Hadrony obsahující půvabné kvarky mohou sloužit jako sonda kvark gluonového plazmatu



SARKAR, S, SATZ H:
The physics of the
Quark-Gluon plasma:
introductory lectures

Motivace: D^0 rozpadové kanály

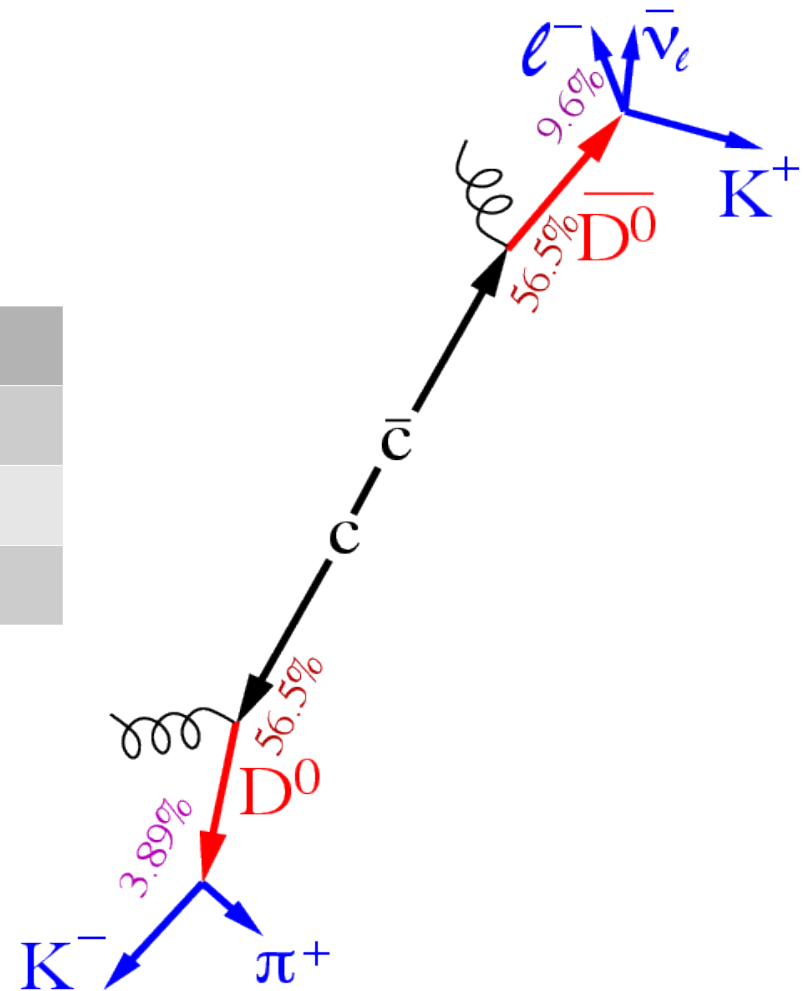
Hadronové a leptonové rozpadové kanály.
Rekonstrukce otevřené vůně přímo skrze hadronový rozpadový kanál.

D^0	Rozpadový kanál:	Větvící poměr:
	$K^- \pi^+$	$(3.88 \pm 0.05) \%$
	$K^- \pi^+ \pi^+ \pi^-$	$(8.08 \pm 0.2) \%$
	$K^- \pi^+ \pi^0$	$(13.9 \pm 0.5) \%$

Particle Data Group

Studium skrze hadronový kanál:

- + Přímý přístup ke kinematicce mateřského hadronu
- Menší pravděpodobnost rozpadu
- Větší kombinatorické pozadí



D. Tlustý, Ph.D. thesis
A Study of Open Charm Production
in p+p Collisions at STAR

Metody rekonstrukce pozadí

Kaony a piony s opačným nábojem jsou párovány k vytvoření invariantní hmoty kandidáta na D^0 meson (unlike-sign metoda).

Pro určení kombinatorického pozadí užíváme 3 metody:

- Metoda Mixed event:

- Pion z dané události je spárován s kaony z jiných eventů.
- Pro zachování charakteristik smíšených událostí jsou data rozdělena do 10 binů v multiplicitě a 10 binů ve V_z . Pouze páry se stejnými vlastnostmi jsou míšeny. Velikost zásobníku je zvolena na 10.
- Hlavní metoda této analýzy

- Metoda Like-sign:

- Piony jsou párovány se shodně nabitými kaony.
- Široce užívaná metoda.

- Metoda Rotated momentum:

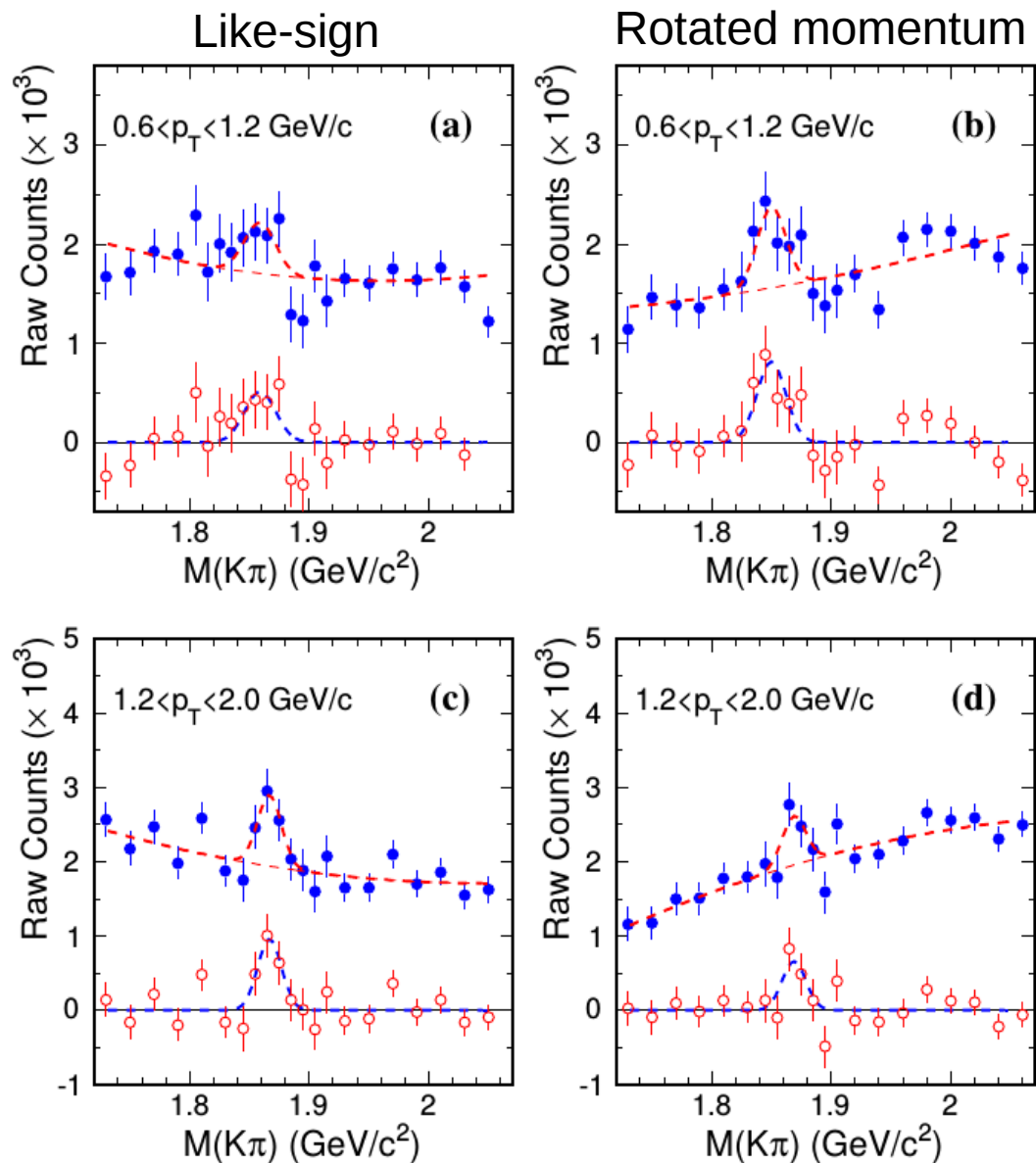
- Pion je spárován s kaonem s opačnou 3-hybností
- Metoda je založena na předkladu, že otočením jedné z drah dceřinné částice o 180 stupňů je kinematika rozpadu ztracena. Tudíž je tak možné získat kombinatorické pozadí.

Motivace: výsledky z p+p srážek

Výsledky z p+p srážek při
 $\sqrt{s}=200$ GeV z roku 2009

Like-sign metoda:
 Panely (a), (c)

Rotated momentum
 metoda:
 Panely (b), (d)

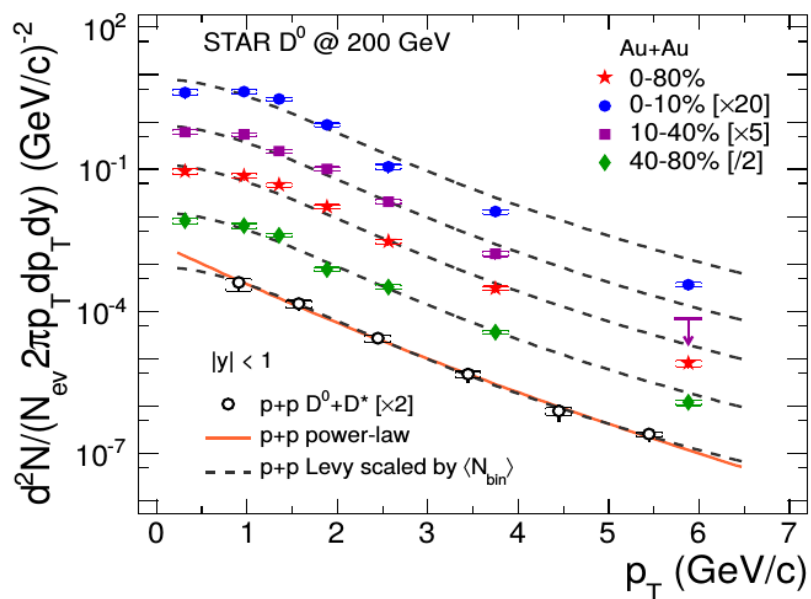


Rozsah pT (GeV/c)	0.6 – 1.2	1.2 - 2
Výtěžek x10 ³ (Rot)	2.45 ± 0.66	1.65 ± 0.63
Výtěžek x10 ³ (LS)	1.67 ± 0.74	2.40 ± 0.64

STAR collaboration
 Phys.Rev.D.86

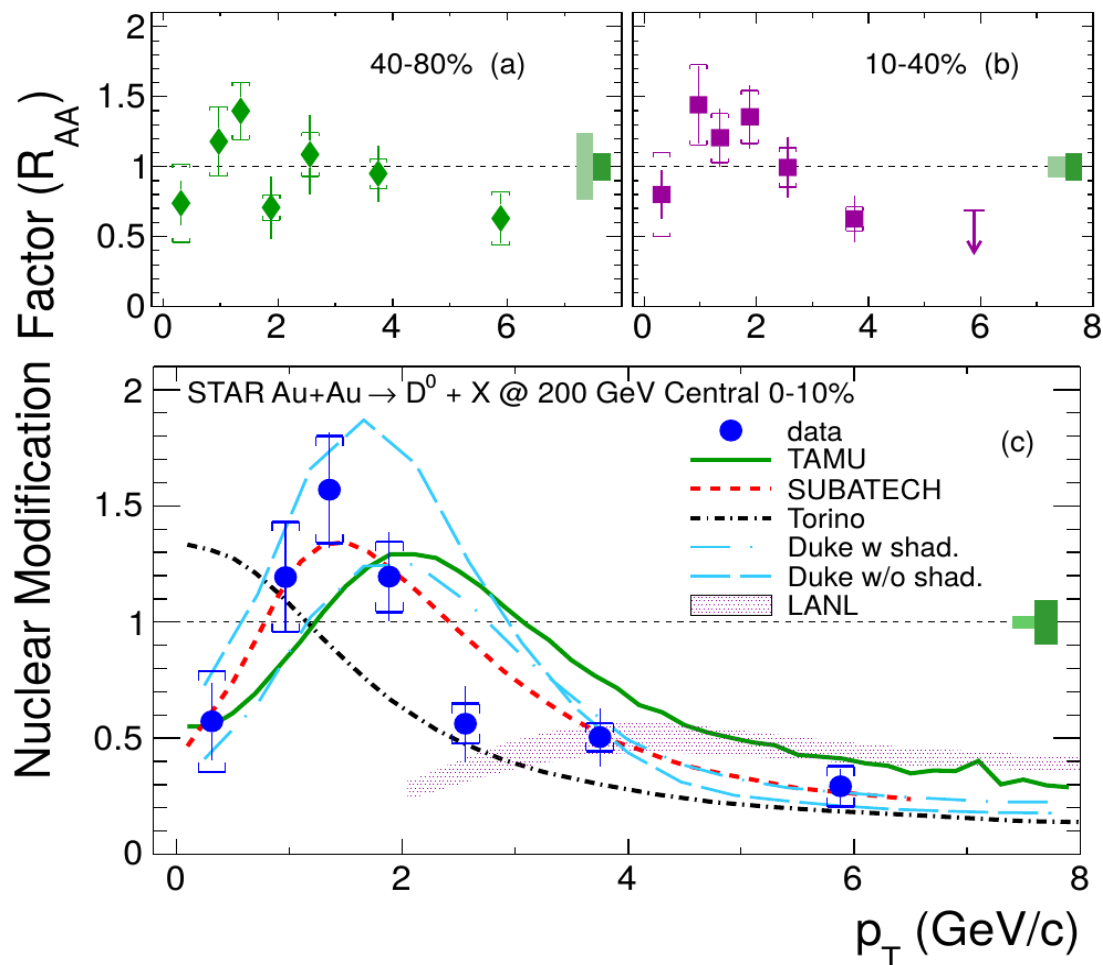


Motivace: výsledky z Au+Au srážek



Centrální srážky Cu+Au by měly odpovídat Au+Au srážkám s centralitou 40-50%

$$R_{AA} = \frac{1}{\langle N_{bin} \rangle} \frac{dN/dy^{AuAu}}{dN/dy^{pp}}$$



Viditelné potlačení pro centrální srážky od $p_T = 2 \text{ GeV}/c$

STAR collaboration
 Phys.Rev.Letter.113



Výběr dat

I. Výběr událostí:

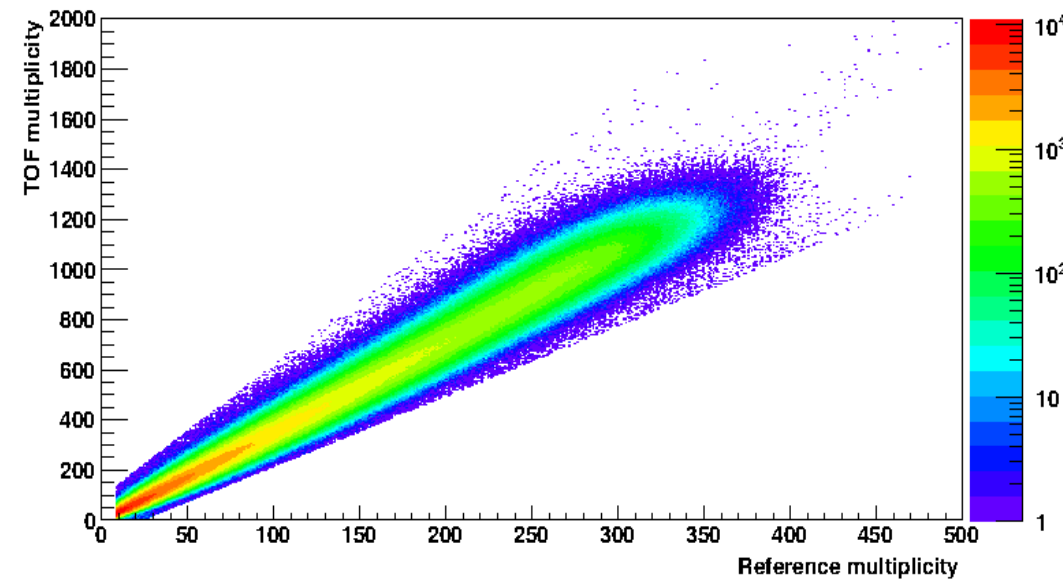
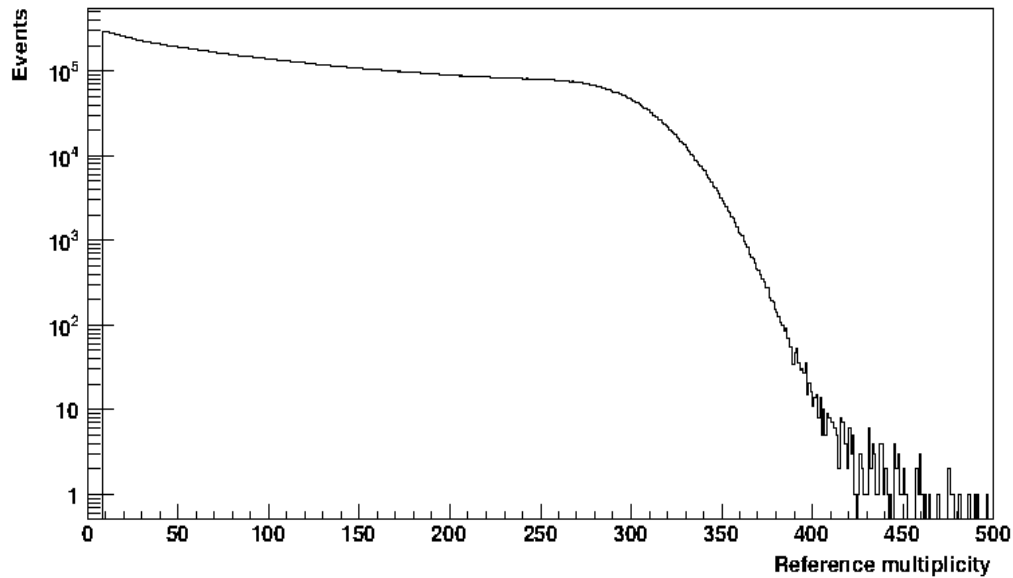
- a) Cu+Au srážky, Run 12, $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV
- b) K dispozici ~30% nabraných dat
- c) $|\text{TPC_Vz}| < 30\text{cm}$
- d) $|\text{VPD_Vz} - \text{TPC_Vz}| < 3\text{cm}$
- e) Triggery: MB - vpd-zdce-tac-protected (ID: 410008)

II. Výběr drah:

- a) $|\eta| < 1$
- b) Počet fitovacích bodů ≥ 20
- c) Počet fitovacích bodů / Maximální možný počet bodů > 0.52
- d) $p_T > 0.2$ GeV/c
- e) DCA < 2.0 cm



Kontrola dat



Centralita	Ref. mult	Centralita	Ref. mult
0-5%	273	40-50%	49
5-10%	235	50-60%	29
10-20%	170	60-70%	16
20-30%	118	70-80%	8
30-40%	78		

Selekční kritéria:

- TOF mult. $< 95 + 5.3 \cdot \text{Ref. mult.}$
- TOF mult. $> 65 + 2.8 \cdot \text{Ref. mult.}$

Identifikace částic - piony

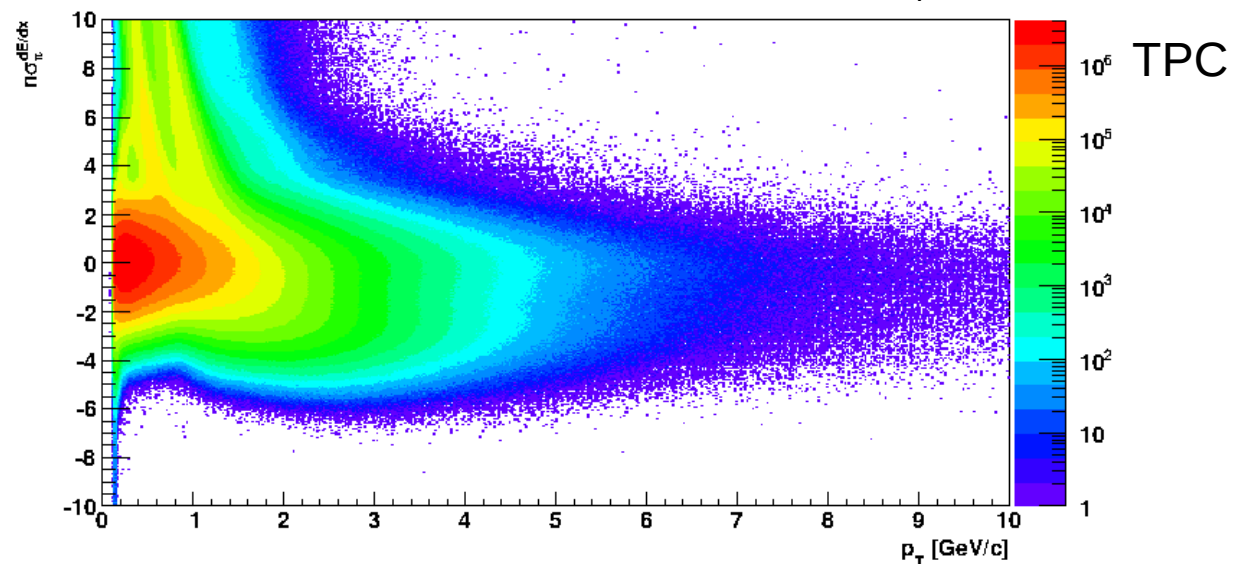
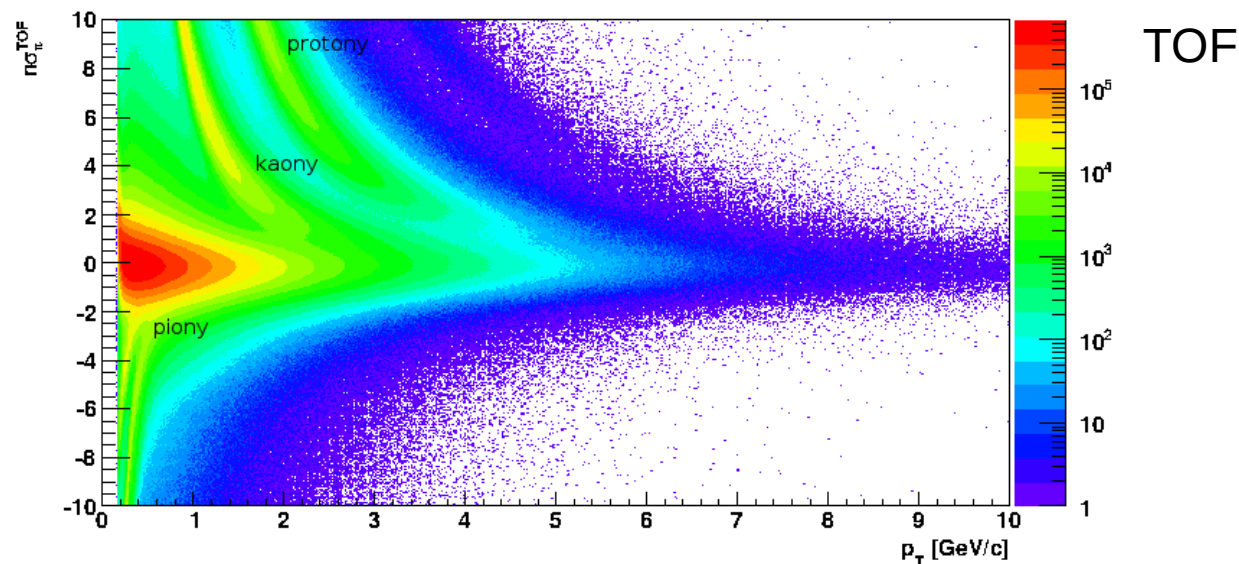
Pion:

- 1) $p_T > 0.2 \text{ GeV}/c$
- 2) $|n\sigma_{\pi}^{TOF}| < 2$
- 3) $|n\sigma_{\pi}^{dE/dx}| < 2$

$$n\sigma_X^{1/\beta} = \frac{1}{\beta^{mea}} - \frac{1}{\beta_X^{th}}$$

$$R^{1/\beta}$$

$$n\sigma_X^{dE/dx} = \frac{\ln \frac{\langle dE/dx \rangle^{mea}}{dE/dx_X^{th}}}{R^{dE/dx}}$$



Identifikace částic - kaony

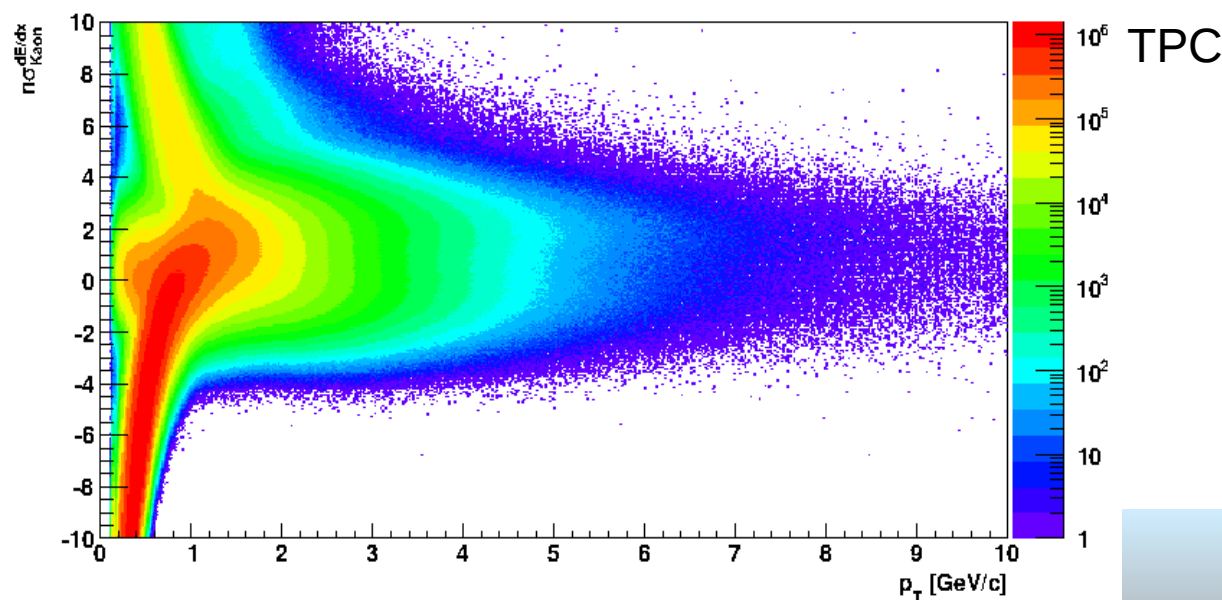
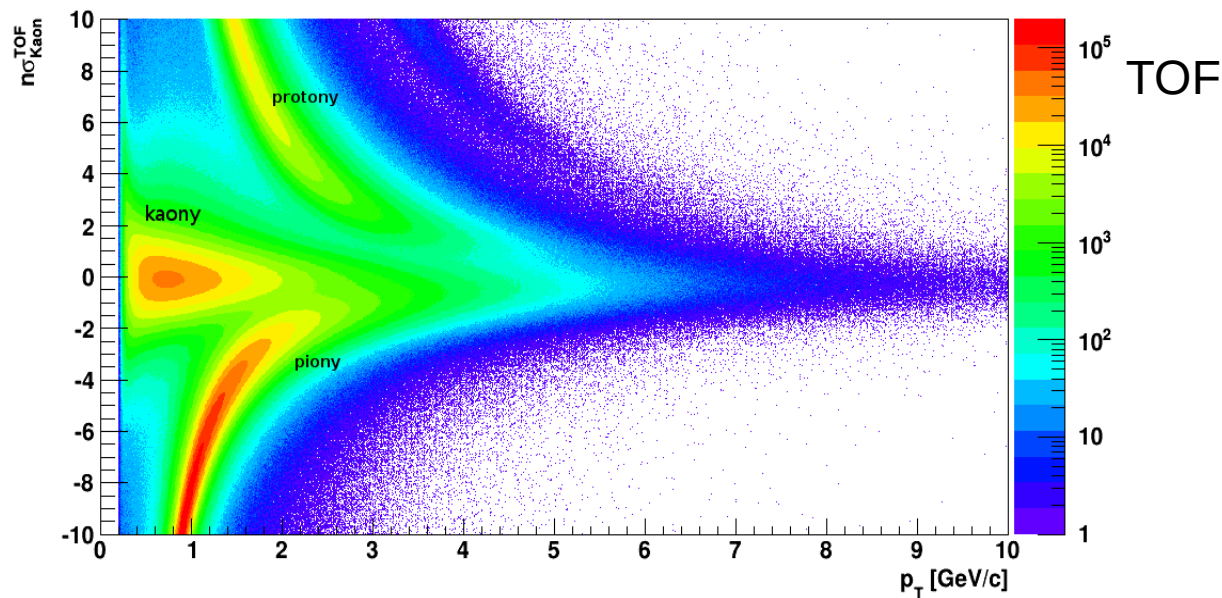
Kaon:

1) $p_T > 0.2 \text{ GeV}/c$

2) $|n\sigma_{Kaon}^{TOF}| < 2$

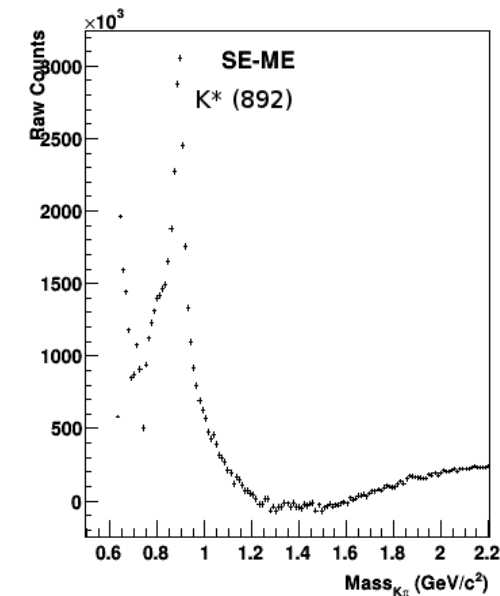
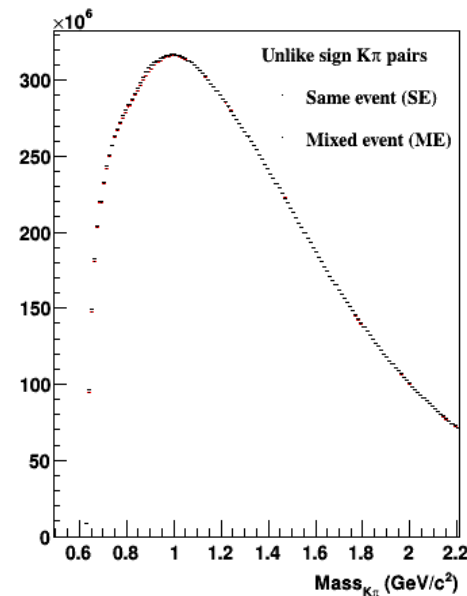
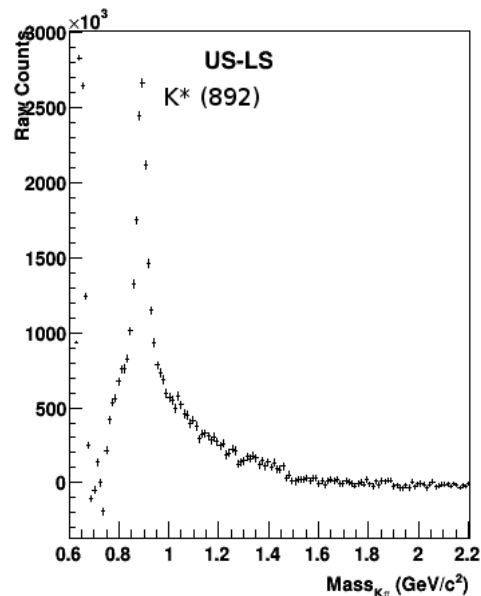
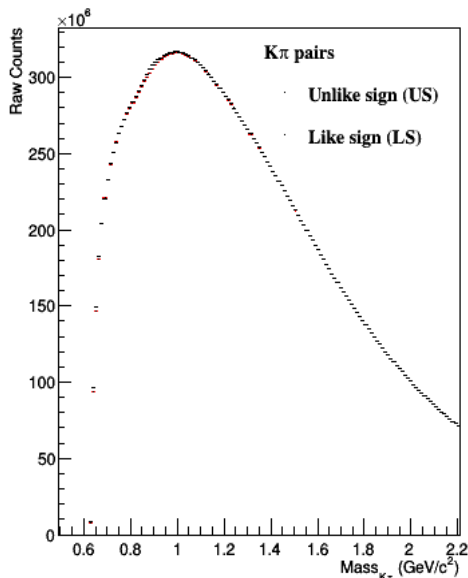
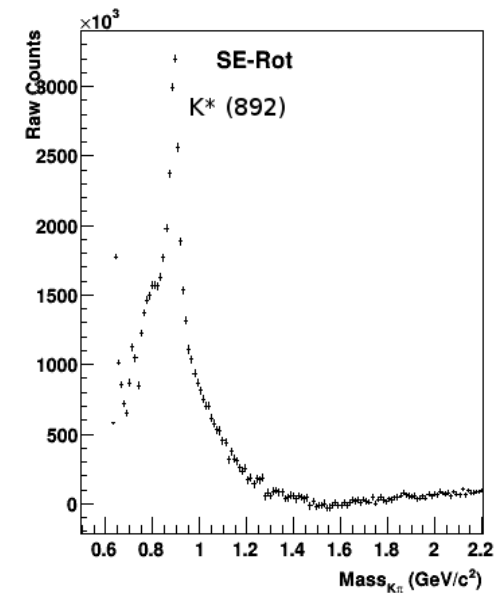
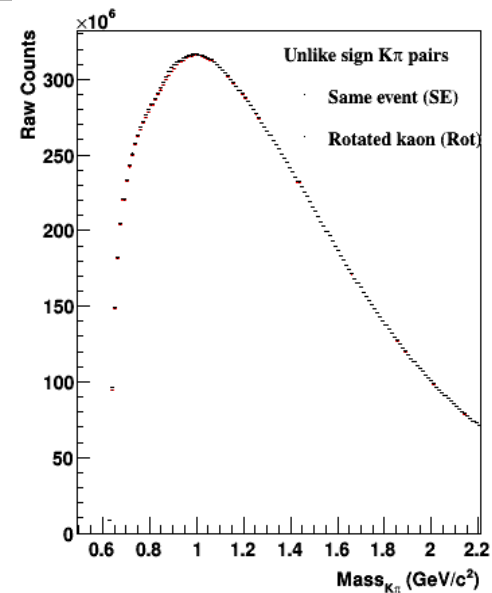
3) $|n\sigma_{Kaon}^{dE/dx}| < 2$

Rozsah p_T :	Identifikace:
(0.2; 1.3>	TOF
(1.3; 2.07>	TOF nebo dE/dx
2.07 a výše	dE/dx (+ TOF pokud dostupný)

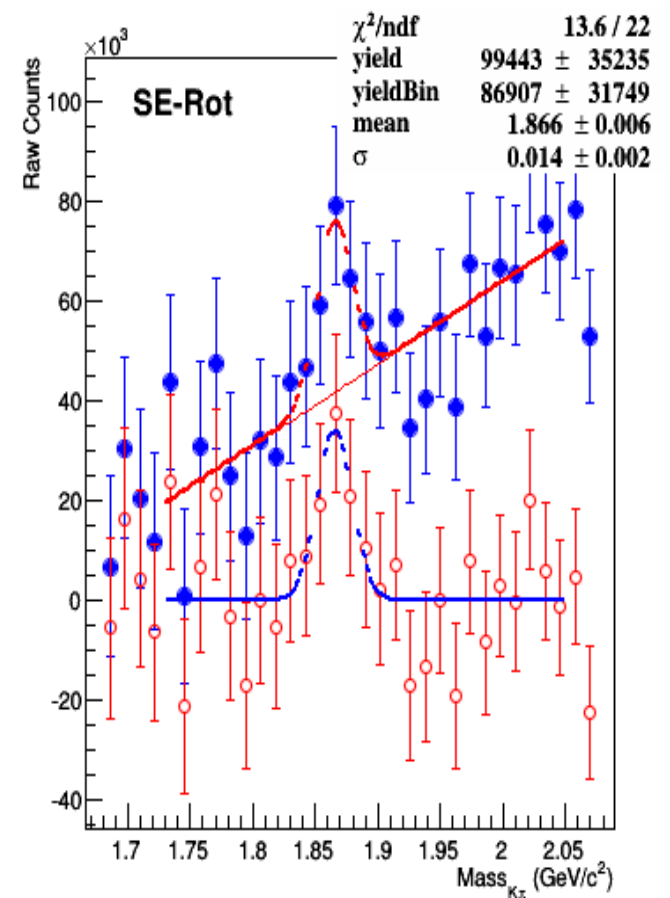
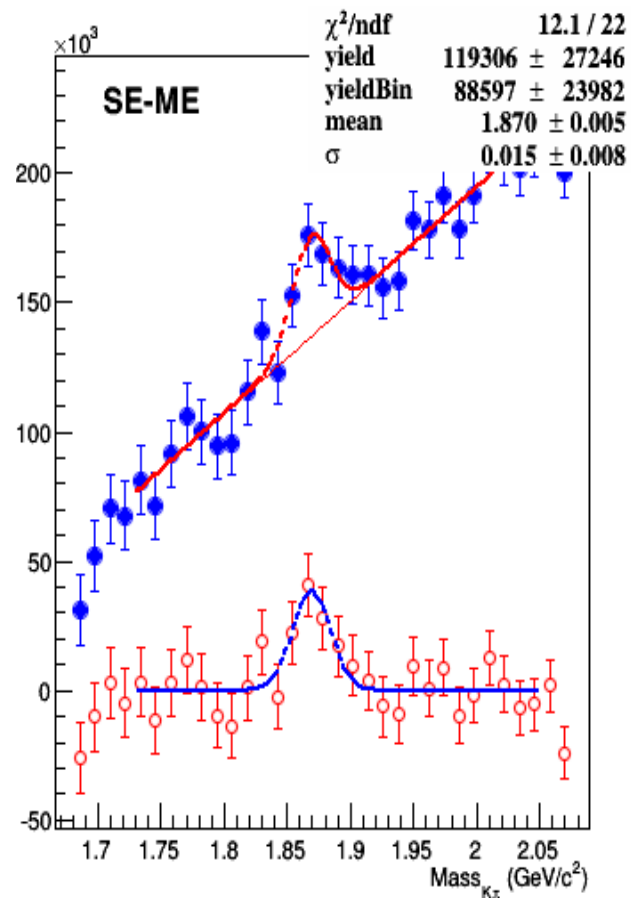
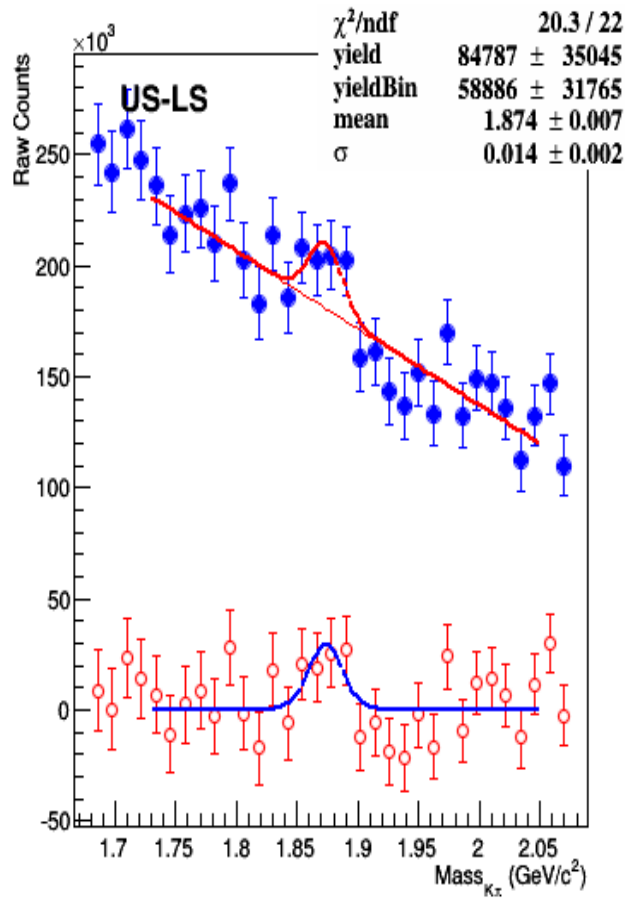


Rekonstrukce D^0 mezonu

- Porovnání jednotlivých metod
- Levý panel: Invariantní hmotnost unlike-sign $K\pi$ párů a kombinatorické pozadí
- Pravý panel: Získané rozdělení invariantní hmotnosti po odečtení kombinatorického pozadí pro jednotlivé metody



Rekonstrukce D^0 mezonu



	LS metoda	ME metoda	ROT metoda
Výtěžek	84787 ± 35045	119306 ± 27246	99443 ± 35235
Inv. hmota [GeV/c^2]	1.874 ± 0.007	1.870 ± 0.005	1.866 ± 0.006



Závěr

Shrnutí práce:

- Seznámit se s experimentem STAR a fyzikou jádro-jaderných srážek
- Analyzovat produkci D^0 mezonu v hadronovém rozpadovém kanálu
 - Seznámení se s analyzačním kódem
 - Provedena základní kontrola dat
 - Viditelný signál D^0

Plány do budoucna:

- Získání korigovaného spektra D^0
- Jaderný modifikační faktor pro D^0
- Systematické vyhodnocení chyb



DĚKUJI ZA POZORNOST



Rozšiřující slidy



Normalizované funkce $1/\beta$ a dE/dx

$$n\sigma_X^{1/\beta} = \frac{\frac{1}{\beta^{mea}} - \frac{1}{\beta_X^{th}}}{R^{1/\beta}}$$

X – částice: pion/kaon

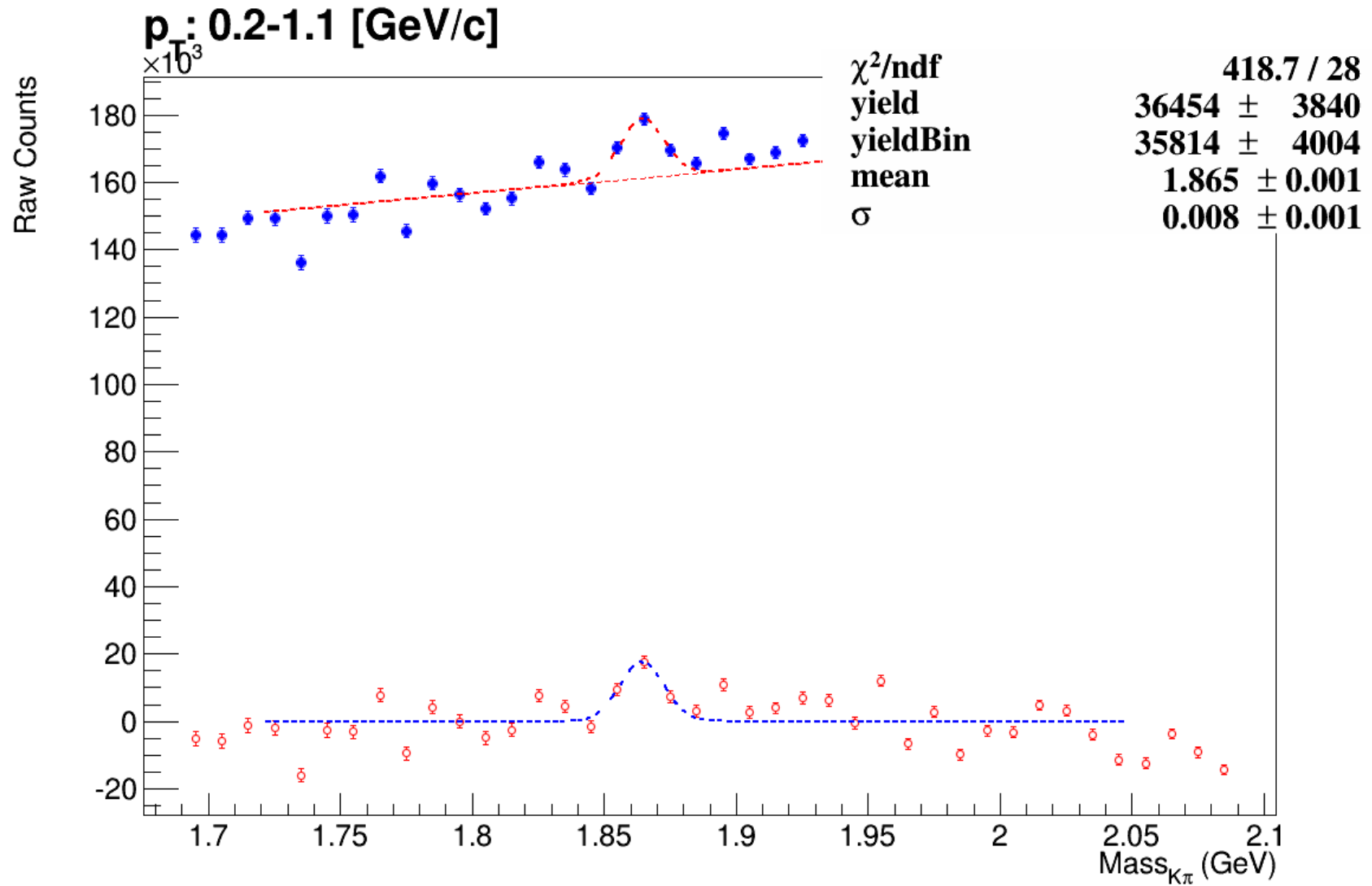
R – rozlišení

mea - experimentální hodnoty

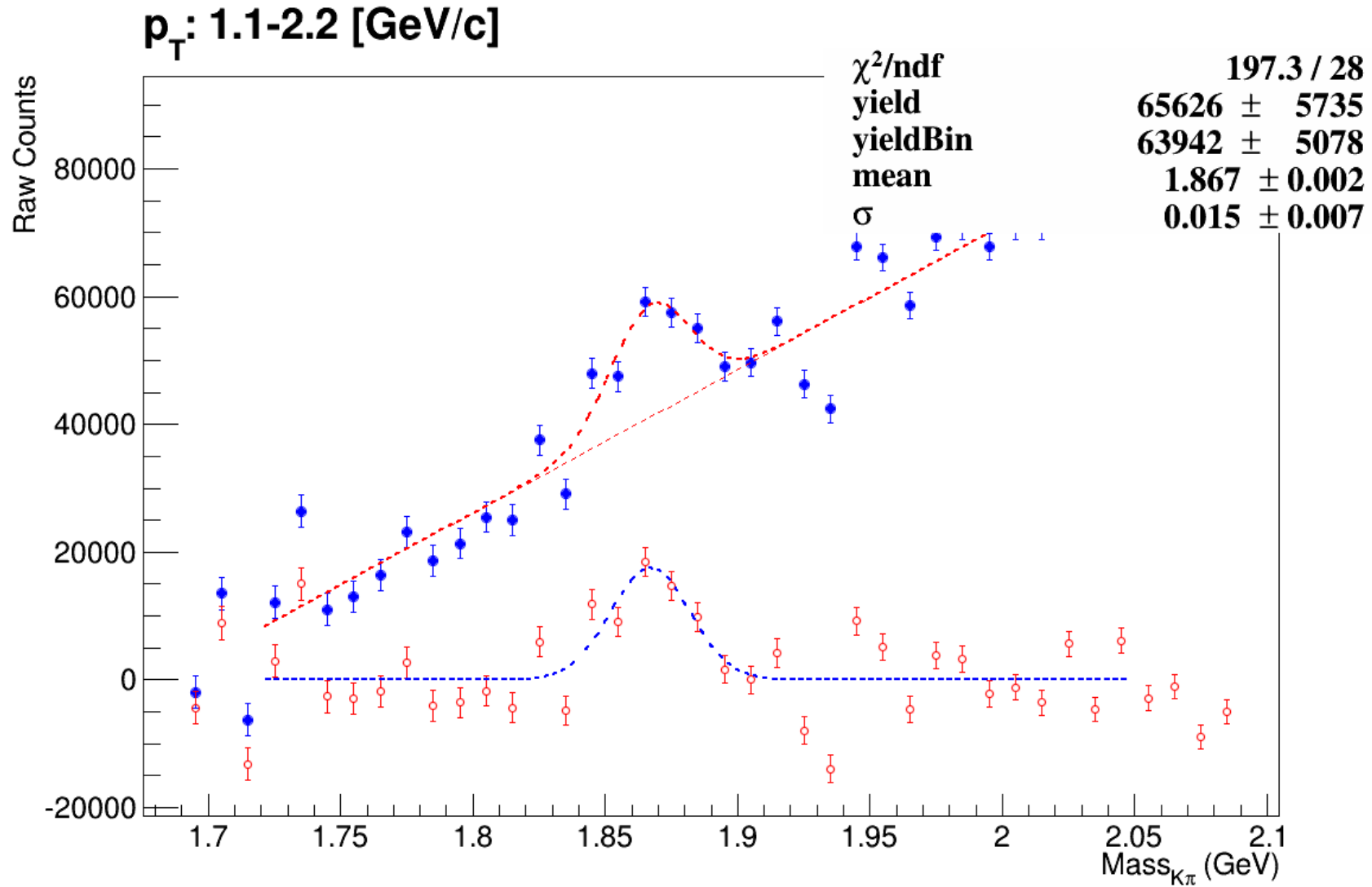
th - teoretické hodnoty

$$n\sigma_X^{dE/dx} = \frac{\ln \frac{\langle dE/dx \rangle^{mea}}{dE/dx_X^{th}}}{R^{dE/dx}}$$

D⁰ - ME



D⁰ - ME



Výběr dat

I. Výběr událostí:

a) Produkce: P15ie

(june2015, ~200M událostí, ~30% nabraných dat)

b) Trgsetupname: cuAu_production_2012

c) $|TPC_Vz| < 30\text{cm}$

d) $|VPD_Vz - TPC_Vz| < 3\text{cm}$

e) Triggery: MB - vpd-zdce-tac-protected (ID: 410008)

- Data z roku 2012

- $\sqrt{s_{NN}} = 200\text{ GeV}$

1) $D^0 + \bar{D}^0$ dohromady

2) Centralita: 0-80%

II. Výběr tracků:

a) $0 < \text{TrackFlag} < 1000$

b) number of Fit Points ≥ 20

c) $n\text{FitPts}/n\text{Max} > 0.52$

d) $p_T > 0.2\text{ GeV}/c$

e) $g\text{Dca} < 2.0\text{ cm}$

f) $|\eta| < 1$

III. Seznam vyřazených běhů:

13139063, 13139064,

13139065, 13139066,

13139067, 13139072,

13139073, 13139074,

13147030

