

Studie produkce $\pi^+\pi^-$, K^+K^- , $p\bar{p}$ a $\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ v centrálních exkluzivních procesech s detektorem STAR na RHIC

Tomáš Truhlář

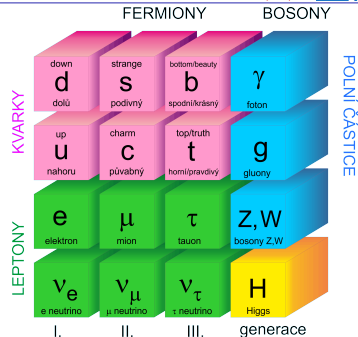
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

18. září 2020

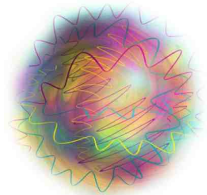


**FAKULTA
JADERNÁ
A FYZIKÁLNĚ
INŽENÝRSKÁ
ČVUT V PRAZE**

- Standardní model poskytuje přehled elementárních částic a základních interakcí
- Kvantová chromodynamika předpovídá vázaný stav složen pouze z gluonů, glubál
- Centrální exkluzivní produkce je považována za potenciální zdroj glubálů
- CEP skrze dvojitou výměnu pomeronů je prostředí bohaté na gluony
- První CEP skrze DPE byla změřena na Intersecting Storage Rings a od té doby je měřena na mnoha experimentech (AFS, WA76, STAR, CMS, ATLAS...)
- Navzdory teoretickým předpovědím, existence glubálu stále nebyla potvrzena



Aldebaran,
www.aldebaran.cz/astrofyzika/interakce/standard-model/sm.png



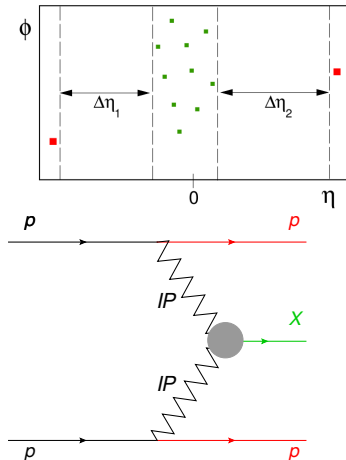
SCI News, www.cdn.sci-news.com/images/2015/10/image_3353-Glueball.jpg

- Srážející se protony zůstávají nedotčeny
- Vytvořený **centrální** systém X je dobře oddělen rapiditními mezerami $\Delta\eta_{1,2}$ od vylétávajících protonů p
- Při energiích na RHIC je očekávána dominance procesu dvojité výměny pomeronu
- Každý proton "vyzáří" Pomeron
- Oba Pomerony se spojí a vytvoří neutrální systém X
- Já se zaměřuji na $p + p \rightarrow p \ h^+ h^- \ p$ a $p \ \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- \ p$
- $h^+ h^-$ znamená $\pi^+ \pi^-$, $K^+ K^-$ a $p \bar{p}$
- Pro ověření **exkluzivity** procesu

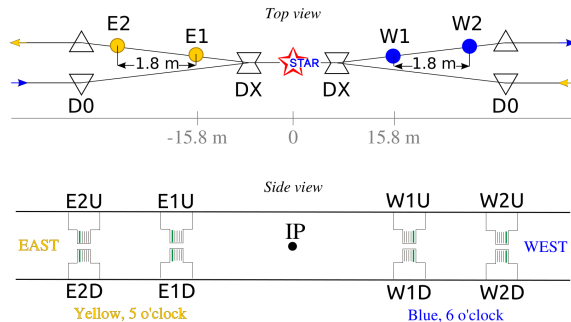
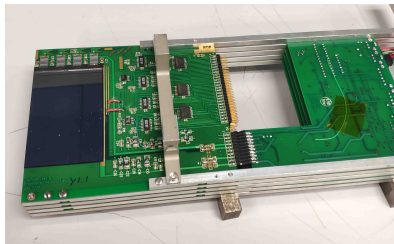
$$p_T^{miss} = \left(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{h}_+ + \vec{h}_- \right)_T = 0$$

$\Rightarrow$ události s malou p_T^{miss} nazýváme **Exkluzivní**

$$p + p \rightarrow p \oplus^{\Delta\eta_1} X \oplus^{\Delta\eta_2} p$$



- Sledování nabitých částic s vysokým rozlišením v TPC pokrývající $|\eta| < 1$ a celý ϕ
- Přesná identifikace částic skrze měření dE/dx a doby letu
- Dopředná rapidita $2,1 < |\eta| < 5,0$ pokrytá detektory Beam-Beam Counters zajišťující mezery v rapiditě
- 8 křemíkových páskových detektorů v Roman Pot nádobách k měření dopředných protonů s aktivní plochou přibližně $8\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ a s prostorovým rozlišením $\approx 30\text{ }\mu\text{m}$

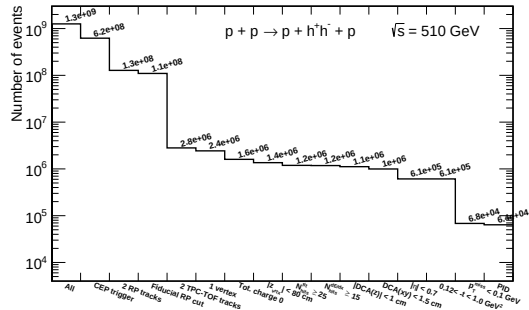
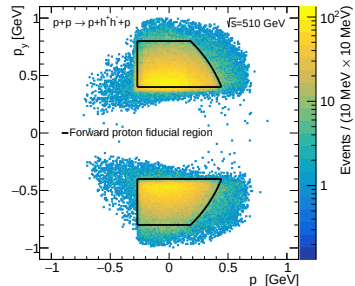


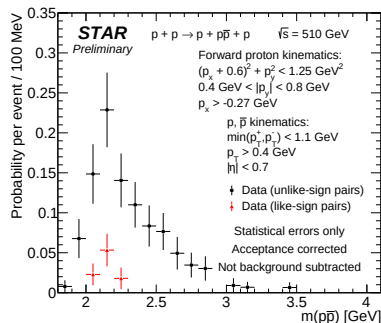
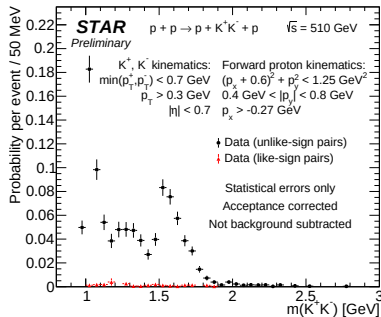
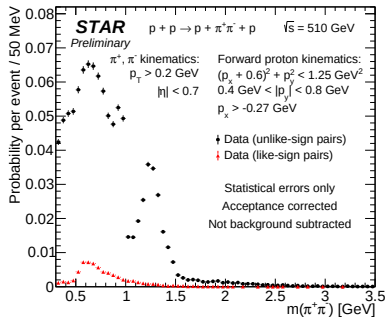
Data:

- Nová data z proton-protonových srážek při $\sqrt{s} = 510$ GeV
- 622M událostí s CEP triggerem byly analyzovány

Výběr událostí: (pro h^+h^-)

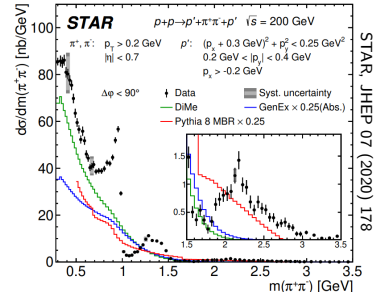
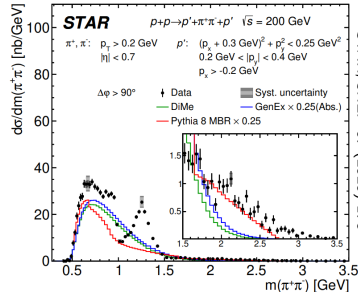
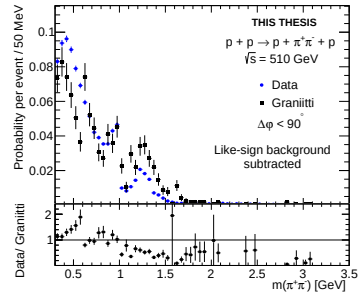
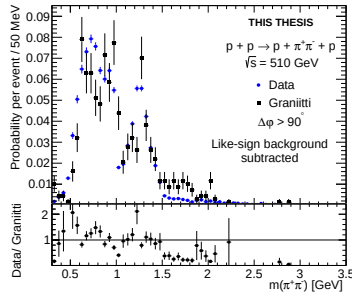
- Přesně dvě dráhy v Roman Pot v p_x, p_y fiducial oblasti a se všemi osmi křemíkovými deskami použity při jejich rekonstrukci
- Přesně dvě primární TPC dráhy spárovány s dvěma TOF signály, pocházející ze stejného vrcholu
- Celkový náboj těchto drah roven 0 (hledám h^+h^-)
- $|z\text{-pozice vrcholu}| < 80$ cm
- Podmínky na kvalitu TPC dráhy a $|\eta| < 0,7$
- Podmínka exkluzivity: $p_T^{\text{miss}} < 100$ MeV
- Částice identifikovány pomocí dE/dx a doby letu
- Po aplikaci výše zmíněných podmínek: 62077 $\pi^+\pi^-$, 1697 K^+K^- and 125 $p\bar{p}$ (758 $\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$)



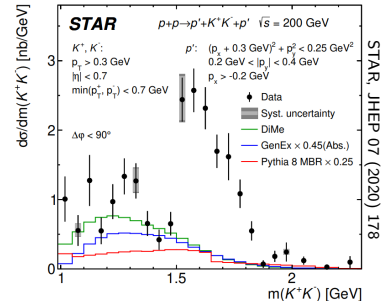
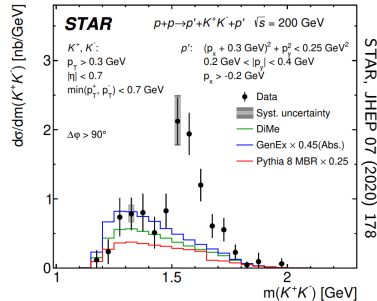
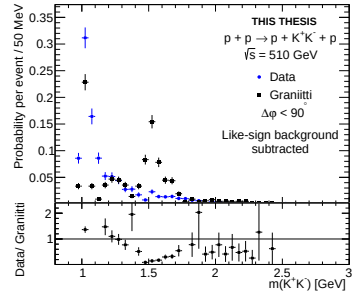
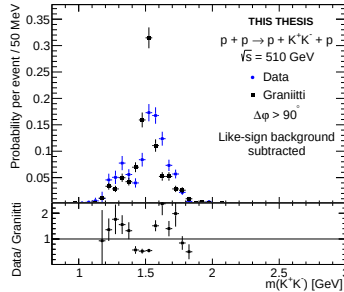


- Výsledky byly schváleny kolaborací STAR a prezentovaný na 40. International Conference on High Energy Physics
- Očekávané rysy v $\pi^+\pi^-$ jsou pozorovány: pokles okolo 1 GeV a vrchol v 1270 MeV
- Porovnání s novým MC event generátorem Graniitti (další slidy)
- Graniitti počítá inv. hmotnost za předpokladu kontinuálních a rezonančních příspěvků ($f_0(980)$, $\phi(1020)$, $f_2(1270)$, $f_0(1500)$, $f_2(1525)$, $f_0(1710)$)

- Distribuce rozděleny do dvou $\Delta\varphi$ regionů, rozdíl azimutálních úhlů dopředných protonů
- Potlačení $f_2(1270)$ v $\Delta\varphi < 90^\circ$
- Obohacení při nízké inv. hmotnosti v $\Delta\varphi < 90^\circ$
- Graniitti dobře popisuje data



- Vrcholy okolo 1,3 a 1,5 GeV v $\Delta\varphi > 90^\circ$ ($f_2(1270)$, $f_2(1525)$)
- Graniitti popisuje data
- Vrchol okolo 1 GeV v $\Delta\varphi < 90^\circ$ (možná $\phi(1020)$)
- Blízko K^+K^- prahové hmotnosti, další studie jsou nezbytné
- Graniitti předpovídá vrchol okolo 1,5 GeV, který nepozorujeme



Shrnutí:

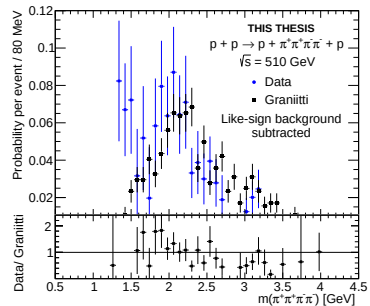
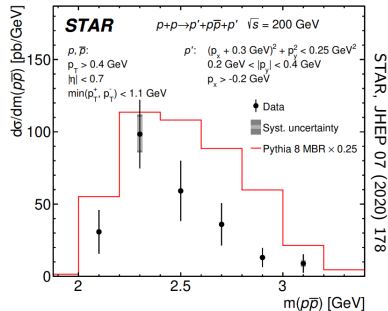
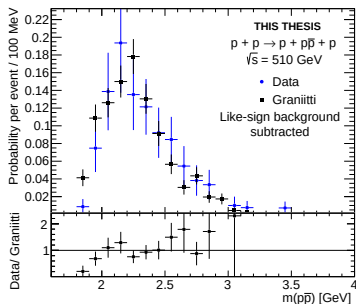
- Zanalyzoval jsem nová data z pp srážek při $\sqrt{s} = 510$ GeV naměřené experimentem STAR
- Výsledky byly schváleny kolaborací STAR a prezentovány na ICHEP
- Invariantní hmotnostní spektra $\pi^+\pi^-$, K^+K^- a $p\bar{p}$ párů potvrzují rysy z předchozích měření
- Zajímavé rysy jsou pozorovány jako vrchol okolo 1 GeV v K^+K^-
- Nový MC event generátor, Graniitti, byl vyladěn na pp při $\sqrt{s} = 510$ GeV a porovnán s daty

Výhled:

- Nová reprodukce dat s vylepšenou kalibrací prostorového náboje v TPC
- Studie efektivit dopředných detektorů Roman Pot
- Určení efektivit pomocí embeddingu, který zahrnuje pile-up efekty

Děkuji za pozornost!

Backup



- Distribuce inv. hmotnosti $p\bar{p}$ párů neukazuje žádné rezonance
- Konsistentní s výsledky z $\sqrt{s} = 200$ GeV
- Rozdíl mezi Graniitti a daty u nízkých hmotností v $\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$
- Data mají velké statistické chyby, další studie musí být udělány