

# Studium vlastností půvabných a krásných kvarků pomocí nefotonických elektronů

Jan Vaněk

Obhajoba výzkumného úkolu  
24. 06. 2016

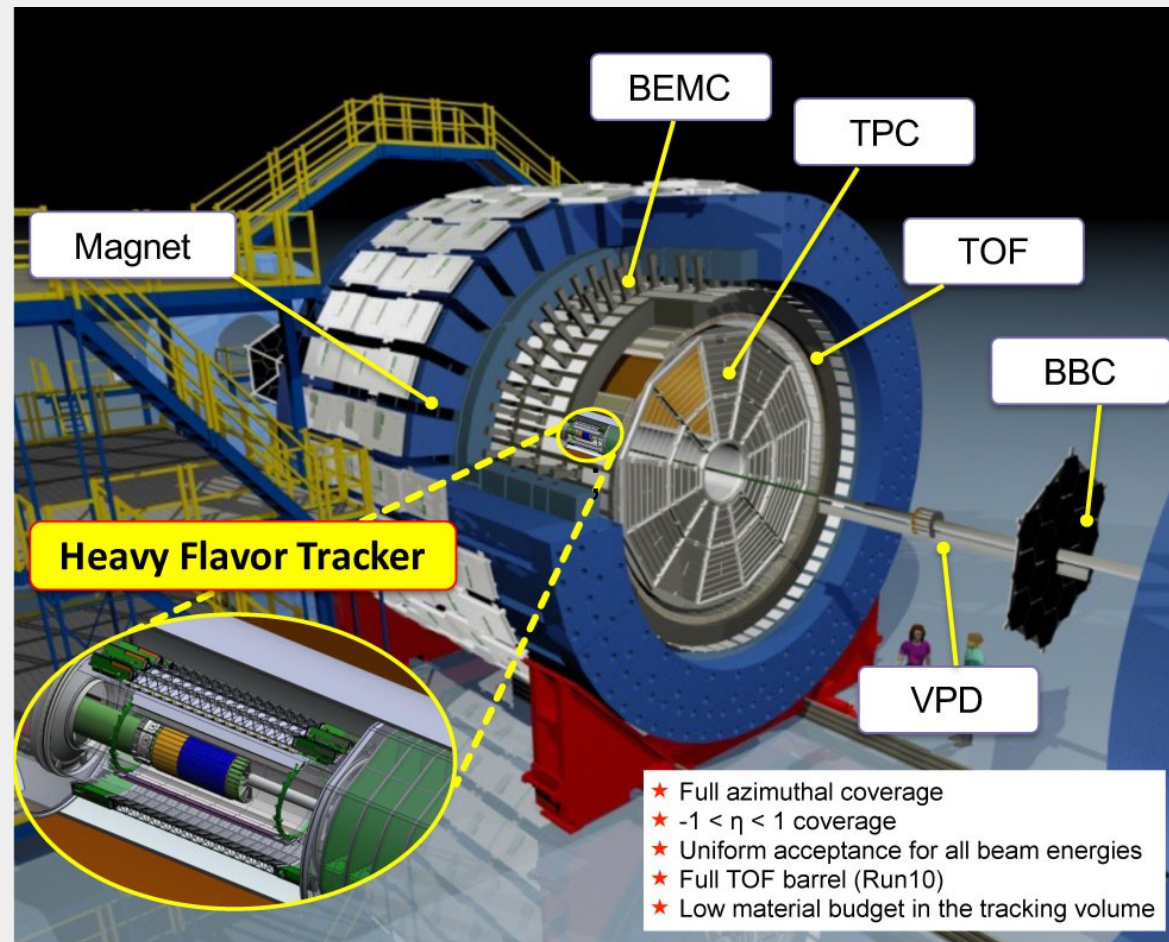
FJFI ČVUT

# Obsah

- STAR experiment
- Motivace pro měření nefotonických elektronů (NPE)
- Vlastnosti  $D$  a  $B$  mezonů
- Analýza NPE
  - S použitím DCA (Distance of Closest Approach to the primary vertex)
- NPE na experimentu STAR
- První předběžné výsledky
  - Rekonstrukce pozadí z fotonických elektronů

# Experiment STAR

- Heavy Flavor Tracker (HFT)
  - Rekonstrukce primárního a sekundárního vertexu
- Time Projection Chamber (TPC)
  - Identifikace částic (PID),  $p_T$
- Time of Flight (TOF)
  - PID pro  $p_T < 2 \text{ GeV}/c$
- Barrel Electro-Magnetic Calorimeter (BEMC)
  - PID pro  $p_T > 2 \text{ GeV}/c$
  - $p/E_{dep}$



O. Kunsu, Measurements of Charm and Bottom Productions in Semi-Leptonic Channels at STAR, poster, Quark Matter 2015

# Motivace pro měření NPE

- Studium těžkých kvarků
  - Dobrá sonda do kvark-gluonového plasmatu (QGP)
- Semi-leptonické rozpady  $D$  a  $B$  mezonů
  - Výhoda: detekce elektronů celkem snadná, rekonstrukce pouze jednoho rozpad. produktu
  - Nevýhoda: ztráta informace o kinematice)mateřské částice, značné pozadí od fotonických elektronů
    - Pozadí = Dalitzovské rozpady  $\pi^0$  a  $\eta$  mezonů, gama konvrze v materiálu detektoru, rozpady  $J/\psi$
- Současné cíle měření NPE
  - Přímé rozlišení  $c$  a  $b$  kvarků ( $D$  a  $B$  mezonů)
  - Jednodušší odstranění pozadí

# Vlastnosti $D$ a $B$ mezonů

Mezon	$M$ [GeV/ $c^2$ ]	$c\tau$ [ $\mu\text{m}$ ]
$D^0$ ( $c\bar{u}$ )	1,865	123
$D^+$ ( $c\bar{d}$ )	1,868	312
$B^0$ ( $d\bar{b}$ )	5,279	459
$B^+$ ( $u\bar{b}$ )	5,279	491

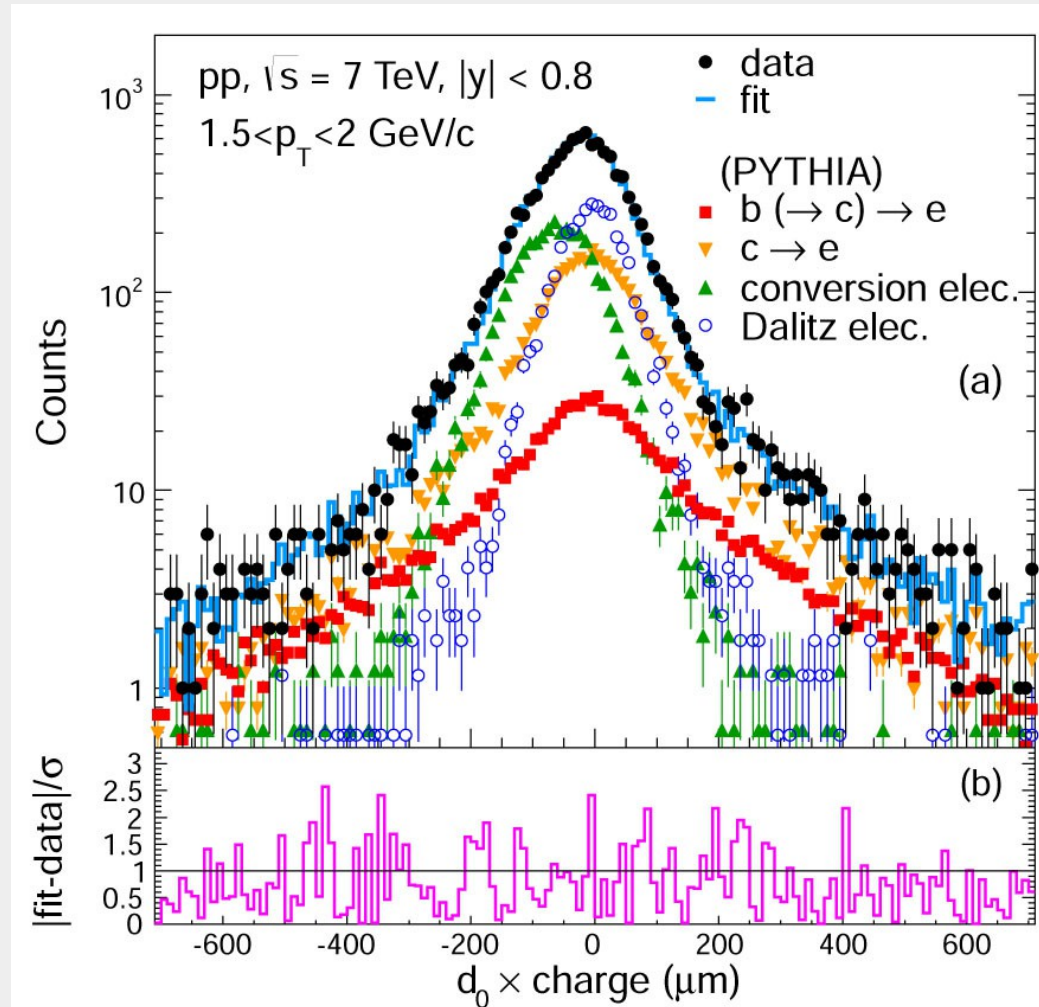
K. A. Olive, et al., Review of Particle Physics, Chin. Phys. C, 38, 090001 (2014).

- Řada rozpadových kanálů
- Zde důležitý semi-leptonický kanál
  - Např.  $B^+ \rightarrow X_c e^+ \nu_e$
  - $X$  = hadron
  - Celkem asi 10% ze všech rozpadů



# Analýza NPE pomocí DCA

- Všechny elektrony
- ALICE, p+p,  $\sqrt{s} = 7$  TeV
- Spektrum  $d_0$ 
  - Černé - data; barevné - MC
  - Suma MC - fit dat pomocí  $\chi^2$ 
    - Volný parametr normalizace
  - Porovnání fitu a dat
- Distribuce  $d_0$  závisí na  $p_T$ 
  - Cut na  $d_0$  také závisí na  $p_T$
- Malá kontaminace hadrony
  - Hadrony pocházejí z primárního vertexu
  - ALICE - snížení kontaminace z 20% na 3% pro velká  $p_T$

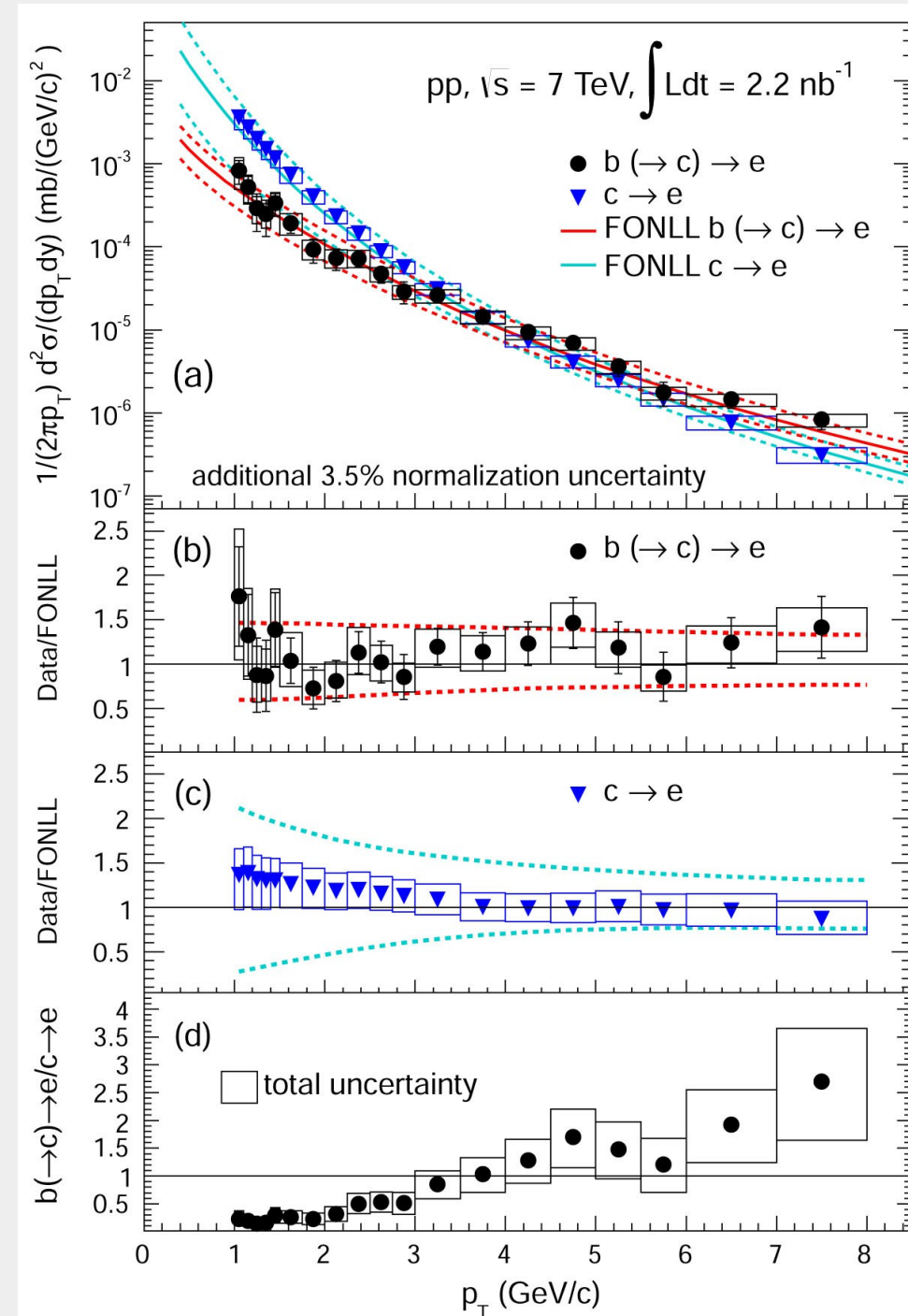


ALICE collaboration, Measurement of electrons from beauty hadron decays in pp collision at  $\sqrt{s} = 7$  TeV, CERN-PH-EP-2012-229, 2012

# Účinný průřez NPE z rozpadu $D$ a $B$

- ALICE, p+p,  $\sqrt{s} = 7$  TeV
- (a) Porovnání úč. průřezů z rozpadu  $D$  a  $B$  mezonů
  - FONLL model pro  $c$  a  $b$
- (b), (c) Data/FONLL
  - Shoda v rámci chyb měření
- (d) Poměr úč. průřezů  $B/D$

ALICE collaboration, Measurement of electrons from beauty hadron decays in pp collision at  $\sqrt{s} = 7$  TeV, CERN-PH-EP-2012-229, 2012



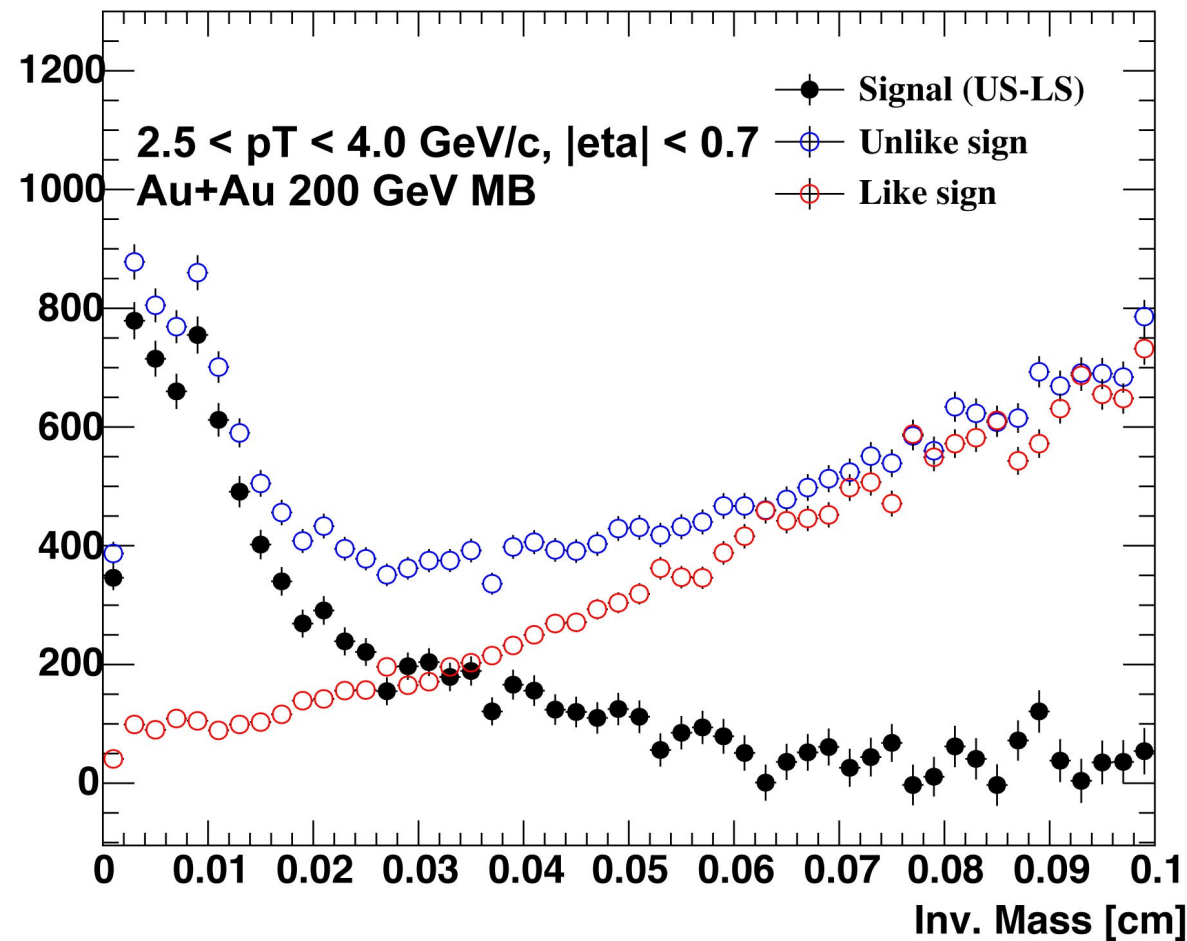


# NPE na experimentu STAR

- Do roku 2014 bez DCA
  - Silicon Vertex Tracker (SVT) neměl dostatečné rozlišení
- HFT - nahradil SVT
  - Od roku 2014
  - Rozlišení DCA  $\sim 30 \mu\text{m}$ ,  $p_T > 1,5 \text{ GeV}/c$
  - O něco lepší než IST na experimentu ALICE
  - Umožňuje použít DCA
- Menší chyba měření
- Přímě rozlišení  $D$  a  $B$  mezonů

# Rekonstrukce fotonického pozadí

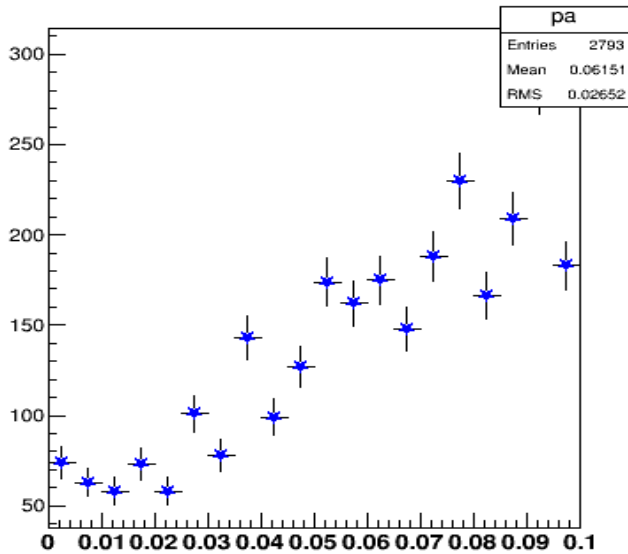
- Spektrum invariantní hmoty elektron. párů
- Poster Kunsu OH, QM 2015
- Modré - unlike-sign
- Červené - like-sign
- Černé - signal
  - U-S mínus L-S



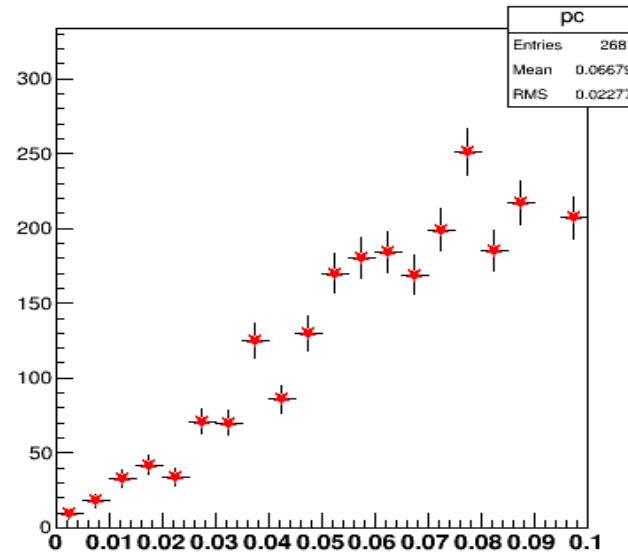
O. Kunsu, Measurements of Charm and Bottom Productions in Semi-Leptonic Channels at STAR, poster, Quark Matter 2015

# Rekonstrukce fotonického pozadí

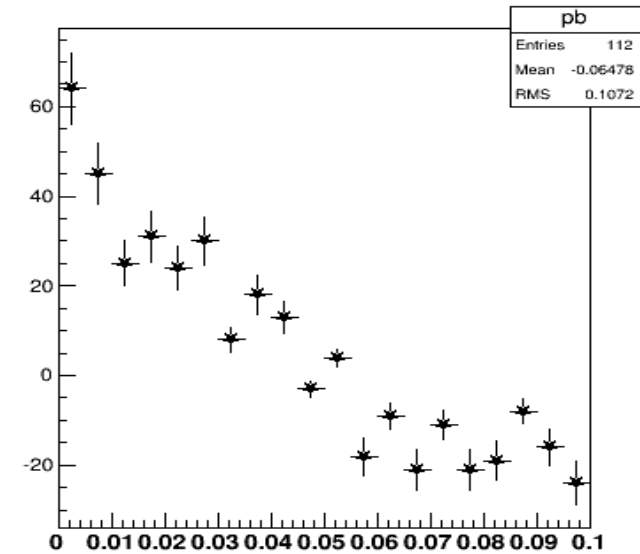
h2dPhEMassVsPt



h2dPhELMassVsPt



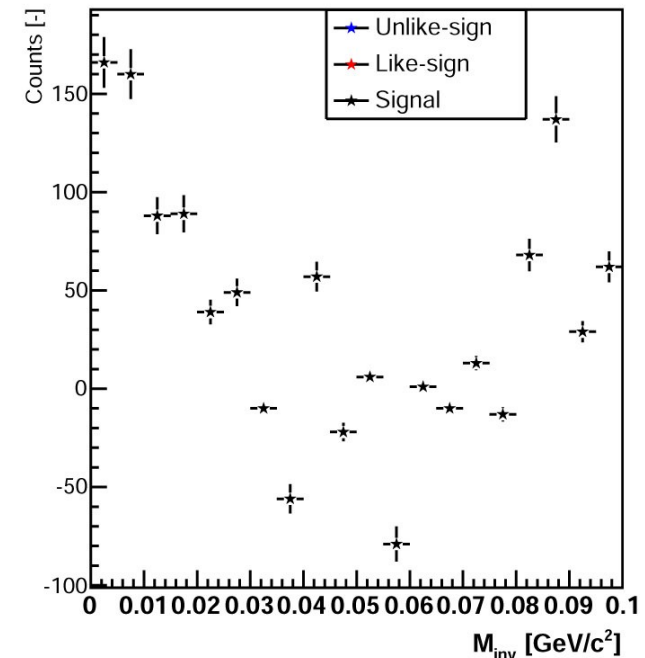
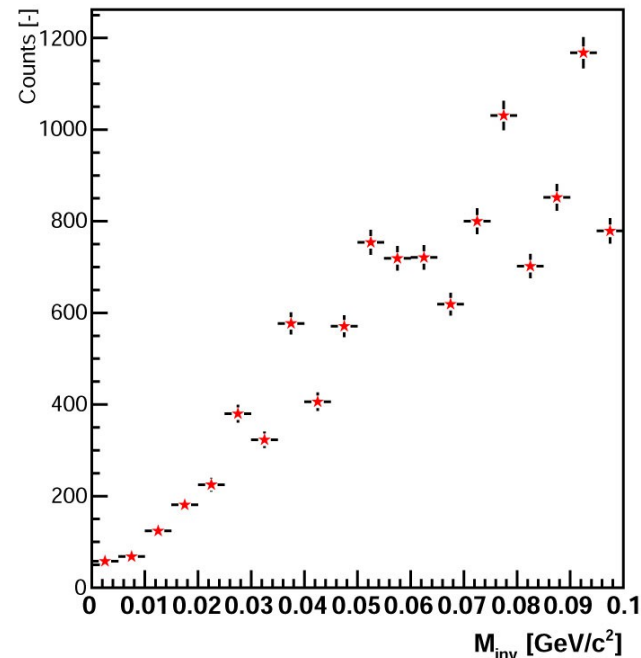
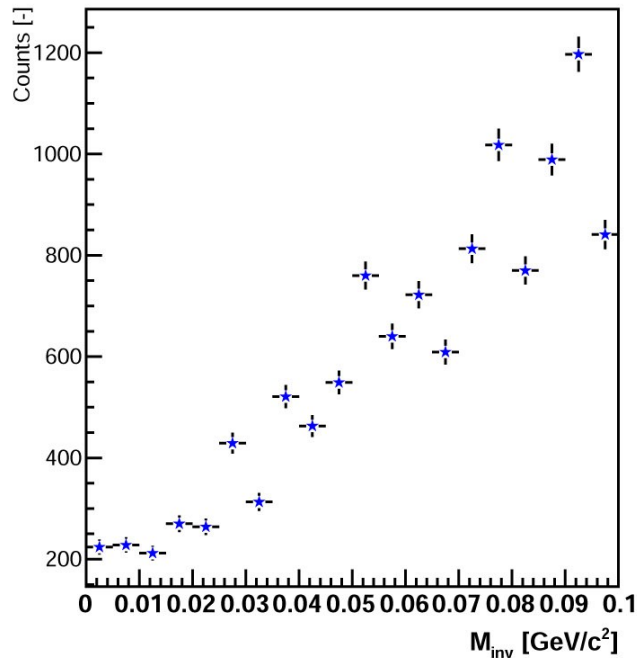
h2dPhEMassVsPt



- Spektrum invariantní hmoty elektron. párů
- Elektron
  - $p_T = 0.3-5 \text{ GeV}/c$ ;  $|\eta| < 1$ ;  $-1 < n\sigma < 3$
  - DCA < 1.5 cm
  - HFT (po 1 zásahu ve vnitřní/vnější vrstvě PXL a v IST)
  - BEMC, BSMD
    - $0.1 < p/E < 2.0$ ;
  - TOF
    - $|1/\beta - 1| > 0.025$
- Partner
  - $p_T = 0.3-5 \text{ GeV}/c$ ;  $|\eta| < 1$ ;  $-1 < n\sigma < 3$
  - Jen TPC

- (vlevo) unlike-sign
- (uprostřed) like-sign
- (vpravo) signál
- Asi 1M eventů (150 PicoDst)

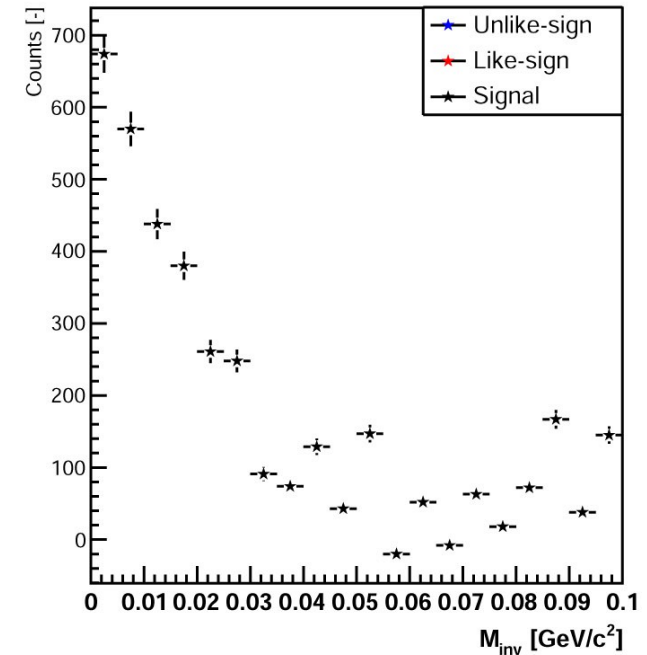
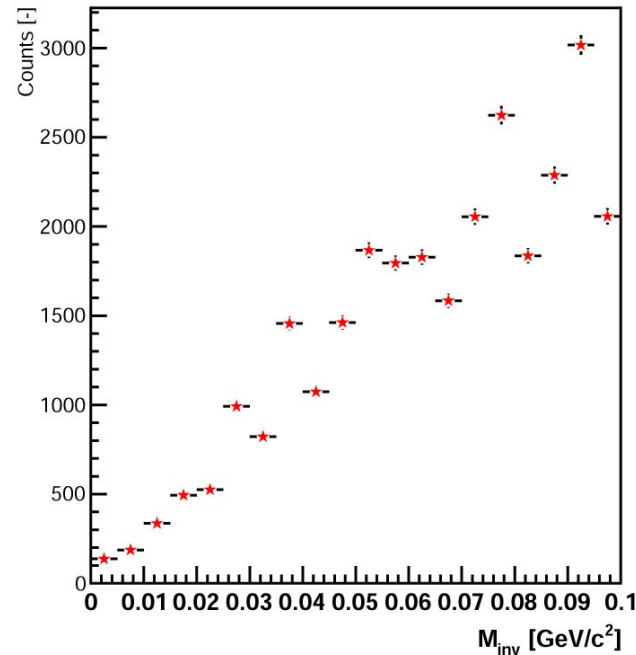
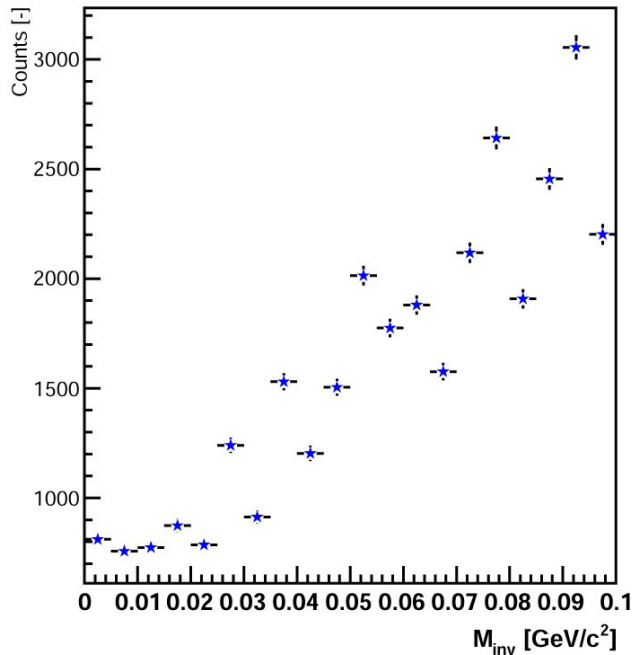
# Rekonstrukce fotonického pozadí



- Electron
  - $|\eta| < 0.7$ ;  $0 < n\sigma < 3$
  - Jinak stejné cuty
- Partner
  - $|\eta| < 0.7$ ;  $0 < n\sigma < 3$

- (vlevo) unlike-sign
- (uprostřed) like-sign
- (vpravo) signal
- Asi 33M eventů (5000 PicoDst)

# Rekonstrukce fotonického pozadí



- Electron
  - $|\eta| < 0.7$ ;  $0 < n\sigma < 3$
  - Bez HFT
  - Jinak stejné cuty
- Partner
  - $|\eta| < 0.7$ ;  $0 < n\sigma < 3$

- (vlevo) unlike-sign
- (uprostřed) like-sign
- (vpravo) signal
- Asi 33M eventů (5000 PicoDst)

# Závěr

- Semi-leptonické rozpady  $D$  a  $B$  mezonů  $\rightarrow$  NPE
  - $c$  a  $b$  kvarky - sonda QGP
- Analýza NPE pomocí DCA
  - Malá hadronová a PHE kontaminace
  - Použito nepř. experimentem ALICE
- Moje analýza
  - Nutná optimalizace cutů a/nebo kódu
  - Postoupit k analýze NPE pomocí DCA
  - Upravit kód pro novou produkci dat
    - Malá efektivita HFT v použitém data-setu
    - Reprodukce od dubna 2016