

Studium produkce c-kvarků v jetech

Jitka Mrázková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT

Zimní škola, 2020

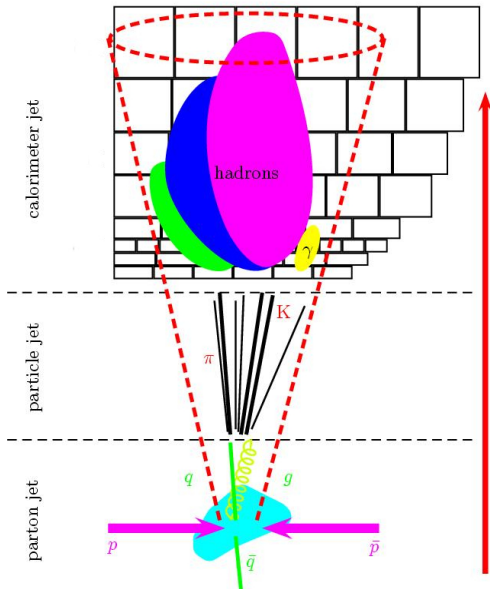
- 1 Úvod
- 2 Jetové algoritmy
- 3 Studium produkce c-kvarků v jetech

- kolimované spršky energetických hadronů, které vznikly fragmentací partonů
- využití:
 - testování QCD
 - měření hmotností částic (top kvark, Higgs...)
 - tomografie jaderné hmoty (jet quenching)



Jety

[www.quantumdiaries.org]



Jety na partonové, částicové a detektorové úrovni, [www-d0.fnal.gov]

- jet definován pomocí **jetových algoritmů**
 - **selekční proces** (výběr a klasifikace částic do jetů)
 - **rekombinační schéma** (způsob přiřazení kinematických veličin)
-

Ideální jetové algoritmy by měly splňovat následující podmínky:

- IRC bezpečnost
 - necitlivost na dodání měkkých částic
 - necitlivost vůči kolineárnímu vyzařování částic
- rovnocennost na partonové, částicové i detektorové úrovni
- maximálně nezávislý na vlastnostech detektoru
- efektivita a krátký výpočetní čas ...

(1) Kuželové algoritmy

- například: *Midpoint*, *SISCone*
- interpretace jetu jako kužele, *seed* částice

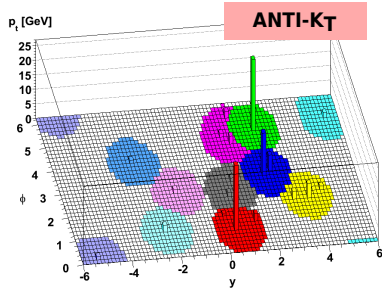
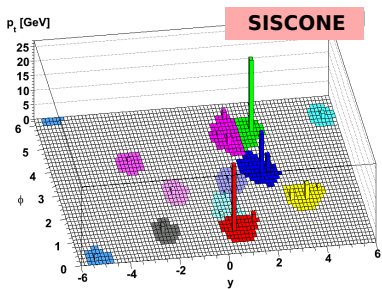
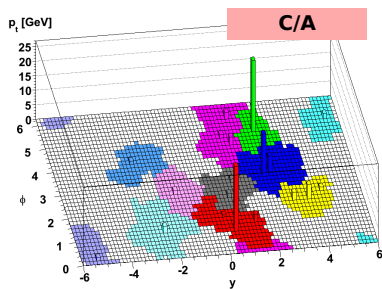
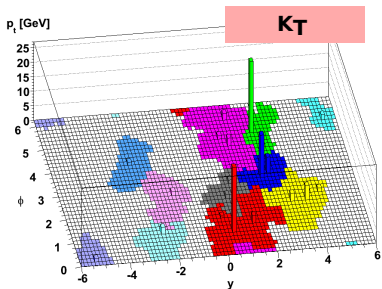
(2) Sekvenčně rekombinační algoritmy

- například: *k_t*, *Cambridge/Aachen* a *anti-k_t algoritmus*
- vychází z měření vzdáleností mezi částicemi

$$d_{ij} = \min(p_{Ti}^{2k}, p_{Tj}^{2k}) \frac{\Delta_{ij}^2}{R^2}, \quad (1a)$$

$$d_{iB} = p_{Ti}^{2k}, \quad (1b)$$

kde $\Delta_{ij}^2 = (y_i - y_j)^2 + (\phi_i - \phi_j)^2$, p_{Ti} , y_i a ϕ_i jsou příčná hybnost, rapidita a azimutální úhel částice i . R je rozlišovací parametr a k určuje typ algoritmu.



Chování jetových algoritmů na simulaci (Herwig) $\sim 10^4$ měkkých částic. JHEP 0804:063, 2008

Studium produkce c-kvarků v jetech

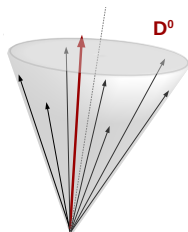
- způsob vzniku c-kvarků (pQCD)

- přímá produkce

$$gg \rightarrow c\bar{c} \quad q\bar{q} \rightarrow c\bar{c}$$

- procesy vyšších řádů (gluon splitting)

$$g \rightarrow c\bar{c}$$



- D^0 – taggování

- část hybnosti jetu, kterou nese D^0 mezon ve směru jeho osy

$$z_{||} = \frac{\vec{p}_{\text{jet}} \cdot \vec{p}_D}{\vec{p}_{\text{jet}} \cdot \vec{p}_{\text{jet}}}, \quad (2)$$

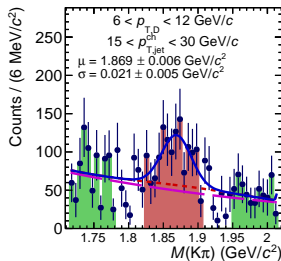
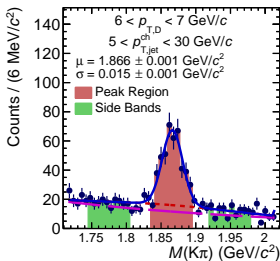
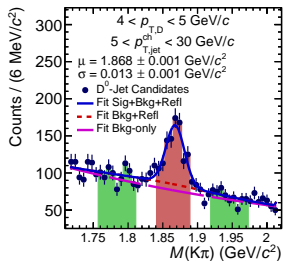
kde \vec{p}_D je hybnost D mezonu.

Produkce c-jetů v pp srážkách na ALICE

- Měření produkce c-jetů taggovaných D^0 mezonem v pp srážkách při $\sqrt{s} = 7$ TeV (ALICE), [JHEP 1908 (2019) 133]
- **Volba D^0 mezonu**
 - $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ s větvicím poměrem $(3.89 \pm 0.04)\%$
 - $3 < p_{T,D} < 30$ GeV/c
- **Rekonstrukce jetu a D^0 – taggování**
 - track-based jety
 - anti- k_t algoritmus, $R = 0.4$
 - vybrané jety: $5 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 30$ GeV/c a $|\eta_{\text{jet}}| < 0.5$

Produkce c-jetů v pp srážkách na ALICE

• Čistý výtěžek D^0 – taggovaných jetů



Invariantní hmotnostní spektrum jetů taggovaných D^0 mezonem pro $5 < p_{T,jet}^{ch} < 30$ GeV/c (vlevo a uprostřed) a $15 < p_{T,jet}^{ch} < 30$ GeV/c (vpravo). JHEP 1908 (2019) 133

- p_T – diferenciální účinný průřez c-jetů taggovaných D^0 mezonem:

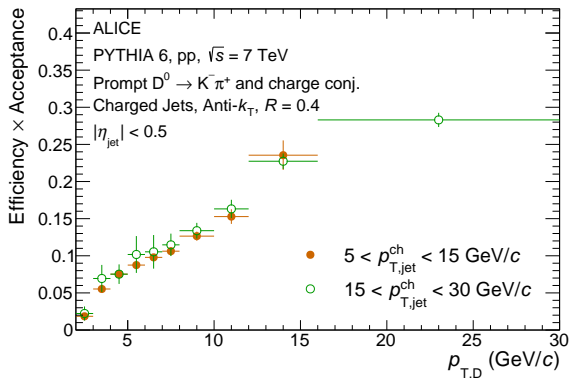
$$\frac{d^2\sigma}{dp_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} d\eta_{\text{jet}}}(p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}}) = \frac{1}{\mathcal{L}_{\text{int}}} \frac{1}{\text{BR}} \frac{N(p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}})}{\Delta\eta_{\text{jet}} \Delta p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}}}, \quad (3)$$

kde $N(p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}})$ je změřený výtěžek na každý bin $p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}}$ s korekcemi. $\Delta p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}}$ je šířka binů; $\Delta\eta_{\text{jet}} = 1$ je akceptance.

- 1) rekonstrukční efektivita
- 2) odečtení podílu b-jetů (feed-down)
- 3) dekonvoluce
- 4) systematické chyby

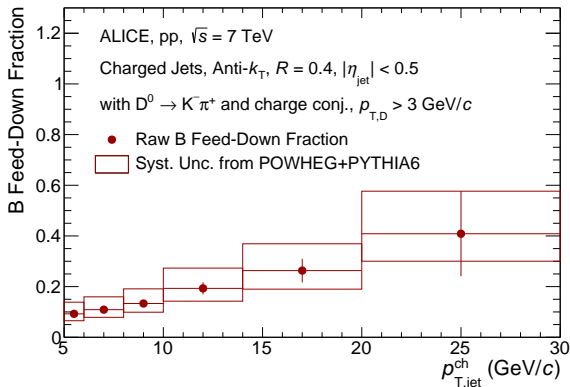
Korekce experimentálních dat

1) rekonstrukční efektivita



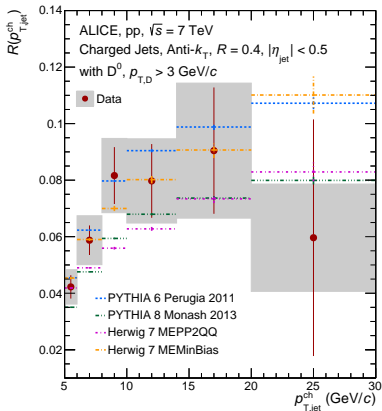
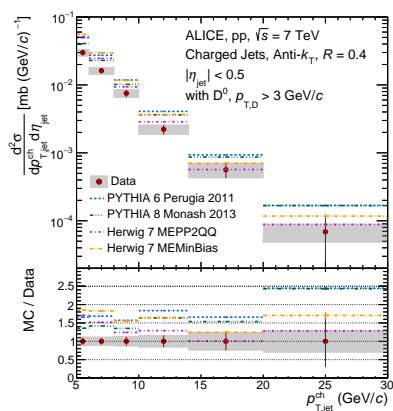
Akceptance \times efektivita rekonstrukce D^0 – taggovaných jetů přímo vzniklých D^0 mezonů pro $5 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 15$ GeV/c a pro $15 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 30$ GeV/c. JHEP 1908 (2019) 133

2) odečtení podílu b-jetů (feed-down)



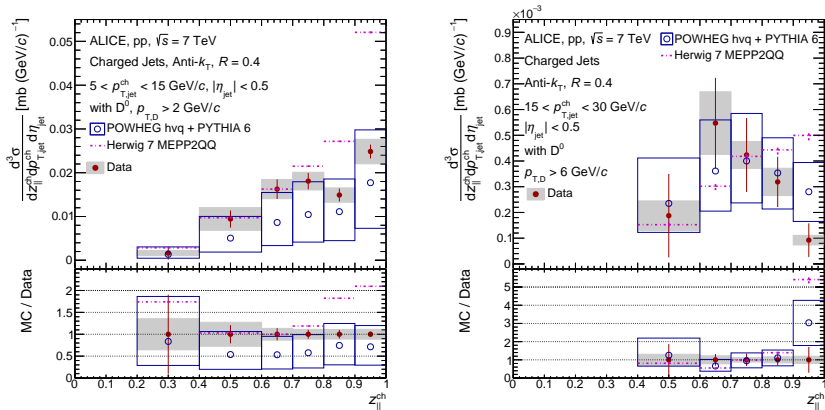
Podíl b-hadronových jetů (nepřímě vzniklé D^0 mezony) JHEP 1908 (2019) 133

Korigovaná spektra D^0 mezonů v jetech (p_T)



p_T – diferenciální účinný průřez D^0 – taggovaných jetů (vlevo) v poměru s inkluzivním jetovým účinným průřezem (vpravo) v pp srážkách při $\sqrt{s} = 7$ TeV, srovnání s MC generátory. JHEP 1908 (2019) 133

Korigovaná spektra D^0 mezonů v jetech ($z_{||}^{\text{ch}}$)








$z_{||}^{\text{ch}}$ - diferenciální účinný průřez D^0 -taggovaných jetů pro intervaly $5 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 15$ GeV/c (vlevo) a $15 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 30$ GeV/c (vpravo) v pp srážkách při $\sqrt{s} = 7$ TeV, srovnání s MC generátory. JHEP 1908 (2019) 133

- výsledky experimentu (ALICE)
 - c-jety taggované D^0 mezonem v pp srážkách při $\sqrt{s} = 7$ TeV
 - v rozsahu $5 < p_{T,\text{jet}}^{\text{ch}} < 30$ GeV/c
 - analogicky provedena analýza v závislosti na $z_{\parallel}^{\text{ch}}$
 - srovnání se simulacemi (PYTHIA, Herwig, POWHEG)
 - souhlasí s pQCD

- *cíl mojí práce:*
 - *rekonstruovat D-tagované jety pomocí anti- k_t algoritmu*
 - *získat jejich nekorigovaná spektra*
 - *experiment STAR (pp nebo Au+Au srážky, $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV)*

Seznam použité literatury

-  Acharya, S. et al. "Measurement of the Production of Charm Jets Tagged with D^0 Mesons in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV." Journal of High Energy Physics 2019.8 (2019): n. pag. Crossref. Web.
-  Cacciari, Matteo, Gavin P Salam, and Gregory Soyez. "The Anti-Ktjet Clustering Algorithm." Journal of High Energy Physics 2008.04 (2008): 063–063. Crossref. Web.
-  Sourav SarkarHelmut SatzBikash Sinha: "The Physics of the Quark-Gluon Plasma (Introductory lectures)" (2010)
-  Obr.: Sketch of the evolution from the hard-scatter parton to a jet in the calorimeter, upraveno [online, 20.12.2019]
https://www-d0.fnal.gov/phys_id/jes/public/plots_v7.1/
-  Obr.: Jety, upraveno [online, 20.12.2019]
<https://www.quantumdiaries.org/wp-content/uploads/2011/04/clustering.png>

Děkuji za pozornost