

# Sudium multijetových interakcí na DØ

## Hmotnost top kvarku v “all jets” rozpadech

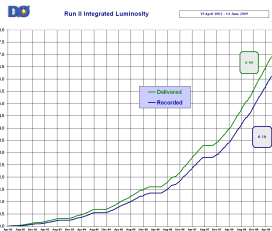
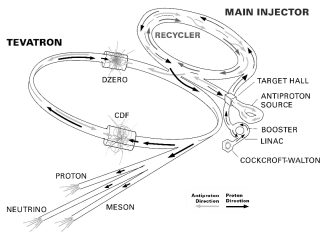
Petr Vokáč  
vokac@fnal.gov

České vysoké učení technické, FJFI

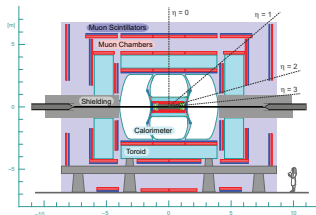
10. září 2009



## Tevatron

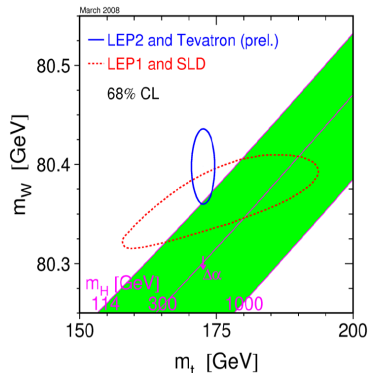


- $p\bar{p}$  urychlovač ve FNAL
  - experimenty – CDF, DØ
  - $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$
  - urychlovač, detektor, trigger, ...
- Run II
  - od roku 2002
  - luminosita  $6.1 \text{ fb}^{-1}$



# Top kvark

- objeven na Tevatronu 1995 (CDF + DØ)
- jedinný urychlovač pro produkci top kvark (do spuštění LHC)
- nejtěžší známá elementární částice ( $173.1 \pm 0.6 \pm 1.1 \text{ GeV}$ )
- produkce
  - top pair – silné interakce
  - single top – slabé interakce (DØ 2009)
- limity na hmotu Higgsova bosonu



# Produkce a rozpady top kvarku

- produkce (párů top kvarku)
  - $p\bar{p} \rightarrow t\bar{t}$ ,  $\sigma \approx 7\text{pb}$
  - 85%  $q\bar{q}$ , 15% gluonová fúze
- rozpady
  - $t\bar{t} \rightarrow Wb$  ( $\approx 100\%$ )
  - $W \rightarrow qq$  ( $\approx 67\%$ )
  - $W \rightarrow l\nu$  ( $\approx 11\%$ )
- koncové stavy
  - lepton+jet ( $\approx 38\%$ )
  - dilepton ( $\approx 6\%$ )
  - all jets ( $\approx 56\%$ )

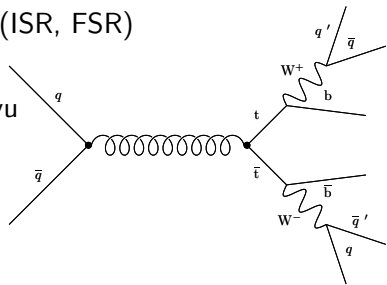
## Top Pair Decay Channels

$c\bar{s}$	electron+jets			muon+jets		tau+jets		all-hadronic
$u\bar{d}$	electron+jets			muon+jets		tau+jets		
$\tau^-$	$e\tau$	$\mu\tau$	$\tau\tau$	tau+jets				
$\mu^-$	$e\mu$	$\mu\mu$	$\tau\mu$	muon+jets				
$e^-$	$e\bar{e}$	$e\mu$	$e\tau$	electron+jets				
$W$ decay	$e^+$	$\mu^+$	$\tau^+$	$u\bar{d}$	$c\bar{s}$			



# “All jet” (multijet) koncový stav

- 6 a více jetů v koncovém stavu (ISR, FSR)
- + vysoký podíl v produkci  $t\bar{t}$
- + žádné neutrino v koncovém stavu
  - bez významné missing  $p_T$
- + kompletní rekonstrukce
  - velké pozadí (1 : 16)
  - velký počet kombinací
    - $b$  – tagging (70% loose, 48% tight)
    - 90/30/6 pro 0/1/2 tagovaných  $b$  kvarků
  - JES
  - MC (pozadí)



# Data a MC

- data
  - Run IIa ( $\sim 1fb^{-1}$ ) + Run IIb léto 2009 ( $\sim 4fb^{-1}$ )
  - 3JET skim (CSG)
    - 20, 15, 15GeV
    - 6 a více jetů  $\approx 20\%$
  - základní výběr  $\approx 1\%$ 
    - 6 a více jetů
    - bez missing  $p_T$
    - trigger (3JET, 4JET)
    - $|PVZ| < 40cm$ , jet  $|\eta| < 2.5$
- MC
  - ALPGEN+PYTHIA
  - 160, 165, 170, 175, 180GeV



# Statistika - diskriminační analýza

- $k \geq 2$  souborů prvků  $A_i$ , charakt. náh. vektorem  $\mathbf{X}$
- rozklad dle kritéria minimalizující střední hodnotu ztráty  $L$
- $L_i = z_{i1} \int_{A_i} p_i(\mathbf{X}) d\mathbf{X} + \dots + z_{ik} \int_{A_i} p_i(\mathbf{X}) d\mathbf{X}$   
 $L = \sum_{i=1}^k \pi_i L_i$ 
  - $\mathbf{X}$  má rozd. char. hustotou  $p_i(\mathbf{x})$
  - $z_{ij}$  – ztráta při zařazení prvku  $i$  do souboru  $j$   
( $z_{ij} = 1, \quad i \neq j, \quad z_{ii} = 0$ )
  - $\pi_i$  pravd. prvek patří do  $A_i$
- ...
- $\pi_t p_t(\mathbf{x}) > \pi_j p_j(\mathbf{x}), \quad j = 1, \dots, k, j \neq k$
- předpoklad  $\mathbf{X} \sim N(\mu, \sigma^2 \mathbf{V}) \Rightarrow \ln$ 
  - $p_j(\mathbf{x}) = (2\pi)^{-n/2} |\mathbf{V}_j|^{-1/2} \exp(-1/2(\mathbf{x} - \mu_j)' \mathbf{V}_j^{-1} (\mathbf{x} - \mu_j))$



# Matrix element metoda I

Hustota pravděpodobnosti danou  $m_{top}$  a případ s parametry  $x$

$$L_{evt}(x, m_{top}, f_{top}) = f_{top} \cdot P_{sgn}(x, m_{top}) + (1 - f_{top}) \cdot P_{bkg}(x)$$

- $f_{top}$  – zlomek signálu s daným  $x$
- $P_{sgn}(x, m_{top})$  – pravděpodobnost signálu ( $d^n\sigma_{sgn}$ )

## Signál

$$P_{sgn}(x, m_{top}) = \frac{1}{\sigma_{t\bar{t}}(m_t)} \cdot \sum_{perm} w_i \cdot \int dy dq_1 dq_2 d^n\sigma_{t\bar{t}}(y, m_{top}) f(q_1) f(q_2) W(x, y)$$

- $\sigma_{t\bar{t}}(m_t)$  – totální účinný průřez (normování)
- $q_i$  – parton,  $f(q_i)$  – PDF
- $W(x, y)$  – detector transfer function
- pravděpodobnost pro pozadí se určí obdobně





# Matrix element metoda II

Diferenciální účinný průřez pro interakci partonů  $q_1, q_2$

$$d^n \sigma_{hs} = \frac{(2\pi)^4 |\mathcal{M}|^2}{4\sqrt{(q_1 \cdot q_2)^2 - m_1^2 m_2^2}} \cdot d\Phi_n$$

- $\mathcal{M}$  – matrix element pro daný proces

Výpočet likelihood funkce pro všechny události  $x_1, \dots, x_n$

$$-\ln L_{evt}(x_1, \dots, x_n, m_{top}) = -\sum_{i=1}^n \ln L_{evt}(x_i, m_{top})$$

- minimalizace



## “All jet” – kinematické rovnice

$$\sum_{jet} p_x \approx 0$$

$$\sum_{jet} p_y \approx 0$$

$$M_{w_1}(jet_1, jet_2) \approx M_w \quad (1)$$

$$M_{w_2}(jet_3, jet_4) \approx M_w$$

$$M_{t_1}(M_{w_1}, jet_5) \approx M_t$$

$$M_{t_2}(M_{w_2}, jet_6) \approx M_t$$

