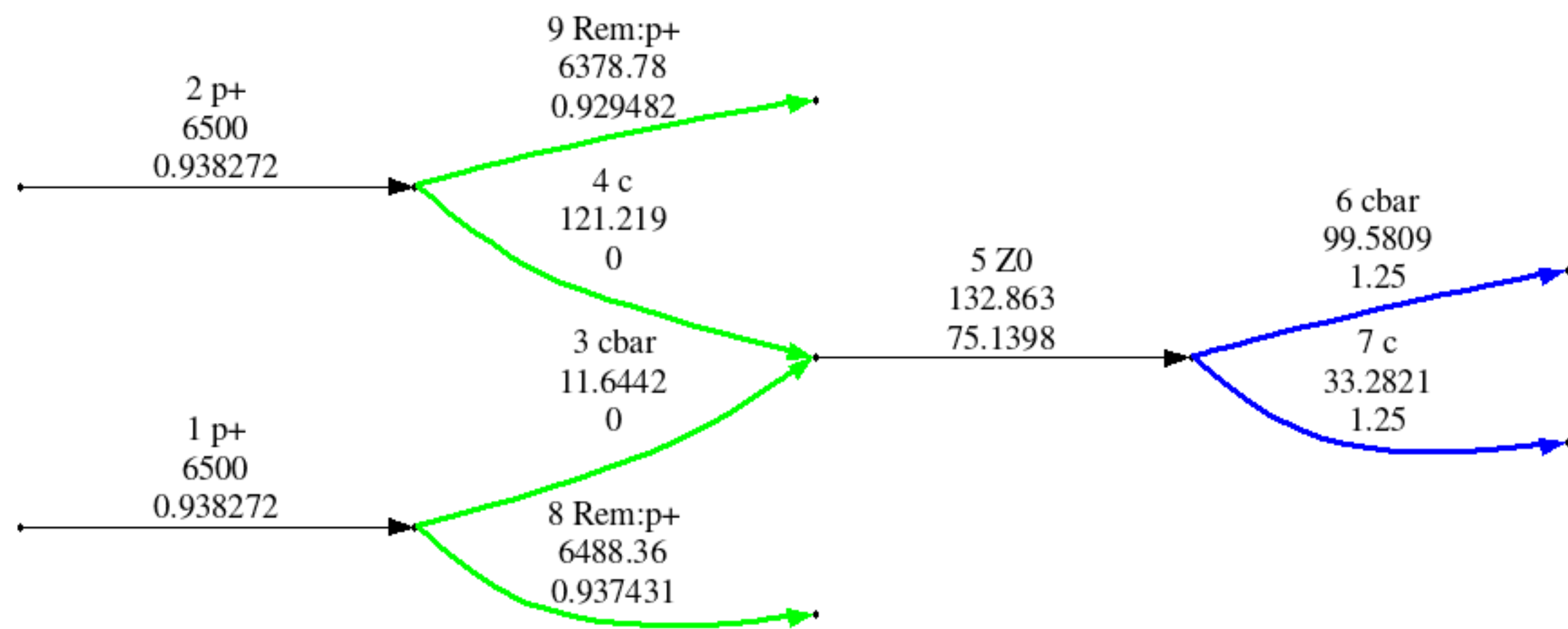


Produkce Z bosonu v simulovaných p+p srážkách

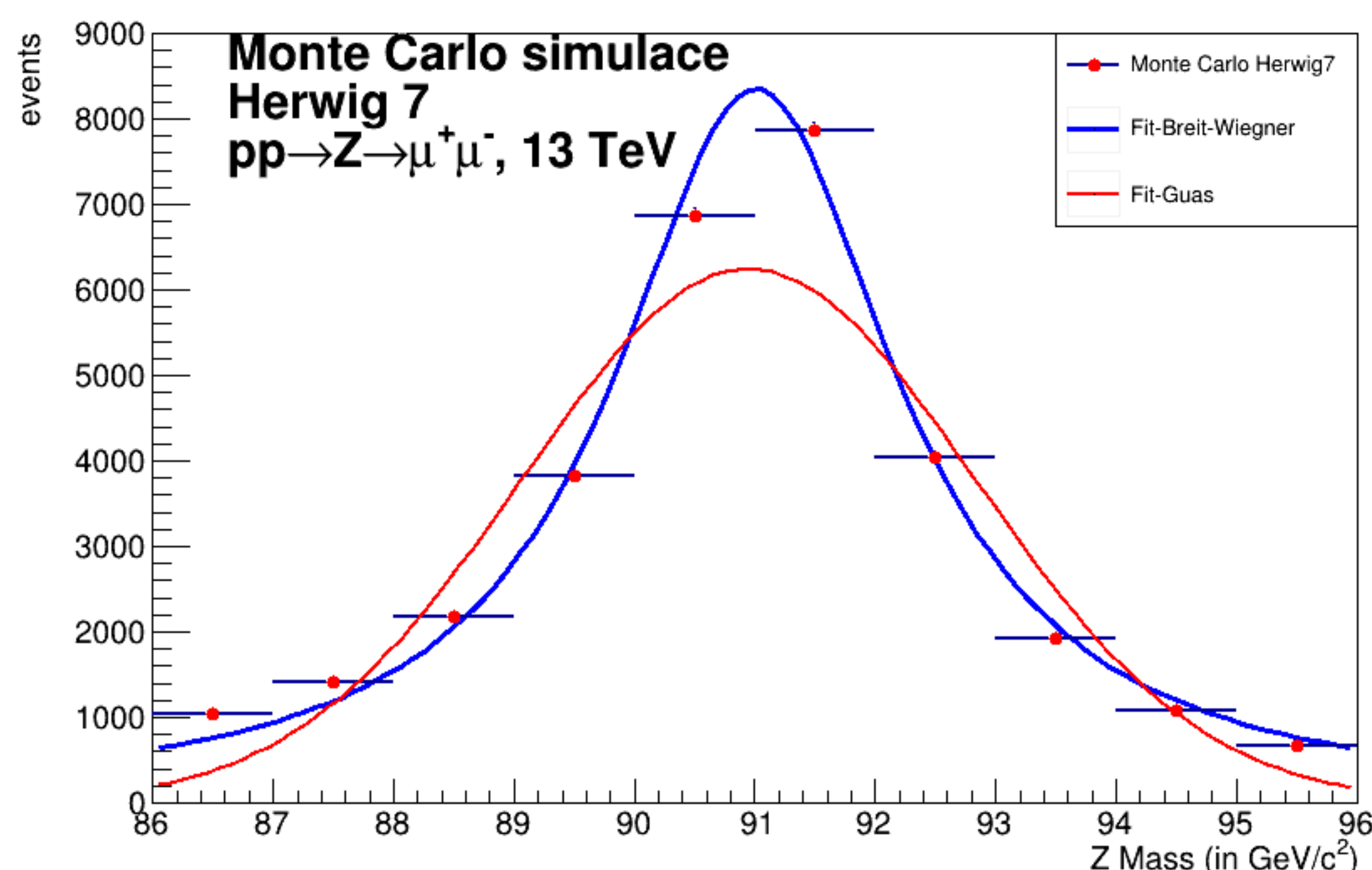
Kateřina Hermannová, Nikola Hlom, Petr Sluka

G J. Bořka, Český Těšín, G Pelhřimov, G Plzeň, Mikulášské nám. 23

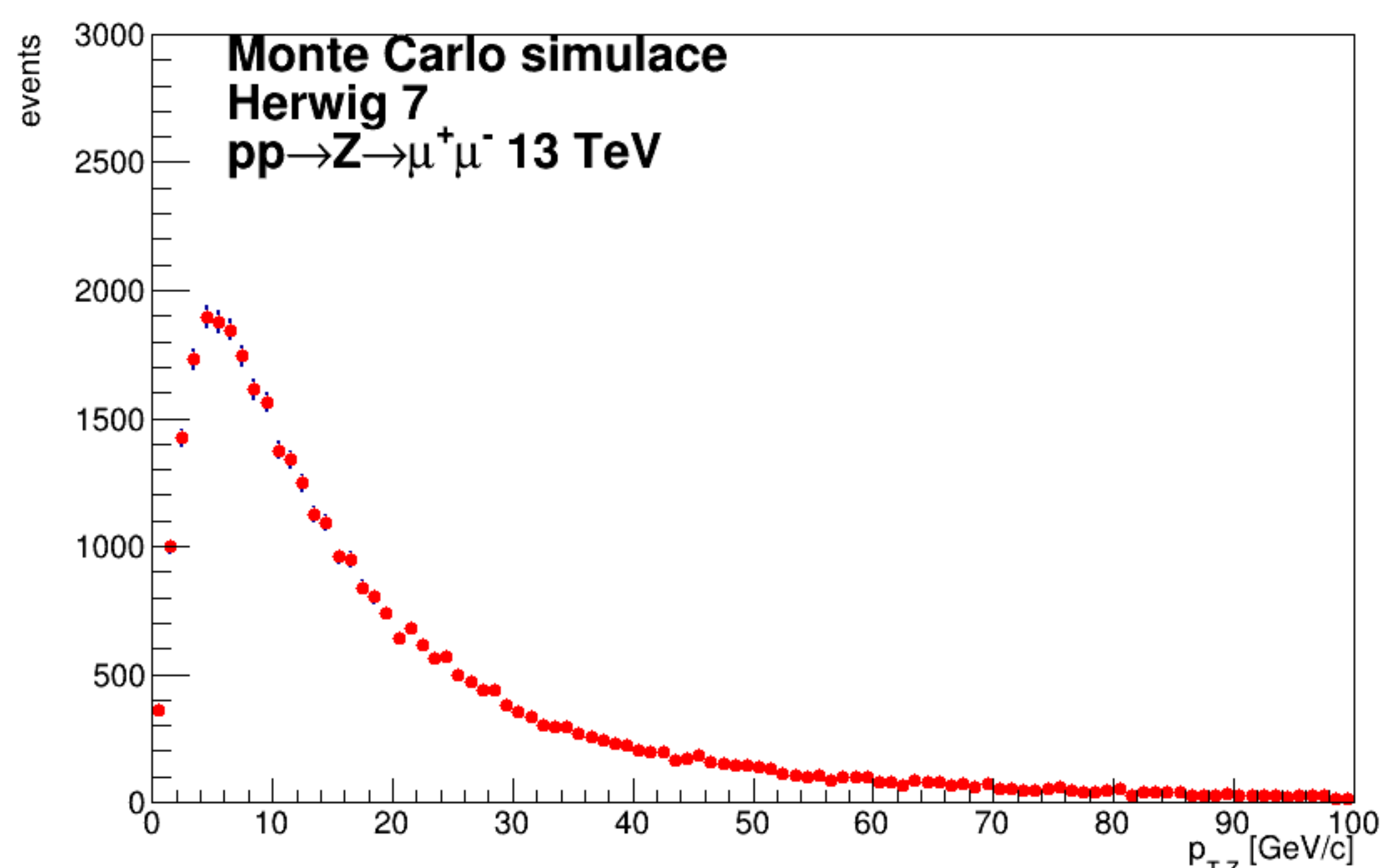
Grafy



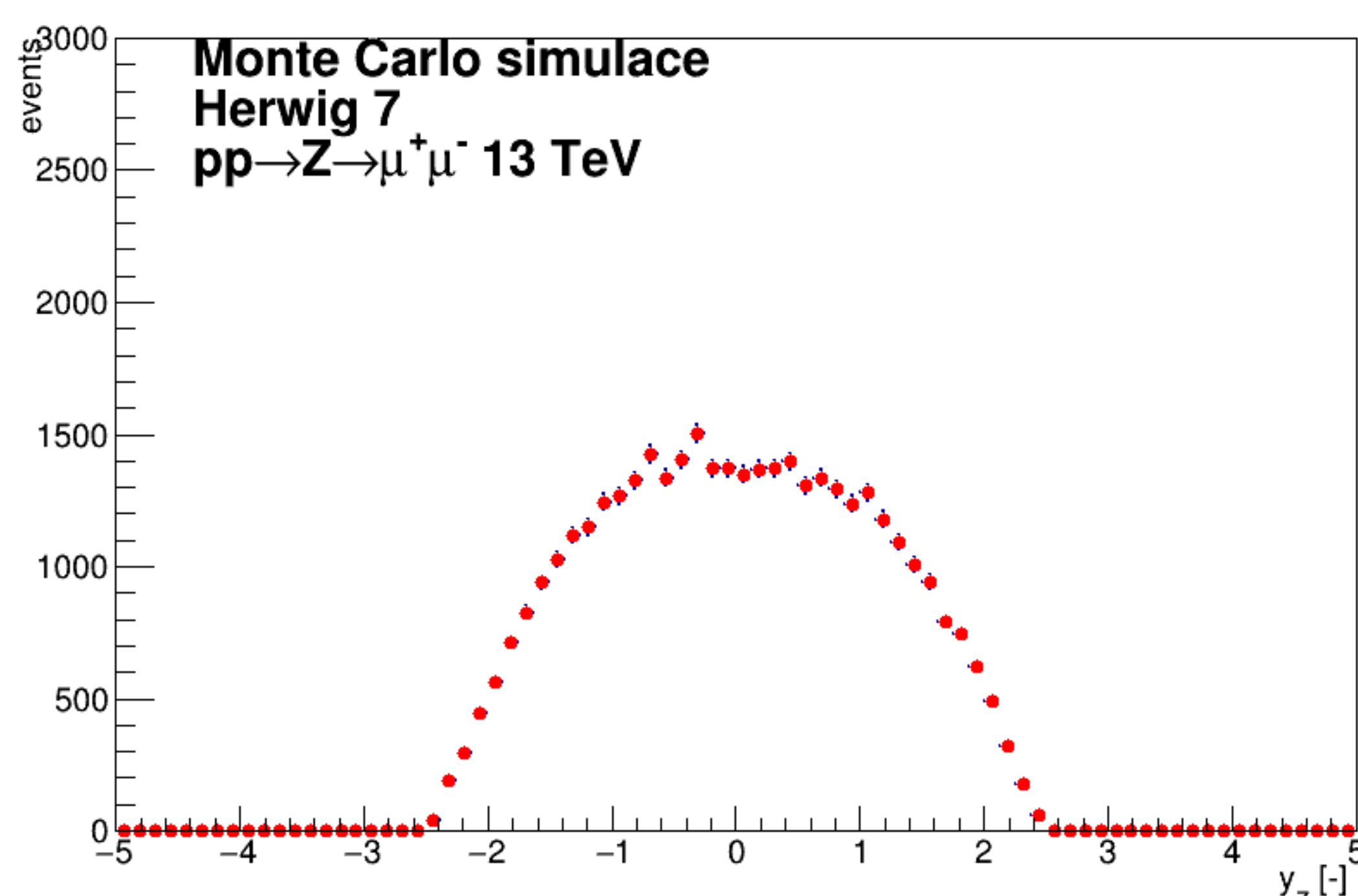
Obrázek 1. Vizualizace srážky dvou protonů pomocí programu Herwig7, kde se anihilací dvou mořských charm kvarků tvoří námi pozorovaný Z boson, jenž zaniká rozpadem na další pár c kvarku a antikvarku. Následné procesy pro hadronizaci a tzv. underlying event jsme pro účel tohoto obrázku deaktivovali.



Obrázek 2. Spektrum hmotností Z bosonu proložené Gaussovou a Breight-Wiegnerovou křivkou.



Obrázek 3. Spektrum příčné hybnosti $p_{T,Z}$ získané generátorem MC a programem Herwig7.



Obrázek 4. Spektrum rapidity y_z generované metodou MC a programem Herwig7.

Simulace Z bosonu s Herwig7

Pomocí Monte Carlo (MC) generátoru Herwig 7[1] jsme zkoumali srážky protonů s cílem blíže studovat vlastnosti Z bosonu v $\mu^+ \mu^-$ kanále [2]. Z naměřených čtyřhybností dvou vedoucích mionů v koncovém stavu, $P_1 = (E_1, \vec{p}_1)$ a $P_2 = (E_2, \vec{p}_2)$, jsme zrekonstruovali čtyřhybnost původního Z bosonu jako $P_Z = (E_1 + E_2, \vec{p}_1 + \vec{p}_2)$.

Hmotnost Z bosonu

Hmotnost Z bosonu m_Z jsme určili z následujícího relativistického vztahu mezi energií a hybností

$$E_Z^2 = m_Z^2 c^4 + \vec{p}_Z^2 c^2. \quad (1)$$

Hmotnostní spektrum Z bosonu zobrazujeme na Obr. 2, které jsme proložili Gaussovou a Breight-Wiegnerovou křivkou

$$\text{Gauss}(x; A, \mu, \sigma) = A \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

$$\text{Breight-Wiegner}(x; A, \Gamma, x_0) = A \frac{\frac{\Gamma}{2}}{\left(\frac{\Gamma}{2}\right)^2 + (x - x_0)^2}, \quad (3)$$

přičemž hmotnost Z bosonu jsme vyčetli z parametrů μ , resp. x_0 jako

$$m_Z^{\text{Gauss}} = (90.94 \pm 0.01) \text{ GeV}, \quad (4)$$

$$m_Z^{\text{BW}} = (91.00 \pm 0.01) \text{ GeV}. \quad (5)$$

Pro porovnání uvádíme tabulkovou hodnotu hmotnosti Z bosonu z Particle Data Group booklet [3]

$$m_Z^{\text{PDG}} = (91.1876 \pm 0.0021) \text{ GeV}.$$

Příčná hybnost

Příčná hybnost je Lorentzovsky invariantní veličina popsaná vztahem

$$p_T = \sqrt{p_x^2 + p_y^2}. \quad (6)$$

Na Obr. 3 lze vidět, že spektrum příčné hybnosti exponenciálně klesá.

Rapidita

Rapidita y je Lorentzovsky invariantní kinematická veličina, definovaná vztahem (7) pomocí energie E a podélné složky hybnosti p_z naší částice. Při hodnotách rapidity blížících se nule částice letí do centrální části detektoru a v případě, že se její rapidita blíží k nekonečnu, směřuje ve směru osy srážky (k z-ose)

$$y = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{E + p_z c}{E - p_z c} \right). \quad (7)$$

Dle Obr. 4 Z boson detekujeme v centrální části detektoru[4].

1. ZAPLATÍLEK, O. Týden Vědy - generování Z bosonu. [B.r.]. Dostupné také z: <https://gitlab.cern.ch/ozaplatti/TydenVedy/>.
2. HERWIG7, kolektiv autorů. matrix element for q qbar to Standard Model fermions via Z and photon exchange. [B.r.]. Dostupné také z: <https://herwig.hepforge.org/doxygen/MEqq2gZ2ffInterfaces.html>.
3. GROUP, P. D. et al. Review of Particle Physics. *Progress of Theoretical and Experimental Physics*. 2020, roč. 2020, č. 8, s. 083C01. ISSN 2050-3911. Dostupné z DOI: 10.1093/ptep/ptaa104.
4. KALAY, A. F. UQ Beamerposter Template. *Overleaf Poster Templates*. 2021.