

Abstrakt

Top kvark predstavuje dôležitú elementárnu časticu Štandardného Modelu kvôli jeho výnimočným vlastnostiam. Vďaka jeho veľkej hmotnosti a zároveň krátkej strednej dobe života sa rozpadá ešte pred vytvorením viazaného stavu, čo z neho robí ideálnu časticu na skúmanie vlastností pseudo-voľného kvarku, a ponúka možnosť na precízne testovanie vnútornej konzistentnosti Štandardného Modelu. Táto práca je zameraná na štúdium asociovanej produkcie top-antitop-kvarkového páru a Z bozónu ($t\bar{t}Z$). Hoci je tento proces považovaný za ojedinelý z hľadiska Štandardného Modelu, veľká ťažisková energia a luminozita dosiahnutá na urýchľovači LHC umožňuje jeho presnú analýzu.

Prvá časť tejto práce je venovaná vôbec prvému meraniu diferenciálneho účinného prierezu $t\bar{t}Z$ procesu uskutočnenému na dátach z detektoru ATLAS. Na meranie je použitý plný dataset Runu 2 urýchľovača LHC, ktorý zodpovedá integrovanej luminozite 139 fb^{-1} . Dáta zodpovedajú pp zrážkam pri ťažiskovej energii 13 TeV. Na meranie diferenciálneho účinného prierezu sú použité rozpadové kanále $t\bar{t}Z$ procesu, ktoré obsahujú vo finálnom stave buď tri alebo štyri nabité leptóny. Meranie je uskutočnené použitím tzv. metódy IBU založenej na Bayesovej formule, pričom účinné preirezy sú zmerané ako funkcie deviatich premenných. Výsledné rozdelenia diferenciálneho účinného prierezu sú v zhode s predpoveďami Štandardného Modelu.

Druhá časť tejto dizertačnej práce je zameraná na meranie inkluzívneho účinného prierezu s použitím rovnakých dát ako pre diferenciálne meranie, avšak v rozpadovom kanále v ktorom sú vo finálnom stave len dva leptóny z rozpadu Z bozónu. Inkluzívny účinný prierez je zmeraný fitovaním profilovej vierohodnosti, pričom výsledok je prezentovaný vo forme sily signálu, ktorá je definovaná ako pomer medzi zmeranou hodnotou účinného prierezu a zodpovedajúcou predpoveďou Štandardného Modelu. Nasledovná sila signálu bola zatiaľ zmeraná len s použitím nasimulovaných Monte Carlo dát a predstavuje očakávanú hodnotu zodpovedajúcu teoretickej predpovedi:

$$\mu_{t\bar{t}Z}^{2\ell} = 1.000_{-0.116}^{+0.124} = 1.000_{-0.089}^{+0.100}(\text{syst.}) \pm 0.074(\text{stat.}). \quad (1)$$

Kľúčové slová: top kvark, Z bozón, $t\bar{t}Z$, inkluzívny účinný prierez, diferenciálny účinný prierez