

# Foninių procesų su netikrais leptonais įvertinimas Drell-Yan proceso diferencialinio reakcijos skerspjūvio matavime

## Fake lepton background estimation for the differential cross section measurement of the Drell-Yan process

Marijus Ambrozas, Andrius Juodagalvis

Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius  
[marijus.ambrozas@gmail.com](mailto:marijus.ambrozas@gmail.com)

CERN Didysis hadronų greitintuvas – didžiausias ir galingiausias dalelių greitintuvas pasaulyje, kuriame protonų susidūrimo energija siekia net 13 TeV. Tokių smarkių protonų susidūrimų metu sukuriama gausybė naujų dalelių, atskleidžiančių svarbios informacijos apie fundamentaliausius Visatos procesus. Standartinis modelis, dažnai vadinamas sėkmingiausia iki šiol sukurta teorija, negali numatyti protono ir kitų hadronų sandaros iš pirminių principų, todėl teoretikai ją aprašo pasinaudodami partonų pasiskirstymo funkcijomis, kurios nustatomos iš eksperimentinių duomenų.

Standartinio modelio teisingumui patikrinti bei partonų pasiskirstymo funkcijų tikslumui didinti dalelių fizikai atlieka gerai žinomų procesų didelio tikslumo matavimus. Vienas iš tokių procesų yra Drell-Yan (DY) procesas [1], kurio metu kvarkas ir antikvarkas iš susiduriančių protonų anihiliuoja ir sukuria priešingo krūvio leptonų (elektronų, miuonų, tauonų) porą. Šis procesas įdomus tuo, kad jame dalyvauja nevalentinis protono antikvarkas. Didžiojo hadronų greitintuvo eksperimentai matuoja vienmačius ir daugiamačius Drell-Yan proceso diferencialinius reakcijos skerspjūvius [2-6].

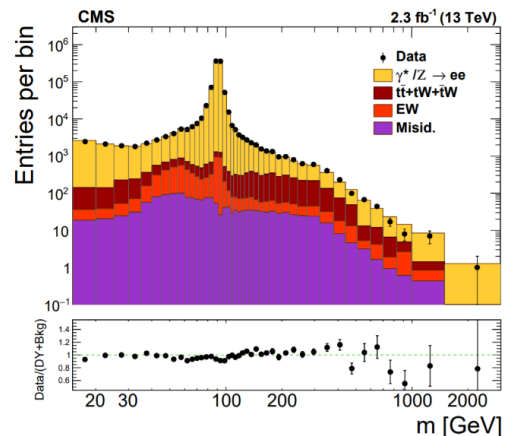
Lietuvos mokslininkai dalyvauja Drell-Yan proceso diferencialinio reakcijos skerspjūvio matavime naudojant 2016 metais CMS detektoriaus užregistruotus protonų susidūrimų duomenis. Teorinių rezultatų patikrinimui svarbu įvertinti foninių procesų indėlį į matuojamus pasiskirstymus. Foniniai procesai – tai tokie pašaliniai procesai, kurių signalai, palikti detektoriuje, praktiškai neatskiriami nuo tiriamojo proceso. Pagrindiniai Drell-Yan foniniai procesai yra tokie, kurių metu susidaro priešingo krūvio leptonų poros:  $WW$ ,  $ZZ$ ,  $WZ$ ,  $tW$ ,  $\bar{t}W$ ,  $t\bar{t}$ . Tiriant Drell-Yan proceso metu susidariusias elektronų bei miuonų poras, Drell-Yan proceso tauonų gamyba ( $DY \rightarrow \tau\tau$ ) taip pat laikoma foniniu procesu.

Protonų susidūrimo metu dažnai susidaro daug hadronų džetų. Džetas – tai kugio formos hadronų bei fotonų srautas, hadronizacijos proceso metu susidaręs iš išlaisvinto kvarko arba gliuono. Kai kuriuose džetuose atsiranda ir leptonų, todėl egzistuoja maža tikimybė, kad hadronų džetas bus klaidingai klasifikuotas leptonu. Tokių „netikrų“ leptonų turintys foniniai procesai ( $W$ +Jets – vienas netikras leptonas, QCD – du netikri leptonai) pasitaiko ir Drell-Yan proceso tyrime.

Paprasčiausiu atveju foninių procesų indėlį į matuojamus pasiskirstymus galima įvertinti

pasinaudojant *Monte Carlo* įvykių modeliavimu, tačiau atliekant didelio tikslumo matavimus stengiamasi rinkti matavimu grįstus metodus, kurie mažiau jautrūs modeliavimo netikslumams. Visi matavimu grįsti metodai paremti kontrolinės įvykių srities, kurioje dominuoja fonas, apibrėžimu bei matematine operacija, kuri fono įvertį perkelia iš kontrolinės srities į signalo sritį. Foniniai procesai su netikrais leptonais gali būti įvertinti klaidingo fizikinio objekto atpažinimo bei matricių metodais. Pastarieji yra paremti tikimybių vertinimu, kad tikras bei netikras leptonai praeis taikomą įvykių atranką. Šie metodai bus detalai aptarti pranešimo metu.

Darbas atliktas bendradarbiaujant su mokslininkais iš Belgijos, JAV ir Pietų Korėjos.



1 pav. Priešingo krūvio elektronų poros invariantinės masės pasiskirstymas. Juodi taškai vaizduoja CMS detektoriaus užregistruotą įvykių skaičių, o spalvoti stulpeliai – įvertintus skirtingų procesų indėlius į pilną pasiskirstymą. Geltona spalva vaizduoja Drell-Yan procesą, o kitos spalvos – foną. „EW“ žymi  $WW$ ,  $WZ$ ,  $ZZ$  ir  $DY \rightarrow \tau\tau$ , o „Misid.“ –  $W$ +Jets ir QCD procesus [6].

*Reikšminiai žodžiai: protonų susidūrimai, Drell-Yan procesas, reakcijos skerspjūvis, leptonai, hadronai, džetai.*

### Literatūra

- [1] S.D. Drell, T.M. Yan, Phys. Rev. Lett., **25**, p. 316-320 (1970).
- [2] CMS Collaboration, JHEP, **12**, 030 (2013).
- [3] ATLAS Collaboration. Phys. Lett. B, **725**, p. 223-242 (2013).
- [4] CMS Collaboration, Eur. Phys. J. C, **75**, 147 (2015).
- [5] ATLAS Collaboration, JHEP, **12**, 059 (2017).
- [6] CMS Collaboration, JHEP **12**, 061 (2019).