

**Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet**

Džordža Vašingtona b.b.
1000 Podgorica, Crna Gora

tel: +382 (0)20 245 204

fax: +382 (0)20 245 204

www.pmf.ac.me

Broj: 5164

Datum: 12.12.2019

UNIVERZITET CRNE GORE

-Senatu-

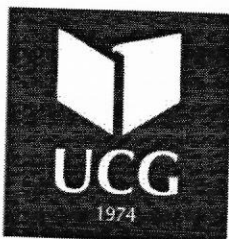
-Centru za doktorske studije-

U prilogu akta dostavljamo Predlog Odluke Vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta sa XL sjednice održane 09.12.2019. godine o usvajanju Izvještaja komisije za ocjenu polaznih istraživanja i podobnosti doktorske teze kandidata mr Jelene Mijušković, na dalje postupanje.

DEKAN

Prof. dr Predrag Miranović
Prof. dr Predrag Miranović





Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet

Džordža Vašingtona b.b.
1000 Podgorica, Crna Gora

tel: +382 (0)20 245 204

fax: +382 (0)20 245 204

www.pmf.ac.me

Broj: 5745

Datum: 11. 12. 2019

Na osnovu člana 64 stav 2 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, a u skladu sa članom 35 i 55 Pravila doktorskih studija, Vijeće Prirodno-matematičkog fakulteta na XL sjednici održanoj dana 09.12.2019. godine, donijelo je

ODLUKU

I

Usvaja se Izvještaj komisije za ocjenu polaznih istraživanja i podobnosti doktorske teze **“Od Z bozona do Higs bozona uz ograničenja na broj djetova nastalih pri produkciji bozona na LHC-u”** i kandidata mr Jelene Mijušković

II

Predlaže se Senatu Univerziteta Crne Gore da prihvati kao podobnu doktorsku tezu pod nazivom : **“Od Z bozona do Higs bozona uz ograničenja na broj djetova nastalih pri produkciji bozona na LHC-u “** kandidata Jelene Mijušković.

Obrazloženje

Vijeće Prirodno-matematičkog fakulteta na sjednici održanoj 09.12.2019. godine razmatralo je Izvještaj komisije za ocjenu polaznih istraživanja i podobnosti doktorske teze pod nazivom: **“Od Z bozona do Higs bozona uz ograničenja na broj djetova nastalih pri produkciji bozona na LHC-u”** kandidata Jelene Mijušković.

Shodno tome, Vijeće je odlučilo kao u dispozitivu ove odluke.

Dostavljeno:

-a/a

-Odboru za doktorske studije

-Senatu UCG

DEKAN

Predrag Miranović
Prof. dr Predrag Miranović



OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	Mr Jelena Mijušković
Fakultet	Prirodno - matematički fakultet
Studijski program	Fizika
Broj indeksa	1/18
Podaci o magistarskom radu	„Emisija $\mu^+\mu^-$ parova u pp interakcijama na energiji od 5 TeV na CMS eksperimentu“, Eksperimentalna fizika čestica, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Crne Gore, 8.10. 2018, A (10.0)
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Od Z bozona do Higs bozona uz ograničenja na broj džetova nastalih pri produkciji bozona na LHC-u
Na engleskom jeziku	From the Z boson to the Higgs boson, constraining the number of associated jets in the production of a boson at the LHC
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	22.10.2019.
Naučna oblast doktorske disertacije	Eksperimentalna fizika elementarnih čestica
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Crne Gore	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
Javna odbrana polaznih istraživanja doktoranda Mr Jelene Mijušković realizovana je na Univerzitetu Crne Gore u Sali 227, 29.11.2019. sa početkom u 10:15 pred komisijom u sastavu: 1. Prof. dr Slobodan Backović, predsjednik, 2. Prof. dr Ivana Pićurić, član, 3. Prof. dr Nataša Raičević, mentor. Odbrana (izlaganje polaznih istraživanja doktoranda, diskusija i pitanja) završena je u 11:20. Tokom odbrane doktorand je izložio motivaciju istraživanja i pregled dosadašnjih publikacija relevantnih za izradu doktorske disertacije iz čega su jasno slijedile cilj i hipoteze istraživanja. Kandidat je detaljno obrazložio plan svojih istraživanja, objasnio i definisao sve relevantne veličine koje se planiraju mjeriti i detaljno izložio metodologiju rada. Kandidata je izložio rezultate dosadašnjeg rada koji se ukratko mogu rezimirati. 1. Kako do sada u okviru CMS kolaboracije nijesu realizovana istraživanja koja uključuju mjerenja varijable N – džetnost (engl. N-jettness), detaljno su izučeni rezultati dobijeni Monte Karlo generatorima i upoređeni sa publikovanim teorijskim rezultatima. Raspodjele N - džetnosti su analizirane za događaje sa Drel – Jan parovima nastalih raspadom Z bozona kreiranog u proton-proton interakcijama, pri čemu su proučavani različiti stadijumi interakcije: partonski nivo, stadijum pri kome su uključene kaskade	

partona i stadijum sa česticama u finalnom stanju (uz to je dodatno razmatrana opcija višestrukih interakcija partona). Publikovane teorijske raspodjele su uspješno reprodukovane.

2. Analizirane su raspodjele N-džetnosti iz generisanih događaja sa produkcijom Z bozona u okviru čega su razmatrane različite mjere za implementaciju ove varijable, kao i uticaj ograničenja na impuls i pseudorapiditet čestice na samu raspodjelu ove varijable. Takođe su analizirane raspodjele ove varijable koje se računaju na osnovu kinematike svih čestica nastalih u interakciji i samo naelektrisanih čestica. Ovo je od značaja jer eksperiment pokriva ograničenu geometrijsku oblast (tj. oblast pseudorapiditeta), sa zadovoljavajućom tačnošću mjeri impulse i energije čestica nastalih u interakciji u određenom intervalu i sa velikom preciznošću rekonstruiše trajektorije naelektrisanih čestica.
3. Ispitivan je potencijal korišćenja N- džetnost varijable kao džet algoritma, tj. korišćenje N-džetnosti za određivanje ose džeta. U procesu minimizacije 1- džetnost varijable, dobijeni su pravci osa džetova (pseudorapiditet i azimutalni ugao) i upoređeni sa rezultatima detaljne rekonstrukcije džeta korišćenjem standardnih algoritama. Ispostavlja se da algoritam za minimizaciju u nekim slučajevima nalazi lokalne minimume koji ne vode dobrom slaganju sa rekonstruisanim džetom i zahtjeva dodatno podešavanje i "ručno" približavanje globalnom minimum korišćenjem mreže po pseudorapiditetu i azimutalnom uglu potencijalnog džeta. Nakon ovoga dobija se dobro slaganje između pravaca osa džeta dobijenih rekonstrukcijom džeta algoritmom za rekonstrukciju i korišćenjem varijable N-džetnost.
4. Započet je rad na upoređivanju raspodjela za varijablu 0-džetnost u generisanim i rekonstruisanim Monte Karlo događajima. Pod rekonstruisanim događajima podrazumijeva se i puna simulacija odziva CMS detektora na prolazak čestica nastalih iz generisanih proton-proton interakcija kroz eksperimentalnu aparaturu. Osim toga, simuliraju se i uslovi visoke luminoznosti pri čemu dolazi do visokog nivoa preklapanja (pile-up) informacija iz različitih događaja. Ispostavlja se da se pri malim ograničenjima na transversalni impuls čestica, u rekonstruisanim događajima pojavljuje veći broj čestica nego u generisanim što ukazuje na prisustvo čestica usljed pile-up-a i moguće konverzije fotona pri prolasku kroz eksperimentalnu aparaturu. Sa povećanjem ograničenja na transversalni impuls čestica, ova razlika se smanjuje.
5. Predstavljen je rad na interkalibraciji Elektromagnetnog kalorimetra (ECAL), jednog od subdetektorskih sistema CMS eksperimenta. S obzirom na to da je ECAL dio CMS-a u kome se detektuju elektroni i fotoni, njihova rekonstrukcija, identifikacija i mjerenje njihove energije upravo zavise od performansi ovog detektora. Kako bi kvalitet podataka bio što bolji, potrebno je uvrstiti korekcije na odziv detektora od kojih je jedna i korekcija dobijena na osnovu interkalibracije. Interkalibracija ECAL-a predstavlja relativnu kalibraciju kristala u elektromagnetnom kalorimetru. Za dobijanje interkalibracionih konstanti može se koristiti više metoda, pri čemu je kandidat koristio Zee metod, što podrazumijeva kalibraciju iz $Z \rightarrow e^+e^-$ događaja. Izvršena je interkalibracija za eksperimentalne podatke za 2016, 2017. i 2018. godinu koja značajno poboljšava energetska rezoluciju ECAL-a naročito u oblasti visokih vrijednosti pseudorapiditeta.

Po završetku odbrane, svi članovi Komijije su postavljali pitanja, davali komentare na dosadašnje

rezultate i sugestije za dalji rad na disertaciji. Komisija je konstatovala da se radi o izazovnoj i zahtjevnoj temi koja bi sadržala prva eksperimentalna mjerenje varijabli koje se odnose na udruženu produkciju vektorskih bozona i džetova, a što bi bilo od izuzetnog značaja za dobijanje novih rezultata u fizici čestica.

B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

Higs bozon je otkriven u CERN-u u julu 2012. godine, i trenutno je u toku veliki broj analiza koje za cilj imaju dalje istraživanje svojstava ovog bozona. Preciznost mjerenja je od velikog značaja za analize procesa predviđenih Standardnim modelom, kao i procesa koji su opisani teorijama izvan Standardnog modela. Kako bi se izračunale konstante sprežanja Higsovog bozona sa fermionima ili bozonima, potrebno je eksperimentalno razdvojiti dva dominantna kanala produkcije Higsa - fuziju gluona i fuziju vektorskih bozona. Tokom procesa fuzije vektorskih bozona, pored Higs bozona, emituju se i dva džeta koja nastaju kao rezultat hadronizacije kvarkova koji nastaju mehanizmom slabe interakcije kada kvarkovi (antikvarkovi) iz interagujućih protona emituju vektorske bozone, prenosioc slabe interakcije ($W^\pm$ i Z).

Redukcija fona za mnoge procese često zahtjeva "zabranu" događaja na osnovu sastava džeta, a implementacija "zabrane džeta" zahtjeva komplikovane restrikcije faznog prostora, kao i oslanjanje na Monte Karlo simulacije sa tzv. vodećim logaritmom kojim se opisuju partonske kaskade koje nastaju od početno rasijanih partona (kvarkova, antikvarkova ili gluona). Da bi se prevazišle pomenute teškoće, u ovoj tezi radiće se na implementaciji novog metoda za mjerenje efikasnog presjeka za produkciju vektorskih bozona uz emisiju džetova u proton-proton interakcijama uz korišćenje varijable N-džetnost (τ_N):

$$\tau_N = \frac{2}{Q^2} \sum_k \min \{q_a \cdot p_k, q_b \cdot p_k, q_1 \cdot p_k, \dots, q_N \cdot p_k\},$$

gdje suma ide po kvadri-impulsima, p_k , svih hadrona (čestica koje se sastoje od kvarkova) u konačnom stanju. q_a , q_b i $q_1, \dots, q_N$ su kvadri-impulsi snopova (a i b) i N džetova koji su nastali interakcijom čestica a i b , a Q je normalizacioni factor. Čestice koje se nalaze blizu ose snopa ili džeta, kao i čestice sa malim impulsom tj. energijom, daju mali doprinos računaju τ_N . S obzirom na to da se traži minimum proizvoda Lorencovih vektora, čestice se svrstavaju u oblast snopa ili oblast jednog od džetova tako da N - džetnost varijabla kvantifikuje koliko određeni događaj izgleda kao događaj sa tačno N veoma uskih džetova (kad $\tau_N \rightarrow 0$).

N -džetnost će prvo biti mjerena i testirana u događajima sa proton-proton interakcijama u kojima je kreiran Z bozon. Nakon analiza N -džetnosti u procesima sa Z bozonom, izučavaće se potencijal korišćenja ove varijable za razdvajanje dominantnih procesa produkcije Higsa - fuzija gluona i fuzija vektorskih bozona.

Analiziraće se interakcije protona sa do sada najvećom energijom interakcije od 13 TeV u sistemu centra mase postignutoj u Velikom hadronskom sudaraču u CERN-u, LHC-u (engl. Large Hadron Collider). Interakcije se analiziraju kroz detekciju i identifikaciju čestica nastalih pri tim interakcijama u CMS eksperimentu (engl. Compact Muon Solenoid).

B2. Cilj i hipoteze

Cilj rada

1. Prvo eksperimentalno mjerenje N -džetnost varijable u proton-proton interakcijama na energiji od 13 TeV u sistemu centra masa. Dobiće se diferencijalni efikasni presjek za

produkciju Z bozona i džetova po N-džetnost varijabli kroz kanal raspada Z bozona na dileptonski par ($\mu^+\mu^-$ i e^+e^-). Radi se o uzorku visoke statistike sa vrlo jasnim signalom.

Na ovom uzorku biće testirana i mogućnost primjene N-džetnost varijable kao algoritma za rekonstrukciju osa džeta bez eksplicitne rekonstrukcije džeta nekim od standardnih algoritama.

2. Mjerenje N-džetnost varijable u događajima sa kreacijom Higs bozona i ispitivanje potencijala ove varijable za mjerenje presjeka za produkciju Higs bosona i konstanti sprežanja Higs bozona sa fermionima i vektorskim bozonima. Analiziraće se kanal raspada Higs bozona na dva fotona.

Mjerenja N-džetnost varijable i varijabli korelisanih sa njom biće upoređena sa teorijskim modelima koji se koriste za simulaciju proton-proton interakcija uzimajući u obzir i efekte koji nastaju prolaskom čestica kroz eksperimentalnu aparaturu.

U okviru ovog istraživanja doktorand će raditi i na kalibraciji ECAL detektora da bi se dobila što preciznija mjerenja energije elektrona, pozitrona i fotona što je ključno za analize u ovom radu. Dosadašnji rad kandidata na interkalibraciji ovog detektora je već dao rezultate u poboljšanju mjerenja energije.

Hipoteze

H01 – Varijabla N-džetnost omogućava mjerenje efikasnog presjeka za produkciju Z bozona na LHC-u sa visokom preciznošću.

H02 - Varijabla N-džetnost ima potencijal za mjerenje efikasnog presjeka za produkciju Higs bozona sa visokom preciznošću.

H1 – Pravci osa džetova mogu se rekonstruisati korišćenjem nove varijable bez eksplicitne rekonstrukcije džetova.

H2 – Eksperimentalne raspodjele za produkciju Z bozona dobijene korišćenjem nove varijable se mogu opisati nekim od teorijskih modela koji se koriste na LHC eksperimentu.

H3 - Eksperimentalne raspodjele za produkciju Higs bozona se mogu opisati nekim od teorijskih modela koji se koriste na LHC eksperimentima.

H4 – Nove analize omogućavaju mjerenje konstanti sprežanja Higs bozona sa vektorskim bozonima i fermionima.

H5 – Kalibracijom ECAL-a postići će se energetska rezolucija bolja od 2% u oblasti najnižih vrijednosti pseudorapiditeta i bolja od 5% u oblasti velikih apsolutnih vrijednosti pseudorapiditeta.

B3. Metode i plan istraživanja

Rezultati iz ovog rada dobiće se analizom eksperimentalnih podataka dobijenih CMS detektorom kojim su detektovane čestice nastale u proton-proton interakcijama na energiji od 13 TeV u sistemu centra mase. Biće analizirani podaci dobijeni tokom RUNII perioda rada LHC-a. CMS je eksperiment koji se sastoji od velikog broja detektora pri čemu svaki ima svoju funkciju. Centralni dio CMS-a čini superprovodljivi solenoid dužine 12.5 m i prečnika 6 m. Nominalna vrijednost magnetnog polja koje proizvodi ovaj solenoid je 4 T što je neophodna za ostvarivanje što veće zakrivljenosti trajektorija naelektrisanih čestica, a time i za bolju identifikaciju čestica visokih energija. Unutar solenoida se nalaze sistem za detekciju tragova, kao i elektromagnetni i hadronski kalorimetar. Izvan solenoida se nalazi gvozdена povratna spreга koja je ispreplijetana

slojevima mionskih detektora. Detekcija se zasniva na signalima koji nastaju kao rezultat interakcija do kojih dolazi pri prolasku čestice kroz detektorsku sredinu. Naelektrisane čestice u gasnim detektorima jonizuju sredinu nakon čega nastaju elektroni i joni koji se sakupljaju na odgovarajućim elektrodama. Ukoliko je pak sredina poluprovodnik, nastaju parovi elektron-šupljine. Od ovakvih detektora sastavljen je tzv. detektor tragova u kojem se rekonstruišu trajektorije naelektrisanih čestica. U kalorimetrima pri interakciji čestice (i naelektrisane i neutralne) sa atomima detektorske sredine, čestica deponuje svoju energiju kroz novonastale čestice koje dalje izazivaju nove interakcije čime se stvara kaskada čestica čijom se detekcijom mjeri energija koju je deponovala čestica koja ju je izazvala.

Kombinacija informacija sa svih CMS subdetektorskih sistema omogućava rekonstrukciju i identifikaciju različitih vrsta čestica nastalih u sudaru dva protona. Z bozoni identifikuju se postojanjem leptona i antileptona iz iste leptonske familije (e^+e^- ili $\mu^+\mu^-$) čija invarijantna masa odgovara masi Z bozona tj. iznosi oko $91 \text{ GeV}/c^2$. Higs bozoni se identifikuju detektovanjem dva fotona invarijantne mase koja odgovara masi Higs bozona, oko $125 \text{ GeV}/c^2$. Trajektorije μ^+ ili μ^- se rekonstruiše povezivanjem rekonstruisane trajektorije iz sistema za detekciju tragova sa trajektorijom rekonstruisanom u mionskom sistemu, dok se impuls tj. energija mjeri iz zakrivljenosti trajektorije. Signali od e^+ ili e^- koji nastaju deponovanjem energije čestice u elektromagnetnom kalorimetru, kombinuju se i rekonstruiše tzv. klaster i određuje težište deponovane energije u njemu koje se zatim povezuje sa trajektorijom u unutrašnjem sistemu za detekciju tragova. Vrijednost energije dobija se kombinovanjem vrijednosti za deponovanu energiju u elektromagnetnom kalorimetru i vrijednosti impulsa koji se rekonstruiše mjerenjem zakrivljenosti trajektorije u detektoru tragova. Kad su u pitanju fotoni – postoji klaster koji nastaje kada foton kroz razvoj kaskade čestica deponuje svoju energiju u elektromagnetnom kalorimetru, ali se on ne povezuje ni sa jednom rekonstruisanom trajektorijom koja nastaje prolaskom naelektrisanе čestice kroz detektor tragova.

Kako bi se analizirali navedeni procesi, potrebno je ekperimentalne podatke uporediti sa simulacijom. Monte-Carlo simulacija interakcija dobiće se korišćenjem MADGRAPH5 AMC@NLO generatora pp interakcija. Ovako generisani događaji propuštaju se kroz simuliranu detektorsku aparaturu softverskim paketom GEANT4. Rekonstrukcija događaja kroz simuliranu detektorsku aparaturu vrši se na identičan način kao i u slučaju eksperimentalnih podataka. Analize koje će biti predstavljene u radu dobiće se korišćenjem programskih jezika C++ i Python u okviru CMS softverskog okruženja. Grafici raspodjela dobiće se korišćenjem softverskog paketa ROOT koji je opšte korišćeni softver u analizama u fizici čestica.

Rekonstrukcija ose džeta dobiće se u procesu minimizacije nove varijable korišćenjem standardnog paketa za minimizaciju (MINUIT).

Interkalibracija ECAL-a će se izvršiti pomoću događaja u kojima nastaje Z bozon koji se raspada na e^+e^- par. Zahtjevom da pik u raspodjeli po invarijantnoj masi ovog para odgovara pravoj masi Z bozona i izjednačavanjem energije deponovane u različitim sektorima po pseudorapiditetu, dobijaju se kalibracione konstante kojima se „popravlja“ vrijednost energije u ECAL-u. Takođe, pri ovome potrebno je uzeti u obzir i gubitke energije u prostoru između supermodula u ECAL-u.

Plan istraživanja

U skladu sa navedenim ciljem, plan istraživanja može se podijeliti u dvije etape.

1. Mjerenje varijable N-džetnost.
 - Prvo mjerenje varijable N-džetnosti za različite vrijednosti N;

- Korišćenje varijable N-džetnost za rekonstrukciju pravca osa džeta;
 - Kalibracija ECAL detektora;
 - Upoređivanje eksperimentalnih raspodjela po varijabli N-džetnost sa Monte Carlo simulacijom koja obuhvata generisanje proton-proton interakcija i simulaciju cjelokupnog detektorskog sistema kroz koji prolaze čestice nastale u ovim interakcijama;
 - Ekstrakcija diferencijalnog efikasnog presjeka u funkciji od varijable N-džetnost uz primjenu tehnika za dekonvoluciju detektorskih efekata;
 - Upoređivanje izmjerenih vrijednosti za diferencijalni efikasni presjek sa analitičkim proračunima;
 - Korišćenje dobijenih mjerenja za podešavanje parametara Monte Carlo generatora događaja koji se koriste za modeliranje partonskih kaskada i čestica koje ne pripadaju analiziranom događaju;
 - Mjerenje varijable N-džetnost u procesima sa nastankom Z bozona van masene ljuske, a čija je masa bliska masi Higs bozona.
2. Mjerenje produkcije Higs bozona kroz kanal raspada na dva fotona.
- Ispitivanje potencijala varijable N-džetnost za razdvajanje procesa koji vode produkciji Higs bozona, fuzije gluona i fuzije vektorskih bozona;
 - Razvoj strategije analize produkcije Higs bozona uz korišćenje varijable N-džetnost;
 - Mjerenje efikasnih presjeka za produkciju Higs bozona kanalima za fuziju gluona i fuziju vektorskih bozona;
 - Mjerenje konstanti sprežanja Higs bozona sa vektorskim bozonima i fermionima.

B4. Naučni doprinos

Ovaj rad će dati doprinos razumijevanju i modeliranju radijacije gluona niskih energija („mekih“ gluona) u proton-proton interakcijama na energijama pri kojima dolazi do produkcije Higs bozona. U radu će se mjeriti varijabla N-džetnost koja je definisana 2010. i koja je nedavno korišćena za dobijanje teorijskih proračuna efikasnih presjeka koji ukazuju na mogućnost mjerenja presjeka sa izuzetnom preciznošću za procese sa dva reda iznad vodećeg po konstanti jake interakcije α_s (engl. next-to next-to-leading order – NNLO) u kombinaciji sa dva reda iznad vodećeg po logarotamskim korekcijama (engl. next-to-next-leading logs - NNLL) koje opisuju radijaciju mekih gluona i partonske kaskade iz kojih oni nastaju. Partonska kaskada ili partonski tuš nastaje kada rasijani kvark ili gluon (parton) izrači nove gluone iz kojih zatim nastaju gluoni nižih energija, kvarkovi i antikvarkovi. Proračuni koji uključuju partonske kaskade su veoma važni sa eksperimentalne tačke gledišta jer omogućavaju simulaciju proton-proton interakcija uključujući odziv samog detektora što nije slučaj za proračune koji se dobijaju sa fiksiranim redom. Simulacija je od suštinskog značaja za samu strukturu i korišćenje podataka sa eksperimenata kakav je CMS. Prije uvođenja ove varijable, u teorijskim proračunima i pratećim tehnikama preciznost mjerenja partonskog tuša bila je ograničena na članove sa vodećim logaritamskim redom (dakle za dva reda manje nego što je to slučaj sa korišćenjem N-džetnost varijable). Doktorand je analizom generisanih događaja sa uključenjem višestrukih interakcija partona potvrdio značajnu osjetljivost N-džetnost varijable na ovakve procese.

N-džetnost varijabla je do sada mjerena samo za poseban slučaj kad je $N=0$ (0-džetnost). U ovoj tezi dobiće se prvo eksperimentalno mjerenje ove varijable za $N \geq 1$. Z bozoni kreirani u vrlo velikom broju pri proton-proton interakcijama na LHC-u biće korišćeni za razumijevanje mnogo redih procesa koji vode kreaciji Higs bozona i provjeru teorijskih procjena efikasnih presjeka. Takođe, ispitaće se mogućnost korišćenja nove varijable za razdvajanje procesa produkcije Higs bozona kroz fuziju gluona i produkcije Higs bozona kroz fuziju vektorskih bozona. Kroz ovo će

se utvrditi potencijal nove varijabla za ove svrhe. U zavisnosti od ishoda ovih provjera, moglo bi doći do značajnog poboljšanja preciznosti mjerenja konstanti sprezanja Higs bozona sa fermionima i vektorskim bozonima.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

Mr Jelena Mijušković radi dvojni doktorat na Univerzitetu Crne Gore i Univerzitetu Paris – Saclay u Francuskoj. Polovinu vremena tokom istraživačkog rada na doktorskoj tezi doktorand će provesti na svakom od univerziteta uz povremene boravke u CERN-u. Rad u Crnoj Gori stipendiran je od strane Ministarstva nauke Crne Gore dok su studije na Univerzitetu Paris Saclay u Francuskoj stipendiran je ADI (IDEX Paris-Saclay International Doctoral Action 2019) programom.

Rezultati ovog rada dobiće se analizom eksperimentalnih podataka sa eksperimenta CMS koju vodi kolaboracija čiji je punopravni član od 2017. i Univerzitet Crne Gore. Kroz punopravno članstvo, članovi kolaboracije imaju pravo da koriste sve resurse ove kolaboracije – svi eksperimentalni podaci dobijeni na CMS-u i cjelokupna kompjuterska infrastruktura je na raspolaganju svakom studentu doktorandu koji je član ove kolaboracije. Rad na ECAL-u izvodi se u okviru grupe na institutu CEA (Le Commissariat à l'énergie atomique) koja učestvuje u izgradnji i održavanju značajnog dijela ovog detektora.

Takođe, sticanjem kompjuterskog naloga u CERN-u, student može koristiti sve baze podataka sa naučnim publikacijama u oblastima prirodno-matematičkih i inženjerskih nauka.

Mišljenje i prijedlog komisije

Nakon uvida u materijal u kojem su izložena polazna istraživanja kandidata, usmene javne odbrane polaznih istraživanja, diskusije i odgovora kandidata na postavljena pitanja, Komisija se jednoglasno saglasila da se radi o originalnoj naučno-istraživačkoj temi i preporučuje Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da je usvoji. Tokom Odbrane polaznih istraživanja kandidat je pokazao visok stepen poznavanja problematike na kojoj radi i rezultate do kojih je došao u dosadašnjem radu a koji su solidna osnova za nastavak daljeg istraživanja.

Prijedlog izmjene naslova

„Mjerenja i aplikacije N-džetnost varijable pri produkcijama Z i Higs bozona u proton-proton sudarima na energiji od 13 TeV u CMS detektoru“.

“Measurements and applications of the N-jettiness variable in the productions of Z and Higgs bosons in proton-proton collision at 13 TeV energy with the CMS detector”.

Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora

(titula, ime i prezime, ustanova)

Planirana odbrana doktorske disertacije

2022.

Izdvojeno mišljenje

(popuniti ukoliko neki član komisije ima izdvojeno mišljenje)

Ime i prezime

Napomena

(popuniti po potrebi)

ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija.	<u>DA</u>	NE
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	<u>DA</u>	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	<u>DA</u>	NE
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		
Prof. dr Slobodan Backović, CANU, Crna Gora	<i>St. Backović</i>	
Prof. dr Ivana Pićurić, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	<i>Ivana Pićurić</i>	
Prof. dr Nataša Raičević, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	<i>N. Raičević</i>	
U Podgorici, 3.12.2019.  MP DEKAN <i>Muparobit Tjepan</i>		

PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Prof. dr Slobodan Backović	1. Kakva je kombinacija trigera planirana za analzu događaja sa Z bozonima, a kava za događaje sa produkcijom Higs bozona ? 2. Koji je dominantan fon za događaje sa produkcijom Z bozona i kako se on redukuje ? 3. Koji su selekcion kriterijumi za odabir događaja sa kreacijom Z bozona, a koji za selekciju Higs bozona ?
Prof. dr Ivana Pićurić	1. Koji je dominantan fon za analize sa Higs bozonom i kako se on redukuje ? 2. Kako se planira ispitati potencijal novog metoda za analizu događaja sa kreacijom Higs bozona i za mjerenje konstanti sprežanja Higs bozona.
Prof. dr Nataša Raičević	1. Da li postoji korelacija između neke varijable za džet ili Z bozon i kvaliteta konvergencije tj. minimimizacije 1-džetnost varijable (τ_1) za određivanje ose džeta ? 2. Kako se može provjeriti da li je povećani broj naelektrisanih čestica na nivou rekonstrukcije u odnosu na nivo generatora povezan (osim sa pile-up-om) sa konverzijama fotona u eksperimentalnoj aparaturi ? 3. Kako se kombinuju različiti metodi za interkalibraciju elektromagnetnog kalorimetra ?
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
ZNAČAJNI KOMENTARI	
N-jettiness (engl.) je relativno nova varijabla u fizici čestica i nije poznato da je korišćena na prostorima u kojima se govore jezici slični našem. U prijavama i obrascima vezanim za ovu doktorsku tezu, na našem jeziku ova varijabla je nazvana „N-džetnost“ jer ne postoji termin ili mali broj riječi koje bi dale odgovarajući prevod. Pošto se radi o dvojnom doktoratu, kandidat se obavezao da doktorsku disertaciju napiše na engleskom jeziku i da usmena odbrana bude na engleskom jeziku.	

Univerzitet Crne Gore
Prirodno-matematički fakultet
Broj: 03-912/5
Podgorica, 11.11.2019. godine

Na osnovu člana 32 stav 1 tačka 14 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 34 Pravila doktorskih studija, Senat Univerziteta Crne Gore, u postupku razmatranja prijedloga Vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta i na prijedlog Centra za doktorske studije, na sjednici održanoj 11.11.2019. godine, donio je sljedeću

ODLUKU

Imenuje se Komisija za ocjenu podobnosti doktorske teze i kandidatkinje mr Jelene Mijušković, u sastavu:

1. Dr Nataša Raičević, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore
2. Dr Slobodan Backović, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, akademik CANU, u penziji
3. Dr Ivana Pićurić, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore

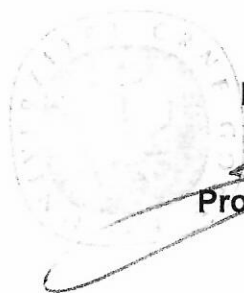
II

Zadatak Komisije je da, u roku od 45 dana od dana javnog izlaganja studenta podnese Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta i Senatu izvještaj o ocjeni podobnosti doktorske teze i kandidata.

III

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

Broj: 03-912/5
Podgorica, 11.11.2019. godine



PREDSJEDNIK SENATA

Prof. dr Danilo Nikolić, rektor