

# NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU FIZIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Pošto smo na III sednici Nastavno-naučnog veća Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 28. januara 2026. godine, određeni za članove komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije Dušana Đorđevića pod nazivom „*Holographic considerations on Riemann-Cartan spacetime*” („*Holografška razmatranja na Riman-Kartanovom prostor-vremenu*”), podnosimo sledeći

## IZVEŠTAJ

### 1 Osnovni podaci o kandidatu

#### 1.1 Biografski podaci

Dušan Đorđević rođen je 1998. godine u Beogradu. Osnovnu školu „Braća Vilotijević” završio je 2013. godine u Kraljevu, dok je Matematičku gimnaziju u Beogradu završio 2017. godine, osvojivši te godine zlatnu medalju na Međunarodnoj fizičkoj olimpijadi u Indoneziji. Kao student generacije, 2020. godine završava osnovne studije fizike na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Teorijska i eksperimentalna fizika, sa prosečnom ocenom 10.00. Naredne, 2021. godine završava master studije iz matematičke i teorijske fizike na Univerzitetu u Oksfordu, sa najvišom ocenom (*distinctions*) i nagradom profesorskog kolegijuma. Iste godine završava i master studije iz teorijske i eksperimentalne fizike na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu sa prosečnom ocenom 10.00, odbranivši master rad na temu „*Noncommutative Five-Dimensional Chern-Simons Gravity*”. Oktobra 2021. godine upisao je doktorske studije na Fizičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Dobitnik je godišnje nagrade za naučni rad mladih istraživača Fizičkog fakulteta 2024. godine. Držao je računske vežbe iz predmeta Matematička fizika II, Kvantna mehanika I i Kvantna mehanika II na Fizičkom fakultetu.

#### 1.2 Naučna aktivnost

Od maja 2022. godine Dušan Đorđević je zaposlen na Fizičkom fakultetu kao istraživač-pripravnik, a u zvanje istraživač-saradnik izabran je novembra 2024. godine. Naučne aktivnosti obavlja u okviru Grupe za gravitaciju, čestice i polja. Oblasti njegovog interesovanja su (kvantna) gravitacija, anti-de Sitterovi (AdS) prostori, teorija polja i matematička fizika. Temu doktorske disertacije „*Holografška razmatranja na Riman-Kartanovom prostor-vremenu*” odbranio je pred kolegijumom doktorskih studija Fizičkog fakulteta juna 2024. godine, a za mentora je određen docent dr Dragoljub Gočanin. Izveštaj Komisije je usvojen na I sednici Nastavno-naučnog veća, 23. oktobra 2024. godine.

Dušan Đorđević je učestvovao je na većem broju domaćih i međunarodnih škola i konferencija na kojima je prezentovao svoj naučni rad:

- Beyond the Standard Model(s) - BW2021, 2021. Izlaganje: *4D NC gravity from NC 5D CS theory*.
- Bayrischzell Workshop: Higher Structures in Quantum Field and String Theory, 2022. Izlaganje: *Noncommutative D=5 Chern-Simons Gravity: Kaluza-Klein Reduction and Chiral Gravitational Anomaly*.
- COST workshop, Belgrade, 2022. Izlaganje: *Quantum mechanics using manifolds*.
- Second COST training school, Belgrade, 2022. Izlaganje: *Noncommutative D = 5 Chern-Simons gravity: Kaluza-Klein Reduction and Chiral Gravitation Anomaly*.
- 2023 Workshop on Gravity, Holography, Strings and Noncommutative Geometry, Belgrade, 2023. Izlaganje: *Randall-Sundrum braneworld and holography for 5D Chern-Simons gravity*.
- Third COST training school, Palac Wojanov, 2023. Izlaganje: *5D Chern-Simons Gravity, RS Braneworld and Holography*.
- ICTP Workshop on String Theory, Holography, and Black Holes, Trieste 2023. Kratko izlaganje ("gongshow"): *Topological Gravity and Holography*.
- Knots, Homologies and Physics, Warsaw, 2024. Izlaganje: *A gentle introduction to knots and physics; from early days to knots-quivers correspondence and generalizations*.
- TPI School on QFT and Holography, Jena 2024. Kratko izlaganje ("gongshow"): *Holography and Riemann-Cartan spacetimes*.
- Chilean-Serbian Student Workshop on Theoretical Physics, 2024. Izlaganje: *Chern-Simons and boundaries: the neverending story*.
- Corfu2024: Workshop on Noncommutative and Generalized Geometry in String theory, Gauge theory and Related Physical Models. Izlaganje: *Holography and first-order gravity formalism*.
- 11th Mathematical Physics Meeting, Belgrade 2024. Izlaganja: *Frobenius structures and restricted (2+1)-TQFTs*.
- A Balkan String Meeting: Black holes and chaos, Belgrade 2024. Poster: *Chern-Simons and Boundaries: The Neverending Story*.
- Workshop on Holography, Noncommutative Gravity and Quantum Information Theory, 2024. Izlaganje: *Holography, Information, Noncommutativity and Torsion: Review of Project Goals, Chern-Simons Gravity, Branes and Entanglement Entropy*.
- 15th annual conference on Relativistic Quantum Information (North), 2025. Poster: *Rotating frames from quantum deformed spacetime*.
- 11th Bologna Workshop on Conformal Field Theory and Integrable Models, 2025. Poster: *QFT on Fuzzy AdS Spaces and Boundary Correlation Functions*.
- HINT mini-workshop, Belgrade 2025. Izlaganje: *Quantum AdS bulk in Bottom-Up AdS/CFT*.

Član je, ili je bio član tri projekta koja su finansirana od strane Fonda za nauku Republike Srbije, i to:

- Towards a Holographic Description of Noncommutative Spacetime: Insights from Chern-Simons Gravity, Black Holes and Quantum Information Theory - HINT, Program za izvrsne projekte mladih istraživača (PROMIS),
- Twisted Holography: A Holographic Stance on the Quantum Superposition of Spacetimes - HOLISTIQUS, Program saradnje srpske nauke sa dijasporom: Podrška za istraživačke posete naučnika iz dijaspore, i
- Artificial topological space-times: Bridging gravity with topological matter - TopArtGravity, Program saradnje srpske nauke sa dijasporom: Podrška za istraživačke posete naučnika iz dijaspore.

## 2 Opis predatog rada

### 2.1 Osnovni podaci

Doktorski rad „*Hologafska razmatranja na Riman-Kartanovom prostor-vremenu*” urađen je pod rukovodstvom dr Dragoljuba Gočanina. U širem smislu, ovaj rad predstavlja ekstenziju principa holografske dualnosti na modele gravitacionih sistema sa ne-standardnom geometrijom prostor-vremena. Ovo se pre svega odnosi na Riman-Kartanovu gravitaciju koja uključuje i torziju kao nezavisnu komponentu geometrije prostor-vremena, ali i na nekomutativnu geometriju u kojoj prostor-vreme nije opisano glatkom mnogostrukošću, a koja najčešće i sama zahteva Riman-Kartanovu formulaciju. U užem smislu, ova disertacija sadrži opsežnu i raznovrsnu analizu holografskih osobina  $D = 3$  i  $D = 5$  Čern-Sajmons gravitacije i sa njima povezanih modela.

Disertacija ima ukupno 153 strane. Sam tekst disertacije napisan je na 129 strana i ima 8 poglavlja, 1 dodatak i 167 referenci. Rad je formatiran na način propisan od strane Univerziteta: sadrži naslovnu stranu na engleskom i srpskom jeziku, stranu sa podacima o mentoru i komisiji, stranu sa zahvalnicama, apstrakt na engleskom i srpskom jeziku, biografiju kandidata i spisak njegovih publikacija, kao i odgovarajuće izjave.

### 2.2 Predmet i cilj rada

Hologafski princip [1, 2] – hipoteza po kojoj postoji potpuni dualizam između gravitacionih sistema (za koje, u kvantnom slučaju, ne postoji sveobuhvatna teorija) i sistema kvantnih polja *bez gravitacije* vezanih za *granicu* gravitacionog sistema – je tokom poslednjih decenija u velikoj meri usmeravao teorijska istraživanja kvantne gravitacije. Jedan od ključnih rezultata koji je i motivisao ideju o holografskom karakteru gravitacionih sistema je Bekenštajn-Hokingova formula za entropiju crne rupe po kojoj je entropija

proporcionalna (u Plankovim jedinicama) *površini* horizonta,  $S_{\text{BH}} \propto A_{\text{Horizont}}$ , za razliku od tipičnih ne-gravitacionih sistema kod kojih je entropija proporcionalna zapremini prostora koju zauzimaju. Najistaknutija realizacija holografske dualnosti je proistekla iz teorije struna i poznata je kao AdS/CFT korespondencija [3]. U svojoj najjačoj verziji, ona podrazumeva ekvivalentnost određene varijante teorije struna (kao teorije kvantne gravitacije) na asimptotski AdS prostoru, i određene konformne teorije polja (CFT) na granici AdS prostora. Blaža (i jedina dokazana) verzija AdS/CFT dualnosti se odnosi na režim u kome je holografška CFT jako kuplovana (t' Hooft-ov limes); tada dualni gravitacioni sistem poprima klasičan opis, što nam omogućava da nepristupačni neperturbativni opis CFT sistema prevedemo na jednostavan geometrijski jezik klasične gravitacije. Osnovna razmatranja AdS/CFT dualnosti podrazumevaju analizu asimptotskog ponašanja slobodnog skalarnog polja. Korišćenjem tzv. *holografskog rečnika*, moguće je doći do korelacionih funkcija operatora na granici koji su dualni skalarnom polju. Međutim, da bi se ispitala osobine tenzora energije-impulsa teorije na granici, potrebno je razmatrati metriku kao dinamičko polje: u tom smislu, tenzor energije-impulsa teorije na granici postaje dualan metrici. Ovakva postavka pronašla je svoje mesto i u fizici mnogočestičnih sistema kao što su superprovodnici [4].

Kako svaki realistični sistem u laboratoriji ima granicu, postavlja se pitanje kako uspostaviti holografski opis ovakvih sistema. To predstavlja problem jer je, topološki gledano, granica granice prazan skup. Rešenje problema dato je u [5], gde se pored standardne teorije gravitacije na asimptotski AdS prostoru razmatra i tzv. “brana kraja sveta” (*End-of-the-World brane*), koja predstavlja dodatnu granicu prostor-vremena na kojoj su nametnuti Nojmanovi granični uslovi. Ovakva postavka, tzv. AdS/BCFT korespondencija, ima svoje širok spektar primene, od sistemima sa energetske pragom [6] do informacionog paradoksa crnih rupa [7]. AdS/CFT i AdS/BCFT korespondencije predstavljaju dobro razrađene teme istraživanja sa velikim brojem radova, no uglavnom, ti radovi podrazumevaju da je gravitacija opisana Ajnštajnovom teorijom, ili pak nekom njenom generalizacijom koja se ipak bazira na *metričkoj* formulaciji, i to je upravo ono što je ova disertacija imala da prevaziđe.

Sa druge strane, pokušaji da se gravitacija formuliše kao gradijentna (*gauge*) teorija tipično dovode do postojanja torzije [8]. Jedan od primera gde se gravitacija zaista svodi na gradijentnu teoriju jeste Čern-Sajmonsova gravitacija u neparnom broju dimenzija. U tri dimenzije, Čern-Sajmonsova gravitacija se svodi na uobičajenu Ajnštajn-Hilbertovu gravitaciju sa kosmološkom konstantom, mada se uz odgovarajuće modifikacije može svesti i na opštije modele (Milke-Bekler) gravitacije koji sadrže torziju [9]. U petodimenzionalnom slučaju, Čern-Sajmonsova gravitacija se svodi na specijalna slučaj Lavlokeve teorije koja dopušta rešenja sa nenultom torzijom. Motivacija za proučavanje ovakvih modela se može naći i u tome što se oni mogu koristiti za analizu nekomutativne teorije gravitacije [10], pri čemu torzija neretko igra značajnu ulogu [11]. Prirodno je stoga postaviti pitanje šta

je holografski dual ovakvih teorija i na koji način se AdS/(B)CFT korespondencije mogu modifikovati da bi uključile i torziju i/ili nekomutativnost. Početni koraci u ovom pravcu načinjeni su 2006. godine u radu [12], međutim, sama oblast je prilično neistražena i ostavlja prostor za razna razmatranja. Jedan od inicijalnih rezultata jeste zaključak da je torzija dualna spinskoj struji na granici, odnosno da Riman-Kartanova geometrija omogućava proučavanje sistema sa spinskom strujom. Ovo je dodatno potkrepljeno u [13], gde je posebno istaknut značaj graničnih članova.

Doktorska teza Dušana Đorđevića se upravo bavi detaljnijim proučavanjem holografije na Riman-Kartanovom prostor-vremenu. Cilj disertacije je bio da, pre svega, rasvetli ulogu torzije kao posebne komponente geometrije prostor-vremena u holografiji nekih klasa fizičkih sistema. Zatim, da analizira konkretne modele gravitacionih sistema iz Čern-Sajmons-familije koji sadrže torziju, kako bi se steklo bolje razumevanje njihovih holografskih svojstava. Uz to, da realizuje AdS/BCFT dualnost na gravitacionom modelu sa torzijom i odredi profil brane; i najзад, da prilagodi i primeni holografske koncepte i metode u domenu nekomutativne gravitacije.

## 2.3 Publikacije

Kandidat Dušan Đorđević do sada ima 10 objavljenih radova. Rezultati [1]-[6] čine okosnicu disertacije i publikovani su u vodećim međunarodnim časopisima. Radovi kandidata su do sada citirani, po Scopus-u, 5 puta.

## 2.4 Pregled naučnih rezultata izloženih u tezi

U tezi su izloženi originalni naučni rezultati Dušana Đorđevića, u restrukturiranom obliku kako bi se postigla njihova logička povezanost, sa dopunama koje doprinose kompletnosti teme.

Posle uvoda u glavi 1, u kome su istaknuti ključni koncepti vezani za temu disertacije (problematika graničnih članova u dejstvu, holografski princip i holografski rečnik, AdS prostor, Čern-Sajmonsove forme, nekomutativna geometrija), u glavi 2 je ukratko izložena Riman-Kartanova formulacija gravitacije, sa posebnim osvrtom na postavku varijacionog problema (uz određene originalne doprinose). Navedeni su razni primeri gravitacionih modela sa torzijom kao i intuitivna motivacija za razmatranje torzije u fizici. Glava 3 sadrži uvod u holografsku metodologiju sa primerima, i posebno, razmatranje spinske struje na granici (kao objekta dualnog spinskoj koneksiji, što je novina u Riman-Kartanovoj holografiji) i holografske entanglement entropije.

Glava 4 sadrži elaboraciju kandidatovih originalnih rezultata [3] i delimično [1] i [4]. Najpre je prikazan sistematski postupak dimenzione redukcije 5D Čern-Sajmonsove gravitacije na 4D Šamsedinovu topološku gravitaciju (CTG), čime je izučavanje CTG modela stavljeno u širi kontekst. Zatim je izložena holografska analiza CTG modela i njemu-

srodnog 2D BF modela Džakiv-Tajtelboimove (JT) gravitacije – analiza graničnih članova, računanje 1-tačkastih i 2-tačkastih korelacionih funkcija, analiza Vajlove anomalije i ispitivanje termodinamike crnih rupa. Na kraju, u poglavlju 4.6 je prikazana holograf-ska AdS/BCFT dualnost na primeru JT gravitacije, sa posebnim osvrtom na granične članove.

U glavi 5 je prikazan glavni rezultat iz reference [4], naime AdS/BCFT dualnost 3D gravitacije sa dodatnim translacionim Čern-Sajmonsovim članom, čime je po prvi put pokazano da se AdS/BCFT konstrukcija može primeniti na gravitacioni sistem sa torzijom. Izračunat je profil "brane kraja sveta". Pored toga, u poglavlju 5.3 kandidat se osvrnuo na još uvek neobjavljene rezultate svog istraživanja modela 2D dilatonske gravitacije dobijenog dimenzionom redukcijom 5D Čern-Sajmonsove gravitacije. Ovaj 2D model je specifičan po tome što sadrži "ostatke" torzije iz originalne 5D teorije, čime je direktno ispitivan uticaj torzije na termodinamičke osobine dilatonskih crnih rupa. Uz to je data i komparativna analiza raznih metoda računanja entropije crnih rupa, što otvara mogućnost konkretnog ispitivanja potencijalne uloge torzije u informacionom paradoksu crnih rupa, za šta se često koriste upravo 2D dilatonski modeli gravitacije.

Glava 6 je u celini posvećena jednom od najinteresantnijih kandidatovih rezultata [5] koji upućuje na značajnu ulogu torzije u holografskom opisu u fizici čvrstog stanja. Naime, na bazi 5D Čern-Sajmonsove gravitacije ispitivana je dinamika  $U(1)$  gejdž polja *ne-minimalno* kuplovanog sa torzijom pozadinske crne brane. Ispitivan je uticaj torzije na AC/DC holografsku konduktivnost sistema na granici i dobijeni su analitički rezultat za profili DC konduktivnosti, i numerički rezultat za profil AC konduktivnosti. Posebno treba istaći da predloženi holografski model predviđa postojanje tzv. Drudeovog pika u profilu AC konduktivnosti koji je prethodno eksperimentalno uočen.

Glava 7 je posvećena nekomutativnoj gravitaciji. U njoj su izloženi rezultati iz referenci [1], [2] i [6]. Na početku je dat kratak uvod u tvist formalizam i Sajberg-Vitenovu konstrukciju nekomutativne gejdž teorije polja. Zatim je predstavljen model nekomutativne 4D CTG i njegova veza sa nekomutativnom 5D Čern-Sajmonsovom gravitacijom putem kompaktifikacije [1, 2]. Pokazano je da samo nekomutativnost realizovana između koordinata "običnih" nekompaktifikovanih dimenzija i dodatne pete koordinate (koja parametrizuje kompaktifikovanu prostornu dimenziju) dovodi do rezidualne nekomutativnosti u efektivnoj 4D CTG teoriji. Pronađeno je konkretno rešenje nekomutativnih jednačina polja – AdS-Švarcšildova crna rupa sa torzijom koja potiče od nekomutativnosti. Uzimajući ovu geometriju kao pozadinu, pokazano je da nekomutativnost implicira kiralnu gravitacionu anomaliju.

Drugi deo glave 7 sadrži rezultate iz reference [6] gde je holograf-ska metodologija spojena sa *frame* formalizmom nekomutativne geometrije u modelima *fuzzy*  $AdS_2$  i  $AdS_3$  prostora. Koristeći koncept semi-klasičnih (koherentnih) stanja, izračunate su očekivane vrednosti nekomutativnih moda slobodnog skalarnog polja, njihovo asipmptotsko ponaša-

nje i klasični limes. Zatim su izračunate 2-tačkaste korelacione funkcije kvantnog skalarnog polja na *fuzzy*  $\text{AdS}_2$  i  $\text{AdS}_3$  prostorima (*fuzzy* 2-tačkaste korelacione funkcije) i pokazano je da i one imaju zadovoljavajući komutativni limes.

Ostvareni rezultati prikazani u disertaciji Dušana Đorđevića otvaraju nove pravce istraživanja u grupi za gravitaciju, čestice i polja: Riman-Kartanovu holografiju, sa aspekta razvijanja formalizma ali i primenama u fizici čvrstog stanja, i sa njom povezanu holografiju gravitacionih sistema opisanih nekomutativnom geometrijom u twist i frejm varijanti.

### 3 Spisak publikacija kandidata

Radovi direktno vezani za osnovnu temu doktorske disertacije označeni su italikom; izabrana dva rada su [3] i [4].

1. *D. Đorđević and D. Gočanin, Noncommutative  $D = 5$  Chern–Simons gravity: Kaluza–Klein reduction and chiral gravitational anomaly, Eur. Phys. J. C 82, 672 (2022). DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10657-7*
2. M. Dimitrijević Ćirić, D. Đorđević, D. Gočanin, B. Nikolić and V. Radovanović, Noncommutative  $SO(2, 3)_\star$  gauge theory of gravity, Eur. Phys. J. Special Topics (2023). DOI: 10.1140/epjs/s11734-023-00833-5
3. *D. Đorđević and D. Gočanin, Holographic aspects of even-dimensional topological gravity, Phys. Rev. D 108 (8) (2023) 086022. DOI: 10.1103/PhysRevD.108.08602*
4. *D. Đorđević and D. Gočanin, Boundary terms, branes, and AdS/BCFT duality in first-order gravity, Phys. Rev. D 109 (8) (2024) 086026. DOI: 10.1103/PhysRevD.109.086026*
5. *I. Stojiljković, D. Đorđević, A. Gočanin and D. Gočanin, Riemann–Cartan holography and conductivity, Phys. Let. B, 871, 140018 (2025). DOI: 10.1016/j.physletb.2025.140018*
6. B. Brkić, I. Burić, M. Burić, D. Đorđević and D. Latas, QFT on Fuzzy AdS Spaces: Classical Limit and Boundary Correlation Functions, J. High Energ. Phys. 2025, 68 (2025). DOI: 10.1007/JHEP08(2025)068
7. D. Đorđević, Z. Petrić and M. Zekić, A graphical language for quantum protocols based on the category of cobordisms, Quant. Stud. Math. Found. 11 (3) (2024) 643–671. DOI:10.1007/s40509-024-00341-8

8. I. Stojiljković, D. Đorđević, A. Gočanin and D. Gočanin, Testing the braneworld theory with identical particles, *Phys. Rev. D* 108 (12) (2023) 124008.  
DOI: 10.1103/PhysRevD.108.12400
9. L. Ciambelli, A. D’Alise, V. D’Esposito, D. Đorđević, D. Fernandez-Silvestre, L. Varrin, Cornering quantum gravity, *PoS QG-MMSchools* (2023) 010.  
DOI:10.22323/1.440.0010
10. D. Đorđević, M. Stošić, Lattice paths and quiver generating series with higher level generators. (Accepted for publication in *Reports on Mathematical Physics*).
11. D. Đorđević and D. Gočanin, Rotating frames from quantum deformed spacetime, *arXiv:2507.11637*.
12. D. Đorđević and D. Gočanin, Holographic entanglement entropy in Chern-Simons gravity with torsion, *arXiv:2602.12197*.

## 4 Zaključak

Na osnovu izloženog, komisija zaključuje da doktorska disertacija Dušana Đorđevića „*Holografska razmatranja na Riman-Kartanovom prostor-vremenu*” daje značajan doprinos teorijskoj fizici visokih energija, odnosno užoj naučnoj oblasti Kvantna polja, čestice i gravitacija, kao i da su zadovoljeni svi propisani uslovi za odbranu ove disertacije. Zato predlažemo Nastavno-naučnom veću Fizičkog fakulteta da odobri njenu odbranu.

Beograd, 5. mart 2026.

dr Maja Burić,  
redovni profesor Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

dr Voja Radovanović,  
redovni profesor Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu

dr Branislav Cvetković,  
naučni savetnik Instituta za fiziku Univerziteta u Beogradu

# Literatura

- [1] G. 't Hooft, Dimensional reduction in quantum gravity, Conf. Proc. C 930308 (1993) 284–296. arXiv:gr-qc/9310026.
- [2] L. Susskind, The World as a hologram, J. Math. Phys. 36 (1995) 6377–6396. arXiv:hep-th/9409089, doi:10.1063/1.531249.
- [3] J. M. Maldacena, The Large N limit of superconformal field theories and supergravity, Adv. Theor. Math. Phys. 2 (1998) 231–252. arXiv:hep-th/9711200, doi:10.4310/ATMP.1998.v2.n2.a1.
- [4] S. A. Hartnoll, C. P. Herzog, G. T. Horowitz, Building a Holographic Superconductor, Phys. Rev. Lett. 101 (2008) 031601. arXiv:0803.3295, doi:10.1103/PhysRevLett.101.031601.
- [5] T. Takayanagi, Holographic Dual of BCFT, Phys. Rev. Lett. 107 (2011) 101602. arXiv:1105.5165, doi:10.1103/PhysRevLett.107.101602.
- [6] Y. Liu, H.-D. Lyu, J.-K. Zhao, Properties of gapped systems in AdS/BCFT, Phys. Rev. D 107 (6) (2023) 066017. arXiv:2210.02802, doi:10.1103/PhysRevD.107.066017.
- [7] A. Almheiri, R. Mahajan, J. Maldacena, Y. Zhao, The Page curve of Hawking radiation from semiclassical geometry, JHEP 03 (2020) 149. arXiv:1908.10996, doi:10.1007/JHEP03(2020)149.
- [8] M. Blagojevic, Gravitation and gauge symmetries, 2002. doi:10.1201/9781420034264.
- [9] M. Blagojevic, M. Vasilic, 3-D gravity with torsion as a Chern-Simons gauge theory, Phys. Rev. D 68 (2003) 104023. doi:10.1103/PhysRevD.68.104023.
- [10] M. Dimitrijević Ćirić, D. orđević, D. Gočanin, B. Nikolić, V. Radovanović, Noncommutative  $SO(2, 3)_\star$  gauge theory of gravity, Eur. Phys. J. ST 232 (23-24) (2023) 3747–3760. arXiv:2208.02152, doi:10.1140/epjs/s11734-023-00833-5.
- [11] D. Đorđević, D. Gočanin, Noncommutative  $D = 5$  Chern–Simons gravity: Kaluza–Klein reduction and chiral gravitational anomaly, Eur. Phys. J. C 82 (8) (2022) 672. arXiv:2203.05020, doi:10.1140/epjc/s10052-022-10657-7.
- [12] M. Banados, O. Miskovic, S. Theisen, Holographic currents in first order gravity and finite Fefferman-Graham expansions, JHEP 06 (2006) 025. arXiv:hep-th/0604148, doi:10.1088/1126-6708/2006/06/025.
- [13] A. D. Gallegos, U. Gürsoy, Holographic spin liquids and Lovelock Chern-Simons gravity, JHEP 11 (2020) 151. arXiv:2004.05148, doi:10.1007/JHEP11(2020)151.

## Provera originalnosti doktorske disertacije

Na osnovu Pravilnika o postupku provere originalnosti doktorskih disertacija koje se brane na Univerzitetu u Beogradu i nalaza u izveštaju iz programa iThenticate kojim je izvršena provera originalnosti doktorske disertacije „*Holografska razmatranja na Riman-Kartanovom prostor-vremenu*” (naučna oblast Kvantna polja, čestice i gravitacija), kao i na osnovu ocene tog izveštaja koju je dao mentor, konstatujem da utvrđeno podudaranje teksta disertacije iznosi  $<1\%$ . Ovaj stepen podudarnosti posledica je opštih mesta, što je u skladu sa članom 9. Pravilnika. Pri određivanju stepena podudarnosti isključeni su citati, bibliografija, autorski radovi kandidata, izvori sa kojima se disertacija poklapa u  $<14$  reči, kao i niz izvora sa kojima se disertacija poklapa na nasumičan način. Izveštaj iz programa i ocena izveštaja se nalaze u prilogu.

Na osnovu iznetog, u skladu sa članom 8. stav 2. Pravilnika o postupku provere originalnosti doktorskih disertacija koje se brane na Univerzitetu u Beogradu, izjavljujem da izveštaj ukazuje na originalnost doktorske disertacije pa se propisani postupak pripreme za njenu odbranu može nastaviti.

Beograd, 10. februar 2026.

dr Dragoljub Gočanin,  
docent Fizičkog fakulteta Univerziteta u Beogradu