

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Студентски трг 3/III
11000 Београд

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ГЕОГРАФСКОГ
ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Слободана Гњата

Одлуком Наставно-научног већа Географског факултета у Београду, бр. 1146 од 14.07.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Слободана Гњата, под насловом:

**УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ПРОТИЦАЈ РИЈЕКА У БОСНИ И
ХЕРЦЕГОВИНИ**

На основу прегледа докторске дисертације Комисија у саставу:

др Владан Дуцић, редовни професор, Универзитет у Београду – Географски факултет,

др Јелена Луковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Географски факултет,

др Горан Трбић, редовни професор, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет

На основу прегледа докторске дисертације, Комисија подноси Наставно-научном већу Географског факултета Универзитета у Београду следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде докторске дисертације

Кандидат Слободан Гњато уписао је докторске академске студије школске 2016/2017. године на Географском факултету у Београду, студијски програм Геонауке – Географија. Испите предвиђене наставним планом и програмом успешно је положио са просечном оценом 9,83, те стекао услов за пријаву теме докторске дисертације.

Слободан Гњато је пријавио докторску дисертацију под називом „Утицај климатских промјена на протицај ријека у Босни и Херцеговини” 24.06.2019. године. Одлуком Наставно-научног већа Географског факултета Универзитета у Београду, бр. 817, од 10.10.2019. године одређена је Комисија за оцену прихватљивости теме и подобности кандидата Слободана Гњата за израду докторске дисертације у саставу: др Владан Дуцић, редовни професор Географског факултета Универзитета у Београду, др Јелена Луковић, ванредни професор Географског факултета Универзитета у Београду и др Горан Трбић, редовни професор Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци.

Наставно-научно веће Географског факултета Универзитета у Београду је на седници одржаној 14.11.2019. године донело одлуку о усвајању Извештаја Комисије о оцени прихватљивости теме и подобности кандидата (одлука бр. 817/3).

На седници Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, одржаној 26.11.2019. године, дата је сагласност (бр. 61206-4802/2-19) на оцену подобности кандидата и предложене теме докторске дисертације.

Завршену докторску дисертацију кандидат Слободан Гњато предао је Секретаријату Географског факултета јула 2022. године, ради упућивања на проверу подударности текста коју спроводи Универзитетска библиотека у Београду. Након завршеног поступка електронске провере обима и садржине подударња текста докторске дисертације, ментор је доставио извештај који указује на оригиналност докторске дисертације.

На седници Наставно-научног већа Географског факултета Универзитета у Београду, бр. 1146, одржаној 14.07.2022. године усвојен је предлог чланова Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације.

1.2. Научна област докторске дисертације

Докторска дисертација припада научној области Географија (Геонауке) и ужој научној области Физичка географија, за коју је матичан Географски факултет Универзитета у Београду. Ментор докторске дисертације је др Ненад Живковић, редовни професор Географског факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Слободан Гњато је рођен 11.05.1991. године у Сарајеву. Основно и средње образовање завршио је у Бањалуци. Основне студије је завршио 2014. године на Природно-математичком факултету у Бањалуци, студијски програм Географија, са просечном оценом 9,95. Након завршених основних студија, 2014. године на Географском факултету у Београду уписао се на мастер академске студије из географије, које је 2016. године завршио са укупним оствареним просеком 10. Мастер рад под насловом „Однос падавина и отицаја у сливу Топлице” одбранио је 30.06.2016. године под менторством проф. др Ненада Живковића.

Докторске академске студије је уписао школске 2016/17. на Географском факултету у Београду на смеру Геонауке – Географија и положио све испите у предвиђеном року са просечном оценом 9,83. Од 2016. године запослен је у звању вишег асистента на Природно-математичком факултету Универзитета у Бањалуци, на Студијским програмима Географија, Просторно планирање и Екологија и заштита животне средине.

Фокус научно-истраживачког рада кандидата усмерен је на истраживање утицаја климатских промена на водне ресурсе, варијабилности климе и генерално на климатска истраживања. У досадашњем научном раду објавио је знатан број научних радова у рецензираним регионалним и међународним научним часописима.

1.4. Списак објављених научних радова

Кандидат Слободан Гњато до сада је објавио 34 научна рада у области геонаука (7 на SCI листи). Научни чланци публиковани су у међународним и домаћим часописима и зборницима категоризације М14 (2), М22 (1), М23 (6), М24 (5), М33 (4), М51 (4), М52 (11), и М63 (1).

Списак објављених научних радова са категоризацијом:

(M14)

1. **Gnjato, S.**, Popov, T., Trbić, G. & Ivanišević, M. (2019). Climate Change Impact on River Discharges in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of the Lower Vrbas River Basin. In: Leal Filho, W., Trbic, G. & Filipovic, D. (eds.) (2019). Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change (79–92). Climate Change Management. Cham, Switzerland: Springer Nature. doi: [https://doi.org/10.1\(X\)7/978-3-030-03383-5_6](https://doi.org/10.1(X)7/978-3-030-03383-5_6)
2. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2019). Effects of Changes in Extreme Climate Events on Key Sectors in Bosnia and Herzegovina and Adaptation Options. In: Leal Filho, W., Trbic, G. & Filipovic, D. (eds.) (2019). Climate Change Adaptation in Eastern Europe, Managing Risks and Building Resilience to Climate Change (213–228). Climate Change Management. Cham, Switzerland: Springer Nature. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-03383-5_15

(M22)

1. Trbic G., Popov, T., Djurdjevic, V., Milunovic, I., Dejanovic, T., **Gnjato, S.** & Ivanisevic, M. (2022). Climate Change in Bosnia and Herzegovina According to Climate Scenario RCP8.5 and Possible Impact on Fruit Production. Atmosphere, 13, 1, 14. doi: [10.3390/atmos13010001](https://doi.org/10.3390/atmos13010001)

(M23)

1. **Gnjato, S.**, Narancic, B., Antoniadis, D., Pienitz, R., Biskaborn, B.K., Gnjato, R. & Dekić, R. (2022). Surface sediment diatom assemblages from four alpine lakes in the Zelengora Mountains (Bosnia and Herzegovina): A Pilot Study. Botanica Serbica, 46, 1, 61–70. doi: [10.2298/BOTSERB2201061G](https://doi.org/10.2298/BOTSERB2201061G)
2. **Gnjato, S.**, Popov, T., Adžić, D., Ivanišević, M., Trbić, G. & Bajić, D. (2021). Influence of Climate Change on River Discharges Over the Sava River Watershed in Bosnia and Herzegovina. IDŐJÁRÁS, 125, 3, 449–462. doi: [10.28974/idojaras.2021.3.5](https://doi.org/10.28974/idojaras.2021.3.5)
3. Čulafić, G., Popov, T., **Gnjato, S.**, Bajić, D., Trbić, G. & Mitrović, L. (2020). Spatial and Temporal Patterns of Precipitation in Montenegro. IDŐJÁRÁS, 124, 4, 499–519. doi: [10.28974/idojaras.2020.4.5](https://doi.org/10.28974/idojaras.2020.4.5)
4. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2019). Changes in Extreme Temperature Indices Over the Peripannonian Region of Bosnia Hercegovina. Geografie, 124, 1, 19–40.
5. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2018). Analysis of Extreme Precipitation Over the Peripannonian Region of Bosnia Hercegovina. IDŐJÁRÁS, 122, 4, 433–452. doi: [10.28974/idojaras.2018.4.5](https://doi.org/10.28974/idojaras.2018.4.5)
6. Popov, T., **Gnjato, S.**, Trbić, G. & Ivanišević, M. (2018). Recent Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 13, 1, 211–224. doi: [10.26471/cjees/2018/013/019](https://doi.org/10.26471/cjees/2018/013/019)

(M24)

1. Trbic, G., Djurdjevic, V., Mandic, M. V., Ivanisevic, M., Cupac, R., Bajic, D., Zahirovic, E., Filipovic, D., Dekic, R., Popov, T. & **Gnjato, S.** (2021). The Impact of Climate Change on Grapevines in Bosnia and Herzegovina. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6, 1, 4. doi: 10.1007/s41207-020-00206-7
2. Popov, T., **Gnjato, S.**, Bajić, D. & Trbić, G. (2019). Spatial patterns of precipitation in Bosnia and Herzegovina. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA* 69, 3, 185–195. doi: 10.2298/IJGI1903185P
3. Popov, T., **Gnjato, S.**, Trbić, G. & Ivanišević, M. (2019). Analysis of Extreme Precipitation Indices in the East Herzegovina (Bosnia and Herzegovina). *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 69, 1, 1–16. doi: 10.2298/IJGI1901001P
4. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2018). Changes in Temperature Extremes in Bosnia and Herzegovina: A Fixed Thresholds-based Index Analysis. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 68, 1, 17–33. doi: 10.2298/IJGI1801017P
5. Trbić, G., Popov, T., & **Gnjato, S.** (2017). Analysis of air temperature trends in Bosnia and Herzegovina. *Geographica Panonica*, 21, 2, 68–84. doi: 10.18421/GP21.02-01

(M33)

1. Trbic, G., Djurdjevic, V., Ivanisevic, M., Cupac, R., Zahirovic, E. Popov, T., Filipovic, D., **Gnjato, S.** & Bajic, D. (2019). Possible Consequences of Climate Change on Viticulture in Bosnia and Herzegovina. *Proceedings of the 2nd International Conference ADAPTtoCLIMATE, Heraklion, Crete Island, Greece, June 24–25, 2019.* http://uest.ntua.gr/adapt2clima/proceedings/pdf/ADAPTtoCLIMATE2019_%20Trbic_etal.pdf
2. Popov, T., **Gnjato, S.** & Gnjato, R. (2019). Recent Climate Change in Bosnia and Herzegovina. У Ф. Х. Хикматов & А. Г. Дружинин (Отв. ред.), *Материалы Международной научно-практической конференции Географическая наука Узбекистана и России: Общие проблемы, потенциал и перспективы сотрудничества (г. Ташкент, Республика Узбекистан, 13-19 мая 2019 года)* (стр. 276–280). Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан, Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ассоциация российских географов-обществоведов, Географическое общество Узбекистана. <http://www.uzgeo.uz/Hujjat/maqola/05314da4-9ee6-458c-91cf-6b2542b3557a.pdf>
3. Гнято, Р., Попов, Т., **Гнято, С.** & Гнято, О. (2019). Туристическая валоризация рамсарских угодий на Западных Балканах. *Материалы международной научной конференции в рамках X научной Ассамблеи Ассоциации российских географов-обществоведов (АРГО) „Общественная география в меняющемся мире: фундаментальные и прикладные исследования“* (стр. 392–395). Ассоциация российских географов-обществоведов, Министерство образования и науки Республики Татарстан, Казанский (приволжский) федеральный университет, Институт управления, экономики и финансов.
4. Bajić, D., Trbić, G., Stanojević, M. & **Gnjato, S.** (2013). GIS Based Index as a Criterion of Spatial Concentration of the Social-economic Features. *Материалы международной конференции (Четвёртая Ежегодная научная Ассамблея АРГО) Москва – Ростов-на-Дону: Ассоциация Российских географов обществоведов (АРГО), Институт*

географии РАН, Географический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Северо-Кавказский НИИ экономических и социальных проблем Южного федерального университета.

(M51)

1. **Gnjato, S.**, Popov, T., Ivanišević, M. & Trbić, G. (2021). Changes in extreme climate indices in Sarajevo (Bosnia and Herzegovina). *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 101, 2, 1–21. doi: 10.2298/GSGD2102001G
2. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2019). Changes in Precipitation over the East Herzegovina Region. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 99, 1, 29–44. doi: 10.2298/GSGD1901029P
3. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2017). Trends in Frost Days in Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 97, 1, 35–55. doi:10.2298/GSGD1701035P
4. Popov, T., **Gnjato, S.**, Trbić, G. & Ivanišević, M. (2017). Trends in Extreme Daily Precipitation Indices in Bosnia and Herzegovina. *Collection of Papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade*, 65, 1, 5–24. doi: 10.5937/zrgfub1765005P

(M52)

1. Popov, T., **Gnjato, S.**, Trbić, G. & Ivanišević, M. (2021). Changes in Air Temperature over the East Herzegovina in the 1961–2016 Periods. *Herald*, 25, 1, 1–24. doi: 10.7251/HER2125001P
2. Dekić, R., Stanojević, M., Lolić, S., Narančić, B., **Gnjato, S.**, & Gnjato, O. (2020). Orlovačko Lake – water quality and sustainability issues. *Herald*, 24, 91–106. doi: 10.7251/HER2024091D
3. **Gnjato, S.**, Dekić, R., Lolić, S., Gnjato, O., & Ivanišević, M. (2019). Elements of Sustainability and Water Quality of Kotlaničko Lake. *Herald*, 23, 59–72. doi: 10.7251/HER1923059G
4. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2019). Extreme Temperature and Precipitation Months in the East Herzegovina Region. *Herald*, 23, 73–94: 10.7251/HER1923073P
5. **Gnjato, S.** (2018). Analysis of the Water Discharge at the Sana River. *HERALD*, 22, 103–116. doi: 10.7251/HER2218103G
6. Popov, T., **Gnjato, S.**, Trbić, G. & Gnjato, R. (2018). Climate Change in South-East Europe: A Case Study of Bosnia and Herzegovina. *Известия Географического общества Узбекистана*, 53, 145–158. <http://www.uzgeo.uz/Hujjat/arkiv/d63673f6-0d8b-4ab9-a140-64d76680abba.pdf>
7. **Гњато, С.** (2018). Анализа отицаја у сливу ријеке Топлице. *СКУП*, 9, 25–37. doi:10.7251/SKP180902025G
8. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2018). Analysis of Changes in Extreme Climate Indices in Mostar. *Herald*, 22, 79–102. doi:10.7251/HER2218079P
9. Žilinský, M., **Gnjato, S.** & Šiška, B. (2018). The Impact of Climate Change on Maize Production and Its Projection by 2100 in Slovakia. *Herald*, 22, 35–47. doi: 10.7251/HER2218035Z
10. Popov, T., **Gnjato, S.** & Trbić, G. (2017). Trends in Extreme Temperature Indices in Bosnia and Herzegovina: A Case Study of Mostar. *Herald*, 21, 107–132. doi: 10.7251/HER2117107P

11. Dekić, R., Lolić, S., Gnjato, O., **Gnjato, S.** & Stanojević, M. (2016). Black Lake of the Zelengora Mountain - Sustainability Problems. Herald, 20, 97–110. doi: 10.7251/HER2016097D

(M63)

1. Попов, Т., **Гњато, С.** и Живак, Н. (2018). Управљање мрежом заштићених подручја у Републици Српској у условима савремених климатских промјена. У: Филиповић, Д., Шантић, Д. & Марић, М. (уред.) (2018). Седми научно-стручни скуп са међународном учешћем „Локална самоуправа у планирању и уређењу простора и насеља: Генезе и перспективе просторног развоја“, Зборник радова (239–246). Београд: Асоцијација просторних планера Србије, Универзитет у Београду– Географски факултет.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Слободана Гњата написана је на 254 страница текста А4 формата. Урађена је према стандардима и упутствима Универзитета у Београду. Теза садржи 19 страна увода: насловне стране на српском и енглеском језику, страна са подацима о ментору и члановима комисије за преглед, оцену и одбрану дисертације, апстракт и кључне речи на српском и енглеском језику, садржај, списак табела, слика и графикона. Основни текст је написан на 218 страница. Докторска дисертација садржи 194 извора домаће и стране научне и стручне литературе, 69 графикона, 139 табела и 26 слика. Текст дисертације заједно са илустрацијама чини јединствену целину. Слике, графикони и табеле јасно су приказани, илустративни су и успешно интегрисани у текст. Уз слике, графиконе и табеле дате су неопходне информације (наслов и извор илустрације). На последњих пет страница докторске дисертације налазе се биографија аутора и прилози у виду својеручних потписаних изјава о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације и условима њеног коришћења.

Докторска дисертација обухвата 8 поглавља уклопљених у систематичну и јединствену целину, а то су:

УВОД (стр. 20–24)

1. ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА (стр. 24–38)
2. ФИЗИЧКО-ГЕОГРАФСКЕ ОДЛИКЕ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ (стр. 38–59)
3. АНАЛИЗА РЕЦЕНТНИХ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА (стр. 59–158)
4. АНАЛИЗА ПРОТИЦАЈА РЕКА У БОСНИ И ХЕРЦЕГОВИНИ (стр. 159–185)
5. УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА РЕЧНЕ ПРОТИЦАЈЕ (стр. 186–219)
6. ВЕЗА ИЗМЕЂУ ПРОТИЦАЈА И КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА (стр. 220–234)
7. ЗАКЉУЧАК (стр. 235–238)
8. ЛИТЕРАТУРА (стр. 239–249)

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу дисертације (**Увод**) дефинисани су предмет, циљеви и задаци истраживања, методологија и методе проучавања, просторни и временски оквир

истраживања, те радне хипотезе. Предмет истраживања докторске дисертације је утврђивање и образложење утицаја климатских промена на протицај река у Босни и Херцеговини. На основу прегледа досадашњих истраживања може се закључити да наведена проблематика није до сада анализирана и није примењена на простор Босне и Херцеговине, што је оправдава постојање оваквог пројекта. Циљ научне студије је да на бази анализе климатских параметара утврди везу са протицајима река у Босни и Херцеговини. Временски оквир истраживања обухвата период 1961–2016. године, с тим да је приликом анализе протицаја, услед непостојања дугорочних континуалних мерења, акценат био анализи два субпериода (1961–1990 и 2001–2016). Приказане су основне научне методе и технике примењиване у истраживању, а затим је образложена методологија којом ће се настојати одговорити на постављене циљеве и задатке.

У уводном делу су дефинисане четири основне радне хипотезе:

1. Реке су производ климата, односно директна последица односа падавина и температуре ваздуха на одређеном речном сливу. Падавине су директно пропорционалне протицају. С друге стране, температура ваздуха, као други најважнији климатски елемент, обрнуто је пропорционална протицају река.
2. С обзиром на то да су протицаји река у директној зависности од климатских услова (првенствено падавина и температура), климатске промене директно ће утицати на измену режима протицаја река у Босни и Херцеговини. Осим измене режима протицаја, утицај промена огледа се у смањеној водности река као и у све учесталијој појави сушних и водних периода.
3. Тренд загревања, који се превасходно огледа у порасту температуре ваздуха, присутан је на територији Босне и Херцеговине од друге половине 20. века, док тренд постаје израженији крајем 20. и почетком 21. века.
4. Рецентне климатске промене већ су се показале фактором измене режима протицаја река у региону јужне Европе. Реке Босне и Херцеговине такође показују промене водности изазване променама појединих климатских елемената. Веома мали број истраживања у Босни и Херцеговини на тему утицаја климатских промена на водне ресурсе указује на потребу комплексног студијског истраживања утицаја промене климе на протицаје река.

У **првом** поглављу дисертације (**Теоријско-методолошки оквир истраживања**) кандидат је дао преглед досадашњих истраживања и релевантних сазнања о проблематици утицаја рецентних климатских промена на протицај река.

- Дефинисани су појмови климатских промена и варијабилности климе.
- Дат је приказ уочених климатских промена у 20. и 21. веку на глобалном нивоу и у Европи – промена температуре ваздуха (тј. тренда глобалног загревања), промена режима падавина и промена екстремних временских или климатских догађаја. У овом поглављу приказане су и промене у протицајима река на глобалном нивоу и у Европи – трендови протицаја (просечни протицаји и екстремни).

У **другом** поглављу дисертације (**Физичко-географске одлике Босне и Херцеговине**) анализирани су основни фактори који имају детерминишу протицај река у Босни и Херцеговини.

- Приказани су геолошки комплекси Босне и Херцеговине који представљају једне од најважнијих фактора протицаја река. Литолошки састав стена, њихов положај и

дубина вододржљивих слојева утичу на услове акумулирања и отицања подземних вода које хране реке.

- Приказане су основне геоморфолошке одлике Босне и Херцеговине, односно најзначајнији орографски елементи који имају већи значај на мањим просторним скалама.
- Анализирани су климатски фактори, који као главни извор енергије и воде представљају примарни фактор протицаја река.
- Приказане су основне хидрографске одлике Босне и Херцеговине и анализирани најзначајније географске одлике сливова који су третирани у дисертацији.
- Наведене су опште одлике вегетације у Босни и Херцеговини.

У **трећем** поглављу дисертације (**Анализа рецентних климатских промена**) утврђене су савремене промене основних климатских елемената у истраживаном простору. За квантификацију истраживања употребљено је више статистичких метода. Дате су основне информације о коришћеним подацима и периоду истраживања. Дат је приказ просторне расподеле метеоролошких станица са којих су коришћени подаци. За сваку станицу дата је и информација о математичко-географском положају и надморској висини. Рецентне климатске промене у Босни и Херцеговини детерминисане су комплексном анализом основних климатских елемената у истраживаном простору у периоду 1961–2016. године на основу података са метеоролошких станица у Босни и Херцеговини за које постоје дугогодишња мерења – Сански Мост, Приједор, Бањалука, Добој, Бијељина, Тузла, Зеница, Бугојно, Соколац, Сарајево, Бјелашница, Иван седло, Ливно, Мостар и Билећа. Рецентне климатске промене у Босни и Херцеговини анализирани су утврђивањем Ман-Кендал тренда (и његове статистичке значајности) сезонских и годишњих температура ваздуха и падавина. Анализа промене два најзначајнија климатска елемента који детерминишу протицаје река употпуњена је анализом одступања од просека стандардног климатолошког периода (1961–1990). Извршена је компаративна анализа свих климатских параметара за вишегодишње периоде: за стандардни климатолошки период 1961–1990. године и за период 1991–2016. године, како би се осим уочених трендова додатно потврдила савремена колебања климе у истраживаном простору. Колмогоров-Смирнов тестом утврђена је статистичка значајност разлика климатских параметра (дистрибуција) између два периода.

Приказани су резултати анализе трендова температуре ваздуха у наведеном периоду. Утврђено је да је тренд загревања ваздуха присутан у Босни и Херцеговини од друге половине 20. века, а израженији постаје од 1990-их година. Загревање се огледа у статистички значајном тренду пораста средње, апсолутно максималне и минималне годишње температуре ваздуха. Утврђен је позитиван тренд температуре ваздуха у свим годишњим сезонама на свим истраживаним станицама. Највећи пораст забележен је у сезони лето, а затим у сезонама зима и пролеће. Сви наведени позитивни трендови температуре ваздуха најизраженији су у северном делу Босне и Херцеговине, док је пораст загревања нешто мањи на вишим метеоролошким станицама. Тренд загревања потврђује и значајан негативан тренд броја ледених и мразних дана и значајан позитиван тренд броја летњих и тропских дана.

Приказани су резултати анализе падавина. За разлику од температуре ваздуха, трендови падавина су, сезонски и регионално, веома променљиви и различитог знака, али сви инsigнификантни. Најизраженији је негативан тренд падавина у сезони лето, који је присутан на готово читавом простору Босне и Херцеговине (изузев на четири метеоролошке станице), док су позитивни трендови на свим метеоролошким станицама утврђени у сезони јесен.

Анализа варијабилности падавина показала је да је последњих година повећана међугодишња варијабилност падавина, као и учесталост година са екстремним падавинама. У овом подпоглављу анализирани су и промене климатских индекса који се израчунавају на основу температуре ваздуха и падавина, па на добар начин одражавају њихов комбиновани утицај на биљке – индекс суше и кишни фактор. Такође, утврђени су углавном негативни трендови броја дана са снежним покривачем (осим у Ливну).

У **четвртом** поглављу дисертације (**Анализа протицаја река у Босни и Херцеговини**) утврђене су савремене промене протицаја река на истраживаном простору. За квантификацију истраживања употребљено је више статистичких метода. Приказане су основне информације о коришћеним подацима и периоду истраживања. Дат је приказ просторне расподеле хидролошких станица са којих су коришћени подаци, као и основне информације о анализираним станицама (Кота “0”, одстојање од ушћа и површина слива). Промене протицаја у Босни и Херцеговини утврђене су сложенем анализом података за периоде 1961–1990. и 2001–2016., за следеће хидролошке станице – Биоштица, Маглај, Рељево, Завидовићи^{БОСНА}, Олово, Завидовићи^{КРИВАЈА}, Мердани, Оловске Луке, Врбања, Краље, Приједор, Сански Мост и Хумац. Анализа протицаја за наведене периоде извршена је услед непостојања дугорочних континуалних мерења. Ман-Кендал тренд коришћен је само за два хидролошка профила (Приједор и Врбања) која имају дугорочна (1961–2016) мерења. Анализа промене протицаја у Босни и Херцеговини извршена је употребом компаративне анализе за два вишегодишња периода: период 1961–1990. године и за период 2001–2016. године. Колмогоров-Смирнов тестом утврђена је статистичка значајност разлика протицаја (дистрибуција) између два периода.

Приказани су резултати анализе протицаја. Трендови протицаја су негативни у свим годишњим сезонама. Најизраженији негативни трендови протицаја осмотрени су у сезони лето. Анализа варијабилности (стандардна девијација и анализа перцентиља) протицаја показала је, као и код падавина, да је током последњих година повећана међугодишња варијабилност протицаја, као и повећану учесталост година са екстремним протицајима. Компаративна анализа просечних сезонских протицаја река у Босни и Херцеговини показује да је у периоду 2001–2016. године у односу на стандардни период 1961–1990, на свим хидролошким станицама забележено смањење протицаја у сезони лето. Изражено смањење протицаја забележено је још и у сезони зима, док је најизраженије повећање просечних протицаја на свим хидролошким профилима забележено у сезони јесен.

У **петом** поглављу дисертације (**Утицај климатских промена на речне протицаје**) утврђене промене температуре ваздуха и падавина доведене су у везу са променама протицаја река у Босни и Херцеговини. За утврђивање утицаја рецентних климатских промена на протицаје река израчунати су просечна температура ваздуха и просечна количина падавина за делове речних сливова до анализираних хидролошких профила. Просечне годишње и сезонске вредности температуре ваздуха и количине падавина израчунате су за периоде 1961–1990. и 2001–2016. године, односно за периоде за које постоје хидролошка мерења протицаја на осмотреним профилима и извршено је формирање хидролошких рејона за оба истраживана периода. Груписањем метеоролошких станица према положају у оквиру појединих хидролошких рејона направљени су регресиони модели за израчунавање просечне количине падавина и просечне температуре ваздуха, где су зависне варијабле биле падавине и температура ваздуха, док је независна варијабла била надморска висина метеоролошких станица.

Утврђено је да је повећање просечне годишње температуре ваздуха у периоду 2001–2016. до готово свих хидролошких профила износило ≥ 1 °C, док је пораст просечне количине падавина у већини случајева износио $< 10\%$. Незнатна позитивна промена водности река у Босни и Херцеговини у периоду 2001–2016. у односу на период 1961–1990. јављала се само у случајевима када су падавине расле за $> 10\%$.

Просечни зимски протицаји у периоду 2001–2016. године показују смањење у односу на референтни период (1961–1990) на готово свим хидролошким профилима, док је пораст утврђен само на профилима до којих је утврђено знатно повећање падавина.

Анализа промене климатских елемената и протицаја између два периода показала је да су промене водности у сезони пролеће доминантно биле условљене падавинама, иако је и у овој сезони забележено изражено повећање температуре ваздуха. Пораст падавина у периоду 2001–2016 ($> 10\%$) утицао је на повећање ($< 10\%$) протицаја на свим профилима, док се смањење падавина ($< 10\%$) рефлектовало на смањење водности ($< 10\%$).

Смањење протицаја на свим хидролошким профилима забележено је у сезони лето. Највећи раст температуре ваздуха (до свих профила $\geq 1,7$ °C) и веома благо повећање падавина (до 1,1%) до свега четири хидролошка профила у утицали су на изражено смањење водности река у овој сезони на укупном простору Босне и Херцеговине. Најизраженије смањење водности ($> 10\%$) забележено је на профилима до којих је, уз смањење падавина, температура ваздуха у новом периоду повећана $\geq 2,0$ °C.

Најизраженије повећање протицаја у периоду 2001–2016. осмотрено је у сезони јесен. Најмањи раст температуре ваздуха (< 1 °C), уз знатан пораст ($> 10\%$) падавина до свих профила, утицао је и на повећање водности на готово свим хидролошким профилима у овој сезони, чиме је потврђена доминантна условљеност протицаја у односу на падавине.

У шестом поглављу дисертације (**Веза између протицаја и климатских елемената климатских**) утврђена је повезаност између протицаја и климатских елемената. Израчунати су Пирсонови коефицијенти корелације између протицаја и падавина/температуре ваздуха, а затим је тестирана и њихова статистичка значајност. У циљу додатног идентификовања везе између климатских промена и протицаја река у Босни и Херцеговини, примењен је метод уравнивања средњих дневних температура ваздуха, падавина и протицаја за периоде 1961–1990. и 2001–2016. године.

Анализа степена повезаности климатских елемената и протицаја река потврдила је снажну и значајну ($p < 0,01$) везу између падавина и протицаја на нивоу сезона и године. Значајна веза између ова два елемента указује на то да падавине представљају примаран фактор који регулише протицаје река у Босни и Херцеговини, као и да се промене падавина у великој мери одражавају на промене у протицајима. Негативна и углавном инсигнификантна веза између температуре ваздуха и протицаја на нивоу године, с друге стране, показује да температура има нешто мањи непосредни утицај на протицаје река. Значајна ($p < 0,01$ и $p < 0,05$) негативна корелација између протицаја и температуре ваздуха утврђена је сезонама пролеће и лето. Снажна веза у овим сезонама јавља се као резултат израженог тренда загревања, а одражава се у смањеној водности река, која је посебно изражена у сезони лето.

Анализа 21-дневних покретних средњих вредности температуре ваздуха, падавина и протицаја у периодима 1961–1990. и 2001–2016. показала је изражен утицај климатских елемената на протицаје река у Босни и Херцеговини. Доминантан утицај температуре ваздуха на протицаје карактеристичан је за сезону зима, кад су се промене температуре рефлектовале на промене у протицајима у временском интервалу до 10 дана. Помоћу ове анализе потврђен је утицај загревања ваздуха у сезони зима у периоду 2001–2016. у

односу на период 1961–1990, што се манифестовало у ранијем повећању водности река у овој сезони, које је померено ка првој трећини фебруара на свим хидролошким профилима. Пораст температуре ваздуха у овој сезони условио је појаву ранијег топљења снега, што се одразило и на појаву већих вредности протицаја у периоду 2001–2016. у односу на референтни период (1961–1990).

У последњем поглављу дисертације (**Закључак**), на систематичан и јасан начин, представљена су најважнија сазнања која су проистекла из истраживања. Добијени резултати потврдили су полазне хипотезе, а дефинисани су задаци за будућа истраживања утицаја климатских промена на протицај река у Босни и Херцеговини. Констатовано је да обрађена проблематика представља актуелно истраживање које није до сада примењивано у Босни и Херцеговини. Познавање утицаја климатских промена на водност река је важно и у склопу проучавања савремених промена у животној средини, нарочито у водним екосистемима. То указује да се допринос овог истраживања огледа у генералном проширивању фундаменталних сазнања о климатским и хидролошким обележјима Босне и Херцеговине, али и у апликативној функцији која ће добити на значају у будућности.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Слободана Гњата обрађује, анализира и интегрише савремена теоријска сазнања и методолошке приступе, као и сопствене резултате у изабраној области, научно је заснована и представља заокружену истраживачку целину. Тематика је актуелна и значајна за развој методологије у пољу физичке географије, односно климатологије и хидрологије. Рад представља оригинално истраживање које може допринети унапређењу струке у теоријском и практичном смислу. Са становишта методолошког, научног и стручног приступа истраживању, дисертација испуњава све услове савремених физичко-географских и климатолошких студија. Остварена конзистентна и оригинална научна структура дисертације чини је оригиналним научно-истраживачким делом у свим сегментима, а посебно у начину анализе утицаја савремених климатских промена на протицаје река.

Оригиналност ове докторске дисертације огледа се у ауторовом сагледавању утицаја уочених рецентних климатских промена на протицај река у Босни и Херцеговини применом нових теоријско-методолошких приступа. Рад ће имати значајну примену у унапређењу теоријских и практичних проучавања хидроклиматских услова и карактеристика у Босни и Херцеговини. Значај и актуелност истраживања у складу је са развојним тенденцијама у овој научној области, како у погледу коришћених теоријских тумачења, примењене методологије и података који су анализирани.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Коришћена литература је у потпуности усклађена са циљевима, задацима и хипотезама истраживања докторске дисертације. У научно-истраживачком раду су коришћене 194 библиографске јединице домаћих и страних аутора. Коришћене су монографије, научне и стручне публикације, радови из научних часописа, радови са научних скупова, као и обимна статистичка грађа. Избор обима и квалитет коришћених извора показују стручну и научну зрелост и самосталност кандидата. На основу истраживања домаће литературе, закључено је да се научни радови односе само на

одређене сегменте ове проблематике. Истраживања у вези са климатским променама на простору Босне и Херцеговине указује на њихову све већу постојаност, док су истраживања њиховог утицаја на протицај река готово непостојећа. Досадашња истраживања, најчешће у виду појединачних радова, нису обрађивала наведену проблематику на начин приказан у дисертацији, чиме добијени резултати проширују постојећа сазнања о утицају климатских промена на речне протицаје на територији Босне и Херцеговине.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Анализом резултата истраживања може се закључити да докторска дисертација кандидата Слободана Гњата представља резултат обимног научно-истраживачког рада заснованог на признатим научним методама. Добијене резултате и закључке изведене у оквиру дисертације из тог разлога треба прихватити као валидне. Истраживање је засновано на фундаменталним и примењеним истраживањима, те на примени бројних научних метода. Поред општих географских, дијалектичких и гносеолошких метода, у току истраживања примењиван је и широк спектар математичко-статистичких метода, затим метода упоређивања, класификације, графичких и картографских метода. Осим стандардних и често коришћених дескриптивних статистичких метода, у раду су коришћене и специфичне статистичке методе.

У циљу детерминисања утицаја климатских промена на речне протицаје било је неопходно прво извршити анализу трендова основних климатских елемената у Босни и Херцеговини. Вредности трендова и њихова статистичка значајност анализирани су за период 1961–2016. године, на основу података са метеоролошких станица за које постоје континуална дугогодишња мерења, употребом непараметарског Ман-Кендал теста, док је за утврђивање магнитуде тренда коришћен непараметарски Сенов метод. Компаративном анализом добијених резултата за два вишегодишња периода: за стандардни климатолошки период 1961–1990. године и за период 1991–2016. године, поред уочених трендова, додатно су потврђене климатске промене на истраживаном простору (статистичка значајност разлика између два периода тестирана је непараметарским Коломогоров-Смирнов тестом). У циљу упоређивања климатских елемената и протицаја требало је обезбедити просторну расподелу падавина и температуре ваздуха на нивоу речних сливова. То је постигнуто регионалном линеарном двопараметарском регресионом анализом у којој је независна променљива била надморска висина, а зависне променљиве падавине и температура. Рејонизација територије Босне и Херцеговине по географском принципу обухватила је различите временске периоде и обрађена за годишњи ниво, а у сврху потврђивања полазних хипотеза изведени су и рејони према сезонама. Рецентне климатске промене елемената, пре свега температуре ваздуха и падавина, доведена су у везу са променама у протицајима река употребом Пирсоновог коефицијента корелације. Такође, утврђена је и статистичка значајност добијених коефицијената, док је за додатно утврђивање повезаности између хидроклиматских елемената коришћен метод покретних средњих вредности.

Кандидат је интегрисањем више метода доказао оправданост обрађивања овакве проблематике на принципима мултидисциплинарног приступа. Методи истраживања одабрани су сходно постављеним циљевима и структури рада.

3.4. Примењивост остварених резултата

Резултати истраживања спроведених у докторској дисертацији имају велики значај за проширивање постојећих сазнања о климатским променама на простору Босне и

Херцеговине и њиховом утицају на промене у протицајима река. Истраживање ће имати широку будућу примену као полазна основа за нове научне студије, док апликативност резултата и методологије могу преузети научници и стручњаци који се баве овом проблематиком и свим другим истраживањима која се надовезују на њу. Добијени резултати могу имати практичну примену у мултидисциплинарним истраживањима у области заштите животне средине, а нарочито конзервације биодиверзитета за правилно планирање политика заштите водних ресурса, тј. за планирање адекватних мера митигације и адаптације на климатске промене (али и на све учесталије и интензивније хазарде који их прате).

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самосталан рад

Прегледом докторске дисертације утврђено је да се ради о оригиналном научно-истраживачком раду написаном у складу са прописаним стандардима дефинисаним за овакву врсту научног доприноса. Научни допринос у области која је истраживана, студиозни приступ проблему, аналитичка обрада постојеће литературе, обрада обимне статистичке грађе, спроведене анализе и изведени закључци, сведоче о способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад. С обзиром на то да је кандидат објавио више научних и стручних радова из области физичке географије, климатологије и хидрологије, као и да је његов досадашњи рад у складу са темом дисертације, Комисија сматра да се након одбране докторске дисертације, кандидат може самостално бавити научним радом из ове актуелне и комплексне научне области.

4. НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни резултати до којих је кандидат дошао у докторској дисертацији имају значајан научни допринос у области физичке географије, климатологије и хидрологије. Као најважнији доприноси могу се издвојити следећи:

- Докторска дисертација представља значајан теоријско-методолошки и апликативни допринос у научним хидроклиматским истраживањима у Босни и Херцеговини;
- Проширење сазнања о климатским и хидролошким карактеристикама Босне и Херцеговине;
- Примена специфичне методологије и различитих метода;
- Утврђене рецентне климатске промене у Босни и Херцеговини могу бити полазна основа за бројна фундаментална и примењена истраживања;
- Уочене промене у протицајима река у Босни и Херцеговини могу послужити за унапређење политике и заштите површинских вода као и основа за истраживања утицаја промена водности река у областима енергетике, шумарства, пољопривреде и туризма;
- Доказана је повезаност промена климе и водности река, нарочито сводећи истраживање на унутаргодишњи, сезонски ниво;
- Изведена је просторна, физичко географска, односно хидроклиматска рејонизација Босне и Херцеговине за периоде 1961-1990. и 1991-2016. те је синтетизован и квантификован однос клима-воде за сваки од њих;

- Показано је да се јасан сигнал утицаја промена климе на водност река не може са сигурношћу наћи у свим деловима Босне и Херцеговине, нарочито у оним јужним и западним који су под доминацијом краса и хидроакумулација.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији применио оригиналан приступ изучавању проблема утицаја климатских промена на протицај река у Босни и Херцеговини. Кренуо је од општег простора, а затим га сужавао правилима рејонизације, тражећи образац којим би потврдио везу климе и вода, нарочито у периодима који се сматрају потпуно различитим у том смислу. С обзиром на то да је испитивани узорак река и метеоролошких станица релативно мали, као и да се јако осетио недостатак истих у источном и западном делу истраживане територије, може се са сигурношћу тврдити да је овим резултатом постигнут вероватно максимум у детерминисању веза климе (и њених варијација) и протицаја река. У том смислу се и аутор критички односи према извесним закључцима и наглашава да је за будућност оваквих истраживања неопходна обимнија база података поткрепљена не само хидроклиматским елементима, већ и свим осталим физичко географским који би у прогностичким моделима значајно умањили простор резидуала. Хидроклиматска истраживања обезбеђују вредне инструменте за разумевање и мерење утицаја климатских промена на процесе у рекама, док оваква истраживања представљају есенцијални корак за адекватно управљање водама, поготово ако се узме у обзир да водни ресурси у многим регионима показују озбиљне проблеме у погледу доступности и квалитета воде.

Будући да овакво истраживање није до сада спроведено за простор Босне и Херцеговине, добијени резултати представљају значајан допринос у методолошком погледу и могу послужити као основа за будуће студије које третирају сличну проблематику. Такође, добијени резултати се могу користити у бројним студијама промена у еко-системима, нарочито водних, али и у истраживањима различитих појава и процеса у животној средини.

Примењена методологија има велики значај за проширивање сазнања о варијабилности посматраних климатских елемената на територији Босне и Херцеговине и њиховом утицају на протицај река чиме је створена основа за будућа фундаментална и примењена истраживања.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Након детаљног прегледа докторске дисертације, праћења и познавања научног и стручног рада кандидата, Комисија закључује да је Слободан Гњато, виши асистент на Природно-математичком факултету Универзитета у Бањој Луци на Студијском програму географија, успешно урадио докторску дисертацију под насловом „**Утицај климатских промена на протицај ријека у Босни и Херцеговини**“.

Докторска дисертација кандидата Слободана Гњата под насловом „**Утицај климатских промена на протицај ријека у Босни и Херцеговини**“ је била велики изазов у актуелној научној проблематици, па је тиме и њен допринос адекватан постављеним циљевима. Она припада научној области Геонуака и ужој научној области Физичка географија, за коју је матичан Географски факултет Универзитета у Београду.

На основу провере оригиналности и извештаја из програма iThenticate, именована Комисија закључује да докторска дисертација представља оригинални научни допринос из области физичке географије. На основу наведеног извештаја, утврђено је да укупно

подударање текста износи 9%. Овај степен подударности последица је коришћења опште стручне терминологије, што је у складу са чланом 8 Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација.

Резултати и примењена методологија представљају значајан допринос у проучавању климатских промена на територији Босне и Херцеговине, као и у проучавању утицаја климатских промена на протицај река наведеног простора. Анализом резултата презентованих истраживања може се закључити да дисертација представља резултат одговорног и посвећеног истраживачког рада, утемељеног на савременим и признатим научним методама. Стога, добијене резултате и закључке из тог разлога треба прихватити као потпуно валидне.

Дисертација кандидата Слободана Гњата показује његово познавање и владање изабраним подручјем истраживања и одговарајућом литературом. Научне методе истраживања су адекватно изабране и спроведене тако да су омогућиле проверу истраживачких хипотеза, остваривање циљева истраживања и добијање релевантних резултата. Поглавља у дисертацији су укомпонована тако да чине логичну и повезану јединствену целину. Референтна литература је савремена и мултидисциплинарна и добро покрива област истраживања.

На основу целокупне анализе докторске дисертације, добијених резултата и закључака, Комисија констатује да је кандидат Слободан Гњато са успехом истражио значајан и савремен проблем. Докторска дисертација је урађена у складу са прихваћеном темом и пријавом на коју је Универзитет у Београду дао сагласност. Научни задатак је у потпуности испуњен и усклађен са дефинисаним циљевима истраживања. Комисија оцењује да докторска дисертација представља значајан допринос за методологију и праксу изучавања утицаја климатских промена на протицај река. На бази објављених радова и досадашњег научног рада, Комисија констатује да је кандидат оспособљен за самосталан научно-истраживачки рад.

У складу са претходно наведеним чињеницама, ставовима и доказима, а на основу Закона о Универзитету и Статута Географског факултета, Комисија предлаже Наставно-научном већу Географског факултета у Београду да прихвати Извештај о прегледу и оцени докторске дисертације кандидата Слободана Гњата, под називом „**Утицај климатских промена на протицај ријека у Босни и Херцеговини**” изложи на јавни увид и упути на усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 6.9.2022. године

К о м и с и ј а

Др Владан Дуцић, редовни професор
Универзитет у Београду – Географски факултет

Др Јелена Луковић, ванредна професорка
Универзитет у Београду – Географски факултет

Др Горан Трбић, редовни професор
Универзитет у Бањој Луци – Природно-математички факултет