

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Географски факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ГЕОГРАФСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Студентски трг 3/III, Београд

Предмет: Извештај Комисије о прегледу и оцени докторске дисертације кандидата Горице Станојевић

Одлуком бр. 256 од 24. маја 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Горице Станојевић под насловом

АТМОСФЕРСКА ЦИРКУЛАЦИЈА КАО ФАКТОР ПРОСТОРНЕ РАСПОДЕЛЕ
ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА И ПАДАВИНА У СРБИЈИ

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Горица Станојевић је 22. априла 2010. године одбранила мастер рад под називом „Хес-Брезовски типологија циркулације атмосфере и колебање климе у Србији“ на Географском факултету Универзитета у Београду чиме је стекла академско звање мастер географ. Докторске студије уписала је школске 2010/2011. године на истом факултету, студијски програм геонауке. Положила је све планом и програмом предвиђене испите и испунила све услове за стицање права на пријаву теме докторске дисертације под насловом „Атмосферска циркулација као фактор просторне расподеле температура ваздуха и падавина у Србији“ на матичном факултету. Наставно-научно веће Географског факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 17. априла 2014. године је размортило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације. Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука, на седници одржаној 20. маја 2014. године, дало је сагласност на оцену подобности кандидата и предлога теме докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације током њене израде именован је др Владан Дуцић, редовни професор, Географски факултет Универзитета у Београду.

По предаји укоричене верзије, Наставно-научно веће Географског факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 19. маја 2016. године донело је одлуку о именовању Комисије за преглед и оцену докторске дисертације у саставу: др Владан Дуцић, редовни професор Географског факултета Универзитета у Београду, др Горан Анђелковић, ванредни професор Географског факултета Универзитета у Београду и др Милан Радовановић, виши научни сарадник Географског института „Јован Цвијић“ САНУ.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Географије и ужој научној области Физичке географије, за коју је матичан Географски факултет Универзитета у Београду. Ментор докторске дисертације је др Владан Дуцић, редовни професор Географског факултета, који је докторирао и био биран у наставна звања за област климатологије, односно физичке географије, и објавио је одговарајући број научних радова што га квалификује за ментора дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Горица Станојевић рођена је 30. маја 1983. године у Ваљеву. Основну школу и гимназију завршила је у Ваљеву. Географски факултет Универзитета у Београду, смер географија, уписала је школске 2003/2004. године, а дипломирала 2008. године, са просечном оценом 9,13 (девет и 13/100). Дипломски рад под називом „Климатски екстреми Европе“ одбранила је са оценом 10 (десет). Школске 2008/2009. године уписала је мастер академске студије, другог степена, на студијском програму географија, на Географском факултету Универзитета у Београду. Све испите предвиђене планом и програмом положила је са просечном оценом 9,43 (девет и 43/100). Мастер рад под називом „Хес-Брезовски типологија циркулације атмосфере и колебање климе у Србији“, под менторством проф. др Владана Дуцића, одбранила је на Географском факултету 22. априла 2010. године са оценом 10 (десет) и стекла академско звање мастер географ.

Од 01. јануара 2011. године запослена је у Географском институту „Јован Цвијић“ САНУ у Београду као истраживач приправник, а од маја исте године је у звању истраживача сарадника. Ангажована је на пројекту „Географија Србије“ (бр. 47007) Министарства просвете и науке Републике Србије (2011-2016.).

У досадашњем научно-истраживачком раду објавила је самостално или као коаутор 23 научна и стручна рада (од којих шест на SCI листи). Учествовала је на већем броју домаћих и међународних конференција.

Стручна усавршавања и студијски боравци:

2016. године учесник школе *Winter School on Climate Change Thresholds, Doctoral Programme „Climate Change: Uncertainties, Thresholds and Coping Strategies“* at the University of Graz, February 22-26, 2016, Graz, Austria.

2014. године учесник семинара *Spatial and spatio-temporal modelling of meteorological and climatic variables using Open Source software (R+ OSGeo)*, Faculty of Civil Engineering, University of Belgrade, June 23-26, 2014, Belgrade, Serbia.

2012. године учесник радионице *First CLIM-RUN Workshop on climate Services*, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, October 15-19, 2012, Trieste, Italy.

2012. године учесник радионице *6th ICTP Workshop on The Theory and Use of REGIONAL Climate Models*, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, May 07-18, 2012, Trieste, Italy.

2011. учесник школе *School and Conference on "the General Circulation of the Atmosphere and Oceans: a Modern Perspective"*, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, July 11-15, 2011, Trieste, Italy.

2010. учесник радионице *The Final Event of COST733 Action*, Open Workshop, November 22-24, 2010, Vienna, Austria.

Учешће на националним и међународним научним скуповима:

2015. *International Scientific Conference „150th Anniversary of Jovan Cvijić's Birth“*, October 12-14, 2015, Belgrade, Serbia.

2014. *14th European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting & 10th European Conference on Applied Climatology (ECAC)*, October 06-10, 2014, Prague, Czech Republic.

2014. *European Population Conference 2014*, June 24-26, 2014, Budapest, Hungary.

2013. *Међународна конференција „Природне непогоде – везе између науке и праксе“*, Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, 08-11. октобар 2011. год., Београд, Србија.

2011. *Међународни научни скуп „Проблеми и изазови савремене географске науке и наставе“*, Географски факултет Универзитета у Београду, 08-10. децембар 2011. год., Брзеће, Копаоник, Србија.

2011. *Трећи конгрес српских географа*, ПМФ Бања Лука, 12-13. октобар 2011. год., Бања Лука, Република Српска.

2011. *11th European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting & 10th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM)*, September 12-16, Berlin, Germany.

2011. *European Geosciences Union General Assembly 2011*, April 03-08, 2011, Vienna, Austria.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Горице Станојевић, под насловом **„Атмосферска циркулација као фактор просторне расподеле температура ваздуха и падавина у Србији“** написана је на 234 стране, урађених у складу са Упутством за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду. На почетку дисертације дате су информације о ментору и члановима комисије. Дисертација садржи 11 почетних страна (насловне стране на српском

и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима Комисије, резиме и кључне речи на српском и енглеском језику и садржај), 193 стране основног текста, 7 страна са списком табела и слика, 18 страна литературе, као и једну страну биографије аутора. Основни текст је употпуњен са 11 табеларних приказа и 93 слике функционално уклопљених у текст. Структура и садржај текста одражавају уређен и конзистентан истраживачки концепт и омогућавају прегледан увид у целину рада. Текст дисертације заједно са илустрацијама чини јединствену целину. Сlike су јасно приказане, илустративне су и успешно интегрисане у текст. Уз слике и табеле дате су неопходне информације (наслов и извор илустрације). Попис литературе обухвата укупно 190 извора домаће и стране научне и стручне литературе. Изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу дате су на крају рада.

Докторска дисертација је структурисана у 10 каузално условљених, компатибилних и у конзистентну функционалну целину повезаних поглавља:

1. Уводна разматрања о проблему и предмету истраживања (стр. 1–5)
2. Досадашња истраживања (стр. 6–8)
3. Теоријско-методолошки оквир истраживања (стр. 9–44)
4. Компарација каталога циркулационих типова (стр. 45–58)
5. Оцена погодности циркулационих типова у анализи климатских елемената (стр. 59–69)
6. Одлике циркулационих типова повољних за одређене догађаје (стр. 70–150)
7. Просторна расподела температура ваздуха и падавина при одређеним циркулационим типовима (стр. 151–172)
8. Анализа трендова у посматраном периоду (стр. 173–186)
9. Закључак (стр. 187–200)
10. Литература (стр. 201–218)

Истовремено поглавља карактеришу бројни поднаслови хијерархијски нижег ранга. Структура дисертације је јасна и прецизна у формалном и садржајном смислу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном, поглављу дисертације (**Уводна разматрања о проблему и предмету истраживања**) представљен је предмет и проблем истраживања. Дато је полазиште према коме циркулација атмосфере представља најзначајнији фактор временских и климатских услова у умереним географским ширинама којима простор Србије и припада. Класификовање појавних облика циркулације атмосфере омогућава сагледавање њених особина, али и анализу утицаја на просторно-временску расподелу климатских елемената на одређеном простору. Концептуална категоризација типологија према којој се издваја неколико група метода, као и дефинисање просторног домена, класификационих параметара и броја типова омогућава евалуацију и правилан одабир типологија циркулације атмосфере које ће се користити у одређеном истраживању. Дневни ниво посматрања проширује сазнања о временским и климатским условима које није могуће сагледати са изведеним просечним вредностима (месечним, сезонским, годишњим). Климатска „спацијализација“

користећи циркулационе типове представља ново истраживачко подручје и предмет је ове студије. Потреба за просторним информација о климатским елементима је све већа, како за потребе науке тако и праксе. Утврђивање закономерности у просторној расподели одређеног климатског елемента подразумева интегрални приступ у анализи већег броја фактора међу којима предњачи утицај синоптичких услова. У посебном *поглављу*, дефинисани су циљеви и задаци истраживања који би омогућили прихватање или одбацивање постављених хипотеза: а) циркулација атмосфере је значајан фактор временских и климатских услова у Србији, б) каталози циркулационих типова су користан алат у анализи одлика циркулације атмосфере и в) температуре ваздуха и падавине на простору Србије показују просторно-временску варијабилност која је последица одлика циркулације атмосфере.

У другом поглављу дисертације (**Досадашња истраживања**) кандидат је дао преглед досадашњих истраживања у области типологија циркулације атмосфере, као и у анализи просторне расподеле климатских елемената са циркулацијом атмосфере као водећим предиктором. Дат је осврт на (хронолошки) развој типологија циркулације атмосфере, као и савремена достигнућа и развојне тенденције. Такође, истакнута је разлика између типова циркулације атмосфере и типова времена. У погледу просторне расподеле објашњен је термин климатска „спацијализација“ где се као водећи фактор просторне расподеле разматра утицај циркулације атмосфере. Ради се о новој истраживачкој области са малим бројем публикованих радова, али са веома значајним резултатима који унаређују постојећа сазнања о временским и климатским условима одређеног простора. На основу прегледа досадашњих истраживања може се закључити да наведена проблематика није до сада рађена и није примењена на простор Србије.

У трећем поглављу дисертације (**Теоријско-методолошки оквир истраживања**) дат је теоријско-методолошки оквир истраживања. Докторска дисертација је израђена у форми научне студије (са основним и примењеним истраживањима) уз примену одговарајућих основних, опште научних и посебних метода погодних за постављање полазних хипотеза, доказивање ставова и проверавање и доношење научних закључака. За квантификацију истраживања употребљено је више стандардних и специфичних статистичких метода и тестова. Поглавље се састоји од више подпоглавља у којима су најпре представљена теоријске основе, а затим и примењена методологија истраживања.

У *првом подпоглављу* дате су основне информације о коришћеним подацима, периоду истраживања, као и факторима који су одредили просторно-временску резолуцију истраживања.

У *другом подпоглављу* садржане су информације о коришћеним подацима за температуре ваздуха и падавине. Дат је преглед метеоролошких станица на простору Србије са којих су коришћени подаци о дневним температурама ваздуха, дневним максималним и минималним температурама ваздуха, као и дневним падавинама. Уз сваку станицу дата је и информација о метематичко-географском положају, надморској висини и комплетности низова временских серија. Такође, садржане су и информације о тестирању хомогености временских серија, као и приказ просторне расподеле станица са којих су коришћени подаци.

У трећем подпоглављу дате су информације о каталозима циркулационих типова. Сваки каталог је одређен класификационим методом, класификованим варијаблама, просторним доменом за који су изведени циркулациони типови и бројем типова. Каталогси су формиранли применом класификационог софтвера *Cost733class-1.2* и део су базе каталога *Cost733cat v2.0*. Класификоване су: а) гридиране дневне вредности ваздушног притиска на нивоу мора и б) гридиране дневне вредности ваздушног притиска на нивоу мора и висина геопотенцијалног поља од 500 hPa. Извор података је ERA40 Re-analysis, што је условило да је истраживани период 1961-2000. година. Одабрана су два класификациона домена: први домен обухвата простор између 30°-76°N и 37°W-56°E, односно Северно-атлантско-европски сектор, док други домен обухвата простор између 34°-49°N и 7°-30°E, односно простор Југоисточне Европе, укључујући Балканско полуострво са суседним морима. Анализа са два просторна домена различите величине, треба да укаже на значај информација које они садрже о циркулацији атмосфере тј. особинама циркулације атмосфере различитог просторног обухвата, а у вези су са регионалном и локалном климатском варијабилношћу одређеног простора, у овом случају конкретно територије Србије. Просторна резолуција је за већи домен је 2°x3° (768 поља грида), а за мањи 1°x1° (384 поља грида). Број типова је 9, 18 и 27. Класификациони методи су разврстани по новој концептуалној категоритазии према који се издвајају две основне групе: методе које користе „предефинисане“ типове и методе које „производе“ типове. У прву групу спадају мануалне (субјективне) методе и методе „прагова“, а у другу методе засноване на анализи главних компоненти, методе водећих алгоритама и методе оптимизационих алгоритама. За сваки метод дат је детаљан опис теоријско-методолошке основе са пратећим изводима из литературе.

Четврто подпоглавље садржи опис методологије која је коришћења за поређење каталога према особинама учесталости и постојаности циркулационих типова. Коришћени су статистички индекси који описују разлике у укупној учесталости типова, затим разлике у унутаргодишњој варијабилности учесталости типова унутар сваког каталога, затим међугодишњој варијабилности учесталости типова, као и постојање тренда у учесталости типова у посматраном периоду за сваки каталог. У погледу постојаности, каталози су поређени на основу индекса који показују просечну постојаност по типу за сваки каталог циркулационих типова. Познавање особине постојаности синоптичких система је од велике важности за анализу временских и климатских услова.

Пето подпоглавље садржи опис методологије која је коришћена за утврђивање повезаности циркулације атмосфере и температурних услова у Србији. Коришћена су три индекса: индекс објашњене варијансе, Pseudo-F индекс и унутар типова стандардна децијација. Погодност примене одређеног каталога циркулационих типова у анализи климатских елемената се огледа у његовој способности да класификује догађаје тако да је варијабилност посматраног климатског елемента унутар типова минимална, док је између типова максимална.

Шесто подпоглавље садржи опис методологије која је коришћена за утврђивање повезаности циркулационих услова и падавина. Природа падавина као климатског елемента захтева различит приступ у односу на температуре ваздуха. Падавине нису континуиран процес и могу се анализирати на два

начина: да ли је падавина било одређеног дана (обзиром на временску резолуцију у овој студији, дан са падавинама и дан без падавина) и по интензитету падавинских догађаја (тј. количини падавина у дану са падавинама). У првом кораку анализирана је способност циркулационих типова унутар сваког каталога у разврставању дана са и без падавина и условно можемо говорити о типовима који условљавају „влажно“/„суво“ време. У другом кораку тестиране су сличности и разлике у функцијама расподеле падавинских интензитета унутар сваког типа како би се анализирала способност циркулационих типова унутар сваког каталога у разврставању падавинских догађаја различитих интензитета. За тестање сличности коришћен је Колмогоров-Смирнов тест.

Седмо подпоглавље садржи преглед методологије која је коришћена за утврђивање фаворизованости циркулационих типова за екстремне температурне и падавинске догађаје применом коефицијента ефективности. Утврђени су типови који имају највећу учесталост у односу на њихову укупну учесталост у а) дневним минималним и максималним температурама ваздуха изнад/испод 5-ог и 95-ог перцентила емпиријске расподеле у посматраном периоду у топлој/хладној половини године и б) падавинске догађаје изнад 90-ог, 95-ог и 99-ог перцентила, као и ефективност типова за догађаје без падавина тј. сушне периоде где су извођени најдужи периоди без падавина за сваку годину у посматраном периоду.

Осмо подпоглавље садржи преглед методологије која је коришћена у процесу просторне предикције дневних температура ваздуха и падавина. Одабиру одговарајућег метода претходи теоријско разматрање адекватности примене постојећих метода у наведеној проблематици, као и преглед извора литературе који за предмет имају климатску „спацијализацију“ са атмосферском циркулацијом као најважнијим предиктором просторне расподеле климатских елемената. У овој студији, поред циркулације атмосфере, коришћени су и додатни предиктори као што су: надморска висина где је као извор података коришћен дигитални модел терена резолуције 1 арксекунд, географска ширина и дужина, а у случају падавина и удаљеност од извора влаге у зависности одлика циркулационих типова, односно путања кретања ваздушних маса (разматрана је удаљеност у односу на поједине тачке у Атлантском океану, Средоземном мору, Јадранском и Црном мору. За модел просторне предикције одабрана је геостатистичка метода интерполације регресиони кригинг, а анализа је урађена помоћу компјутерског програма *SAGA gis 2.6.2*.

У четвртом поглављу (**Компарација каталога циркулационих типова**) приказани су резултати поређења каталога циркулационих типова према особинама учесталости и постојаности типова применом одговарајуће методологије. Анализиран је утицај класификационог метода, класификованих параметара, просторног домена и броја типова на укупну учесталост типова, унутаргодишњу и међугодишњу расподелу учесталости, као и постојање тренда у учесталости у посматраном периоду и просечну постојаност по типу за сваки каталог циркулационих типова. Као би се издвојили типови са највишим/најнижим вредностима индекса урађена је нормализација добијених вредности и статистичко рангирање. Наведене особине циркулационих типова у значајној мери утичу на даљи ток анализе у којој се поједини каталози користе и због тога приказани резултати имају велики значај као основа за будуће студије.

Поглавље се састоји од *два подпоглавља* у којима су засебно приказани резултати за учесталост и за постојаност циркулационих типова.

У петом поглављу (**Оцена погодности циркулационих типова у анализи климатских елемената**) дат је приказ резултата добијених применом одабране методологије за утврђивање погодности примене разлитичих каталога циркулационих типова у анализи дневних вредности температура ваздуха и падавина на простору Србије. Анализиран је утицај класификационог метода, класификованих параметара, просторног домена и броја типова на способност каталога за стратификацију температурних и падавинских догађаја како би се издвојили они код којих је варијанса догађаја унутар типова најмања могућа, док је између типова највећа могућа. Поглавље се састоји од *два подпоглавља* у којима су засебно приказани резултати за температуре ваздуха и падавине. Статистичким рангирањем добијених вредности индекса извршен је избор каталога који ће се користити у даљој анализи. Најбоље резултате су показали каталози у чијој основи је метода анализа главних компоненти, при чему је класификациони поступак довршен применом нехијерархијске k-means кластер методе. Када је реч о класификованим варијаблима, увођење висине геопотенцијалног поља од 500 hPa даје боље резултате у односу када се посматра само расподела ваздушног притиска на нивоу мора.

У шестом поглављу (**Одлике циркулационих типова повољних за одређене догађаје**) кандидат најпре даје преглед параметара који су коришћени у анализи циркулационих типова који су показали најбољу способност у разврставању дневних температурних и падавинских догађаја на простору Србије као што су: учесталост типова, просечне дневне температуре и падавине за сваки од типова, стандардна девијација и коефицијент варијације температурних догађаја за сваки од типова, као и коефицијенти ефективности циркулационих типова за екстремне догађаје. Такође, приказ типова обухвата расподелу ваздушног притиска на нивоу мора и геопотенцијалну висину од 500 hPa на основу којих се закључује о постојању акционих центара и њиховом утицају на кретање ваздушних маса, односно утицају на временске и климатске услове на простору Србије. Одређене синоптичке ситуације условљавају више или ниже вредности температура ваздуха и падавина, те условно можемо говорити о „топлим“ или „хладним“ типовима, односно „више важним“ или „мање важним“ типовима. Такође, са повећањем броја типова омогућено је њихово детаљније разврставање према термичким одликама и одликама влажности. У погледу броја типова најоптималнији резултати се добијају код каталога са 18 типова, односно са 9 типова се добија превише уопштена представа о циркулацији атмосфере, а са 27 типова је присутно понављање, при чему велики број типова отежава тумачења. Оба домена пружају довољно информација за анализу просторно-временске варијабилности температура ваздуха и падавина у Србији. Циркулациони услови за мањи домен, који има у средишту простор Балканског полуострва, односно Југоисточну Европу, су „изоштрена“ слика деловања система ваздушног притиска на ширем подручју, односно у већем домену тј. у Северно-атлантском-европском сектору. Такође, са мањим просторним доменом је могуће препознати и издвојити као посебне типове системе ваздушног притиска са затвореном циркулацијом, тј. циклонима (понекад са великом вертикалном развијеношћу која се уочава и у средини тропосфере), а који су веома значајни за анализу екстремних догађаја, у случају падавина посебно. Највећа варијабилност станичних вредности је добијена за

типове који припадају групи хладних што говори о утицају рељефа на модификацију процеса великих размера у току хладне половине. У случају падавина ниске вредности коефицијената варијације указују на значајан утицај циркулације атмосфере на дневне падавине. Анализа је урађена на годишњем и сезонском нивоу. Поглавље се састоји од *четири подпоглавља* од којих свако засебно анализира дневне температуре ваздуха, температурне екстреме, дневне падавине и падавинске екстреме.

У седмом поглављу дисертације (**Просторна расподела температура ваздуха и падавина при одређеним циркулационим типовима**) представљени су резултати применене модела просторне предикције дневних температура ваздуха и падавина на простору Србије. Такође, засебно су представљени резултати за екстремне догађаје. У већини случајева вредност коефицијента детерминације је већа од 0,85 чиме се потврђује адекватност изабране методе регресионог кригинга. За температуре ваздуха, у случају свих циркулационих типова, надморска висина је значајан предиктор просторне расподеле, док у случају падавина за просторну расподелу од великог значаја је и правац кретања ваздушних маса односно удаљеност од извора влаге. Највеће вредности кригинг варијансе су добијене за простор Косова и Метохије што је директна последица недостатка података у анализи за овај простор, али и више за падавине у односу на температуре што говори о знатно сложенијим механизмима који утичу на просторну расподелу овог климатског елемента. Такође, утврђени су и недостаци модела у предикцији температура вадзуха у хладнијој половини године при антициклоналним условима када морфологија терена у великој мери модификује процесе великих размера.

У осмом поглављу (**Анализа трендова у посматраном периоду**) су приказани резултати анализе временске компоненте варијабилности изучаваних променљивих: учесталости и постојаности циркулационих типова, као и сезонских и годишњих температура ваздуха и падавина. Посматран је годишњи и сезонски ниво. Значајност тренда је тестирана применом Ман-Кендал теста са Сеновом оценом нагиба линеарног тренда. Преглед резултата је у значајној мери је подржан изводима из стране и домаће литературе којима се употпуњују тумачења. Закључено је да се промене у учесталости поједних циркулационих типова који се одликују продорима ваздушних маса различитих физичких особина могу довести у вези са позитивним/негативним трендовима температура ваздуха и падавина на простору Србије. Такође, промене у учесталости су праћене променама у постојаности, што објашњава утврђене трендове у екстремним догађајима. Показано је да извесна тумачења могу ићи и у правцу извајања субпериода повећање/смањене учесталости и постојаности циркулационих типова, односно субпериода са позитивним/негативним трендовима температура ваздуха и падавина. Поглавље се састоји од *два подпоглавља* у којима су анализирани температуре и падавине.

У деветом поглављу (**Закључак**) дисертације, на систематичан и концизан начин излажу се најзначајнија сазнања која су проистекла из истраживања. Потврђене су полазне хипотезе. Такође, утврђени су истраживачки задаци за будућност како би се побољшали и унапредили добијени резултати. Приказана је и могућност примене добијених резултата. Констатовано је да обрађена проблематика представља актуелно истраживачко подручје која није до сада обрађивана код нас на начин представљен у дисертацији, при чему се актуелност истраживања огледа у проширивању фундаменталних сазнања о

времену и клими на простору Србије, али и у апликативној функцији која ће добити на значају у будућности применом добијених резултата.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Горице Станојевић 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. 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 дефинисања облика циркулације атмосфере и примени геостатистичког модела који омогућава сагледавање утицаја циркулационих типова на просторну расподелу дневних вредности температура ваздуха и падавина у Србији.

Оригиналност ове докторске дисертације је ауторово сагледавање утицаја циркулације атмосфере као веома важног климатског фактора просторно-временске димензије варијабилности посматраних климатских елемената применом нових теоријско-методолошких приступа. Рад ће имати значајну примену у унапређењу теоријских и практичних проучавања климатских услова у Србији. Значај и актуелност истраживања је у складу 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

Докторска дисертација је написана на основу обимног библиографског материјала (190 извора стране и домаће литературе). Коришћене су монографије, научне и стручне публикације, радови из научних и стручних часописа, радови са научних скупова, као и обимна статистичка грађа. При избору литературе и извора кандидат је показао висок степен научне и стручне зрелости и самосталности у научно-истраживачком раду. Аутор је консултовао одговарајућу литературу на страним језицима, а дао је и приказ досадашњих истраживања у домаћој литератури као што су: Чадеж (1964), Добриловић (1960, 1978), Радиновић (1981), Радовановић (2001), Дуцић и Радовановић (2005). На основу истраживања домаће литературе, закључено је да се научно-стручни радови односе само на одређене сегменте ове проблематике. Извесни резултати, најчешће у виду појединачних радова, не обрађују наведену проблематику на приказани начин, чиме добијени резултати проширују постојећа сазнања о климатским условима у Србији. Такође, консултоване су стране публикације од којих се посебно истиче Yarnal (1993) која је полазна основа у свим студијама које се баве утицајем синоптичких услова на бројне

појаве и процесе у животној средини. Наведени попис извора и литературе показује да је кандидат стекао добар увид у предметну материју. Посебно истичемо да је кандидат значајан део емпиријске анализе темељио на резултатима аналитичке обраде података, пре свега обраде података у четрдесетогодишњем периоду (1961-2000. година), што показује самосталност и зрелост аутора у научној обради метеоролошких података. Извор података на којима се базирају типови циркулације атмосфере је ERA-40 Re-analysis, док је извор коришћених података за простор Србије Републички хидрометеоролошки завод Србије.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Анализом резултата презентованих истраживања може се закључити да предметна дисертација представља резултат посвећеног научно-истраживачког рада заснованог на признатим методама. Добијене резултате и закључке изведене у оквиру дисертације из тог разлога треба прихватити као валидне. Поред основних научних метода, у раду су коришћене и посебне методе сходно анализираној проблематици. Методи анализе и синтезе су нашли примену у раду у смислу поступака којима се обезбеђује сазнање о јединству делова и целине. Осим стандардних и често коришћених дескриптивних статистичких метода, у раду је коришћено је и више специфичних статистичких тестова и метода.

Класификовање облика атмосферске циркулације обухвата дефинисање а) варијабла које се класификују, б) метода класификације, в) простора за који ради класификација, и г) броја типова. У овом истраживању каталози су формирано применом класификационог софтвера *Cost733class-1.2* и део су базе каталога *Cost733cat v2.0*. У погледу улазних података, односно варијабла које се класификују, разматрана су два случаја: а) гридиране вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора и б) гридиране вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора и висина геопотенцијалног поља од 500 hPa. Извор податка за класификоване варијабле је ERA-40 Re-analysis. У односу на класификациони метод може се издвојити неколико група: методе које користе „пре-дефинисане” типове и методе које „производе” типове. У прву групу спадају мануалне (субјективне) методе и методе „прагова”, а у другу методе засноване на анализи главних компоненти, методе водећих алгоритама и методе оптимизационих алгоритама. Свака од група обухвата по неколико разлитих математичко-статистичких процедура за класификацију. Одабрана су два класификациона домена: први домен обухвата простор између 30°-76°N и 37°W-56°E, односно Северно-атлантско-европски сектор, док други домен обухвата простор између 34°-49°N и 7°-30°E, односно простор Југоисточне Европе, укључујући Балканско полуострво са суседним морима. Број типова је 9, 18 и 27. Каталози су формирано за период 1961-2000. година. После формирања каталога уследила је њихова компарација која се заснива на поређењу фреквенција тј. карактеристика учесталости циркулационих типова у анализираном периоду, као и просечне постојаности (перзистентности), а користећи индексе који описују разлике у величини типова тј. укупној учесталости типова (индекс *VF*), затим унутаргодишњу варијабилност учесталости типова (индекс *MVM*), међугодишњу варијабилност учесталости типова (индекс *MVA*), постојање тренда у учесталости типова у посматраном

периоду (индекс *MTN*), као и просечно трајање типова (индекс *MP*). Сви наведени индекси су научно признати и представљају основне показатеље у студијама одлика типова циркулације атмосфере.

За утврђивање погодности примене каталога циркулационих типова у анализи температура ваздуха и падавина у Србији коришћени су одговарајући статистички индекси. За утврђивање погодности посматраних каталога у разврставању дневних температура ваздуха на простору Србије израчунати су: индекс објашњене варијансе (*EV*), Pseudo-F индекс (*PF*) и унутар типова стандардна девијација (*WSD*). Сваки од ових индекса има за циљ да покаже способност типова да групишу дневне температурне догађаје тако да је њихова дисперзија унутар једног типа минимална, а између типова максимална, тј. да су типови презентовани синоптичким условима за време којих су измерене температуре ваздуха у одређеним границама. Прорачуни су рађени за сваку станицу посебно, а као излаз приказан је просек на нивоу Србије. У циљу утврђивања погодности циркулационих типова у анализи падавинских догађаја најпре је израчунат индекс *STD* на основу кога се закључује о способности каталога за разврставање дана са и без падавина, а затим су тестиране сличности и разлике у функцијама расподеле падавинских интензитета унутар сваког типа применом Колмогоров-Смирнов теста. Статистичким рангирањем добијених вредности индекса издвојени су каталози циркулационих типова са најбољим резултатима за простор Србије који су коришћени у даљем истраживању.

Повезаност синоптичких услова са екстремним климатским догађајима је анализирана израчунавањем коефицијента ефикасности (индекс *EV*) циркулационих типова у екстремним температурним и екстремним падавинским догађајима. Екстремни догађаји су дефинисани применом прагова на основу вредности перцентила емпиријске расподеле посматраних варијабла.

За оцену значајности трендова временских серија посматраних променљивих коришћен је непараметарски Ман-Кендал тест са Сеновом оценом нагиба линеарног тренда.

За просторну предикцију дневних вредности температура ваздуха и падавина коришћена је геостатистичка метода интерполације регресиони кригинг. Циркулација атмосфере је водећи предиктор, док су као додатни предиктори (ауксилијалне варијабле) коришћени подаци о надморској висини, географској ширини и дужини и удаљеност од извора влаге. Изабрани метод просторне интерполације се састоји од детерминистичког дела који је одређен регресионим коефицијентима, док је стохастички део одређен тежинским коефицијентима добијених на основу просторних односа резидуала. За анализу је коришћен је компјутерски програм *SAGA gis 2.6.2*.

С обзиром на сложеност и обим предмета истраживања, кандидат је интегрисањем више метода, односно интегралним приступом пружио доказе и оправданост обрађивања оваквих значајних проблема на принципима мултидисциплинарног приступа. Методи истраживања одабрани су сходно постављеним циљевима и структури рада.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања спроведених у докторској дисертацији имају велики значај за проширење постојећих сазнања о деловању климатских фактора и одликама климатских елемената на простору Србије. Спроведено

истраживање имаће веома широку будућу примену као база за нова научна истраживања, док апликативност резултата и методологије могу преузети научници и стручњаци који се баве овом проблематиком и свим другим истраживачким питањима која се надовезују на њу.

Могућности примене резултата ове студије могу ићи у неколико праваца:

- а) примена у климатској регионализацији за простор Србије;
- б) анализа екстремних климатских догађаја, као што су топли/хладни таласи, поплаве/суше итд., тј њихова учесталост, интензитет, тренд итд.;
- в) примењена истраживања, тј. разматрање утицаја температура ваздуха и падавина на различите компоненте животне средине на простору Србије (студије загађености ваздуха и концентрације атмосферских аеросоли, шумских пожара, поплава, атмосферских непогода као што је грмљавина, утицаја топлих таласа на здравље и морталитет људи итд.).

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Научни и практични доприноси у области која је истраживана, студиозни приступ проблему, аналитичка обрада постојеће литературе, спроведене анализе и изведени закључци, несумљиво сведоче о способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад. С обзиром да је кандидат објавио више научних и стручних радова из области физичке географије и климатологије, као и да је његово досадашње усавршавање и 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. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Резултати до којих је кандидат дошао у својој докторској дисертацији имају значајан научни допринос у области физичке географије и климатологије. Као најважнији може се издвојити следеће:

- Проширење сазнања о временским и климатским условима на простору Србије.
- Примена специфичних метода, од којих су неке први пут употребљене за простор Србије.
- Избор каталога циркулационих типова који су показали најбоље особине у анализи температура ваздуха и падавина на простору Србије, што их квалификује за бројна фундаментална и примењена истраживања.
- Утврђивање модела просторне предикције дневних вредности температура ваздуха и падавина у Србији чиме су унапређена сазнања о просторној компоненти варијабилности посматраних климатских елемената, али и створена основа за будућа истраживања.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији применио оригиналан приступ изучавању утицаја циркулације атмосфере на просторно-временску

варијабилност температура ваздуха и падавина у Србији. Циркулација атмосфере је веома сложен комплекс физичких механизма којима се обавља размена ваздушних маса на Земљи и као таква представља значајан фактор расподеле вредности климатских елемената на одређеном простору. Типологије циркулације атмосфере омогућавају сагледавање њених особина и анализу утицаја на време и климу. Следећи одређена правила, применом класификационог метода поједностављује се природни комплекс особина циркулације атмосфере у дискретне категорије – циркулационе типове образујући каталоге циркулационих типова. У овој студији каталози циркулационих типова су изведени применом различитих класификационих метода на истим улазним подацима, за исте просторне домене, као и исти број типова чиме је омогућена њихова систематична евалуација и компарација у циљу утврђивања најповољнијих за анализу дневних вредности температура и падавина на простору Србије. Будући да овакво истраживање није рађено за простор Србије до сада, добијени резултати представљају значајан допринос у методолошком погледу и могу послужити као основа за будуће студије које се баве сличном проблематиком. Такође, издвојени каталози циркулационих типова се могу користити у бројним студијама повезаности и утицаја синоптичких услова на временске и климатске прилике, али и истраживања различитих физичких појава и процеса у животној средини.

Модел просторне предикције дневних температура ваздуха и падавина, заснован на геостатистичком методу интерполације, регресионом кригингу, уз коришћене предикторе, има вешеструки значај за проширивање сазнања о просторној компоненти варијабилности посматраних климатских елемената у Србији чиме је створена основа за будућа фундаментална и примењена истраживања. Такође, у делу истраживања о временској компоненти варијабилности, тренду изучаваних варијабли, кандидат је дао допринос у проширењу сазнања у склопу тематике савремених климатских промена на простору Србије, по коме се промене у температурама ваздуха и падавинама могу довести у везу са учесталошћу и постојаношћу синоптичких система.

4.3. Верификација научних доприноса

M22

Ducić, V., Luković, J., Burić, D., **Stanojević, G.**, Mustafić, S. (2012). Precipitation extremes in wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types. *Nat. Hazard Earht Syst. Sci.*, 12, 1-11.

M24

Дуцић, В., Луковић, Ј., **Станојевић, Г.** (2010). Циркулација атмосфере и колебање падавина у Србији у периоду 1949-2004. *Гласник Српског географског друштва*, 90 (2), 85-107.

M51

Станојевић, Г. (2012). Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”, САНУ*, 62 (2), 1-13.

M51

Дуцић, В., **Станојевић, Г.**, Иконовић, В. (2010). Циркулација атмосфере и колебање температуре ваздуха у Србији у периоду 1949-2004. *Зборник радова Географског факултета, св. LVIII*, 11-28.

M51

Станојевић, Г. (2010). Класификације циркулације атмосфере. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”, САНУ, 60 (2), 27-37.*

M33

Станојевић, Г. (2011). Анализа варијабилности сезонских температура ваздуха на простору Србије. *Зборник радова, Трећи конгрес српских географа, Бања Лука, 171-181.*

M34

Stanojević, G. (2014). The study of climate variability in Serbia using atmospheric circulation types. 14th EMS / 10th ECAC, EMS Annual Meeting Abstract, Vol.11, EMS2014-21, 2014. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2014/EMS2014-21.pdf>

M34

Stanojević, G. Atmospheric circulation types and temperature variability in Serbia. *Geophysical Research Abstracts, Vol.13, EGU2011-6908, 2011, EGU General Assembly 2011, 3-8 April, 2011, Vienna, Austria.*

M34

Stanojević, G. and Ducić, V. The Large-Scale Atmospheric Circulation and Extreme Temperature Events in Serbia. *EMS Annual Meeting Abstracts, Vol.8, EMS2011-736, 2011, 11th EMS/10th ECAM, 12-16 September 2011, Berlin, Germany.*

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Након прегледа докторске дисертације, праћења и познавања научног и стручног рада кандидата, Комисија закључује да је Горица Станојевић, истраживач сарадник Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, урадила докторску дисертацију под насловом „Атмосферска циркулација као фактор просторне расподеле температура ваздуха и падавина у Србији“. Дисертација садржи укупно 234 стране, од којих 11 почетних страна, 193 стране основног текста, 7 страна са списком табела и слика, 18 страна литературе, као и једну страну биографије аутора. Основни текст је употпуњен са 11 табеларних приказа и 93 слике функционално уклопљених у текст. Изјава о ауторству, изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу дате су на крају рада. Докторска дисертација има десет поглавља урађених у складу Упутством за формирање репозиторијума докторских дисертација Универзитета у Београду.

Докторска дисертација кандидата Горице Станојевић под насловом „Атмосферска циркулација као фактор просторне расподеле температура ваздуха и падавина у Србији“ представља веома актуелан научни допринос и припада научној области Географија и ужој научној области Физичка географија, за коју је матичан Географски факултет Универзитета у Београду. Резултати и примењена методологија могу дати значајан допринос у проучавању просторно-временске анализе климатских елемената у Србији. Анализом резултата презентованих истраживања може се закључити да предметна дисертација представља резултат зрелог и посвећеног истраживачког рада, заснованог на признатим научним методама. Добијене резултате и закључке из тог разлога треба прихватити као потпуно валидне.

Докторска дисертација кандидата Горице Станојевић показује њено 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 на тај начин да чине логичну и повезану целину. Структура истраживања је прегледно одвојена по поглављима и потпоглављима. 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 Горица Станојевић са успехом истражила значајан и актуелан 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 циркулације атмосфере на време и климу на простору Србије.

На основу објављених радова и досадашњег научног усавршавања и рада, Комисија сматра да је кандидат оспособљен за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Географског факултета да прихвати позитивну оцену докторске дисертације кандидата Горице Станојевић под називом „**Атмосферска циркулација као фактор просторне расподеле температура ваздуха и падавина у Србији**“, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду
31.05.2016. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Владан Дуцић, ред. проф.
Универзитет у Београду, Географски факултет

Др Горан Анђелковић, ванр. проф.
Универзитет у Београду, Географски факултет

Др Милан Радовановић, виши научни сарадник
Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ