

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Студентски трг 3/Ш
Београд

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ГЕОГРАФСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

*Предмет: Извештај Комисије о прегледу и оцени докторске дисертације кандидата
Дејана Дољака*

Одлуком Наставно-научног већа Географског факултета Универзитета у Београду, донетој на седници одржаној 13. фебруара 2020.године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Дејана Дољака, под насловом:

**ВРЕДНОВАЊЕ ГЕОПРОСТОРА ЗА ПОТРЕБЕ ПЛАНИРАЊА ФОТОНАПОНСКИХ
ЕЛЕКТРАНА У СРБИЈИ**

Након прегледа докторске дисертације, Комисија у саставу др Дејан Филиповић, редовни професор Географског факултета Универзитета у Београду, др Јелена Луковић, ванредни професор Географског факултета Универзитета у Београду и др Драгутин Д. Протић, доцент Грађевинског факултета Универзитета у Београду, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Дејан Дољак уписао је докторске студије школске 2012/2013. године на Географском факултету Универзитета у Београду, студијски програм Геонауке. Положио је све, планом и програмом, предвиђене испите и испунио услов за стицање права на пријаву теме докторске дисертације под насловом „Вредновање геопростора за потребе планирања фотонапонских електрана у Србији” на матичном факултету.

Наставно-научно веће Географског факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 04. фебруара 2016. године прихватило је предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 26. априла 2016. године, дало је сагласност на оцену подобности кандидата и предлога теме докторске дисертације.

Завршену докторску дисертацију је кандидат Дејан Дољак предао је Секретаријату Географског факултета јануара 2020. године када је упућена на проверу подударности текста коју спроводи Универзитетска библиотека у Београду. Након резултата провере софтвером *iThenticate* потврђено је да дисертација није плагијат.

На седници Наставно-научног већа Географског факултета Универзитета у Београду, одржаној 13. фебруара 2020. године, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: ментор др Дејан Филиповић, редовни професор Географског факултета Универзитета у Београду и чланови комисије др Јелена Луковић, ванредни професор Географског факултета Универзитета у Београду и др Драгутин Д. Протић, доцент Грађевинског факултета Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Геонауке – Географија и ужој научној области Просторно планирање, за коју је матичан Географски факултет Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Дејан Дољак рођен је 30. јула 1988. године у Београду, где је завршио основну и средњу школу. Географски факултет, смер Просторно планирање, уписује 2007. године. Трогодишње студије завршава у року, са просечном оценом 9,24. Дипломирао је код проф. др Дејана Филиповића, са завршним радом под називом: „Перспективе коришћења обновљивих извора енергије – планерски приступ”, са оценом 10. Након тога уписује мастер студије, у трајању од две године, на истом факултету и смеру. Мастер студије завршава у року, са просечном оценом 10 (десет), одбранивши мастер рад под називом: „Геопросторни услови за лоцирање соларних система”, код проф. др Дејана Филиповића. Институт за архитектуру и урбанизам Србије (ИАУС) доделио му је, 28. јануара 2013. године, годишњу награду „Димитрије Перишић” за најбољи мастер рад у 2012. години.

Године 2012. уписује докторске студије „Геонаука” на Географском факултету, након чега добија стипендију Министарства просвете, науке и технолошког развоја и укључује се у научно-истраживачки пројекат „Географија Србије” (ев. бр. III 47007) на Географском институту „Јован Цвијић” САНУ.

У периоду од 2011. до 2017. године обављао је послове демонстратора, на Универзитету у Београду – Географском факултету, на следећим предметима: Планирање и уређење туристичких подручја, Туризам и просторно планирање и Стратегија развоја туризма. Током школске 2013/2014. године био је ангажован и на предмету Урбанистичка регулација насеља.

Од 1. јуна 2017. године запослен је у Географском институту „Јован Цвијић“ САНУ, најпре као истраживач-приправник, а затим као истраживач-сарадник. До сада је објавио 28 радова, од којих је три у часописима на SCI листи. Учесник је на више научних скупова у земљи и иностранству, као и у реализацији три пројекта.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Дејана Дољака, под насловом „**Вредновање геопростора за потребе планирања фотонапонских електрана у Србији**” написана је на 209 страна, према упутству о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду. Након страница које су уобичајене за сваку докторску дисертацију (насловне стране на српском и енглеском језику, страницама са подацима о ментору и члановима Комисије, изјавом захвалности, сажетком, кључним речима и садржајем), налази се текст дисертације подељен у шест поглавља:

1. Увод (стр. 1–6),
2. Теоријски оквир истраживања (стр. 7–52),
3. Подаци и методологија (стр. 53–84),
4. Резултати (стр. 85–122),
5. Дискусија (стр. 123–138) и
6. Закључак (стр. 139–140).

Поглавља су подељена на више поднаслова нижег хијерархијског нивоа како би текст дисертације био прегледнији и разумљивији читаоцу. Преостали, саставни, делови дисертације представљају списак научне и стручне литературе (374 извора, стр. 141–161), прилози (стр. 162–189), списак табела и слика (стр. 190–194), као и биографија аутора (стр. 195). Дисертација садржи 30 табела и 69 слика у основном тексту, док се 9 табела, 25 слика и једна анкета налазе у прилогу. На крају докторске дисертације налази се Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада, као и Изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу** описани су разлози који су утицали на избор теме докторске дисертације. Преглед досадашњих истраживања у области соларне енергетике, указује да развој соларних система у великој мери зависи како од друштвено-економских околности, тако и од познавања географског, техничког и економски искористивог потенцијала за коришћење сунчевог зрачења. На основу претходних истраживања и недостатка одговарајућих знања у вези просторног потенцијала за фотонапонску конверзију сунчевог зрачења, у овом поглављу дефинисани су предмет, циљ и задаци истраживања докторске дисертације. Достицањем постављених циљева, кроз решавање оперативних задатака омогућено је прихватање или одбацивање постављених хипотеза. На крају овог поглавља описани су очекивани резултати и научни допринос дисертације, који се првенствено огледа кроз конципиран емпиријски модел за процену повољности простора за изградњу

фотонапонских електрана, имплементираног на примеру две јединице локалне самоуправе у Србији: Граду Врању и општини Кладово.

У другом поглављу дисертације представљен је теоријски оквир истраживања. Најпре су објашњени појмови везани за сунчево зрачење и фотонапонски ефекат, а потом и техника и технологија за фотонапонску конверзију сунчевог зрачења. Описане су основне компоненте фотонапонских система, типови и могућности њихове примене, указујући на то да су фотонапонске електране намењене искључиво за снабдевање јавне електромереже струјом. У наставку описани су примери добре праксе иностраних земаља (Кине, Немачке и Словеније), који за циљ имају да покажу да је развој фотонапонских система резултат планских активности, као и да докажу оправданост њихове примене у нашим условима. Поред примера добре праксе иностраних земаља, у овом поглављу су приказана досадашња искуства Србије на пољу фотонапонске конверзије сунчевог зрачења. Постојеће карте које је израдио Институт за мултидисциплинарна истраживања (IMSI), 2008. године, показују да вредности енергије глобалног зрачења на годишњем нивоу имају тенденцију пораста од северозапада (мање 1.240 kWh/m^2) ка југоистоку (веће 1.540 kWh/m^2), при чему просечна вредност за територију Србије износи 1.400 kWh/m^2 . Према подацима из јуна 2019. године, на територији Србије изграђено је укупно 106 соланих електрана укупне инсталисане снаге 8,81 MW које имају статус повлашћеног произвођача електричне енергије, као и једна соларна електрана, инсталисане снаге 425 kW, која има статус произвођача електричне енергије из обновљивих извора енергије. У овом поглављу дата је карта на којој је приказан просторни размештај соларних електрана у Србији, према инсталисаној снази и месту поставке (на крову или земљи). Приказ техничких карактеристика и геопросторни услови дати су за девет постојећих фотонапонских електрана на територији Србије. Поглавље се завршава приказом правне регулативе у области изградње фотонапонских електрана и подстицања производње електричне енергије фотонапонском конверзијом сунчевог зрачења у Србији.

Треће поглавље, под називом „Подаци и методологија”, структурирано је на начин који обезбеђује јасно и недвосмислено објашњење модела за процену повољности простора за изградњу фотонапонских електрана (географски потенцијал), модела за процену производње електричне енергије на одабраним парцелама (технички потенцијал) и методологију истраживања ставова и перцепције друштва о обновљивим изворима енергије, са посебним акцентом на системе за експлоатацију соларне енергије и њихов утицај на животну средину. На почетку поглавља дат је кратак приказ метода вишекритеријумске анализе, док је за одабрани метод, аналитички хијерархијски процес (АНР), детаљније приказано у којим истраживањима метод налази примену. У наставку је дат опис критеријума и фактора који су коришћени у моделу за одређивање повољности простора за изградњу фотонапонских електрана. Сви релевантни критеријуми који утичу на избор локације за изградњу фотонапонских електрана подељени су у две основне групе: (1) критеријуми за елиминацију и (2) критеријуми за вредновање. Извори улазних података, њихова просторна резолуција и референтна година, као и специфичне поставке при њиховој обради, приказани су у форми табела и текстуалног објашњења. За вредновање простора коришћене су три групе критеријума (климатске карактеристике, животна средина и локација) и њима припадајућих 10 фактора (ирадијација, температура ваздуха, нагиб и експозиција терена, педолошки састав, удаљеност од површинских вода, близина путева, електроенергетске инфраструктуре и места потрошње). Уз помоћ критеријума за елиминацију из поступка вредновања изузети су терени са нагибом преко

32°, заштићена природна и kulturna добра, изграђене површине, површинске воде, путеви, железница, и електроенергетска инфраструктура са заштитним појасом, као и остале нетравнате површине. За моделовање ирадијације и температуре ваздуха, коришћен је компјутерски програм, отвореног кода, *System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA)*, верзија 4.0.1, односно његови модули *Potential Incoming Solar Radiation* и *Regression Kriging*. У оба случаја улазни подаци су изведени из дигиталног модела висина, док су подаци о инсолацији (за израчунавање индекса ведрине) и температуре ваздуха добијени приземним мерењима за период 1961–2010. године. Податке о педолошком саставу, површинским водама, путевима и електроенергетској инфраструктури захтевали су додатну обраду, односно геореференцирање појединих карата и/или њихову дигитализацију. На основу вредности индекса просторне повољности истраживан простор је подељен у четири категорије повољности (*мање повољно, умерено повољно, повољно* и *веома повољно*). Поступак вредновања обављен је у програму QGIS 2.18. У циљу истраживања ставова и перцепције друштва о обновљивим изворима енергије, са нагласком на системе за експлоатацију соларне енергије и њихов утицај на животну средину, спроведено је анкетно истраживање путем електронског (Google) упитника. На овај начин прикупљени су одговори, од укупно, 566 испитаника. За потребе обраде и анализе добијених резултата коришћене су методе дескриптивне и интервенцијалне статистике.

У **четвртом поглављу** представљени су резултати истраживања. Моделоване месечне и годишње вредности енергије глобалног зрачења на хоризонталну површину (ирадијације) представљене су у виду мапа, графикона, табела и текстуалних појашњења. За валидацију добијених резултата одабране су две локације на истраживаним територијама: метеоролошка станица Врање (42,550°N, 21,917°E) и соларна електрана „Соларис 1” (44,553°N, 22,543°E) у Кладову. Компарацијом моделованих и постојећих вредности ирадијације из неколико одабраних база утврђена су мала одступања. Применом критеријума за елиминацију, у поступку вредновања обухваћено је 2,9% укупне територије Града Врања и 3,8% територије општине Кладово. Резултати вредновања представљени су графички, у виду карата просторне повољности (четири категорије повољности) за изградњу фотонапонских електрана, према пет дефинисаних сценарија (на основу одабраних критеријума и расподеле тежинских коефицијената између фактора). Како би се лакше сагледале промене у заступљености појединих категорија повољности између различитих сценарија, резултати су представљени у виду два дијаграма. Детаљнија анализа урађена је у погледу сценарија по којима сви критеријуми (климатске карактеристике, животна средина, и локација) имају улогу у избору локација, са тим да су у првом случају тежински коефицијенти између фактора добијени АНР методом (C1), док у другом случају постоји једнака расподела тежинских коефицијената (C2). Одступања вредности индекса просторне повољности између C1 и C2 за Град Врање и општину Кладово приказана су на картама. Хи-квадрат тест показао је да постоји коегзистентан и предвидив однос између квалификације испитаника и нивоа информисаности о начину рада и тенденцијама развоја система за експлоатацију обновљивих извора енергије, док средња вредност рангова за различите изворе информација, добијених на основу Фридмановог теста, указују да постоје статистички значајне разлике, при чему је интернет примаран извор информација за већину испитаника.

У **петом поглављу** описано је значење добијених резултата у односу на претходна знања из ове области, постављене хипотезе, ограничења модела и могућности његове даље

надоградње. На почетку су разматрани резултати модела просторне повољности за изградњу фотонапонских електрана у контексту предложених решења у просторним плановима одабраних јединица локалне самоуправе (Град Врање и општина Кладово). Утврђено је да модел, предложен у докторској дисертацији, нуди одрживо (компромисно) решење за развој фотонапонских електрана, јер предлаже локације које нису у конфликту са другом наменом у простору (нпр. заштита простора, производња хране, саобраћај, становање, итд.), а које истовремено обезбеђују максималне перформансе постројења уз минимална улагања. У наставку дискусије интерпретирани су резултати информисаности стручњака и јавности у Србији добијени путем анкетног истраживања уз образложење због чега је оповргнута претходно постављена хипотеза. Поглавље се завршава дискусијом о утицајима фотонапонских електрана на животну средину, будући да је анкетно истраживање показало да је свест испитаника о позитивним утицајима много израженија у поређењу са негативним утицајима, што указује на недовољну истраженост ове теме али и опречне ставове истраживача. Због тога су у наставку представљена сазнања проистекла из претходно објављених истраживања везана за утицаје фотонапонских електрана на микро- и мезо-климу, земљиште и начин његовог коришћења, површинске и подземне воде, биодиверзитет, сигурност и здравље људи, као и визуелно-естетски доживљај предела у којем се ови системи налазе.

У **шестом поглављу**, укратко и на систематичан начин, дата су закључна разматрања. Истакнуте су предности и ограничења модела за процену повољности простора за изградњу фотонапонских електрана, као и најзначајнији резултати добијени за одабране јединице локалне самоуправе на којима је модел тестиран. Осим тога приказани су и резултати процене техничког потенцијала за експерименталне парцеле, као и резултати валидације модела који је коришћен у ту сврху. На крају су резимирани најзначајнији резултати анкетног истраживања, негативни утицаји на животну средину, препоруке проистекле анализом развоја фотонапонских електрана у Кини, Немачкој и Словенији, као и неопходност увођења ГИС-а у прикупљању, складиштењу и праћењу развоја фотонапонских електрана и других система за експлоатацију обновљивих извора енергије.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Дејана Дољака користи савремена теоријска сазнања и методолошке приступе у прикупљању, обради и анализи геопросторних информација, као и презентацији добијених резултата у изабраној области, чинећи, на тај начин, заокружену истраживачку целину. Тематика је актуелна и значајна за развој методологије на пољу просторног планирања, односно геонаука. Дисертација представља оригинално истраживање које може допринети унапређењу струке у теоријском и практичном смислу.

Са становишта методолошког, научног и стручног приступа истраживању, дисертација испуњава све елементе савремених студија из области геонаука, односно планирања и коришћења обновљивих извора енергије, тј. фотонапонских електрана. Карактеристика свих поглавља у докторској дисертацији је оригиналан приступ у

решавању постављених задатака и достизању циљева који су од значаја за одабрани предмет истраживања. Значај дисертације огледа се у конципирању методологије и модела за процену географског и техничког потенцијала за фотонапонску конверзију сунчевог зрачења, приказаним примерима добре праксе успешних земља, утврђивању информисаности и свести друштва о коришћењу обновљивих извора енергије. Резултати до којих је кандидат дошао могу се користити за унапређење планирања развоја фотонапонских електрана на територији Града Врања и општине Кладово.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Због комплексности теме докторске дисертације коришћен је обиман библиографски материјал (374 извора стране и домаће литературе), који се састоји од монографија, научних и стручних публикација, радова из научних и стручних часописа, радова са научних скупова, као и разноврсне картографске грађе (планске, топографске, педолошке, итд.) и база геопросторних података. При избору литературе и извора кандидат је показао висок степен научне и стручне зрелости и самосталности у научно-истраживачком раду. Аутор је користио одговарајућу литературу на страним језицима и дао је приказ досадашњих истраживања у домаћој литератури. Прегледом научно-стручне литературе, закључено је да у досадашњим истраживањима недостају одређени сегменти који су од значаја за одређивање потенцијала сунчевог зрачења и потенцијалних локација за производњу електричне енергије коришћењем истог. Наведени извори и литература показују да је кандидат стекао добар увид у предметну материју. Посебно истичемо да је кандидат значајан део емпиријске анализе темељио на сетовима отворених података (у растерском и векторском облику), података који су настали дигитализацијом рефералних карата у планских документима, као и подацима који су добијени мерењима РХМЗ-а на метеоролошким станицама за вишегодишњи период (1961–2010 и 1981–2012. година), што показује да аутор поседује неопходна знања и вештине у обради, анализи и приказу добијених резултата.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У складу са предметом, постављеним задацима и циљевима истраживања у докторској дисертацији су коришћене бројне методе. Полазећи од становишта да је вредновање простора за изградњу фотонапонских електрана комплексан проблем који не зависи само од енергије сунчевог зрачења на хоризонталну површину, већ од комбинације разноврсних критеријума и фактора, одабран је метод вишекритеријумске анализе. Овакав приступ захтевао је да се: (1) испитају сви просторни подаци који су релевантни за избор оптималне локације фотонапонских електрана; (2) утврде захтеви модела у погледу квалитета и доступности улазних података; (3) јасно поставе критеријуми и фактори вредновања; (4) формира база геопросторних података у ГИС окружењу; и (5) на основу студије случаја имплементира модел у ГИС-у.

Сви релевантни критеријуми који утичу на избор локације за изградњу фотонапонских електрана подељени су у две основне групе: (1) критеријуми за елиминацију и (2) критеријуми за вредновање. Уз помоћ критеријума за елиминацију из поступка вредновања изузети су терени са нагибом преко 32°, заштићена природна и културна добра, изграђене површине, површинске воде, путеви, железница, и

електроенергетска инфраструктура са заштитним појасом, као и остале нетравнате површине. За вредновање простора коришћене су три групе критеријума (климатске карактеристике, животна средина и локација) и њима припадајућих 10 фактора (ирадијација, температура ваздуха, нагиб и експозиција терена, педолошки састав, удаљеност од површинских вода, близина путева, електроенергетске инфраструктуре и места потрошње). Метода интерполације - регресиони кригинг коришћен је за моделовање просторне расподеле температуре ваздуха, док је за моделовање енергије сунчевог зрачења коришћен топографски модел у комбинацији са индексом ведрине, тј. коефицијентом прозрачности атмосфере уз помоћ компјутерског програма SAGA (верзија 4.0.1.). За формирање базе геопресторних података, њихове обраде и анализе, као и припреме графичких приказа (карата просторне повољности) коришћен је програм отвореног кода QGIS (верзија 2.18.). Аналитички хијерархијски процес коришћен је за утврђивање тежинских коефицијената за одабране факторе вредновања. Предложен модел за процену повољности простора за изградњу фотонапонских електрана је имплементиран на примеру две јединице локалне самоуправе у Србији: Граду Врању и општини Кладово. Одабране административне јединице омогућиле су компарацију добијених резултата са локацијама које су преложене у Просторном плану Града Врања и постојећом фотонапонском електраном „Соларис”, изграђеној на територији општине Кладово.

За процену техничког потенцијала на одабраним парцелама коришћене су опште познате једначине за израчунавање соларне геометрије (деклинацију, сатни угао, угао елевације, угао азимута, упадни угао на нагнуту површину, итд.) и посебне математичке метода за процену перформанси фотонапонских електрана које су познате у литератури и инжењерској пракси. За валидацију резултата коришћен је метод компарације процењене и остварене производње на примеру фотонапонске електране „Соларис 1”, која се налази на територији општине Кладово.

Анкетно истраживање обављено је преко електронског (Google) упитника, који обухвата три тематске области (социо-демографске карактеристике испитаника, обновљиви извори енергије и фотонапонски системи). За обраду и анализу добијених одговора, као и за проверу постављених хипотеза коришћене су методе дескриптивне и инференцијалне статистике.

Анализом резултата који су приказани у докторској дисертацији може се закључити да је предметна дисертација проистекла из посвећеног научно-истраживачког рада заснованог на признатим методама. Из тог разлога добијене резултате и закључке изведене у оквиру дисертације требало би прихватити као валидне.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати који су произашли из спроведеног истраживања имају велики значај за проширење постојећих сазнања о коришћењу соларне енергије и планирања развоја фотонапонских електрана у Србији. Осим примене у научне сврхе, резултати и методологија у овој дисертацији могу се користити и у практичне сврхе, нарочито за:

- Прецизније утврђивање потенцијала за коришћење соларне енергије;
- Промоцију и постицање примене соларне енергије за производњу струје;
- Развој адекватног информационог система за одређивање локација за производњу електричне енергије коришћењем сунчевог зрачења, као и подацима о постојећим произвођачима, корисницима и мерама за подстицање производње;

- Израду планова, студија и каталога потенцијалних локација за одрживо коришћење соларне енергије;
- Развоју одрживог енергетског система, који се заснива на смањеној употреби фосилних горива, смањеној емисији штетних гасова и других негативних утицаја на животну средину, јачању енергетске независности и развоју слабије развијених региона, нарочито руралних области (кроз отварање нових радних места, унапређење инфраструктуре и услуга јавних служби); и
- Образовање и развијање јавне свести о значају коришћења соларне енергије и других обновљивих извора.

Концептуални модел за процену повољности простора за изградњу фотонапонских електрана је адаптиван, што значи да се са развојем база отворених података он може унапредити и/или користити и за друге потребе које су од значаја за планирање и уређење простора.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

О досадашњим способностима кандидата и константном усавршавању у области која је и предмет истраживања у његовој докторској дисертације сведоче објављени научни и стручни радови. Приликом израде докторске дисертације кандидат је показао неопходно искуство при консултовању и избору постојеће научне грађе, конципирању методологије, обради, анализи и приказивању добијених резултата, као и извођењу закључака. Научни и практични допринос дисертације указују на способности кандидата за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија сматра да се након одбране докторске дисертације, кандидат може самостално бавити научним радом 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 геонаука, односно за потребе планирања и коришћења соларне енергије. Као најважнији могу се издвојити следећи:

- Утврђивање методологије и модела за процену теоријског, географског и техничког потенцијала за коришћење соларне енергије;
- Анализа фактора (ирадијација, температура ваздуха, нагиб и експозиција терена, педолошки састав, површинске воде, путеви, енергетска инфраструктура и потрошачи) који утичу на одабир најповољнијих локација за изградњу фотонапонских електрана;
- Просторно-временска варијабилност сунчевог зрачења и температуре ваздуха;
- Формирање базе података у ГИС окружењу о постојећим фотонапонским електранама који се налазе у систему државних подстицаја.
- Одређивање повољности простора за изградњу фотонапонских електрана на примеру две јединице локалне самоуправе (Граду Врању и општини Кладово) и компарација добијених резултата са потенцијалним локацијама одређеним у просторним плановима ових јединица;

- Критички осврт на коришћене податке и предложен модел, као и могућност њихове надоградње у будућим истраживањима;
- Утврђивање нивоа информисаности, ставова и перцепције друштва о обновљивим изворима енергије, са посебним нагласком на фотонапонске системе и њихов утицај на животну средину; и
- Приказ примера добре праксе у Кини, Немачкој и Словенији, као и досадашњег искуства Србије у области планирања и подстицања коришћења сунчевог зрачења за потребе производње електричне енергије.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У досадашњој планерској пракси и студијама које се баве коришћењем соларне енергије у Србији, није уобичајено да се приликом процене потенцијала на одређеној територији узимају у обзир географска и техничка ограничења. У циљу већег коришћења соларне енергије за производњу струје, уз поштовање принципа одрживог развоја, неопходно је стварање погодног амбијента за улагање у фотонапонске системе. Осим прецизнијег утврђивања потенцијала, то захтева поједностављање административних процедура, увођење мера за подршку развоја фотонапонског тржишта (нпр. пореске и царинске олакшице, субвенције и сл.), образовање и развијање јавне свести о значају коришћења соларне енергије. У том смислу савремена истраживања, заснована на примени ГИС-а и методама вишекритеријумске анализе могу допринети пуном и рационалном коришћењу потенцијала сунчевог зрачења.

Резултати истраживања у овој дисертацији недвосмислено указују да се применом предложене методологије и модела могу одабрати оне локације за изградњу фотонапонских електрана на којима је могуће остварити високе перформансе система уз ниже трошкове и мањи негативни утицај на животну средину. На основу примера добре праксе у Кини, Немачкој и Словенији, утврђено је да се предност за изградњу фотонапонских електрана даје постојећим објектима (нпр. на крововима, фасадама, баријерама за заштиту од буке, и другим објектима) и деградираним површинама (браунфилд локације, депоније, површинске копове и друге контаминирани површине). Формирањем регистра деградираних површина и развојем базе отворених геопросторних података (дигитални модел терена, електроенергетска мрежа средњег напона, дигитални катастарски план и сл.) могуће је унапредити предложени модел и омогућити свеобухватну процену потенцијала Србије. Резултати процене производње електричне енергије на изабраним парцелама, које се налазе на територији Града Враћа и општине Кладово, могу се користити за унапређење постојећих планова, ефикаснију контролу механизма за подстицање и процену исплативости изградње фотонапонских електрана на овим локацијама. Будућа примена успостављених модела, заснована на демонстрационим и пилот пројектима у различитим деловима Србије, показује њихову применљивост и оправданост.

На основу резултата анкетног истраживања закључено је да су испитаници у довољној мери информисани о обновљивим изворима енергије, али да постоје проблеми у погледу пружања неопходних информација из појединих извора, као што су невладине организације и удружења грађана. Такође, ставови испитаника у погледу негативних утицаја фотонапонских електрана на животну средину указују да је потребно спровести детаљнија истраживања, како би се развој фотонапонских система одвијао на одржив начин.

4.3. Верификација научних доприноса

Радови објављени у научним часописима међународног значаја

Рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a):

1. **Doljak, D.**, Popović, D., & Kuzmanović, D. (2017). Photovoltaic potential of the City of Požarevac. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 460–467. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.154>

Рад у врхунском међународном часопису (M21):

1. **Doljak, D.**, & Stanojević, G. (2017). Evaluation of natural conditions for site selection of ground-mounted photovoltaic power plants in Serbia. *Energy*, 127, 291–300. <http://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.140>

Рад у истакнутом међународном часопису (M22):

1. **Doljak, D. Lj.**, Stanojević, G. B., Radovanović, M. M., & Malinović-Milićević, S. B. (2018). Estimation of photovoltaic power generation potential in Serbia based on irradiance, air temperature, and wind speed data. *Thermal Science*, 22(6A), 2297–2307. <https://doi.org/10.2298/TSCI171230164D>

Зборници међународних научних скупова

Саопштења са међународног скупа штампано у целини (M33):

1. **Doljak, D.**, & Samardžija, Dj. (2017). The Potential of Massive PV Installation in Serbia. In V. Martínez and J. González (Eds.), *Proceedings of the ISES EuroSun 2016 Conference* (pp. 1656–1663). Freiburg: International Solar Energy Society. <http://doi.org/10.18086/eurosun.2016.11.04>
2. **Doljak, D.**, Dedić, A., & Milenković, M. (2016). Planiranje solarnih parkova – iskustva Nemačke i Srbije. U Z. Stević (Ur.), *Zbornik radova pisanih za 4. Međunarodnu konferenciju o obnovljivim izvorima električne energije* (str. 421–428). Beograd: Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije – SMEITS.

Радови у часописима националног значаја

Рада у врхунском часопису националног значаја (M51):

- **Doljak, D.**, & Jojić Glavonjić, T. (2016). State and prospects of geothermal energy usage in Serbia. *Journal of the Geographical institute “Jovan Cvijić” SASA*, 66(2), 221–236. <http://doi.org/10.2298/IJGI1602221D>

Предавања по позиву на скуповима националног значаја

Саопштења са скупа националног значаја штампано у целини (M63):

- **Doljak, D.**, Gligorović, S., Lazović, M., Marković, Đ., Mileusnić, A., Milićević, M., . . . Samardžija, Đ. (2018). Srbija bez fosilnih goriva. U: D. Prokić (Ur.), *Zbornik radova EnE18: Zaštita prirode – Razvoj odgovoran prema prirodi* (str. 93–99). Beograd : Ambasadori održivog razvoja i životne sredine.

- **Doljak, D.** (2015). Planiranje održivih naselja. U: A. Mihajlov (Ur.), *Zbornik radova EnE15-ENV.net: Horizontalno zakonodavstvo EU: Metode, standardi i alati u oblasti životne sredine* (str. 210–215). Beograd: Ambasadori održivog razvoja i životne sredine.
- **Doljak, D., & Petrović, Lj.** (2015). Uzroci i posledice klimatskih promena. U: J. Luković & A. Đorđević (Ur.), *Zbornik radova mladih istraživača / Osmi naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem: Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine* (str. 13–21). Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet.
- **Дољак, Д.** (2015). Примери добре праксе у примени соларне енергије. У: Д. Филиповић & С. Ђурђић (Ур.), *Достигнућа, актуелности и изазови географске науке и праксе* [Електронски извор]: *поводом 150 година рођења Јована Цвијића: зборник радова младих истраживача / 4. српски конгрес географа са међународним учешћем* (стр. 127–132). Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- Живковић, М., Радовић, М., Ђорђевић, А., & **Дољак, Д.** (2014). Могућности унапређења управљања животном средином у великим енергетским системима. У М. Грчић, Д. Филиповић, & С. Драгићевић, (Ур.), *Зборник радова : поводом 120 година Географског факултета / Научни скуп са међународним учешћем Географско образовање, наука и пракса – развој, стање и перспективе* (стр.177–182). Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.
- **Doljak, D.** (2014). Obnovljivi izvori energije – uticaj na životnu sredinu. U: A. Mihajlov (Ur.), *Zbornik radova EnE14/ENV.net: Poglavlje 27-Životna sredina i klimatske promene* (str. 157–162). Beograd: Ambasadori održivog razvoja i životne sredine.
- **Doljak, D., & Perić, M.** (2013). Uticaj obnovljivih izvora energije na predeo. U: M. Milinčić, D. Filipović, V. Šećerov, M. Marić (Ur.), *Zbornik radova. Knj. 2/Sedmi naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine* (str. 231–238). Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Након прегледа докторске дисертације кандидата Дејана Дољака под насловом „Вредновање геопростора за потребе планирања фотонапонских електрана у Србији”, као и на основу познавања његовог научно-истраживачког рада и остварених резултата, Комисија закључује да докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни допринос из области просторног планирања. У докторској дисертацији анализирана су досадашња искуства Србије, примери добре праксе иностраних земаља (Кине, Немачке и Словеније), критеријуми и фактори који утичу на избор оптималних локација за изградњу фотонапонских електрана, као и њихов утицај на животну средину. У циљу истраживања информисаности, ставова и перцепције друштва о обновљивим изворима енергије, са нагласком на системе за фотонапонску конверзију сунчевог зрачења, за потребе докторске дисертације спроведено је анкетно истраживање, а добијени резултати описани су и анализирани користећи методе дескриптивне и инференцијалне статистике. Кандидат је успоставио методологију и моделе који се користе за процену теоријског, географског и техничког потенцијала, имплементирајући их на примеру две јединице локалне самоуправе: Граду Врању и општини Кладово.

Поглавља у дисертацији су структурирана тако да чине логичну и повезану целину. Референтна литература је савремена, мултидисциплинарна и добро покрива област истраживања. Примењена методологија и резултати могу дати значајан допринос у планирању и коришћењу соларне енергије у Србији. Анализом резултата истраживања може се закључити да дисертација представља резултат зрелог и посвећеног истраживачког рада, заснованог на признатим научним методама. Добијене резултате и закључке из тог разлога треба прихватити као релевантне.

Са становишта методолошког, научног и стручног приступа дисертација има све елементе савременог и оригиналног научно-истраживачког рада што је и потврђено софтверском провером оригиналности.

У складу са претходно наведеним ставовима, а на основу Закона о Универзитету и Статута Географског факултета, Комисија има задовољство да предложи Наставно-научном већу Географског факултета да прихвати позитивну оцену приложене докторске дисертације кандидата Дејана Дољака под насловом „**Вредновање геопростора за потребе планирања фотонапонских електрана у Србији**” и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
16. март 2020.године

Комисија:

др Дејан Филиповић, ред. професор
Универзитет у Београду – Географски факултет

др Јелена Луковић, ван. професор
Универзитет у Београду – Географски факултет

др Драгутин Д. Протић, доцент
Универзитет у Београду – Грађевински факултет