

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФИЗИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

На IV редовној седници Наставно-научног већа Физичког факултета Универзитета у Београду, одржаној 26. јануара 2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације „УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ БИОСФЕРЕ У ПАНОНСКОМ БАСЕНУ НА ЛОКАЛНУ И РЕГИОНАЛНУ КЛИМУ ТОКОМ ПРОЛЕЋНИХ, ЛЕТЊИХ И ЈЕСЕЊИХ МЕСЕЦ” из научне области Климатологија и примењена метеорологија, коју је кандидат Алберт Руман предао Физичком факултету у Београду дана 21. јануара 2022. Након прегледа дисертације, подносимо следећи

РЕФЕРАТ

1 ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Биографски подаци

Алберт Руман је рођен 04. јуна 1974. године у Руми. Основну школу „Бранко Радичевић“ у Никинцима је завршио 1989. године са одличним успехом. Средњу електротехничку школу „Миленко Брзак Уча“ у Руми је завршио 1993. године са врло добрим успехом. 2000. године уписује студије на Природно-математичком факултету (ПМФ) у Новом Саду на смеру физика-метеорологија и моделирање животне средине, које је 2004. године успешно завршио са просеком 9,00. Тема дипломског рада је била: “Нумеричка анализа испаравања код термодинамичког циклуса Ел Ниња”. Као асистент на предмету Динамичка метеорологија 2 запослен је 2006. године на ПМФ-у, до 2008. године. У том временском периоду је обављао и послове као техничар у настави метеорологије на Пољопривредном факултету у Новом Саду. Од краја 2008. године па до данас је запослен у Републичком Хидрометеоролошком Заводу Србије (РХМЗС) као истраживач за климатске промене. Током свог истраживачког рада у РХМЗС одлучује да 2012. године упише

докторске студије на Физичком факултету у Београду, смер метеорологија, са циљем да истражи антропогени утицај на климатски систем Земље.

1.2 Научна активност

Област истраживања Алберт Румана је Климатологија и утицај био-геофизичких промена у климатском систему Земље. Из поменуте области објавио је два рада штампана у изводима у зборницима међународних конференција (М34), као и пет радова у међународним часописима, од чега су три у часопису М22 категорије и часопису М23, са импак факторима већим од један и један рад у часопису који је индексиран на SCI листи али нема импак фактор. Радови су укупно цитирани 52 пута.

2 ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Основни подаци

Руководилац ове докторске дисертације је проф. др Владимир Ђурђевић, ванредни професор Физичког факултета Универзитета у Београду. Бави се научно-истраживачким радом из области динамичке метеорологије, климатологије и нумеричког моделирања у метеорологији. Аутор је и коаутор преко 100 научних радова, објављених у признатим међународним часописима и зборницима међународних конференција. Руководио је израдом 10 мастер радова, једног дипломског рада, и био је коментор једног докторског рада. Сарађивао је са многим истраживачима Универзитета у Београду.

Докторска дисертација „УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ БИОСФЕРЕ У ПАНОНСКОМ БАСЕНУ НА ЛОКАЛНУ И РЕГИОНАЛНУ КЛИМУ ТОКОМ ПРОЛЕЋНИХ, ЛЕТЊИХ И ЈЕСЕЊИХ МЕСЕЦ” написана је на 116 страна текста, са 29 табела и 45 слика. Материја писана на српском језику подељена је у 7 поглавља, после чега следи списак цитиране литературе од 116 јединица и 6 прилога: Увод (стр. 1-2), Глобални климатски модел и услови експеримента (стр. 3-15), Методологија и верификација експеримента (стр. 16-26), Резултати (стр. 27-79), Дискусија (стр. 80-

82), Закључак (стр. 83-85), Литература (стр. 86-92), Прилог 1 (стр. 93-95), Прилог 2 (стр. 96-100), Прилог 3 (стр. 101-103), Прилог 4 (стр. 104-106), Прилог 5 (стр. 107-112), Прилог 6 (стр. 113-116).

У уводном поглављу објашњена је мотивација за дато истраживање као и циљеви докторске дисертације.

У другом поглављу објашњен је утицају копнене вегетације на климу Земље са посебним освртом на шумски тип вегетације. Шумска вегетација на климу утиче преко разних процеса које можемо поделити у две основне групе: био-геофизичке и биохемијске. Главни био-геофизички процеси укључују транспорт површинске енергије, влаге и флуксева момента, који су дефинисани физичким својствима вегетације као што су алbedo, аеродинамичка храпавост и површина листа. Основни хемијски процеси укључују интеракцију са угљен-диоксиdom (CO_2), озонem (O_3) и производњу аеросола због ослобађања угљеводоника. У овом поглављу је наведено који се нумерички модели користе за симулирање климатског система Земље, као и који тип модела је коришћен у истраживању. Да би остварили циљ докторске дисертације коришћен је глобални климатски модел који је развијен у Макс Планк Институту у Хамбургу MPI-M (Max Planck Institute for Meteorology) и чији делови су интегрисани у модел MPI-ESM (Max Planck Institute - Earth System Modeling). Укратко су објашњени модели који чине MPI-ESM, као и параметризације топлотног биланса површине Земље, флукса нето зрачења, флукса латентне и осетне топлоте, зрачења у слоју вегетације и транспорта површинских флуксева.

Треће поглавље описује методу рада и верификацију експеримента. Први део докторске дисертације се односи на одређивање климатске класификације која је добијена из података CMIP5 и CMIP6 (енг. Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 and 6) експеримената који представљају део глобалног пројекта WCRP (енг. World Climate Research Programme). За одређивање климатске класификације узета је метода Köppen-Geiger класификације климе, која је једна од најчешће коришћених, а користи вегетацију као оквир за дефинисање климатских услова у климатском систему Земље. У односу на вегетацију њихова класификација садржи 5 главних климатских зона: тропска зона (А), сушна зона (Б), умерена зона (Ц), зона снега (Д) и поларна зона (Е) а свака главна зона садржи и две подкласификације.

Прва потдласификација је дефинисана количином падавина у датим зонама и представљена је другим словом док је друга потдласификација дефинисана површинском температуром ваздуха у датим зонама и представљена је трећим словом у низу главне класификације. У овом истраживању коришћени су термини везани за Köppen-Geiger класификацију климе адаптирани од стране Kotek и др. (2006) и Peel и др. (2007). Други део овог истраживања представљају резултати који су приказани у временском и просторном домену. За временски домен је узет сезонски период, док су у просторном домену резултати приказани за области на локалном и регионалном нивоу. Сезонски период је дефинисан за пролеће и укључује месеце март, април и мај (МAM), лето са месецима јун, јул и август (ЈЈА) и јесен са месецима септембар, октобар и новембар (СОН). Просторни домен обухвата регион Панонског басена који је подељен у 12 локаних области груписаних у јужну област, коју чине локалне области А1, А2, А3 и А4, централну са А5, А6, А7 и А8 и северну област коју чине А9, А10, А11 и А12. Нумерички експерименти су урађени за временски период од 01.01.2002. до 31.12.2011. године и подељени су у 3 корака. У првом кораку (означен са CF₂₀₀₂) извршена је нумеричка симулација за дати период са површинским покривачем (CF), (енг. Cover Fraction) из периода 2002. године. Овим кораком је одређен контролни експеримент преко којег је дефинисано одступање излазних резултата MPI-ESM од приближно реалног стања. У другом кораку (означен са CF₈₅₀) извршена је замена CF из периода 2002. године са CF из периода 850. године, док је у трећем кораку (означен са CF₂₀₅₀) извршена замена CF из 2002. године са CF из периода 2050. године. Да би што прецизније симулирали почетне физичке и термодинамичке услове, који се дешавају у глобалном климатском систему Земље, коришћена је четвородимензиона асимилација података заснована на методи Њутнове релаксације, позната као “nudging” метода, са стандардним периодима времена релаксација. Да би се одредило колики је тренд средњих сезонских вредности, коришћен је метод најмањих квадрата за одређивање линеарног тренда. Статистичка оцена излазних моделских података за CF₂₀₀₂ рађена је помоћу метода Пирсоновог коефицијента корелације, корена средње квадратне грешке и средњег одступања. Испитивање постојања значајности тренда за средњу сезонску температуру ваздуха на 2 метра висине од тла (Y_{T2m}) је урађено преко Мен-

Кендаловог теста за сезоне МАМ, ЈЈА и СОН на нивоу значајности од 5%. Постојање тренда Y_{T2m} је потврђено за сезону МАМ у већини локалних области као и на регионалном нивоу са експериментима CF_{850} и CF_{2050} . За сезону ЈЈА постојање тренда је потврђено на регионалном нивоу са CF_{850} и у 5 локалних области са CF_{850} и CF_{2050} . У сезони СОН је такође потврђено постојање тренда на регионалном нивоу за оба експеримента, док је на локалном нивоу са CF_{850} потврђено у 9 а са CF_{2050} у 5 локалних области.

У четвртом поглављу су приказани резултати. Коришћењем Körpen-Geiger методе класификације климе показало се да је са климатским симулацијама које су искључиле антропогени утицај на вегетацију дошло до редукције области са топлим медитеранским климатским типом (*Csa*) у пределу централног и југоисточног дела Панонског басена у периоду 2071-2100 године. У истом периоду је такође дошло и до замене хладног сушног климатског типа (*Bsk*) са *Csa* у централним и југоисточним пределима Панонског басена.

Нумеричким експериментом CF_{850} се показало да је дошло до значајног повећања декадне вредности коефицијента аеродинамичке хрпавости на регионалном и локалном нивоу и оквирно износи између 50% и 85% за све сезоне. За CF_{2050} то повећање је знатно мање и креће се око 6% за МАМ, 2% за СОН а за ЈЈА износи 0% на регионалном нивоу. Дошло је до повећања декадне вредности индекса лисне површине (LAI) које оквирно износи између 5% и 40% са CF_{850} , док је са CF_{2050} повећање забележено само у сезони МАМ а смањење у сезонама ЈЈА и СОН. Добијени су углавном негативни трендови флукса латентне топлоте (Y_{Fl}) у сезонама ЈЈА и СОН, док је за сезону МАМ углавном добијен позитиван тренд Y_{Fl} . У експериментима није дошло до значајне измене садржаја влаге у земљишту и зато су трендови садржаја влаге у земљишту (Y_{sw}) скоро идентични са контролним експериментом. Највећа сличност у нагибу тренда флукса осетне топлоте (Y_{Fh}) и тренда средње сезонске температуре ваздуха у близини земљине површине (Y_{T2m}) је добијена за сезону ЈЈА и то у северној и јужној области. У истраживању са CF_{850} је добијена вредност површинског албеда која на регионалном нивоу по сезонама МАМ, ЈЈА и СОН оквирно износи око 13.8%, 12.7% и 15.6%, редом, док је са CF_{2050} добијено да је 13.2%, 12.9% и 15.0%. За сезону МАМ са CF_{850} и CF_{2050} је углавном добијен негативни тренд површинског албеда (Y_a) који је највећи за северну област

и оквирно се креће између -0.3 \%/година и -0.4 \%/година . За сезону ЈЈА са CF_{850} је добијен позитиван тренд Y_a који је највећи у северној области и који се креће између 0.13 \%/година и 0.29 \%/година , док је у централној и јужној области мањи. Са CF_{2050} за сезону ЈЈА је добијен негативан тренд Y_a на локалном и регионалном нивоу. Негативан тренд Y_a је такође углавном забележен за сезону СОН, како на локалном тако и на регионалном нивоу. Тренд $Y_{T_{2m}}$ за сезону МАМ је позитиван а то значи да током ове сезоне долази до повећања T_{2m} , како на регионалном тако и на локалном нивоу. Интезитет загревања је најмањи у јужној области, нешто већи је у централној, док је највећи интезитет добијен у северној области. За сезону ЈЈА тренд $Y_{T_{2m}}$ је негативан у већини локалних области, а то значи да долази до смањења T_{2m} . Ово смањење се дешава у северној области где је и највеће, односно долази до бржег хлађења ваздуха, које се оквирно креће око $-0.3 \text{ }^\circ\text{C/година}$, у централној $-0.1 \text{ }^\circ\text{C/година}$, док у јужној области постоји загревање од око $0.1 \text{ }^\circ\text{C/година}$. За сезону СОН на локалном и регионалном нивоу са CF_{850} је добијен позитиван тренд $Y_{T_{2m}}$, док је са CF_{2050} постигнут негативан тренд. За сезону ЈЈА са CF_{850} и CF_{2050} је добијен позитиван тренд облачности (Y_{Ob}) за северну област и износи око 0.8 \%/година и 1.0 \%/година , редом. За централну област тај тренд са CF_{2050} је мањи и углавном позитиван и износи око 0.1 \%/година , док је са CF_{850} негативан и износи око -0.4 \%/година . Јужну област карактерише негативан тренд Y_{Ob} који износи око -1.2 \%/година и -0.3 \%/година са CF_{850} и CF_{2050} , редом. Сезону МАМ и СОН углавном карактерише негативни тренд Y_{Ob} . Хлађење ваздуха које је добијено за сезону ЈЈА углавном се може рећи да се десило услед повећања облачности изнад шумских површина у северној и централној области, које је довело до позитивног тренда Y_a а тиме и до негативног тренда $Y_{T_{2m}}$, односно хлађења површинског ваздуха. За сезону МАМ углавном је добијен позитиван тренд укупних падавина (Y_{Pr}) а највећи је добијен у јужној области и то са CF_{850} , који у просеку износи 10 mm/година , за централну око 8 mm/година , док је за северну област око 4 mm/година . Са CF_{2050} највећи тренд Y_{Pr} је добијен за северну област и износи око 8 mm/година , за централну око 5 mm/година , док је за јужну област тај износ око 3 mm/година . За сезону ЈЈА углавном су добијени негативни трендови Y_{Pr} , док сезону СОН такође карактерише негативни тренд.

У петом поглављу су добијени резултати упоређивани са резултатима осталих истраживача у Европи.

У шестом поглављу су сумарно дати најважнији закључци докторске дисертације, очекивани доприноси докторске дисертације науци, као и могућих будућих истраживања.

После списка литературе дато је 6 прилога. Први прилог објашњава просторне и временске резолуције атмосферског модела, као и асимилациони метод. Други прилог дефинише сценарија добијених од стране Intergovernment Panel on Climate Change Fifth Assessment Report (IPCC AR5) и спектралне групе гасова атмосфере садржаних у моделу MPI-ESM. Трећи прилог приказује врсте површинског прекривача заступљене у моделу JSBACH, као и дефинисање површинског албеда и транспорт зрачења кроз вегетацију. Четврти прилог објашњава транспорт површинских флукса у моделу MPI-ESM. Пети прилог приказује Köppen-Geiger климатску класификацију у Панонском басену. Шести прилог приказује табеларне резултате за коефицијенте трендова и декадне вредности.

2.2 Предмет и циљ рада

Област истраживања припада научној области климатологије за коју је матичан Физички факултет у Београду.

Услед повећања глобалне људске популације и њеног утицаја на животну средину све чешће долази до промена у био-геофизичким карактеристикама копнених и водених површина у климатском систему Земље, које утичу на промене како регионалних тако и глобалних расподела временских образаца. Ова тема представља веома сложен проблем са којим се истраживачи сусрећу током проучавања и истраживања климатског система Земље, јер вегетација представља комплексни систем који има значајну улогу у размени енергије између атмосфере и површине копна. Услед развоја комплексних нумеричких климатских модела и модела за прогнозу времена омогућен нам је бољи увид у истраживање интеракције копнених површина са атмосфером методом нумеричких симулација, помоћу које се на брз и економичан начин могу вршити разна испитивања. Нумерички модели за симулирање климатског система Земље представљају приказ климатског

система на основу физичких, хемијских и биолошких својстава његових компоненети, интеракција и процеса повратних спрега. Главна сврха нумеричких модела овог типа је да смањи комплексност климатског система Земље, избегне детаље који нису релевантни за одређено разматрање, као и да добијемо теоријски или практични изводљив систем. У зависности од циља који желимо остварити приликом истраживања климатског система Земље можемо користити нумеричке моделе за прогнозу времена, регионалне климатске моделе или глобалне климатске моделе.

Главни циљ истраживања је био да се методом нумеричких симулација коришћењем садашњих глобалних климатских услова, уз промену само вегетационог покривача у Паноносском басену, истражи колики би утицај ове промене био на локалну и регионалну климу. Да би остварили главни циљ докторске дисертације коришћен је глобални климатски модел MPI-ESM.

Предност истраживања методом нумеричких симулација, коришћењем глобалних климатских модела, је што се за рачунски релативно кратко време, као и са мањим бројем процесорских јединица, може вршити серија нумеричких симулација глобалне циркулације атмосфере и океана. Овим типом модела је углавном обухваћен већи део климатског система на планети Земљи, односно су обухваћени сви релевантни процеси који дефинишу глобалну циркулацију у атмосфери и океанима. Развојем комплексних глобалних климатских модела омогућен је свеобухватнији притуп ка нумеричком истраживању прошлих, садашњих и будућих промена животне средине на климатски систем Земље а тиме и на могуће последице које те промене проузрокују. Затим, да ли био-геофизичке промене могу да ублаже или убрзају глобалне и регионалне климатске промене и тиме се понуди одговор на делимично решење у вези са климатским променама које се дешавају у региону или на глобалном нивоу.

2.3 Публикације

Неки од резултата који су добијени током израде ове дисертације су публиковани у међународним часописима са импакт фактором:

Ruman A., Ruman A. (2021) Influence of vegetation cover change on the summer air temperature trend in the Pannonian Basin from 2002 to 2011. *Theoretical and Applied Climatology*, <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03815-6>

(Категорија часописа: **M22**, импакт фактор: **3.179**)

Tošić I., Putniković S., Gavrilov M. B., Marković B. S., **Ruman A.** (2018) Seasonal prevailing surface winds in Northern Serbia. *Theoretical and Applied Climatology*, 131, 1273–1284. doi 10.1007/s00704-017-2044-6

(Категорија часописа: **M22**, импакт фактор: **3.179**)

Ruman A. (2020) Modelling climate types in South Pannonian Basin, Serbia by applying the Köppen–Geiger climate classification. *Modeling Earth Systems and Environment* 6:1303–1313, <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00773-2>

(Категорија часописа: **SCI листа**, импакт фактор: N/A)

Gavrilov B. M., Marković B. S., Schaetzl J. R., Tošić I., Zeeden Ch. Obreht I., Sipos G., **Ruman A.**, Putniković S., Emunds K., Perić Z., Hambach U., Lehmkuhl F. (2018) Prevailing surface winds in Northern Serbia in the recent and past time periods; modern- and past dust deposition. *Aeolian Research*, 31, 117-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeolia.2017.07.008>

(Категорија часописа: **M22**, импакт фактор: **3.336**)

Marković B. S., **Ruman A.**, Gavrilov B. M., Stevens T., Zorn M., Komac B., Perko D., (2013) Modelling of the Aral and Caspian seas drying out influence to climate and environmental changes. *Acta geographica Slovenica*, 54-1, 2014, 143–161, doi: <http://dx.doi.org/10.3986/AGS54304>

(Категорија часописа: **M23**, импакт фактор: **1.698**)

2.4 Преглед научних резултата изложених у дисертацији

Испитивање је текло у три правца:

- Идентификација климатских типова у Панонском басену, према Körpen-Geiger класификацији, и промене услед могућих будућих промена климе у региону.
- Анализа промена климатских услова у смислу приземних основних метеоролошких величина и површинских флуксева услед промене површинске вегетације коришћењем нумеричких експеримената глобалним климатским моделом.
- Детаљна верификација резултата нумеричког глобалног климатског модела.

Утицај локалне вегетације на климатске услове у Панонском басену до сада није био детаљно анализиран, посебно у светлу да је ова област прошла кроз драстичну промену услед континуираног развоја пољопривреде, и дугогодишње конверзије земљишта у пољопривредно. Са друге стране будуће пројекције климе нумеричким моделима најчешће користе затечено стање као константно током времена. Експериментима, који су урађени као део ове дисертације, дат је увид у могуће смањење негативних утицаја будућих климатских промена, посебно кроз интеракцију површине тла и атмосфере, у случају конверзије ових области у стање које је било присутно пре појаве интензивне пољопривредне производње.

2.4.1 ДЕО 1

Рад: [А1]

Циљ ове студије је био да се испита утицај промене регионалне вегетације на сезонску температуру приземног ваздуха коришћењем глобалног климатског модела MPI-ESM. Регион истраживања се налази у Панонском басену и представља један од многих региона у којима је извршен значајан антропогени утицај на био-геофизичке промене у животној средини. Вегетацијски систем у овом региону се стално мења и његов утицај на климатски систем Земље је веома компликован за представљање. Истраживање покрива десетогодишњи период од 2002. до 2011. године и показује да другачија прерасподела у одређеним врстама вегетације доводи до загревања и хлађења површинског ваздуха током летње сезоне. Највеће хлађење је постигнуто у северној области Панонског басена и приближно износи

око -0.3 °C/година, док је у централној области око -0.1 °C/година. Загревање се јавља само у јужном делу, где је коефицијент тренда загревања ваздуха 0.1 °C/година. Највеће промене вегетационог покривача су урађене у северном делу Панонског басена, док су мање у централном и јужном делу. Ове промене у вегетационом покривачу довеле су до повећања површинског албеда у северним и централним областима, док је у јужним дошло до смањења. Такође је показано да су ове промене у вегетационом покривачу утицале на флукс осетне топлоте и укупну облачност у региону Панонског басена.

2.4.2 ДЕО 2

Рад: [A2]

Анализирани су сезонски преовлађујући површински ветрови на територији северне Србије користећи податке посматрања са 12 метеоролошких станица током неколико деценија. Сходно општој дефиницији преовлађујућег ветра коришћене су још две посебне дефиниције за овај термин. Анализиране су сезонске руже ветрова у 16 праваца за податке са метеоролошких станица. Ова студија је показала да преовлађујући ветрови у Северној Србији имају северозападни и југоисточни правац. Да би се утврдиле везе између синоптичких циркулација и преовлађујућих површинских ветрова, приказани су циркулацијски типови времена над Србијом. Као најважнији фактори великих размера, који утичу на стварања преовлађујућих ветрова над северном Србијом, појављују се три контролна центра притиска: Медитерански циклон, Сибирска антициклони Азорски антициклон. Поред синоптичког узрока преовлађујућих ветрова, примећено је да орографија источног Балкана има велики утицај на ветрове из другог квадранта. Утврђено је да су фреквенције циркулацијских временских типова у сагласности са онима из преовлађујућих ветрова над северном Србијом.

2.4.3 ДЕО 2

Рад: [A3]

Користила се Köppen–Geiger климатска класификација за одређивање климатских типова у региону Панонског басена са подацима из шесте фазе пројекта међусобног поређења спојених модела (енг. Coupled Model Intercomparison Project phase 6). Студија покрива период од 2021. до 2100. године и показује како се одређени климатски типови мењају у тридесетогодишњим просецима за шест периода. У периоду 1960-1990. година прошлог века, доминантан тип климе била је топла летња влажна континентална клима (*Dfb*) са 98% присуства у региону. Резултати показују да је промена овог климатског типа у влажни суптропски климатски тип (*Cfa*) почела у првој половини 21. века. Потпуна доминација влажног суптропског климатског типа у већини подручја Панонског басена карактерише другу половину 21. века. Такође, резултати показују стварање топлог летњег медитеранског климатског типа (*Csa*), који је према одређеним симулацијама присутан у просеку од 10% до 30% у региону. У централном делу региона дошло је до формирања хладног пустињског климатског типа (*Bsk*) са око 6% присуства у региону. Овакво стварање климатских типова у појединим деловима региона показује да се у другој половини 21. века очекује сушнија и топлија клима у односу на прошли век.

3 СПИСАК ПУБЛИКАЦИЈА КАНДИДАТА

А. Радови у водећим међународним часописима са импакт фактором (>0,5)

[A1] **Ruman A.**, Ruman A. (2021) Influence of vegetation cover change on the summer air temperature trend in the Pannonian Basin from 2002 to 2011. Theoretical and Applied Climatology, <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03815-6>

[A2] Тошић I., Putniković S., Gavrilov M. B., Marković B. S., **Ruman A.** (2018) Seasonal prevailing surface winds in Northern Serbia. Theor Appl Climatol., 131, 1273–1284. doi 10.1007/s00704-017-2044-6

[A3] **Ruman A.**, Ruman A. (2022) Köppen–Geiger climate clasification in the Pannonian basin according to SSP5-8.5 scenario. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1179778/v1> (у рецензији <https://www.researchsquare.com/article/rs-1179778/v1>)

В. Радови у зборницима међународних конференција

[BY-1] Ćirišan A., **Ruman A.** 2007: An example of Meteorological Filed forecast obtained by the single level nesting for use in ecological modelling. ISIRR, Novi Sad, Serbia.

[BY-1] **Ruman A.**, Bordás Á. 2008: The impact of nesting method on weather prediction. Meteorological Notes, Orfű-Pécs, Hungary.

Д. Радови у домаћим часописима

4 ЦИТАТИ

1. Liu, Z; Liu, XM; Markovic, SB; Lu, B; He, RN, 2022, Rock-magnetic characteristics and mechanisms of the Titel loess-paleosol sequence in northern Serbia since late Middle Pleistocene SCIENCE CHINA-EARTH SCIENCES, 1674-7313 1869.
2. Ludwig, P; Gavrilov, MB; Radakovic, MG; Markovic, SB, 2021, Malaco temperature reconstructions and numerical simulation of environmental conditions in the southeastern Carpathian Basin during the Last Glacial Maximum JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE, 0267-8179 1099-1417.
3. Gavrilov, MB; Radakovic, MG; Sipos, G; (...) Markovic, SB., 2020, Aridity in the Central and Southern Pannonian Basin ATMOSPHERE, 2073-4433.

4. Ruman, A, 2020, Modelling climate types in South Pannonian Basin, Serbia by applying the Koppen-Geiger climate classification MODELING EARTH SYSTEMS AND ENVIRONMENT 2363-6203 2363-6211.
5. Zivanovic, SV; Tosic, IA, 2020, Influence of climatic conditions on fire risk in djerdap national park (SERBIA) A Case Study of September 2011, THERMAL SCIENCE 0354-9836 2334-7163.
6. Gavrilov, MB; An, WL; Xu, CX; Radakovic, (...) Markovic, S B., 2020, Independent Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia ATMOSPHERE, 2073-4433.
7. Veljovic, K; Vujovic, D, 2019, Climatology of fog occurrence over a wide flat area in Serbia based on visibility observations INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY 0899-8418 1097-0088.
8. Gavrilov, MB; Lukic, T; Janc, N; Basarin, B; Markovic, 2019, Forestry Aridity Index in Vojvodina, North Serbia OPEN GEOSCIENCES, 391-5447.
9. Skrbic, BD; Buljovic, M; Jovanovic, G; Antic, I, 2018 Seasonal, spatial variations and risk assessment of heavy elements in street dust from Novi Sad, Serbia CHEMOSPHERE, 0045-6535 1879-1298
10. Gavrilov, MB; Markovic, SB; Schaetzel, RJ; Tosic, I; Zeeden, C; Obrecht, I; Sipos, G; Ruman, A; Putnikovic, S; Emunds, K; Peric, Z; Hambach, U; Lehmkuhl, F, 2018, Prevailing surface winds in Northern Serbia in the recent and past time periods; modern- and past dust deposition AEOLIAN RESEARCH, 1875-9637 2212-1684.

ЗАКЉУЧАК

На основу изложеног може се закључити да је кандидат АЛБЕРТ РУМАН у докторској дисертацији под називом „УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ БИОСФЕРЕ У ПАНОНСКОМ БАСЕНУ НА ЛОКАЛНУ И РЕГИОНАЛНУ КЛИМУ ТОКОМ ПРОЛЕЋНИХ, ЛЕТЊИХ И ЈЕСЕЊИХ МЕСЕЦ” добио оригиналне научне резултате и дао значајан научни допринос у области *Климатологије и примењене метеорологије*, посебно у области истраживања климатских промена. Делови тезе кандидата су публиковани у признатим међународним часописима и задовољени су сви прописани услови за одобравање одбране тезе. Стога, сматрамо да овај рад може да буде прихваћен као докторска дисертација и

ПРЕДЛАЖЕМО

Наставно-научном већу Физичког факултета Универзитета у Београду да одобри њену јавну одбрану.

Београд, 28.2.2022.

Комисија:

др Владимир Ђурђевић
ванредни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду

др Ивана Тошић
редовни професор
Физички факултет, Универзитет у Београду

др Мирјам Вујадиновић Мандић
ванредни професор
Пољопривредни факултет, Универзитет у Београду