

Факултет Пољопривредни

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

32/20-6.1.

(Број захтева)

28.10.2020.

(Датум)

Веће научних области
биотехничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и обезбеђеност усева и засада водом
на брдско-планинском подручју “
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Мелиорације земљишта

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

1. Џенита, Фадил, Идризовић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета,
студијски програм):

Универзитет у Београду

Пољопривредни факултет, Студијски програм
Пољопривреда,
модул Мелиорације земљишта

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2016/2017.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Пољопривредне науке, модул Мелиорације земљишта

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Енике Грегорић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације

1. Idrizovic, Dz., Pocuca, V., Vujadinovic Mandic, M., Djurovic, N., Matovic, G., **Gregoric, E.** (2020) Impact of climate change on water resource availability in a mountainous catchment: A case study of the Toplica River catchment, Serbia. *Journal of Hydrology*, Vol. 587. August, 2020. 124992, inpress. ISSN: 00221694 <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124992>, 2020, M21a-10 , (IF=4,405; 6/132)
2. Ruml, M., **Gregorić, E.**, Vujadinović, M., Radovanović, S., Matović, G., Vuković, A., Počuča, V., Stojičić, Dj. (2017): Observed changes of temperature extremes in Serbia over the period 1961–2010. *Atmospheric Research*; Vol. 183, p. 26-41, doi: 10.1016/j.atmosres.2016.08.013 , ISSN: 0169-8095 <http://dx.doi.org.proxy.kobson.nb.rs:2048/10.1016/j.atmosres.2016.08.013> M21-8, (IF=3,817; 13/86)
3. Matović, G., Bročić, Z., Đuričin, S., **Gregorić, E.**, Bodroža, D. (2016): Profitability assessment of potato production applying different irrigation methods. *Irrigation and Drainage*, Volume 65, Issue 4, pp. 502–513. Print ISSN: 1531-0353, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.1983/full>, M22-5, (IF=0,931; 41/83)
4. Kresovic, B., Matovic, G., **Gregoric, E.**, Djuricin, S., Bodroza, D. (2014): Irrigation as a climate change impact mitigation measure: An agronomic and economic assessment of maize production in Serbia. *Agricultural Water Management*, Elsevier Science BV, Volume 139, pp. 7 - 16, ISSN: 03783774, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.03.006>, 2014, M21-8, (IF= 2.333; 16/79)
5. Petkovic, S., **Gregoric, E.**, Slepcevic, V., Blagojevic, S., Gajic, B., Kljujev, I., Zarkovic, B., Djurovic, N., Draskovic, R. (2011): Contamination of local water supply systems in suburban Belgrade. *Urban Water Journal*, Volume 8, Issue 2, pp. 79 - 92, Print ISSN: 1573-062X, DOI: 10.1080/1573062X.2010.546862, <https://doi.org/10.1080/1573062X.2010.546862>, M23-3 , (IF=0,833; 57/78)

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Пољопривредног факултета

на седници одржаној 28.10.2020. размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Душан Живковић

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 32/20-6.1.
Датум: 28.10.2020. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 51. и 52. Правилника о правилима докторских академских студија и члана 44. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће факултета на седници одржаној 28.10.2020. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ тема докторске дисертације коју је поднела **ЦЕНИТА ИДРИЗОВИЋ, мастер** и одобрава израда дисертације под насловом: **«АНАЛИЗА УТИЦАЈА КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ВОДНЕ РЕСУРСЕ И ОБЕЗБЕЂЕНОСТ УСЕВА И ЗАСАДА ВОДОМ НА БРДСКО-ПЛАНИНСКОМ ПОДРУЧЈУ».**

II За ментора се именује др Енике Грегорић, ванредни професор.

III На одлуку о прихватању теме докторске дисертације и одређивању ментора сагласност даје одговарајуће Веће научних области Универзитета у Београду.

Образложење

Наставно-научно веће факултета разматрало је и усвојило Извештај о позитивној оцени научне заснованости теме докторске дисертације коју је поднела Ценита Идризовић, мастер.

Наставно-научно веће факултета је приликом доношења одлуке оцењивало да ли је реч о оригиналној идеји и да ли је тема од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

Сходно изнетом одлучено је као у диспозитиву.

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Душан Живковић)

Доставити: кандидату, ментору, Институту за земљиште и мелиорације, Студентској служби и архиви.

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**
Датум: 07.09.2020.

Предмет: Извештај Комисије за оцену пријаве теме докторске дисертације
Џените Идризовић, магист.инж. пољ.

Одлуком Наставно-научног већа факултета од 22.07.2020, именовани смо у Комисију за оцену пријаве докторске дисертације под насловом: „Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и биљну производњу у брдско-планинским сливовима”, кандидата Џените Идризовић, магист. инж. пољ.

Кандидат је дана 02.09.2020. године одбранио пријављену тему докторске дисертације, а потписан записник предат је у Студентску службу 02.09.2020. године. У име Комисије председник др Невенка Ђуровић, редовни професор, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и дисертацији

1.1 Биографија кандидата

Џенита Идризовић рођена је 18. новембра 1992. године у Новом Пазару. Завршила је средњу медицинску школу у Новом Пазару. Диплому основних студија стекла је 2015. године на Државном универзитету у Новом Пазару на студијском програму Пољопривредна производња, са просечном оценом 9,85. Мастер академске студије завршила је 2016. године на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду, студијски програм Мелиорације земљишта, са просечном оценом 10,00. Одбранила је мастер рад под насловом: „Хидролошка анализа подручја Западне Мораве са освртом на одводњавање“. Школске 2016/2017. на Пољопривредном факултету Универзитета у Београду уписала је докторске академске студије, студијски програм Пољопривредне науке, модул Мелиорације земљишта.

Стручну праксу обавила је у Институту за земљиште Београд. Стипендиста је Фонда за младе таленте Доситеја за школску 2014/2015. и 2015/2016. годину. Добитница је награде за најбољег студента на Депарману за хемијско-технолошке науке Државног универзитета у Новом Пазару, 2012. године. Награђена је за најбољи рад у категорији Млади истраживачи на 18. Научном саветовању СДХИ и СДХ, у Нишу 2018. године.

Објавила је 7 библиографских јединица од чега је једна у часопису са SCI листе.

Научно интересовање: климатске промене, водни ресурси, моделирање хидролошких величина, моделирање биљне производње, евапотранспирација, потреба усева за водом.

Од априла 2017. године докторандкиња је стипендиста Министарства просвете науке и технолошког развоја ангажована на научно-истраживачком пројекту „Савремени биотехнолошки приступ решавања проблема суше у пољопривреди Србије“ (ТР 31005).

1.2 Предлог теме докторске дисертације

Предложена тема дисертације: „Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и биљну производњу у брдско-планинским сливовима“ у потпуности одражава

предвиђене циљеве, програм и предмет истраживања. Пружа јасну слику шта ће бити урађено и које резултате треба очекивати од планираног истраживања. Комисија ипак предлаже да се пријављени наслов измени и да сада гласи: „**Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и обезбеђеност усева и засада водом на брдско-планинском подручју**“

2. Предмет и циљ дисертације

2.1 Предмет и програм дисертације

Предмет предложене дисертације је утицај климатских промена на расположивост водних ресурса у репрезентативном сливу брдско-планинског подручја. Проучавање се расположивост површинских вода преко могуће промене у режиму на излазном профилу главне реке, као и расположивост подземне воде прве издани. Такође, проучавање се утицај климатских промена на биљну производњу са аспекта обезбеђености усева водом, на истом локалитету.

Данас је постојање климатских промена прихваћено као озбиљан и глобални проблем, услед којих се током 21. века предвиђа пораст температуре ваздуха широм света (Kovats et al., 2014). Климатске пројекције предвиђају промене у учесталости појава и интензитета топлотних таласа, суше и обилних падавина, што је већ и осматрено у Европи и другим деловима света (Kovats et al., 2014). Загревање климатског система резултоваће променом у количини падавина и евапотранспирације, што ће условити промене у хидролошком циклусу и утицати на расположивост водних ресурса у будућности. Резултати спроведених истраживања указују да ће климатске промене изменити хидролошки режим река у Европи (Lobanova et al., 2018).

Уобичајен метод процене утицаја климатских промена на водне ресурсе подразумева примену климатских пројекција и хидролошког моделирања (Seiller et al., 2012). Наведени приступ успешно је примењен у бројним студијама како на глобалном (Arnell and Gosling, 2013), тако и на регионалном нивоу (Langsholt et al., 2013; Lobanova et al., 2018).

Пројекције климе за будућност добијају се помоћу глобалних климатских модела (енг. *Global Climate Models*, GCM) и засноване су на различитим сценаријима емисије гасова са ефектом стаклене баште (енг. *Greenhouse gas*, GHG). Просторна резолуција GCM није задовољавајућа за проучавање утицаја климатских промена на нивоу слива (Reshmidevi et al., 2018), па се у те сврхе користе резултати симулација регионалних климатских модела (енг. *Regional Climate Models*, RCM). Ови модели имају финију просторну резолуцију, чиме обезбеђују прецизније резултате у простору. Међутим, климатски модели генерално, а самим тим и регионални, у себи садрже одређене систематске грешке које утичу на њихове резултате. Стога, резултати RCM пре даље употребе коригују се одговарајућим статистичким методама (Piani et al., 2010). У циљу сагледавања утицаја климатских промена на хидролошки режим резултати статистички коригованих климатских пројекција, добијених помоћу RCM, користе се као улазни подаци у хидролошки модел (Reshmidevi et al., 2018). Хидрограм на излазном профилу реке може се добити детерминистичким хидролошким моделима.

Поред утицаја климатских промена на површинске водне ресурсе, могу се очекивати и промене у режиму подземних вода (Kløve et al., 2014). Израда пројекција нивоа подземних вода применом физички заснованих модела отежана је због неопходности великог броја података о физичким карактеристикама слива и великог броја параметара неопходних за калибрацију модела и извођење симулација (Barzegar et al., 2017). Многи од тих података су обично скупи и / или их је тешко добити, посебно у земљама у развоју (Jha and Sahoo, 2015). Насупрот томе, вештачке неуралне мреже (енг. *Artificial Neural Networks*, ANN) посматрају систем као „црну кутију“ (енг. *black-box*), са

циљем да пронађу везу између улазних и излазних података, не узимајући у обзир прецизну физичку карактеризацију подручја (Barzegar et al., 2017). Како су процеси везани за подземне воде у природи врло комплексни, ANN су нашле велику примену у њиховом моделирању (Djurovic et al., 2015; Wunsch et al., 2018). Вештачке неуралне мреже успешно су примењене у студијама утицаја климатских промена на подземне воде у свету (Chang et al., 2015; Jeihouni et al., 2019).

Досадашња истраживања утицаја климатских промена на водне ресурсе у Србији (Langsholt et al., 2013; Тодоровић и Плавшић, 2015) обухватила су неколико карактеристичних сликова на којима су анализирани промене просечних годишњих, максималних и минималних вредности протицаја, док промене у нивоу подземних вода у доступној литератури веома мало су анализирани. Пројекције протицаја заснивају се на резултатима симулација глобалних и регионалних климатских модела и углавном на емисионим сценаријима IPCC/SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*, SRES), коришћеним у Трећем (*Third Assessment Report*, AR3) и Четвртом извештају (*Fourth Assessment Report*, AR4) Међувладиног панела о климатским променама (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC). Сценарија заснована на Representative Concentration Pathways (RCP) сценаријима, коришћена у Петом извештају (*Fifth Assessment Report*, AR5) углавном нису коришћена у ову сврху, у до сада доступној литератури.

Међувладин панел о климатским променама (IPCC) и Организација за храну и пољопривреду (*Food and Agriculture Organization*, FAO) истакле су пољопривреду као једну од најугроженијих привредних грана услед климатских промена. Очекује се да ће повећање температуре ваздуха, промене у количини и дистрибуцији падавина и повећана учесталост и интензитет суше довести до повећања потреба усева за водом у Европи (Rio et al., 2018). Истраживања рађена у Србији показују да током летњег периода треба очекивати повећање температуре ваздуха и смањење количине падавина (Vuković et al., 2018). Овакви услови ће се одразити на потребе усева за водом, као и на њихову обезбеђеност водом. За очекивати је да дефицит воде, коме су биљке током лета већ изложене, у будућности буде још већи (Стричевић и сар., 2014).

За истраживање је као репрезентативни слив брдско-планинских подручја одабран слив реке Топлице. Слинови у брдско-планинским подручјима су осетљиви на промену температуре, а самим тим и на могуће климатске промене. То су углавном неразвијена, рурална подручја у Србији, са заснованом пољопривредном производњом у равничарском делу слива. На подручју слива реке Топлице, на највећем делу коришћеног пољопривредног земљишта биљна производња се одвија у условима природног водног режима, односно без примене наводњавања. За планирање развоја наводњавања на овом подручју важно је располагати сазнањем о могућим променама режима подземних и површинских вода у будућности.

У оквиру предложене дисертације планирано је да се квантификује утицај климатских промена на расположивост водних ресурса, односно на промене у режиму реке Топлице и подземних вода прве издани. Такође, процениће се утицај климатских промена на биљну производњу која је заступљена на истраживаном подручју, са аспекта обезбеђености усева водом.

2.2. Научни циљ истраживања

Основни циљ истраживања предвиђених овом докторском дисертацијом јесте увид у потенцијалне промене (у блиској и далекој будућности) расположивости водних ресурса слива реке Топлице и анализа обезбеђености проучаваних биљних врста водом, у условима климатских промена, заснованих на два сценарија емисије гасова са ефектом стаклене баште.

На испитиваном сливу, анализом података стећи ће се увид о величини пројектованих промена у температури (T_{sr}), количини падавина (P), потенцијалној евапотранспирацији (PET), протицају (Q) на излазном профилу реке Топлице и нивоа подземних вода прве издани ($NPZV$).

У условима измењеног температурног и плувиометријског режима могу се очекивати промене у обезбеђености биљака водом, што ће бити процењено на основу разлике између евапотранспирације усева (ET_c) и ефективних падавина (P_e) на испитиваном подручју.

3. Основне хипотезе од којих се полази у истраживању

Основне хипотезе од којих се полази у оквиру ове докторске дисертације су следеће:

- Климатске пројекције ће показати промене у температури и падавинама у будућности на истраживаном подручју;
- Климатске промене ће утицати на доступност и унутаргодишњу расподелу водних ресурса у будућности;
- Коришћење климатских пројекција и хидролошког моделирања оправдан је приступ у процени утицаја климатских промена на водне ресурсе у будућности;
- Промене у климатским параметрима одразиће се на потребе усева и засада за водом и на њихову обезбеђеност водом.

4. Методе које ће се применити у истраживањима

Анализирано подручје обухватиће слив реке Топлице, леве притоке Јужне Мораве. Слив се налази између $42^{\circ}62'$ и $43^{\circ}24'$ северне географске ширине и $20^{\circ}45'$ и $21^{\circ}54'$ источне географске дужине. Слив се протеже на надморској висини од 190 до 2016 m, у условима хумидне и семи-хумидне климе.

Користиће се следећи измерени подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ): дневни подаци о падавинама (P) и температури ваздуха (T_{max} , T_{min} и T_{sr}) са метеоролошких станица Ниш, Куршумлија, Прокупље и Копаоник (за период 1961-2010), дневни подаци о протицајима са хидролошке станице Дољевац (за период 1961-2010) и месечни подаци о нивоима подземне воде са 8 пијезометара у сливу Топлице (за период од 1988-2016). Како метеоролошке станице не покривају подједнако посматрани слив, биће извршено пондерисање вредности мерених климатских величина методом *Thiessen*-ових полигона, да би се добили репрезентативни подаци за цео слив. Дневне вредности потенцијалне евапотранспирације (PET) рачунаће се на основу података о дневним температурама ваздуха са наведених метеоролошких станица, а затим ће се пондерисати методом *Thiessen*-ових полигона. За прорачун дневних вредности PET биће коришћена модификована *Hargreaves* једначина (Трајковић, 2009).

За анализу потреба биљака за водом и обезбеђености биљака водом у условима климатских промена биће коришћени подаци о заступљености усева у топличком управном округу, добијени из публикација Савезног завода за статистику.

Програмом дисертације планирана је примена следеће методологије:

1. Израда климатских пројекција: Пројекције дневних вредности падавина (P) и температуре ваздуха (T_{max} , T_{min} и T_{sr}) за периоде од 1971. до 2000. и од 2021. до 2100. године, за четири изабране метеоролошке станице биће добијене коришћењем јавно доступних резултата 7 RCM из EURO-CORDEX пројекта, хоризонталне резолуције 12,5 km. Пројекције климатских параметара у овим симулацијама су засноване на *Representative Concentration Pathways* (RCP) сценаријима, RCP4.5 и RCP8.5. Према RCP4.5, очекује се пораст глобалне емисије GHG до 2040. године, након чега долази до њихове стабилизације и смањења, док се према RCP8.5 очекује константни пораст

емисија GHG до краја 21. века (Vuković et al., 2018). Пројектоване климатске величине добијене помоћу 7 RCM статистички ће бити кориговане методом мапирања квантила, што је уобичајен начин за уклањање системске грешке (*Bias*), коју у мањој или већој мери имају сви нумерички климатски модели.

2. Израда хидролошких пројекција: Симулација отицаја са слива, тј. протицај (*Q*) код мерног места Дољевац, биће урађена коришћењем калибрисаног HBV-light хидролошког модела (Seibert and Vis, 2012). HBV-light је семи-дистрибуирани хидролошки модел намењен континуалним хидролошким симулацијама са дужином рачунског корака најчешће један дан. Калибрација хидролошког модела биће урађена применом GAP алгоритма (енг. *Genetic Algorithm and Powell local method*), према композитној критеријумској функцији која садржи Nash-Sutcliffe коефицијент ефикасности, срачунат на основу протока и логаритмованих протока и волуметријске грешке. За калибрацију модела биће коришћени пондерисани мерени подаци о *P* и *Tsr*, пондерисане срачунате вредности *PET* и мерене вредности *Q*, за период од 1961-2010. За валидацију модела биће коришћен DSS тест (енг. *Differential split-sample Test*). Све симулације радиће се за хидролошку годину (1. октобар – 30. септембар), а свакој симулацији ће претходити период „загревања“ (*warm-up* период).

Пројекције будућих дневних вредности *Q*, HBV-light моделом, засниваће се на уносу пондерисаних пројектованих дневних климатских података (*P* и *Tsr*) и пондерисаних срачунатих *PET* вредности, са четири метеоролошке станице. Применом пројекција 7 RCM за два RCP сценарија добиће се 14 низова података о *Q*, који представљају хидролошку пројекцију протицаја у условима климатских промена у будућем периоду од 2021. до 2100. На исти начин урадиће се и пројекција *Q* за референтни период (1971-2000). Улазни подаци о просторној варијабилности слива (број елевационих зона у зависности од надморске висине, број зона у којима је заступљена одређена врста вегетационог покривача и њихова процентуална заступљеност у свакој елевационој зони) добиће се обрадом сателитских снимака у софтверском програму ArcGIS. За добијање података о елевационим зонама биће коришћени сателитски снимци са сајта Геолошког топографског института Сједињених Америчких Држава (енг. *United States Geological Survey, USGS*). Вегетационе зоне биће одређене на основу базе сателитских снимака са сајта *Copernicus Land Monitoring Service (CORINE)*.

3. Израда пројекција нивоа подземних вода: За израду пројекција нивоа подземних вода биће коришћена *soft computing* техника *Artificial Neural Networks* (Wunsch et al., 2018). ANN моделом могуће је моделирати зависност између неких физичких величина и вредности променљиве чију вредност желимо да предвидимо. За потребе истраживања биће формирана неповратна (енг. *feedforward*) мрежа која показује добре резултате у прогнозирању нивоа подземних вода (Coulibaly et al., 2000). Коришћењем ANN биће моделирана зависност NPZV прве издани од улазних варијабли, у изабраном репрезентативном пијезометру. Избор улазних варијабли биће одређен на основу резултата корелационе анализе између променљивих за које се искуствено може претпоставити да имају утицај на ниво подземне воде и доступне су њихове пројекције у будућности: NPZV у претходном периоду, *Q* реке Топлице, *P*, *PET* и *Tsr* ваздуха. Обуком припремљен ANN модел примениће се за прогнозу нивоа подземне воде, у периодима 1971-2000 и 2021-2100.

4. Прорачун обезбеђености усева и засада водом: Обезбеђеност усева и засада водом ће се одређивати обрачуном дефицита, односно суфицита воде за сваки усева и засада који је у већој мери заступљен на подручју слива реке Топлице. Дефицит односно суфицит воде рачунаће се за референтни период (1971-2000), за блиску (2021-2050) и далеку (2071-2100) будућност. Биће представљен разликом између потребе усева и

засада за водом и ефективних падавина (Kaushika et al., 2019). Потребе усева и засада за водом ће бити изражене преко пројектоване потенцијалне евапотранспирације усева и засада (ЕТс). ЕТс ће се рачунати као производ пројектоване потенцијалне евапотранспирације (РЕТ) и коефицијента културе (Кс). РЕТ ће бити обрачуната модификованом *Hargreaves* једначином. Користиће се подаци о пројектованим дневним вредностима температуре ваздуха (T_{max} , T_{min} и T_{sr}) за метеоролошке станице Прокупље и Куршумлија. Коефицијенти културе (Кс) биће преузети из литературе Allen et al. (1998). Уколико климатски услови на анализираном подручју одступају од стандардних, биће урађена корекција Кс, по методологији представљеној у Allen et al. (1998).

5. Анализа осталих параметара за оцену агроклиматских услова: Одредиће се просечан датум појаве последњег пролећног и првог јесењег мраза, просечан број мразних ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$) и ледених дана ($T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$), просечан број летњих ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) и тропских ($T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) дана, сума ефективних температура као и дужина вегетационог периода.

6. Анализа података: Резултати климатских пројекција биће анализирани за период од 2021. до 2100, на годишњем и месечном нивоу. Промене свих посматраних климатских и хидролошких величина у будућности биће анализирани у односу на референтни период 1971-2000. Како би се умањио утицај грешке изазване климатским и хидролошким моделима, пројектоване вредности у будућности поредиће се са пројектованим, уместо мереним, вредностима у референтном периоду (Shen et al., 2018). Резултате климатских пројекција одликују неизвесности (енг. *uncertainties*), које се односе на квантитативне мере непрецизности пројекција за будућност. У циљу добијања поузданијих пројекција, примењен је мулти модел приступ (Seiller et al., 2012). Мулти модел ансамбл чини 7 климатских модела за сваки RCP сценарио.

Вредности ЕТс и дефицита/суфицита воде биљака, које се углавном гаје на коришћеном пољопривредном земљишту у сливу реке Топлице, рачунаће се на основу пројектованих вредности за референтни и будући период. Одступања ових величина у блиској и далекој будућности биће анализирани у односу на референтни период.

Статистичка значајност пројектованих промена годишњих и месечних вредности P , T_{sr} , РЕТ, Q , NPZV, ЕТс и дефицит/суфицит воде, у блиској (2021-2050) и далекој (2071-2100) будућности, у односу на референтни период испитаће се применом непараметарског *Mann-Whitney* теста на нивоу значајности $p=0,05$. Добијени резултати биће статистички обрађени применом јавно доступног статистичког софтвера *R* и представљени табеларно или графички.

5. Очекивани резултати и научни допринос

Очекује се да ће се истраживањима предложеним програмом ове докторске дисертације квантификовати промене у расположивости водних ресурса слива реке Топлице и дати увид у величину промене обезбеђења водом најзаступљенијих биљних врста на анализираном подручју, у условима глобалног загревања. Сагледавање ових утицаја може имати велики значај за припрему стратегије очувања водних ресурса, као и предлагање мера за ублажавање неповољних климатских утицаја на пољопривредну производњу.

Резултати истраживања употпуниће досадашња сазнања о могућим утицајима климатских промена на количине вода сливова брдско-планинских подручја Србије.

Посебан значај предложене дисертације је истраживање утицаја климатских промена на подземне воде, које је у иницијалној фази у нашој земљи, а релативно мало је проучавано и у свету.

Важан допринос дисертације огледа се у приказаним могућностима примене методологије која успешно комбинује *soft computing* технику и концептуални хидролошки модел, што представља добар нумерички оквир за моделирање зависности хидролошких величина, које у комбинацији са резултатима климатских модела дају предвиђања у блиској и далекој будућности.

6. Закључак

На основу анализе поднете пријаве теме докторске дисертације, квалитета одржане јавне одбране научне заснованости теме, предложеног програма и очекиваних резултата докторске дисертације Џените Идризовић, мастер инжењера, пријављене под насловом „Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и биљну производњу у брдско-планинским сливовима“ Комисија сматра да је предложена тема актуелна и од великог значаја за науку и праксу. Кандидат је показао висок ниво стручности и знања током писања пријаве теме дисертације, као и током њене јавне одбране. На основу тога се може очекивати потпуна реализација предложеног програма дисертације и добијање нових резултата значајних са научног и стручног становишта. Комисија сматра да ће се спроведеним истраживањима у оквиру ове докторске дисертације квантификовати утицај климатских промена на расположивост водних ресурса у репрезентативном сливу. Резултати ће приказати промене у режиму реке Топлице и у режиму подземних вода прве издани на равничарском делу слива. Добијени резултати би дали увид у могуће промене режима површинских и подземних вода прве издани на сливовима сличних физичко-географских и климатских карактеристика. Значај дисертације се огледа и у процени утицаја климатских промена на обезбеђеност усева водом и предлагању мера за ублажавање негативних последица климатских промена. Могућност примене приказане методологије која успешно комбинује *soft computing* технику и концептуални хидролошки модел, представља важан допринос ове дисертације. Посебно треба истаћи да би предложена дисертација представљала један од иницијалних радова у нашој земљи на тему утицаја климатских промена на режим подземних вода.

На основу свега изнетог, Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Наставо-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да пријаву прихвати и да Џените Идризовић, мастер инж. одобри израду докторске дисертације под насловом: „**Анализа утицаја климатских промена на водне ресурсе и обезбеђеност усева и засада водом на брдско-планинском подручју**“. За ментора при изради ове дисертације, Комисија предлаже др Енике Грегорић, ванредног професора Пољопривредног факултета Универзитета у Београду.

7. Име и референце предложеног ментора

Име и презиме ментора: **др Енике Грегорић**
Звање: **ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Idrizovic, Dz., Pocuca, V., Vujadinovic Mandic, M., Djurovic, N., Matovic, G., **Gregoric, E.** (2020) Impact of climate change on water resource availability in a mountainous catchment: A case study of the Toplica River catchment, Serbia. *Journal of Hydrology*, Vol. 587. August, 2020. 124992, inpress. ISSN: 00221694
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124992>, 2020, M21a-10 , (IF=4,405; 6/132)

2. Ruml, M., **Gregorić, E.**, Vujadinović, M., Radovanović, S., Matović, G., Vuković, A., Počuča, V., Stojičić, Dj. (2017): Observed changes of temperature extremes in Serbia over the period 1961–2010. *Atmospheric Research*; [Vol. 183](#), p. 26-41, doi: 10.1016/j.atmosres.2016.08.013 , ISSN: 0169-8095
<http://dx.doi.org.proxy.kobson.nb.rs:2048/10.1016/j.atmosres.2016.08.013> M21-8, (IF=3,817; 13/86)
3. Matović, G., Bročić, Z., Đuričin, S., **Gregorić, E.**, Bodroža, D. (2016): Profitability assessment of potato production applying different irrigation methods. *Irrigation and Drainage*, Volume 65, Issue 4, pp. 502–513. Print ISSN: 1531-0353,
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.1983/full>, M22-5, (IF=0,931; 41/83)
4. Kresovic, B., Matovic, G., **Gregoric, E.**, Djuricin, S., Bodroza, D. (2014): Irrigation as a climate change impact mitigation measure: An agronomic and economic assessment of maize production in Serbia. *Agricultural Water Management*, Elsevier Science BV, Volume 139, pp. 7 - 16, ISSN: 03783774, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.03.006>, 2014, M21-8, (IF= 2.333; 16/79)
5. Petkovic, S., **Gregoric, E.**, Slepcevic, V., Blagojevic, S., Gajic, B., Kljujev, I., Zarkovic, B., Djurovic, N., Draskovic, R. (2011): Contamination of local water supply systems in suburban Belgrade. *Urban Water Journal*, Volume 8, Issue 2, pp. 79 - 92, Print ISSN: 1573-062X, DOI: [10.1080/1573062X.2010.546862](https://doi.org/10.1080/1573062X.2010.546862),
<https://doi.org/10.1080/1573062X.2010.546862>, M23-3 , (IF=0,833; 57/78)

У Београду,
07. 09. 2020.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Енике Грегорић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Мелиорације земљишта)

др Невенка Ђуровић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Мелиорације земљишта)

др Гордана Матовић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Мелиорације земљишта)

др Мирјам Вујадиновић Мандић , доцент
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Метеорологија)

др Јасна Плавшић, редовни професор
Универзитет у Београду, Грађевински факултет
(ужа научна област: Хидрологија)

ПРИЛОГ 1.

Списак литературе која ће се користити

- Allen R.G., Pereira L.S., Reas D., Smith M. (1998): Crop evapotranspiration, FAO Irrig. and Drainage Paper no 56, Rome.
- Arnell, N.W., Gosling, S.N. (2013): The impacts of climate change on river flow regimes at the global scale. *J. Hydrol.* 486, 351–364. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.010>
- Barzegar, R., Fijani, E., Asghari Moghaddam, A., Tziritis, E. (2017): Forecasting of groundwater level fluctuations using ensemble hybrid multi-wavelet neural network-based models. *Sci. Total Environ.* 599–600, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.189>
- Chang, J., Wang, G., Mao, T. (2015): Simulation and prediction of suprapermafrost groundwater level variation in response to climate change using a neural network model. *J. Hydrol.* 529, 1211–1220. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.038>
- Coulilaly, P., Anctil, F., Bobée, B. (2000): Daily reservoir inflow forecasting using artificial neural networks with stopped training approach. *J. Hydrol.* 230, 244–257. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00214-6](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00214-6)
- Djurovic, N., Domazet, M., Stricevic, R., Pocuca, V., Spalevic, V., Pivic, R., Gregoric, E., Domazet, U. (2015): Comparison of groundwater level models based on artificial neural networks and ANFIS. *Sci. World. J.* 2015, 13 pp. <https://doi.org/10.1155/2015/742138>
- Jha, M. K., and S. Sahoo (2015): Efficacy of neural network and genetic algorithm techniques in simulating spatio-temporal fluctuations of groundwater, *Hydrol. Processes*, 29(5), 671–691, doi:10.1002/hyp.10166.
- Jeihouni, E., Mohammadi, M., Eslamian, S., Zareian, M.J. (2019): Potential impacts of climate change on groundwater level through hybrid soft-computing methods: a case study—Shabestar Plain, Iran. *Environ Monit Assess.* 191(10), p.620.
- Kaushika, G.S., Arora, H., KS, H.P., (2019): Analysis of climate change effects on crop water availability for paddy, wheat and berseem. *Agricultural Water Management*, 225, p.105734.
- Kløve, B., Ala-aho, P., Bertrand, G., Gurdak, J.J., Kupfersberger, H., Kværner, J., Muotka, T., Mykrä, H., Preda, E., Rossi, P., Bertacchi, C., Velasco, E., Pulido-velazquez, M. (2014): Climate change impacts on groundwater and dependent ecosystems. *J. Hydrol.* 518, 250–266. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.037>
- Kovats, R.S., Valentini, R., Bouwer, L.M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., Soussana, J.-F. (2014): Europe. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267–1326.
- Langsholt, E., Lawrence, D., Wong, W. K., Andjelic, M., Ivkovic, M., Vujadinovic, M. (2013): Effects of climate change in the Kolubara and Toplica catchments, Serbia. Report No. 62, Norwegian Water Resources and Energy Directorate, Oslo.
- Lobanova, A., Liersch, S., Nunes, J.P., Didovets, I., Stagl, J., Huang, S., Koch, H., Rivas López, M. del R., Maule, C.F., Hattermann, F., Krysanova, V. (2018): Hydrological impacts of moderate and high-end climate change across European river basins. *J. Hydrol. Reg. Stud.* 18, 15–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.05.003>
- Piani, C., Haerter, J.O., Coppola, E. (2010): Statistical bias correction for daily precipitation in

- regional climate models over Europe. *Theor. Appl. Climatol.* 99, 187–192.
- Reshmidevi, T. V, Kumar, D.N., Mehrotra, R., Sharma, A. (2018): Estimation of the climate change impact on a catchment water balance using an ensemble of GCM. *J. Hydrol.* 556, 1192–1204. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.02.016>
- Rio, M., Rey, D., Prudhomme, C., Holman, I. P. (2018): Evaluation of changing surface water abstraction reliability for supplemental irrigation under climate change. *Agric. Water Manag.* 206, 200-208.
- Seibert, J., Vis, M.J.P. (2012): Teaching hydrological modeling with a user-friendly catchment-runoff-model software package. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 16, 3315–3325. <https://doi.org/10.5194/hess-16-3315-2012>
- Seiller, G., Anctil, F., Perrin, C. (2012): Multimodel evaluation of twenty lumped hydrological models under contrasted climate conditions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 16, 1171–1189. <https://doi.org/10.5194/hess-16-1171-2012>
- Shen, M., Chen, J., Zhuan, M., Chen, H., Xu, C. Y., & Xiong, L. (2018): Estimating uncertainty and its temporal variation related to global climate models in quantifying climate change impacts on hydrology. *J. Hydrol.* 556, 10-24. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.004>
- Vuković, A.J., Vujadinović, M.P., Rendulić, S.M., Djurdjevic, V.S., Ruml, M.M., Babic, V.P., Popović, D.P. (2018): Global warming impact on climate change in Serbia for the period 1961-2100. *Therm. Sci.* 22, 2267–2280. <https://doi.org/10.2298/tsci180411168v>
- Wunsch, A., Liesch, T., Broda, S. (2018): Forecasting groundwater levels using nonlinear autoregressive networks with exogenous input (NARX). *J. Hydrol.* 567, 743–758. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.045>
- Стричевић, Р. Ј., Ђуровић, Н.Л., Вуковић, А.Ј., Вујадиновић, М. П., Ћосић, М., Д., Пејић, Б.С. (2014): Процена приноса и потребе шећерне репе за водом у условима климатских промена на подручју Републике Србије применом AQUACROP модела. *J. Agric. Sci.* 59(3), 301-317.
- Тодоровић, А., Плавшић, Ј. (2015): Утицај климатских промена на хидролошке режиме на сливовима Колубаре, Топлице и Млаве. *Зборник са 17. саветовања SDHI & SDH*, 5-6. октобар, 2015, Вршац, Србија, стр. 325-340. <https://doi.org/10.978-86-7518-183>
- Трајковић, С. (2009): Методе прорачуна потреба за водом у наводњавању. Грађевинско-архитектонски факултет, Ниш.
- Copernicus Land Monitoring Service: www.land.copernicus.eu (приступљено 20. маја 2019. године).
- United States Geological Survey: <https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/> (приступљено 20. маја 2019. године).

ПРИЛОГ 2.

Списак саопштених и објављених научних и стручних радова кандидата Џените Идризовић, маг. инж. пољ.

Рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a)

Idrizovic, Dz., Pocuca, V., Vujadinovic Mandic, M., Djurovic, N., Matovic, G., Gregoric, E. (2020): Impact of climate change on water resource availability in a mountainous catchment: A case study of the Toplica River catchment, Serbia. *Journal of Hydrology*, Vol. 587. August, 2020. 124992, inpress. ISSN: 00221694 <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124992>

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24)

Идризовић, Ц., Матовић, Г., Грегорић, Е., Стричевић, Р. (2018): Анализа седам индиректних метода за прорачун референтне евапотранспирације у климатским условима Србије. *Journal of Agricultural Sciences*, 63(1), стр. 67-81.

Рад изложен на међународном скупу, штампан у целини (M33)

Idrizovic, Dz., Pocuca, V., Matovic, G., Gregoric, E., Djurovic, N. (2018): Evaluation of HBV-light Model Efficiency with Different Potential Evapotranspiration Inputs. 10th Eastern European Young Water Professionals Conference - New Technologies in Water Sector, 7-12 May, Zagreb, Croatia, pp. 63-69.

Matovic, G., Pocuca, V., Gregoric, E., **Idrizovic, Dz.** (2018): Prediction of soil moisture in double cropping using the FAO AQUACROP model. IX International Agriculture Symposium "AGROSYM 2018" Jahorina, 4-7 October 2018, Bosnia and Herzegovina, pp. 625-630.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

Идризовић, Ц., Матовић, Г., Грегорић, Е., Анђелковић, В., Домановић, З. (2018): Процена губитка приноса услед производње кукуруза у условима без наводњавања, применом CROPWAT модела. Зборник научних радова, 24 (1-2) са XXXII Саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, 21-22. 2. 2018, Институт ПКБ Агроекономик, Падинска Скела, Београд, Србија, стр 31-39.

Идризовић, Ц., Грегорић, Е., Почуча, В., Матовић, Г. (2018): Анализа суше за подручје лесковачке колтине. 18. Научно саветовање SDHI и SDI, 25-26. октобар 2018. године, Ниш, Србија, у штампи.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)

Матовић, Г., Мардешић, Ж., Радовановић, С., Грегорић, Е., Почуча, В., **Идризовић, Ц.** (2019): Влажност земљишта у ризосферном слоју јабучњака високо интензивне производње. Симпозијум Српског друштва за проучавање земљишта - Земљиште основно природно добро – узроци и последице, 19-21. јун 2019. године, Гоч, Србија, стр. 20.