

Образац 3.

Факултет ШУМАРСКИ

03-13268/1
(Број захтева)

02.11.2023.
(Датум)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

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 чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**„Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог „MEDALUS“ модела
на подручју Црне Горе“**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Биотехничке науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Стефан (Небојша) Милетић

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

ОАС – Универзитет у Београду – Шумарски
факултет- с.п.- Еколошки инжењеринг

МАС - Универзитет у Београду - Шумарски
факултет – с.п. Еколошки инжењеринг

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2020.

4. Година уписа на докторске студије: 2020.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

ШУМАРСТВО – модул Еколошки инжењеринг у заштити
земљишних и водних ресурса

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације

06.09.2023.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Јелена Белоица, ванр. проф.

Звање: ванредни професор Универзитета у Београду - Шумарски факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Miletić, S., **Beloica, J.**, Perović, V., Miljković, P., Lukić, S., Obradović, S., Čakmak, S. & Belanović-Simić, S. (2023). Environmental sensitivity assessment and land degradation in southeastern Serbia: application of modified MEDALUS model. Environmental Monitoring and Assessment. Paper accepted in press. doi: 10.1007/s10661-023-11761-1
2. Caković, M., **Beloica, J.**, Baumgertel, A., Stojčić, M., Vasić, F. & Schwaiger, F. (2023). Eutrophication assessment in Pannonian Basin (the case of Ludaš Lake Special Nature Reserve and Palić Nature Park). Environmental Monitoring and Assessment. 195(6):694. doi: 10.1007/s10661-023-11347-x
3. Caković, M., **Beloica, J.**, Belanović Simić, S., Miljković, P., Lukić, S., Baumgertel, A. & Schwaiger, F. (2021). Diffuse Pollution and Ecological Risk Assessment in Ludaš Lake Special Nature Reserve and Palić Nature Park (Pannonian Basin). Forests, 12, 1461. doi:10.3390/f12111461
4. Dirnboeck, T., Proell, G., Austnes, K., **Beloica, J.**, Beudert, B., Canullo, R., De Marco, A., Fornasier, M.F., Futter M., Goergen, K., Grandin, U., Holmberg, M., Lindroos, A.J., Mirtl, M., Neiryneck, J., Pecka, T., Nieminen, T.M., Nordbakken, J.F., Posch, M., Reinds, G.J., Rowe, E., Salemaa, M., Scheuschner, T., Starling, F., Uziblo, A.K., Valinia, S., Weldon, J., Wamelink, W.G.W. & Forsius, M. (2018). Currently legislated decreases in nitrogen deposition will yield only limited plant species recovery in European forests, Environmental research letters, 13(12), 1748-9326. doi: 10.1088/1748-9326/aaf26b
5. Holmberg, M., Aherne J., Austnes, K., **Beloica J.**, De Marco, A., Dirnboeck T., Fornasier, M.F., Goergen, K., Futter Martyn, Lindroos, A.J., Kram, P., Neiryneck, J., Nieminen, T.M., Pecka, T., Posch, M., Proell, G., Rowe, E.C., Scheuschner, T., Schlutow, A., Valinia, S. & Forsius, M. (2018). Modelling study of soil C, N and pH response to air pollution and climate change using European LTER site observations. Science of the total environment, 640, 387-399. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.299

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Шумарског факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 25.10.2023. 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

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Број: 01-2/169

Датум: 25. октобар 2023. године

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета бр. 01-1/36 од 14. марта 2019. године, а у складу са Извештајем Комисије бр. 03-9308/4 од 2. октобра 2023. године и Предлогом Већа одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса бр. 09-9308/6 од 12. октобра 2023. године, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 25. октобра 2023. године, доноси следећу

О Д Л У К У

Усваја се научна заснованост теме докторске дисертације **кандидата Стефана Милетића** под насловом: „**Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог „MEDALUS“ модела на подручју Црне Горе**“.

Одређује се ментор др Јелена Белоица, ванредни професор Универзитета у Београду-Шумарског факултета.

Одлуку доставити: кандидату, ментору, Служби за наставу и студентска питања x2, декану, писарници.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
Проф. др Бранко Стајић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА
ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ЕКОЛОШКИ ИНЖЕЊЕРИНГ

ОВДЕ

Предмет: Извештај комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата Стефана Милетића

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум

На основу члана 58. Статута Универзитета у Београду-Шумарског факултета, а на основу предлога Већа одсека за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса бр. 03-9308/3 од 15.9.2023. год., Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 27.9.2023. год. донело је одлуку бр.01-2/140 да се образује Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Стефана Милетића под насловом:

Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог MEDALUS модела на подручју ЦрнеГоре

2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датум избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:

1. др Јелена Белоица, ванредни професор, ерозија и конзервација земљишта и вода, 19.01.2021., Универзитет у Београду Шумарски факултет,
2. др Сара Лукић, ванредни професор, ерозија и конзервација земљишта и вода, 25.10.2017, Универзитет у Београду – Шумарски факултет,
3. др Милић Чуровић, доцент, шумарство, 18.9.2019, Универзитет Црне Горе – Биотехнички факултет

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Детаљно приказати активности кандидата, почев од датума и места рођења, до подношења захтева за одобравање дисертације. Осим општих биографских података навести податке о образовању и усавршавању, раду и напредовању у струци, активностима у стручним удружењима и другим активностима значајним за стицање општег утиска о кандидату и његовој подобности за научни рад, посебно на предложеној теми дисертације.

1. Име, име једног родитеља, презиме:
Стефан, Небојша, Милетић
2. Датум и место рођења, општина, држава:
04.03.1996., Краљево, Краљево, Република Србија
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада:
30.09.2020., Шумарски факултет – Универзитета у Београду, „Процена осетљивости земљишног простора општине Црна Трава применом модификованог MEDALUS модела“

4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера:

Ерозија и конзервација земљишта и вода

5. **Стечено научноистраживачко искуство**

Стефан Милетић је запослен на Шумарском факултету Универзитета у Београду као истраживач приправник на Катедри за мелиорације од децембра 2020. године.

Студент је докторских академских студија на Шумарском факултету Универзитета у Београду, смер Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса.

Ипуњене обавезе на докторским студијама

Положени испити:

1. Методологија НИР-а, ЕСПБ 14, оцена 10
2. Технике НИР-а, ЕСПБ 8, оцена 10
3. Загађивање, квалитет и заштита земљишта, ЕСПБ 8, оцена 10
4. Фиторемедијација, ЕСПБ 8, оцена 10
5. Интегрисано управљање водним и земљишним ресурсима, ЕСПБ 8, оцена 10

Положене обавезе:

1. Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање 1, ЕСПБ 8
2. Израда пројекта докторске дисертације, ЕСПБ 8
3. Семинарски рад, ЕСПБ 6, оцена 10
4. Одбрана пројекта докторске дисертације, ЕСПБ 6
5. Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање 2, ЕСПБ 8
6. Публиковање научног рада 1 у домаћем часопису категорије М52 или М53, ЕСПБ 4
7. Учешће на домаћем научном скупу са рефератом, ЕСПБ 4
8. Реферисање о напретку истраживања, ЕСПБ 6
9. Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање 3, ЕСПБ 10
10. Пријава дисертације, ЕСПБ 8
11. Публиковање научног рада 2 у домаћем часопису категорије М51, ЕСПБ 6
12. Учешће у настави на основним студијама, ЕСПБ 8
13. Лабораторијски и експериментални рад, статистичко моделирање 4, ЕСПБ 8
14. Учешће на међународном научном скупу са рефератом, ЕСПБ 8
15. Публиковање научног рада 3 у међународном часопису са SCI листе, ЕСПБ 10

Списак објављених научних радова и саопштења

Рад у часопису категорије (М 22)

Miletić, S., Beloica, J., Perović, V., Miljković, P., Lukić, S., Obradović, S., Čakmak, S. & Belanović-Simić, S. (2023). Environmental sensitivity assessment and land degradation in southeastern Serbia: application of modified MEDALUS model. Environmental Monitoring and Assessment, 195, 1241. doi: 10.1007/s10661-023-11761-1

Саопштење са научног скупа штампано у изводу (М 34)

Miletić, S., Novaković, A., Beloica, J. & Belanović-Simić S. (2023). Comparative analysis of soil pollution load of Cb and Pb in the area of the municipalities of Bar and Žabljak in Montenegro. Book of Abstract International Scientific Conference Green Agenda for Western Balkans. ISBN 978-86-6283-140-8

Baumgartel, A., Lukić, S., Čaković, M. & **Miletić, S.** (2022). Impact of protective forest belts on wind speed reduction and air temperature change, a case study. Abstract book SETOF [Soil Erosion and Torrential Flood]: Prevention: Curriculum Development at the Universities of Western Balkan Countries Conference. ISBN 978-86-7299-353-0

Поглавље у монографији националног значаја (M 45)

Miletić, S., Kadović, R., Perović V. (2022). Analiza osetljivosti zemljišnog prostora na degradaciju primenom MEDALUS modela. U: Belanović-Simić, S. (ur.). Procena degradacije zemljišta: metode i modeli: [tematski zbornik vodećeg nacionalnog značaja]. Univerzitet, Šumarski fakultet: Srpsko društvo za proučavanje zemljišta, 381-419. ISBN 978-86-7299-345-5

Рад у часопису категорије (M 52)

Novaković, A., **Miletić, S.,** Beloica, J., Belanović Simić, S., Obratov-Petković, D.. (2021). The content of Cd and Pb in undeveloped and shallow soils and plant material in the area of national park Tara, Soil and Plant, 70(2), 67-76. doi: 10.5937/ZemBilj2102067N

Miletić, S., Polovina, S., Milčanović, V., Ristić, R., Radić, B. (2020). Primena daljinske detekcije u proceni erozije zemljišta na slivu Gledičke reke, Erozijska, 46, 50-62. ISSN 0350-9648

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M 63)

Miljković, P., Beloica, J., Belanović-Simić, S., Lukić, S., Miletić, S., Baumgertel, A., Čaković, M. (2022). Formiranje putnog pojasa na području opštine Sombor: primer društvene odgovornosti pojedinca, udruženja i kompanija. U: Glavendekić, M. (yp.), Skočajić, D. (yp.). Pejzažna arhitektura i hortikultura - stanje i perspektive: zbornik radova. Univerzitet, Šumarski fakultet: Udruženje za pejzažnu hortikulturu Srbije, 104-116. ISBN 978-86-916397-7-8

Учесће у пројектима:

1. 2020-2023 – Атлас медоносних биљака Црне горе са катастром пчелињака (2021-2023), Други пројекат институционалног развоја и јачања пољопривреде у Црној Гори (МИДАС 2), Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Црне Горе, Светска банка, No. MNE-MIDAS2-8820-ME-CQ-CS-20-1.2.3.17, Позиција: сарадник на пројекту (дигитализација података о земљишту, теренске и лабораторијске анализе земљишта), Контакт: др Јелена Белоица: jelena.beloica@sfb.bg.ac.rs
2. 2022 – „Пилот студија о потврди методологије о хидроморфолошким притисцима и процени ризика на водним телима за водотокове површине слива веће од 10 km² на сливу реке Јадар“, Позиција: сарадник на пројекту, Контакт: др Вукашин Милчановић: vukasin.milcanovic@sfb.bg.ac.rs
3. 2021 – „ПРЕЛИМИНАРНА студија процене квалитета земљишта индустријске зоне Српске фабрике стакла“, Српска фабрика стакла – Параћин, Позиција: сарадник на пројекту (теренске и лабораторијске анализе), Контакт: др Јелена Белоица: jelena.beloica@sfb.bg.ac.rs

Држање наставе:

Кандидат је школске 2021/2022 и 2022/2023 на Шумарском факултету, за наставни предмет “Аерозагађења и шумска земљишта” био је ангажован као демонстратор, где су одговорности обухватале помоћ студентима у примени ГИС софтвера у циљу лакшег савладавања градива.

Одбрана пројекта докторске дисертације:

Кандидат је 07.07.2023. године пред комисијом одбранио пројекат докторске дисертације под називом „Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог MEDALUS модела на подручју Црне Горе“.

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА РАД НА ПРЕДЛОЖЕНОЈ ТЕМИ

Стефан Милетић је рођен 04.03.1996. године у Краљеву. Основну и средњу школу завршио је у Краљеву. Основне студије на Шумарском факултету, Универзитета у Београду, одсек за Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса уписао је 2015. године, завршио их је 2019. године са просечном оценом 8,95 и стекао звање дипломирани инжењер шумарства.

Мастер студије, област Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, модул Деградација и заштита ресурса земљишта, уписао је 2019. године, а завршио их 2020. године са просечном оценом 10,00 и стекао звање мастер инжењер шумарства за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса.

Школске 2017/2018 и 2018/2019 био је ангажован као демонстратор на предмету Примена ГИС-а у заштити земљишних и водних ресурса. За време основних и мастер студија био је ангажован на бројним конференцијама где су одговорности обухватале волонтерски рад:

- Учешће на симпозијуму „Земљиште основно природно добро - угроженост и опасност“ (2019);
- Учешће на ETC (Erosion and Torrent Control) конференцији (2019);
- Учешће на реализацији студијско-истраживачког рада: „Степен ерозионе угрожености пољопривредних земљишта Јабланичког управног округа“ (2019).
- Учешће на WASWAC конференцији (2016).

Школске 2020/2021. године уписао је докторске академске студије на Шумарском факултету, Универзитета у Београду.

Децембра 2020. године изабран је за истраживача-приправника по позиву талентованим младим истраживачима – студентима докторских академских студија за укључивање у научноистраживачки рад у акредитованим научноистраживачким организацијама расписаном од стране Министарства просвете науке, и технолошког развоја и на тај начин укључен у научноистраживачки рад на Шумарском факултету, Универзитета у Београду.

Учествовао је на међународној конференцији “Soil for future under global challenges” одржаној у Сокобањи 2021. Школске 2021/2022 и 2022/2023 био је ангажован као демонстратор на предмету Аерозагађења и шумски екосистеми.

За време докторских студија био је ангажован на научно-истраживачким и стручним пројектима.

Током студија похађа и усавршава се кроз стручне курсеве и обуке:

- „Application of NASA SPoRT-Land Information System (SPoRT-LIS) Soil Moisture Data for Drought“ који је обухватао тренинг примене даљинске детекције који спроводи ARSET.
- „Modelling and Mapping Soil Nutrients and associated Soil Properties“ који је обухватао тренинг учења развоја глобалног картирања земљишта и хранљивих материја у земљишту у мају 2023. године у организацији FAO (The Food and Agriculture Organization).

До сада је објавио 6 научних радова од којих је један SCI листе (M22) и везан је за предложену тему докторске дисертације.

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Јелена Белоица је рођена 29. фебруара 1980. године у Краљеву, СФРЈ. Основну школу и гимназију општег смера завршила је Врњачкој Бањи. Основне студије уписала је школске 1999/2000. године на Шумарском факултету, Одсек пејзажна архитектура и хортикултура. Дипломирала је 2005. године са просечном оценом током основних студија 8,76 и стекла звање дипломирани инжењер шумарства за пејзажну архитектуру. Као стипендиста Министарства науке током 2007. године била је ангажована на пројекту „Основне еколошке и структурно производне карактеристике типова шума Ђердапа и НП Тара“, а током 2008-2010. године на пројекту „Биеколошке карактеристике шумских екосистема у националним парковима Копаоник и Тара у односу на принцип одрживог управљања“. Од 1.02.2011. до 30.01.2014. године била је запослена као истраживач сарадник на Одсеку за еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса у оквиру пројекта “Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину - праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, који је финансиран од стране

Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Као асистент је била запослена од 30.01.2014. године на Шумарском факултету, на одсеку Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса на групи предмета (Аерозагађења и шумски екосистеми, Мелиорације земљишта и Земљишта и технике биоинжењеринга) у оквиру уже научне области Ерозија и конзервација земљишта и вода. **Докторску дисертацију** под насловом „Процес ацидификације као фактор деградације земљишта на подручју источне Србије“ одбранила је 03.04.2015. Универзитету у Београду - Шумарски факултет COBISS, Научна област **биотехничке науке**, SR-ID – [513376412] <http://phaidrabg.bg.ac.rs/o:10742>. У периоду 12. маја 2014. до 12. новембра 2014. године је боравила на стручном усавршавању у Националном Институту Италије (Institute for Sustainable Plant Protection, National Research Council – IPSP CNR).

У звање ванредног професора изабрана је 19.01.2021. године на Шумарском факултету, на одсеку Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса у оквиру уже научне области Ерозија и конзервација земљишта.

До сада др Јелена Белоица је била ментор при изради 13 завршних радова, 11 мастер радова, учествовала у Комисијама за одбрану израђених дипломских/завршних радова (20) и мастер радова (18). Такође, била је члан 1 Комисије за одбрану докторске дисертације и члан је 2 Комисије за израду докторских дисертација, привремени је ментор је у изради три докторске дисертације. Учествовала у реализацији 9 научно-истраживачких пројеката и 4 пројекта кроз сарадњу са привредом.

До сада је објавила више од 50 научних и стручних радова, од којих 11 са SCI листе (M21a-2, M21-2, M22-4, M23-3, M13-2). Аутор је уџбеника Аерозагађења и шумски екосистеми [практикум ISBN 978-86-7299-314-1.; COBISS.SR-ID 23669001]. Има положен стручни испит и поседује лиценце Одговорног пројектанта за пејзажноархитектонско уређење слободних простора (373 И 00142 19) и лиценцу Одговорног извођача радова за пејзажно уређење слободних простора (474 И 00282 19).

Активно учествује као члан радних тела и комисија Шумарског факултета. Иницијатор је оснивања и руководиоца Центра за критична оптерећења терестричних екосистема (Centre for Terrestrial Ecosystem Critical Load Assessment - TECLA) на Шумарском факултету Универзитета у Београду. Члан је Европске радне групе за праћење утицаја аерозагађења на природне екосистеме ICPIM, IPCM&M (International Cooperative Programmes of Air Pollution Effects on Ecosystems); Српског друштва за проучавање земљишта, Удружења пејзажних архитеката Србије; Асоцијације италијанских и српских научника AIS3 групе (Association of Italian and Serbian Scientists and Scholars). Служи се енглеским и француским језиком. Располаже актуелним знањем из компјутерске технике.

Одабрани радови:

- M22: Miletić, S., Beloica, J., Perović, V., Miljković, P., Lukić, S., Obradović, S., Čakmak, S. & Belanović-Simić, S. (2023). Environmental sensitivity assessment and land degradation in southeastern Serbia: application of modified MEDALUS model. Environmental Monitoring and Assessment. Paper accepted in press. doi: 10.1007/s10661-023-11761-1
- M22: Čaković, M., Beloica, J., Baumgertel, A., Stojčić, M., Vasić, F. & Schwaiger, F. (2023). Eutrophication assessment in Pannonian Basin (the case of Ludaš Lake Special Nature Reserve and Palić Nature Park). Environmental Monitoring and Assessment. 195(6):694. doi: 10.1007/s10661-023-11347-x
- M21: Obratov-Petković, D., Beloica, J., Čavlović, D., Djurdjević, V., Belanović Simić, S. & Bjedov, I. (2022). Modelling Response of Norway Spruce Forest Vegetation to Projected Climate and Environmental Changes in Central Balkans Using Different Sets of Species. Forests, 13, 666. doi: 10.3390/f13050666
- M13: Beloica, J., Belanović Simić, S., Čavlović, D., Kadović, R., Knežević, M., Obratov-Petković, D., Miljković, P. & Marić, N. (2022). Soil Acidification Patterns Due to Long-Term Sulphur and Nitrogen Deposition and How They Affect Changes in Vegetation Composition in Eastern Serbia. In: E. Saljnikov, L. Mueller, A. Lavrishchev & F. Eulenstein (Eds.), Advances in Understanding Soil Degradation. Innovations in Landscape Research. Springer, 737-754. doi:10.1007/978-3-030-85682-3_34
- M13: Belanović Simić, S., Delić, D., Miljković, P., Beloica, J., Lukić, S., Stajković-Srbljinović, O., Knežević, M. & Kadović, R. (2022). Impact of Tailing Outflow on Soil Quality Around the Former Stolice Mine (Serbia). In: E. Saljnikov, L. Mueller, A. Lavrishchev & F. Eulenstein (Eds.), Advances in

Understanding Soil Degradation. Innovations in Landscape Research. Springer, 737-754. doi:10.1007/978-3-030-85682-3_34

M21: Caković, M., Beloica, J., Belanović Simić, S., Miljković, P., Lukić, S., Baumgertel, A. & Schwaiger, F. (2021). Diffuse Pollution and Ecological Risk Assessment in Ludaš Lake Special Nature Reserve and Palić Nature Park (Pannonian Basin). *Forests*, 12, 1461. doi:10.3390/f12111461

M21a: Dirnboeck, T., Proell, G., Austnes, K., Beloica, J., Beudert, B., Canullo, R., De Marco, A., Fornasier, M.F., Futter M., Goergen, K., Grandin, U., Holmberg, M., Lindroos, A.J., Mirtl, M., Neirynck, J., Pecka, T., Nieminen, T.M., Nordbakken, J.F., Posch, M., Reinds, G.J., Rowe, E., Salemaa, M., Scheuschne, r T., Starlinge, r F., Uzieblo, A.K., Valinia, S., Weldon, J., Wamelink, W.G.W. & Forsius, M. (2018). Currently legislated decreases in nitrogen deposition will yield only limited plant species recovery in European forests, *Environmental research letters*, 13(12), 1748-9326. doi: 10.1088/1748-9326/aaf26b

M21a: Holmberg, M., Aherne J., Austnes, K., Beloica J., De Marco, A., Dirnboeck T., Fornasier, M.F., Goergen, K., Futter Martyn, Lindroos, A.J., Kram, P., Neirynck, J., Nieminen, T.M., Pecka, T., Posch, M., Proell, G., Rowe, E.C., Scheuschner, T., Schlutow, A., Valinia, S. & Forsius, M. (2018). Modelling study of soil C, N and pH response to air pollution and climate change using European LTER site observations. *Science of the total environment*, 640, 387-399. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.299

M22: Čavlović, D, Beloica, J., Obratov-Petković, D., Đurđević, V. & Košanin, O. (2017). Simulation of long-term changes in environmental factors and grassland composition in three protected areas of Serbia. *Tuexenia*, 37, 431-446. doi: 10.14471/2017.37.017

M23: Čakmak, D., Beloica J., Perović, V., Kadović, R., Mrvić, V., Knežević, J. & Belanović, S. (2014). Atmospheric Deposition Effects on Agricultural Soil Acidification State - key study: Krupanj Municipality. *Archives of Environmental Protection*, 40(2), 137-148.

M23: Kadovic, R., Belanovic Simic, S., Ristic, R., Knezevic, M., Kostadinov, S., Beloica, J., Radic Boris, Dragovic, N., Milijic, S., Miljanovic, D. & Braunovic, S. (2014). DepoSol Reclamation along a Canal of the Danube-Tisza-Danube Hydro System. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (4), 1185-1194.

M23: Belanovic, S., Bjedov I., Cakmak, D., Obratov-Petkovic D., Kadovic, R. & Beloica, J. (2013). Influence of Zn on the Availability of Cd and Cu to Vaccinium Species in Unpolluted Areas - a Case Study of Stara Planina Mt. (Serbia). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(3), 5-14.

Цитираност: 118, извор ResearchGate

V ОЦЕНА НАУЧНЕ ЗАСНОВАНOSTИ ТЕМЕ

1. Формулација назива тезе (наслова)

„Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог MEDALUS модела на подручју Црне Горе“

Назив тезе је добро формулисан, односно јасно и концизно обухвата предмет истраживања. Кроз наслов се јасно уочава предмет истраживања као и сам циљ тезе.

2. Предмет (проблем) истраживања

Земљиште као резултанта сложених природних биогеохемијских и физичких процеса представља природно тело и ресурс који се образује на површини земљине коре (Bhattachaeуа и Pal, 2015). Поред производне функције и свеобухватне добробити за људе, земљиште има бројне друге важне функције и утиче на широк спектар екосистемских сервиса, очувања квалитета воде, заштите биодиверзитета, ублажавања промена климе и др. (Belanović, 2016).

Све чешћи су примери неадекватног управљања где се земљиште доводи до граница могућности пружања екосистемских услуга (FAO, 2015). У Европској Унији, 60-70% земљишта је деградирано и изгубило је значајан капацитет за обезбеђивање еколошких функција, што је директна је последица неодрживих пракси управљања (EC, 2020). Својства и функције земљишта се губе у процесима

деградације и експлоатације (Eswaran и сар., 2001). Проблеми губитка површина природних станишта, загађења, суше, пожара и климатских промена су једни од главних узрока деградационих процеса земљишта (нарушавање физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта).

Деградација земљишта је узрокована међусобним и веома сложеним интеракцијама различитих антропогених активности и природних околности и дешава се унутар специфичних друштвених, просторних, временских и економских контекста (UNCCD, 2017). Деградација земљишта се дефинише као негативан тренд стања земљишта, узрокован директним или индиректним антропогеним процесима, укључујући климатске промене, изражено као дугорочно смањење или губитак најмање једног од следећих: биолошке продуктивности, еколошког интегритета или вредности за људе (IPCC, 2022).

У Европи најзаступљенији процеси који негативно утичу на квалитет земљишта су: ерозија земљишта, губитак органске материје, контаминација земљишта, промена намене управљања и коришћења земљишта (урбанизација), компакција и заслањивање (ЕС, 2006). Неповратни процеси подразумевају губитак земљишта већи од 1 t/ha/god (Lynden, 1995). Медитерански регион је идентификован као посебно осетљив на деградацију земљишта (Lahmar и Ruellan, 2007). Има свеукупно највеће стопе ерозије унутар Европе (Panagos и сар., 2020), најнижи ниво садржаја органске материје у земљишту (Aguilera и сар., 2013), проблеме са салинизацијом (Stolte и сар., 2016), као и велику процентуалну заступљеност плитких земљишта (Lagacherie и сар., 2017). Сви наведени проблеми везани за осетљивост земљишта на деградацију, од бројних процеса и притисака, доводе до смањења рез. Треба узети у обзир и утицај промене климе, нарочито предвиђања везана за климатске екстреме (FAO и Plan Bleu, 2018; IPCC, 2022) који утичу на интензивирање тренда негативних процеса.

Земљишта Црне Горе су претежно плитка и припадају категоријима: ниске плодности (46,2 % Црне Горе), ограничене плодности (25,3 % Црне Горе) у категорији неплодних земљишта, камењари, водна тела, насеља (22,8 % Црне Горе) (МНАП, 2014).

У Медитеранском подручју око 39 % територије заузимају сушна подручја (Zdruli, 2012). Европска агенција за животну средину (ЕЕА) (www.eea.europa.eu) навела је да 14 Mha, односно 8 % територије Европске уније има „високу” и „веома високу” осетљивост на дезертификацију. Овај број се повећава на 40 Mha (23% територије Европске уније) ако се укључи и категорија „умерено осетљива” подручја (Právělie и сар., 2017; ECA, 2018)

Дезертификација није нов проблем он је присутан још од раније. Седамдесетих година прошлог века према Safriel (2007) процењено је да је овај процес захватао од 4 % до 70 % површине свих подручја.

Новија истраживања показују (период до 2000. године) да је 24-29 % територије Земље довело до смањења продуктивности биомасе (Baі и сар., 2008; Le и сар., 2016) од чега је 9,2 % у сушним подручјима. Ова истраживања вршена су даљинском детекцијом што доста значи с обзиром на то да подаци могу да се добијају и обрађују у скоро реалном времену и тиме боље прате деградациони процеси. Процеси дезертификације су механизми у којима се сушна станишта деградирају. Ови процеси су класификовани према облику деградације физичких, хемијских и биолошких својстава копнених екосистема. Показало се да је дезертификација знатно комплекснији проблем и да није једноузрочан процес (Geist и сар., 2004; Reynolds и сар., 2007). Дезертификација се дефинише као деградација земљишта која се јавља у аридним, семиаридним и сувим суб-хумидним подручјима, као резултат различитих фактора, укључујући климатске варијације и људске активности” (UNESCO, 1979; UNCCD, 2012).

Водна и еолска ерозија земљишта су процеси који су често везани за обраду земљишта, односно везани су за пољопривредне активности (Ginoux и сар., 2012). Постоји значајан потенцијал да климатске промене поспеше развој ових процеса, повећањем количине и интензитета падавина (Panthou и сар., 2014; Nearing и сар., 2015) и других екстрема. Климатске или хидролошке промене могу изазвати заслањивање земљишта повећањем нивоа подземних вода. Међутим, секундарна салинизација се дешава када се концентрација растворених соли у води и земљишту повећава антропогеним процесима,

углавном кроз лошу процену при наводњавању (IPCC, 2022). Очекује се да ће глобално загревање утицати на концентрацију органског угљеника у земљишту, пошто разлагање органске материје и активност микроорганизама зависи од количине влаге у земљишту, а која такође није довољна за продуктивност биљака (Austin и сар., 2004). Сушни предели такође су подложни губитку угљеника деловањем ерозионих процеса (Lal, 2009). Аномалије температуре површине мора могу изазвати промене у количини падавина, са импликацијама на процесе дезертификације (Knight и сар., 2006; Gonzalez-Martin и сар., 2014; Sheen и сар., 2017). Земљишта без вегетационог покривача, карактеристично за сува станишта, веома су подложна водној ерозији, углавном у случају падавина високог интензитета (Manjoro и сар., 2012; Pierson и сар., 2013; Eldridge и сар., 2014). Шумски пожари, као покретачи дезертификације, делују деструктивно уништавањем вегетационог покривача, чиме се повећава површински отицај. Отицај нарушава текстуру и структуру земљишта, утиче на смањење плодности земљишта што даље доводи до јављања све оскудније вегетације (Vega и сар., 2005; Nyman и сар., 2010; Holden и сар., 2012; Pourreza и сар., 2014; Weber и сар., 2014; Liu и Wimberly, 2016). Пораст температуре утиче на повећање могућности појаве пожара (Jolly и сар., 2015; Williams и сар., 2010; Clarke и Evans 2018). Вегетација игра главну улогу, нарочито на подручјима која су осетљива на промене. Доказано је да постоји веома тесна корелација између формирања ерозионих процеса и карактеристика вегетационог покривача (Gyssels и сар., 2005). Стога је вегетациони покривач један од чинилаца који је важан део процеса који се разликују од деградације.

Вегетација Медитеранског предела претрпела је значајне промене у погледу структуре и састава, праксом пошумљавања брзорастућим, економски исплативим врстама (Doblas-Miranda и сар., 2017; ЕС, 2020). У земљама Медитерана (Црна Гора, Шпанија, Португал, Грчка и Хрватска) 2015. године утврђена је покривеност територије шумом од 42 %, у просеку за све земље (Eurostat, 2019). Све ово је кулминирало учесталим шумским пожарима у наведеним земљама, због лошег одабира врста, пораста температуре и учесталих суша (Shakesby, 2011). Број шумских пожара је драматично порастао у Медитеранском региону од 1960. године (Oliveira и сар., 2018). Поред пожара као једног од фактора уништавања значајних фитоценоза, промена у пољопривредним система, заједно са другим променама у коришћењу земљишта, доводе до критичног нивоа губитка станишта (FAO и Plan Bleu, 2018). Ово је посебно забрињавајуће с обзиром на то да се медитерански регион одликује изузетним биодиверзитетом, са великим бројем ендемских врста (ЕС, 2020).

Процене обима и озбиљности дезертификације на глобалном нивоу су апроксимације које представљају велики изазов због великог броја варијабли које улазе у процену. Развијени су различити скупови индикатора и приступи за праћење и процену дезертификације на различитим размерама, од глобалних до националних и локалних размера (Imeson, 2012; Sommer и сар., 2011; Зусса и сар., 2012; Bestelmeyer и сар., 2012). Многи индикатори дезертификације укључују само један фактор, као што је мозаичност вегетације (Maestre и Escudero, 2009; Kéfi и сар., 2010), процентуална заступљеност врста отпорних на сушу (An и сар., 2007), динамика продуктивности земљишта (Baskan и сар., 2017), продуктивност екосистема (Zhou и сар., 2015). Мало комплекснији параметри коришћени за процену обима и процеса дезертификације, као што су начин коришћења земљишта и социо-економски параметри (Dharumarajan и сар., 2017), промена климе, својства земљишта, вегетациони покривач и антропогени утицај (Salvati и сар., 2009), представљају различит спектар варијабли животне средине кроз који се утицај дезертификације може представити. Сваки параметар описује један аспект проблема, међутим кроз технолошка достигнућа подржана софтверским развојем и уједињењем ових параметара кроз програме и моделе проблеми деградације као и њена геопросторна дистрибуција могу се приказати свеобухватно. У зависности од типа деградације разликујемо и различите моделе процене који укључују FAO/UNEP методологију (FAO-UNEP, 1984, 1997), DSPiR (GIWA, 2001), MEDALUS (Kosmas и сар., 1999), LADA (Liniger и сар., 2008) и друге. Модели представљају алате савременог доба који на

лакши и бржи начин обрађују унете податке који просторно смештају коначне резултате и омогућавају јасан преглед у прављењу будућих планова и стратегија против деградационих процеса.

Према склопу Агенде за одржив развој до 2030. године, Уједињених нација, одржив развој земљишта представља један од 17 циљева одрживог развоја који су 2015. године одређени (unstats.un.org). Изузетно је важно придржавати се и покушати применити системе одрживог развоја нарочито што земљиште као природни ресурс према неким ауторима представља необновљив ресурс (Osman, 2013), док се према другима (Belanović, 2016) споро регенерише. Међутим, одрживо управљање је могуће али се не практикује увек, разлози могу бити економске, политичке и друштвене природе (IPCC, 2022). Правни акти, који дефинишу механизме управљања земљишта се разликују од државе до државе (Montanarella и сар., 2018). Самим тим, не постоји универзални начин примене система одрживог развоја. Сукоби гледишта нису ограничени само на науку, већ се често проблем разматрања процеса деградације своди на сукоб науке и политике (Andersson и сар., 2011; Behnke и Mortimore, 2016; Grainger 2009; Toulmin и Brock, 2016).

Разумевање просторних образаца еколошки осетљивих подручја (ESA) на дезертификацију је од суштинског значаја за одрживо коришћење земљишта у сушним подручјима (Abuzaid и Abdelatif, 2022).

У циљу адекватног управљања и смањења деградационих процеса, потребно ове процесе је разумети, детерминисати и геопросторно лоцирати. Детерминација појединачних деградационих процеса већ представља изазов, а њихова интеракција и кумулативни утицај који се одражава на квалитет земљишта, вегетацију, односно целокупан екосистем и природне ресурсе представља један од циљева истраживања.

MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) модел идентификује еколошки осетљива подручја преко ESA индекса (Environmentally Sensitive Area Index) (Kosmas и сар., 1999). Идентификација еколошки осетљивих подручја укључује дефинисање доминантних процеса деградације земљишта и зонирање степена угрожености проучаваног подручја. Модел у основи, математички гледано, није захтеван, широко је применљив и прихватљив за различите индикаторе и параметре који се укључују у прорачун као и флексибилан при избору улазних параметара што омогућава прилагођавање на више нивоа (Kosmas и сар., 2003).

Предмет ове докторске дисертације је процена степена угрожености земљишта и еколошки осетљивих подручја (осетљивост животне средине) на деградацију на територији Црне Горе применом модификованог и оптимизованог MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) модела. Одређивање еколошки осетљивих подручја (Environmentally Sensitive Areas – ESA), треба да пружи смернице за одрживо управљање земљишта, као природног ресурса и основе функционисања терестричних екосистема.

3. Познавања проблематике на основу изабране литературе

Црна Гора територијално припада државама Југоисточне Европе и Западног Балкана. Положај Црне Горе са аспекта временских и климатских прилика је веома специфичан и одликују се израженом геоморфологијом и сменом медитеранске до планинске климе на врло малом простору што резултира хетерогеношћу и богатством станишта.

На подручју Западног Балкана евидентан је до пораста температуре и чешћих екстремних временских појава, као што су екстремне температуре, топлотни таласи, суше и екстремне падавине (Stagge и сар., 2017). Праћење промене климе у Црној Гори показује да су топлотни таласи све чешћи и да њихова дужина показује значајну варијабилност из године у годину. Последњих деценија уобичајена је појава топлотних таласа, интензивних падавина, суша и олуја са највећим утицајем на вегетацију, пољопривреду и водопривреду. У 2017. години, 25 % европског земљишта (411.000 km²), посебно у јужној Европи, идентификовано да је под „високим“ или „веома високим“ ризиком од дезертификације, што је повећање од 14 % у односу на 2008. годину (Průhálie и сар., 2017).

--

Дезертификација није ограничена на неповратне облике деградације земљишта, нити је изједначена са ширењем пустиње, већ представља све облике и нивое деградације земљишта који се јављају у сушним подручјима (IPCC, 2022). Географска класификација сушних подручја се често заснива на индексу аридности, односу просечне годишње количине падавина и потенцијалне количине евапотранспирације. Аридност је дугорочна климатска карактеристика коју карактерише ниска просечна количина падавина или приступачна вода (Gbeckor-Kove, 1989; Türkeş, 1999). Дакле, аридност се разликује од суше, која представља привремени климатски догађај (Maliva и Missimer, 2012). Штавише, суше нису ограничене на сува подручја, већ се јављају и у сувим и у хумидним подручјима (Wilhite и Glantz, 1985). Суша се дефинише као „период изразито сувог времена који је довољно дуг да изазове озбиљну хидролошку неравнотежу“ (IPCC, 2014).

Светска метеоролошка организација (WMO) дефинише сушу као продужени сушни период у природном климатском циклусу који се може појавити било где у свету (public.wmo.int). Имајући у виду да она утиче на животну средину и људско друштво на различите начине, суша би се могла поделити у четири категорије (Wilhite и Glantz 1985), и то: метеоролошка, хидролошка, пољопривредна и социоекономска суша. Суше у Црној Гори су све чешће од 1990-их година, док су се у периоду од 2003. до 2011. године догодиле четири велике суше (www.meteo.co.me). Суша 2007. године је дуго трајала и еволуирала је до нивоа пољопривредне суше и до нивоа хидролошке суше, док је метеоролошка суша 2011. године еволуирала до нивоа пољопривредне и хидролошке суше, као и до нивоа друштвене и економске суше. Суша 2011. године постала је друштвени и економски изазов који је погодио целу земљу и довео до екстремног хидролошког дефицита у неким регионима (Зета и Бјелопавлићи), где се налази највећа пољопривредна површина у Црној Гори, што је један од најсушнијег периода забележеног још од 1970. Поред тога, топлотни таласи постају све чешћи и дужи. Снажан топлотни талас који је захватио Црну Гору 2012. године и изазвао изузетно сушне услове који су се касније одразили на проблем шумских пожара, када је изгорело 6.500 ha шуме. Пољопривредна суша током јесени 2017. године прерасла је у хидролошку, што је утицало на водостај у рекама и хидроелектранама. Готово иста ситуација поновила се и 2018. и 2019. године, када су водостаји река и језера, попут Мораче и Зете, као и Скадарског језера, били значајно погођени, што је негативно утицало на рибарство, пољопривреду и енергетски сектор. Интензитет суше током 2017. и 2018. године варирао је од умереног, веома сувог до екстремно сувог. Евидентирани водостај Скадарског језера је у 2017. години достигао апсолутни минимум измерен од почетка 1948. године (www.meteo.co.me). Подаци показују да је 2017. године увезено 20 % више електричне енергије у односу на 2016. годину што спада у социоекономску сушу. У табели 1 приказане су појава интензивних суша са озбиљним последицама, у периоду од 1951-2010 године, где је учесталост суша много већи у последњим деценијама (unfccc.int).

Табела 1. Појаве суше у Црној Гори распоређене по деценијама

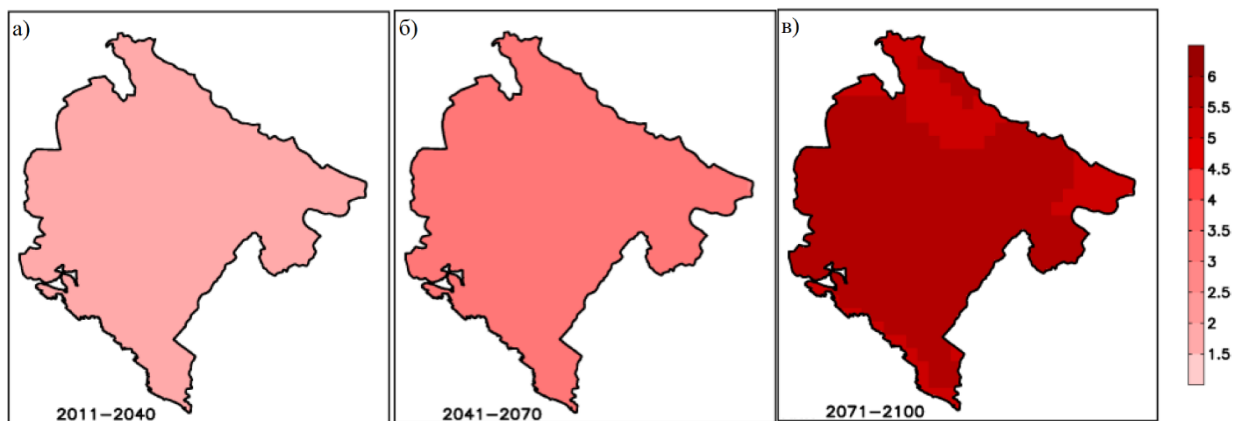
Деценија	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
Година појаве суше	1953	1962, 1967, 1969	1978	1981, 1982, 1985, 1988, 1989	1993, 1994, 1996, 1999	2003, 2007, 2008, 2011

С обзиром на климатске факторе и географски положај Црне Горе, појава суша и пожара представљају једну од озбиљнијих претњи за деградацију природних станишта. Већина пожара јавља се у приморској и регији крша, али су чести и у северној и источној регији. Према национално ј инвентури шума, површине оштећене пожарима, у периоду од 2006. до 2010. године, износе 30.532 ha или 4,2 % површине шума, а са шумским земљиштем (9.695 ha) добија се 40.227 ha или 4,7 % површине шума и шумског земљишта деградираних шумским пожаром. Врхунац овог проблема представља пример из

2012. године, током којег су шумски пожари захватили око 7 % укупне површине шума и шумског земљишта у Црној Гори (Национална инвентура шума, 2011).

Пројекције регионалних климатских модела који укључују екстремне догађаје према два посматрана сценарија RCP4.5 и RCP8.5 показују да се на територији Црне Горе може очекивати константан раст температуре (Слика 1). За период од 2021 до 2040 године предвиђају повећање средње годишње температуре до 0,5°C у односу на референтни период 2001-2020 године, док се у централном и приморско делу очекује повећање до 1°C (сценарио RCP4.5). Повећање средње годишње температуре под истим сценариом (RCP4.5) до краја 21. века би износило 1°C у јужном делу Црне Горе а у остатку државе до 1,5°C. У случају да се настави досадашњим трендом према сценарију RCP8.5 повећање температуре до 2040. године би износило између 0,5°C и 1°C, односно између 2,5°C и 3°C у јужном и западном делу и између 3°C и 3,5°C у северном делу државе (МИДАС 2, 2023).

Климатске промене утичу на мењање многобројних климатских карактеристика, поред наведеног примера температуре, изазивањем екстрема продуженог трајања и већег интензитета падавина, као и промена у сезонским и вегетационим периодима. Веома је важно посматрање промена, померање климатских зона, не само у правцу север и југ, већ и ка вишим надморским висинама.



Слика 1. Промена (°C) средњих годишњих температура за периоде 2011–2040 (а), 2041–2070 (б) и 2071–2100 (в) године у односу на период 1971–2000, према сценарију RCP8.5 (Влада Црне Горе, 2020)

Пројектовани сценарији потврђују мерења Завода за хидрометеорологију и сеизмологију (www.meteo.co.me), која у последњих 30 година недвосмислено указују на евидентне промене климатских параметара и појави одступања просечне температуре ваздуха. У периоду од 1961. године до 2010. године приметан је тренд континуираног благог пораста температуре ваздуха у свим деловима Црне Горе. У табели 2 приказане су средње годишње температуре ваздуха за три општине у Црној Гори: Жабљак, Пљевља, Подгорица и Бар (UNFCCC, 2015).

Табела 2. Средње годишње температуре ваздуха

Општина	Декаде				
	1961-1970.	1971-1980.	1981-1990.	1991-2000.	2001-2010.
Жабљак	4,7°C	4,5°C	4,7°C	5,4°C	6,0°C
Пљевља	8,1°C	7,9°C	8,2°C	8,8°C	9,1°C
Подгорица	15,4°C	15,0°C	15,4°C	15,8°C	16,3°C
Бар	15,7°C	15,7°C	15,6°C	15,9°C	16,9°C

Подручје истраживања:

Проучавано подручје обухвата територију Црне Горе. Истраживање ће се спровести кроз два нивоа детаљности. Први ниво (ниво I) захвата целу територију земље и истраживање се ради у „грубљој“ резолуцији односно користе се подаци прикупљени сателитским снимцима, CORINE Land Cover базом

података. Други ниво (ниво II) ће обухватити подручја за која климатски сценарији и анализе указују да су најугроженија. За подручја нивоа II биће примењене базе података веће детаљности, односно користиће се подаци шумских основа као једна од најдетаљнијих база података по питању одређивања вегетационих карактеристика. Ниво II анализе биће примењен на територији најугроженијих општина.

Списак литературе која ће се користити:

- Abuzaid, A. S., & Abdelatif, A. D. (2022). Assessment of desertification using modified MEDALUS model in the North Nile Delta, Egypt. *Geoderma*, 405, 115400. doi:10.1016/j.geoderma.2021.115400
- Aguilera, E., Lassaletta, L., Sanz-Cobena, A., Garnier, J., & Vallejo, A. (2013). The potential of organic fertilizers and water management to reduce N₂O emissions in Mediterranean climate cropping systems. A Review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 164, 32-52. doi:10.1016/j.agee.2012.09.006
- An, P., Inanaga, S., Zhu, N., Li, X., Fadul, H. M., & Mars, M. (2007). Plant species as indicators of the extent of desertification in four Sandy Rangelands. *African Journal of Ecology*, 45(1), 94-102. doi:10.1111/j.1365-2028.2006.00681.x
- Andersson, E., Brogaard, S., & Olsson, L. (2011). The Political Ecology of Land Degradation. *Annual Review of Environment and Resources*, 36(1), 295-319. doi:10.1146/annurev-environ-033110-092827
- Austin, A. T., Yahdjian, L., Stark, J. M., Belnap, J., Porporato, A., Norton, U., . . . Schaeffer, S. M. (2004). Water pulses and biogeochemical cycles in arid and semiarid ecosystems. *Oecologia*, 141(2), 221-235. doi:10.1007/s00442-004-1519-1
- Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., & Schaepman, M. E. (2008). Proxy global assessment of land degradation. *Soil Use and Management*, 24(3), 223-234. doi:10.1111/j.1475-2743.2008.00169.x
- Bakr, N., Weindorf, D. C., Bahnassy, M. H., & El-Badawi, M. M. (2012). Multi-temporal assessment of land sensitivity to desertification in a fragile agro-ecosystem: Environmental indicators. *Ecological Indicators*, 15(1), 271-280. doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.034
- Bankan, O., Dengiz, O., & Demirag, İ. T. (2017). The land productivity dynamics trend as a tool for land degradation assessment in a dryland ecosystem. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(5). doi:10.1007/s10661-017-5909-3
- Basso, F., Bellotti, A., Bove, E., Faretta, S., Ferrara, A., Mancino, G., . . . Taberner, M. (1998). Degradation processes in the Agri Basin: evaluating environmental sensitivity to desertification at basin scale. In G. Enne, M. D'Angelo, & C. Zanolla (Eds.), *Proceedings International Seminar on 'Indicator for Assessing Desertification in the Mediterranean'*, Porto Torres, Italy 18 - 20 September, 1998 (pp. 131-145). Porto Torres, Italy: Nucleo Ricerca Desertificazione, University of Sassari.
- Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranta, G., & Taberner, M. (2000). Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: An example covering the Agri Basin (Southern Italy). *CATENA*, 40(1), 19-35. doi:10.1016/s0341-8162(99)00062-4
- Behnke, R., & Mortimore, M. (2016). Introduction: The End of Desertification? Springer, 1-34.
- Belanović Simić, S. (2016). Degradacija i zaštita zemljišta - tematski zbornik. Beograd, Srbija: Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
- Bestelmeyer, B. T., Duniway, M. C., James, D. K., Burkett, L. M., & Havstad, K. M. (2012). A test of critical thresholds and their indicators in a desertification-prone ecosystem: More resilience than we thought. *Ecology Letters*, 16(3), 339-345. doi:10.1111/ele.12045
- Bhattachaeyya, T., & Pal, D. K. (2015). The Soil: A Natural Resource. *Indian Society of Soil Science*.
- Clarke, H., & Evans, J. P. (2018). Exploring the future change space for fire weather in Southeast Australia. *Theoretical and Applied Climatology*, 136(1-2), 513-527. doi:10.1007/s00704-018-2507-4
- Contador, J. F., Schnabel, S., Gutiérrez, A. G., & Fernández, M. P. (2008). Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura, SW Spain. *Land Degradation & Development*, 20(2), 129-144. doi:10.1002/ldr.884
- Dharumarajan, S., Bishop, T. F., Hegde, R., & Singh, S. K. (2017). Desertification vulnerability index-an effective approach to assess desertification processes: A case study in Anantapur district, Andhra Pradesh, India. *Land Degradation & Development*, 29(1), 150-161. doi:10.1002/ldr.2850
- Doblas-Miranda, E., Alonso, R., Arnan, X., Bermejo, V., Brotons, L., de las Heras, J., . . . Retana, J. (2017). A review of the combination among global change factors in forests, shrublands and pastures of the

- Mediterranean region: Beyond drought effects. *Global and Planetary Change*, 148, 42-54. doi:10.1016/j.gloplacha.2016.11.012
- EC. (2006). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. COM (2006) 232 Final. Brussels: European Commission.
- EC. (2020). Caring for Soil is Caring for Life. European Commission.
- ECA. (2018). Desertification in Europe. Background paper. European Court of Auditors, 15.
- EEA. (n.d.). Retrieved March 5, 2023, from European Environment Agency: www.eea.europa.eu
- Eldridge, D. J., Wang, L., & Ruiz-Colmenero, M. (2014). Shrub encroachment alters the spatial patterns of infiltration. *Ecohydrology*, 8(1), 83-93. doi:10.1002/eco.1490
- Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. F. (2001). Land degradation: an overview. Retrieved September 13, 2020, from Natural Resources Conservation Service Soils. United States Department of Agriculture: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/?cid=nrcs142p2_054028
- Eurostat. (2019). Agriculture, Forestry and Fishery Statistics - 2019 edition. Retrieved March 10, 2023, from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/ks-fk-19-001>
- FAO. (2015). World Fertilizer Trends and Outlook to 2018. Rome, Italy: Food Agriculture Organization United Nations.
- FAO and Plan Bleu. (2018). State of Mediterranean Forests 2018. Rome and Plan Bleu, Marseille: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO-UNEP. (1984). Provisional Methodology for the Assessment and Mapping of Desertification. Rome: FAO.
- FAO-UNEP. (1997). Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development. Rome: FAO.
- Gbeckor-Kove, N. (1989). Drought and Desertification. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2004). Dynamic Causal Patterns of Desertification. *BioScience*, 54, 814-829. doi:10.1641/0006-3568(2004)054[0817:DCPOD]2.0.CO;2
- Ginoux, P., Prospero, J. M., Gill, T. E., Hsu, N. C., & Zhao, M. (2012). Global-scale attribution of anthropogenic and natural dust sources and their emission rates based on Modis deep blue aerosol products. *Reviews of Geophysics*, 50(3). doi:10.1029/2012rg000388
- GIWA. (2001). DPSIR Framework for State of Environment Reporting (Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses). European Environment Agency.
- Gonzalez-Martin, C., Teigell-Perez, N., Valladares, B., & Griffin, D. W. (2014). The global dispersion of pathogenic microorganisms by dust storms and its relevance to agriculture. *Advances in Agronomy*, 1-41. doi:10.1016/b978-0-12-800131-8.00001-7
- Grainger, A. (2009). The role of science in implementing international environmental agreements: The case of desertification. *Land Degradation & Development*, 20(4), 410-430. doi:10.1002/ldr.898
- Gyssels, G., Poesen, J., Bochet, E., & Li, Y. (2005). Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: A Review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 29(2), 189-217. doi:10.1191/0309133305pp443ra
- Holden, S. R., Gutierrez, A., & Treseder, K. K. (2012). Changes in soil fungal communities, extracellular enzyme activities, and litter decomposition across a fire chronosequence in Alaskan boreal forests. *Ecosystems*, 16(1), 34-46. doi:10.1007/s10021-012-9594-3
- Imeson, A. (2012). Desertification, Land Degradation, and Sustainability. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9781119977759
- IPCC. (2014). Annex II, 2014c: Glossary. In: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (K. J. Mach, S. Planton, & C. von Stechow, Eds.) United Kingdom and New York: Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. (2022). Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157988
- Jolly, W. M., Cochrane, M. A., Freeborn, P. H., Holden, Z. A., Brown, T. J., Williamson, G. J., & Bowman, D. M. (2015). Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature*

Communications, 6(1). doi:10.1038/ncomms8537

- Kadović, R., Bohajar, Y. A., Perović, V., Belanović Simić, S., Todosijević, M., Tošić, S., . . . Dovezenski, U. (2016). Land sensitivity analysis of degradation using MEDALUS model: Case study of deliblato sands, Serbia. *Archives of Environmental Protection*, 42(4), 114-124. doi:10.1515/aep-2016-0045
- Kéfi, S., Alados, C. L., Chaves, R. C., Pueyo, Y., & Rietkerk, M. (2010). Is the patch size distribution of vegetation a suitable indicator of desertification processes? comment. *Ecology*, 91(12), 3739-3742. doi:10.1890/09-1915.1
- Knight, J. R., Folland, C. K., & Scaife, A. A. (2006). Climate impacts of the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Geophysical Research Letters*, 33(17). doi:10.1029/2006gl026242
- Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H., & Imeson, A. (1999). Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification. In C. Kosmas, M. Kirkby, & N. Geeson (Eds.), *The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification*. European Union 18882.
- Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., & Karavitis, C. (2003). Identification of indicators for desertification. *Annals of Arid Zone*, 42, 393-416.
- Lagacherie, P., Álvaro-Fuentes, J., Annabi, M., Bernoux, M., Bouarfa, S., Douaoui, A., . . . Raclot, D. (2017). Managing Mediterranean Soil Resources under global change: Expected trends and mitigation strategies. *Regional Environmental Change*, 18(3), 663-675. doi:10.1007/s10113-017-1239-9
- Lahmar, R., & Ruellan, A. (2007). Soil degradation in the Mediterranean region and cooperative strategies. *Cahiers Agriculture*, 16(4), 318-323. doi:10.1684/agr.2007.0119
- Lal, R. (2009). Sequestering carbon in soils of arid ecosystems. *Land Degradation & Development*, 20(4), 441-454. doi:10.1002/ldr.934
- Le, Q., Nkonya, E., & Mirzabaev, A. (2016). Biomass Productivity-Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots. In E. Nkonya, A. Mirzabaev, & J. von Braun (Eds.), *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* (pp. 55-84). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-19168-3_4
- Lee, E. J., Piao, D., Song, C., Kim, J., Lim, C.-H., Kim, E., . . . Lee, W.-K. (2019). Assessing environmentally sensitive land to desertification using MEDALUS method in Mongolia. *Forest Science and Technology*, 15(4), 210-220. doi:10.1080/21580103.2019.1667880
- Liniger, H., van Lynden, G., Nachtergaele, F., & Schwilch, G. (2008). A Questionnaire for Mapping Land Degradation and Sustainable Land Management. CDE/WOCAT, FAO/ LADA.
- Liu, Z., & Wimberly, M. C. (2016). Direct and indirect effects of climate change on projected future fire regimes in the Western United States. *Science of The Total Environment*, 542, 65-75. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.10.093
- Lukić, S., Baumgertel, A., Obradović, S., Kadović, R., Beloica, J., Pantić, D., . . . Belanović Simić, S. (2022). Assessment of land sensitivity to degradation using MEDALUS model - a case study of Grdelica Gorge and Vranjska Valley (Southeastern Serbia). *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 15(3), 163-170. doi:10.3832/for3871-015
- Lynden, V. (1995). *European soil resources: Current status of soil degradation, causes, impacts and need for action*. Strasbourg: Council of Europe Press.
- Maestre, F. T., & Escudero, A. (2009). Is the patch size distribution of vegetation a suitable indicator of desertification processes? *Ecology*, 90(7), 1729-1735. doi:10.1890/08-2096.1
- Maliva, R., & Missimer, T. (2012). Aridity and drought. In *Arid Lands Water Evaluation and Management* (pp. 21-39). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-29104-3_2
- Manjoro, M., Kakembo, V., & Rowntree, K. M. (2012). Trends in soil erosion and woody shrub encroachment in Ngqushwa District, Eastern Cape Province, South Africa. *Environmental Management*, 49(3), 570-579. doi:10.1007/s00267-012-9810-0
- Miletić, S. (2020). *Procena osetljivosti zemljišnog prostora opštine Crna Trava primenom*, master rad. Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet.
- Momirović, N., Kadović, R., Perović, V., Marjanović, M., & Baumgertel, A. (2019). Spatial assessment of the areas sensitive to degradation in the rural area of the municipality Čukarica. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1), 71-80. doi:10.1016/j.iswcr.2018.12.004
- Montanarella, L., Scholes, R., Brainich, A., Barger, N., & Brink, B. t. (2018). *The IPBES assessment report on land*

- degradation and restoration. Bonn, Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. doi:10.5281/zenodo.3237392
- Nearing, M. A., Unkrich, C. L., Goodrich, D. C., Nichols, M. H., & Keefer, T. O. (2015). Temporal and elevation trends in rainfall erosivity on a 149 km² watershed in a semi-arid region of the American Southwest. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(2), 77-85. doi:10.1016/j.iswcr.2015.06.008
- Nyman, P., Sheridan, G., & Lane, P. G. (2010). Synergistic effects of water repellency and macropore flow on the hydraulic conductivity of a burned forest soil, south-East Australia. *Hydrological Processes*, 24(20), 2871-2887. doi:10.1002/hyp.7701
- Oliveira, S., Félix, F., Nunes, A., Lourenço, L., Laneve, G., & Sebastián-López, A. (2018). Mapping wildfire vulnerability in Mediterranean Europe. testing a stepwise approach for operational purposes. *Journal of Environmental Management*, 206, 158-169. doi:10.1016/j.jenvman.2017.10.003
- Osman, K. T. (2013). *Soil degradation, conservation and remediation*. Springer. doi:10.1007/978-94-007-7590-9
- Panagos, P., Ballabio, C., Poesen, J., Lugato, E., Scarpa, S., Montanarella, L., & Borrelli, P. (2020). A soil erosion indicator for supporting agricultural, environmental and climate policies in the European Union. *Remote Sensing*, 12(9), 1365. doi:10.3390/rs12091365
- Panthou, G., Vischel, T., & Lebel, T. (2014). Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel. *International Journal of Climatology*, 34, 3998-4006. doi:10.1002/joc.3984
- Perović, V., Kadović, R., Đurđević, V., Pavlovic, D., Pavlović, M., Cakmak, D., . . . Pavlović, P. (2021). Major drivers of land degradation risk in Western Serbia: Current trends and future scenarios. *Ecological Indicators*, 123, 107377. doi:10.1016/j.ecolind.2021.107377
- Pierson, F. B., Jason Williams, C., Hardegree, S. P., Clark, P. E., Kormos, P. R., & Al-Hamdan, O. Z. (2013). Hydrologic and erosion responses of sagebrush steppe following juniper encroachment, Wildfire, and Tree cutting. *About the journal Rangeland Ecology & Management*, 66(3), 274-289. doi:10.2111/rem-d-12-00104.1
- Pourreza, M., Hosseini, S. M., Safari Sinegani, A. A., Matinzadeh, M., & Dick, W. A. (2014). Soil microbial activity in response to fire severity in Zagros oak (*quercus Brantii* Lindl.) Forests, Iran, after one year. *Geoderma*, 213, 95-102. doi:10.1016/j.geoderma.2013.07.024
- Právělie, R., Patriche, C., & Bandoc, G. (2017). Quantification of land degradation sensitivity areas in southern and central Southeastern Europe. new results based on improving DISMED methodology with new climate data. *CATENA*, 158, 309-320. doi:10.1016/j.catena.2017.07.006
- Reynolds, J. F., Smith, D. M., Lambin, E. F., Turner, B. L., Mortimore, M., Batterbury, S. P., . . . Walker, B. (2007). Global desertification: Building a science for Dryland Development. *Science*, 316(5826), 816-851. doi:10.1126/science.1131634
- Safriel, U. N. (2007). The Assessment of Global Trends in Land Degradation. In N. Ndiang'ui, & M. V. Sivakumar (Eds.), *Climate and Land Degradation* (pp. 1-38). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-540-72438-4_1
- Salvati, L., & Bajocco, S. (2011). Land sensitivity to desertification across Italy: Past, present, and future. *Applied Geography*, 31(1), 223-231. doi:10.1016/j.apgeog.2010.04.006
- Salvati, L., Zitti, M., Ceccarelli, T., & Perini, L. (2009). Developing a synthetic index of land vulnerability to drought and desertification. *Geographical Research*, 47(3), 280-291. doi:10.1111/j.1745-5871.2009.00590.x
- Sepehr, A., Hassanli, A. M., Ekhtesasi, M. R., & Jamali, J. B. (2007). Quantitative assessment of desertification in south of Iran using medalus method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 134(1-3), 243-254. doi:10.1007/s10661-007-9613-6
- Shakesby, R. A. (2011). Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Science Reviews*, 105(3-4), 71-100. doi:10.1016/j.earscirev.2011.01.001
- Sheen, K. L., Smith, D. M., Dunstone, N. J., Eade, R., Rowell, D. P., & Vellinga, M. (2017). Skilful prediction of sahel summer rainfall on inter-annual and multi-year timescales. *Nature Communications*, 8(1). doi:10.1038/ncomms14966
- Sommer, S., Zucca, C., Grainger, A., Cherlet, M., Zougmore, R., Sokona, Y., . . . Wang, G. (2011). Application of indicator systems for monitoring and assessment of desertification from National to Global Scales. *Land Degradation & Development*, 22(2), 184-197. doi:10.1002/ldr.1084
- Stagge, J. H., Kingston, D. G., Tallaksen, L. M., & Hannah, D. M. (2017). Europe, Observed drought indices show

- increasing divergence across. *Scientific Reports*, 7(1), 14045. doi:10.1038/s41598-017-14283-2
- Stolte, J., Tesfai, M., Oygarden, L., Kvaemo, S., Keizer, J., Verheijen, F., . . . Hessel, R. (2016). *Soil Threats in Europe. Status, Methods, Drivers and Effects on Ecosystem Services. A Review Report, Deliverable 2.1 of the RECARE Project. European Union.* doi:10.2788/828742
- Toulmin, C., & Brock, K. (2016). *Desertification in the Sahel: Local Practice Meets Global Narrative.* Springer, 37-63. doi:10.1007/978-3-642-16014-1_2
- Türkeş, M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 23, 363-380.
- UNCCD. (2012). *United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) Regions: Africa*, Bonn: UNCCD. Retrieved May 3, 2013, from http://www.unccd.int/en/regional-access/Pages/countries.aspx?place=_31
- UNCCD. (2017). *The Global Land Outlook, first edition.* Bonn, Germany: Secretariat of the United Nations to Combat Desertification.
- UNESCO. (1979). *Map of the world distribution of arid regions.* Paris, France: United Nations.
- UNFCCC. (n.d.). Retrieved March 5, 2023, from United Nations Framework Convention on Climate Change: unfccc.int
- UNFCCC. (2015). *THE SECOND NATIONAL COMMUNICATION ON CLIMATE CHANGE OF MONTENEGRO TO THE UNFCCC.* Podgorica, Montenegro: Ministry of Sustainable Development and Tourism.
- UNSD. (n.d.). Retrieved February 15, 2023, from United Nations Department of Economic and Social Affairs: unstats.un.org
- Vega, J. A., Fernández, C., & Fonturbel, T. (2005). Throughfall, runoff and soil erosion after prescribed burning in gorse shrubland in Galicia (NW Spain). *Land Degradation & Development*, 16(1), 37-51. doi:10.1002/ldr.643
- Weber, C. F., Lockhart, J. S., Charaska, E., Aho, K., & Lohse, K. A. (2014). Bacterial composition of soils in ponderosa pine and mixed conifer forests exposed to different wildfire burn severity. *Soil Biology and Biochemistry*, 69, 242-250. doi:10.1016/j.soilbio.2013.11.010
- Wilhite, D. W., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: The drought phenomenon: The role of definitions. *Water International*, 10(3), 111-120. doi:10.1080/02508068508686328
- Williams, A. P., Allen, C. D., Millar, C. I., Swetnam, T. W., Michaelsen, J., Still, C. J., & Leavitt, S. W. (2010). Forest responses to increasing aridity and warmth in the southwestern United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(50), 21289-21294. doi:10.1073/pnas.0914211107
- WMO. (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from World Meteorological Organization: public.wmo.int
- Xu, D., You, X., & Xia, C. (2019). Assessing the spatial-temporal pattern and evolution of areas sensitive to land desertification in North China. *Ecological Indicators*, 97, 150-158. doi:10.1016/j.ecolind.2018.10.005
- Zdruli, P. (2012). *Desertification in the Mediterranean Region. Mediterranean yearbook 2011*, European Institute of the Mediterranean, Girona, Barcelona, 250-255.
- ZHMS. (n.d.). Retrieved May 4, 2023, from Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju ZHMS CG: www.meteo.co.me
- Zhou, W., Gang, C., Zhou, F., Li, J., Dong, X., & Zhao, C. (2015). Quantitative assessment of the individual contribution of climate and human factors to desertification in northwest China using net primary productivity as an indicator. *Ecological Indicators*, 48, 560-569. doi:10.1016/j.ecolind.2014.08.043
- Zucca, C., Peruta, D. R., Salvia, R., Sommer, S., & Cherlet, M. (2012). Towards a World Desertification Atlas. Relating and selecting indicators and data sets to represent complex issues. *Ecological Indicators*, 15(1), 157-170. doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.012
- Влада Црне Горе, 2020: Трећи национални извјештај Црне Горе о климатским промјенама, стр. 286
- Други Пројекат институционалног развоја и јачања пољопривреде у Црној Гори (МИДАС 2), "ИЗРАДА АТЛАСА МЕДОНОСНИХ БИЉАКА СА КАТАСТРОМ ПЧЕЛИЊАКА", 2023.
- Министарство пољопривреде и руралног развоја, Национална инвентура шума, 2011.
- Министарство екологије, просторног планирања и урбанизма, "Подршка Црној Гори за развој Националног акционог плана у складу са UNCCD 10-годишњом стратегијом и процесом извјештавања према UNCCD-у"- МНАП, 2014.

4. Циљеви истраживања

- Унапређење МЕДАЛУС модела увођењем нових и унапређењем квалитета постојећих улазних параметара ради постизања веће тачности и апликативности резултата модела;
- Идентификација еколошки осетљивих подручја (земљишта и земљишног простора), ESA индекса, применом MEDALUS модела;
- Дефинисање тежинских коефицијената који ограничавају односно истичу утицај индекса који одговара најзаступљенијим и најутицајнијим процесима деградације;
- Процена еколошке осетљивости подручја у блиској, средњој и даљој будућности применом климатских сценарија (RCP4.5 и RCP8.5);
- Унапређене и валидација модела у контексту просторне и временске конзистентности.

5. Полазне хипотезе

- Промена параметара климе у периоду 2000-2020. утицала је на интензивирање деградационих процеса земљишта и повећање процентуалне заступљености еколошки осетљивих подручја на територији Црне Горе;
- Повећање детаљности информација VQI параметара повећавају ниво поузданости модела;
- Технике даљинске детекције се могу користити као метод валидације VQI параметара и MEDALUS модела;

6. Научне методе истраживања

- Физичке и хемијске методе испитивања земљишта према ЈДПЗ-у (1997, 1966);
- Статистичка обрада података применом одговарајућег софтвера (StatGraph, R);
- Метода даљинске детекције и геоинформациони системи у просторним анализама (ArcGis; Google Earth Engine);
- Примена и валидација модификованог MEDALUS модела.

7. Очекивани научни допринос

Потреба за израдом ове докторске дисертације је идентификација еколошки осетљивих подручја (ESA) применом модификованог MEDALUS модела, који описују деградационе процесе развијене на територији Црне Горе, добијене геометријском средином индикатора квалитета животне средине и антропогених вредности (Kadović и сар., 2016).

МЕДАЛУС модел је до сада најчешће примењиван у Медитеранском региону (Basso и сар., 2000; Kosmas и сар., 2003), односно у Италији где је први пут примењен (Kosmas и сар., 1999), у Србији (Kadović и сар., 2016; Momirović и сар., 2019; Miletić, 2020; Perović и сар., 2021; Lukić и сар., 2022), чак и другим деловима света (Иран (Sepehr и сар., 2007), Кина (Xu et al., 2019), Монголија (Lee et al., 2019)), док у Црној Гори до сада није примењиван.

Модел је првобитно замишљен да описује процесе дезертификације, док је касније нашао је примену и за процену других процеса деградација кроз појединачне индексе које укључује у прорачун. Детаљна анализа фактора деградације, параметара вегетације, климе, земљишта, геологије, падавина, геоморфологије и антропогених фактора обједињују се кроз индекс еколошке осетљивости подручја (ESAI), који не описује конкретне процесе деградације већ концепт осетљивости земљишта на деградацију (Basso и сар., 2000). Сваком параметру се додељује тежински коефицијент у распону од 1 (ниска осетљивост на деградацију земљишта) до 2 (висока осетљивост на деградацију земљишта) који се касније групишу у индексе и по коначној ESAI формули израчунавају. Према MEDALUS моделу постоје четири типа подручја (Kosmas и сар., 1999): Неугрожена (N), Потенцијална (P), Фрагилна (F1, F2 и F3)

Критична (C1, C2 и C3).

Модел се сматра прилагодљивим за сублимацију различитих података, и у интересу је да се укључе они параметри који најбоље описују област проучавања (Právělie и сар., 2017; Bakr и сар., 2012; Contador и сар., 2008).

Еколошки осетљива подручја, идентификована моделом, представљају резултат интеракције геопросторних параметара који су са деградационим процесима у директној и индиректној вези (Basso и сар., 1998). За разлику од других модела који процесе деградације изражавају у јединицама, MEDALUS модел ниво осетљивости земљишта на свеукупну деградацију, односно сложен систем, изражава кроз класе које се могу користити као систем „раног упозоравања“ на деградацију и њене промене током времена (Salvati и Вајоссо, 2011). Анализом временских серија климатских података, статистичким анализама, могу се одредити различити сценарији у блиској, средњој и даљој будућности као и утицај тих промена на осетљивост земљишта на деградацију кроз модел.

Као и други модели, поред бројних предности MEDALUS модел има и своје недостатке. Одређивање еколошки осетљивих подручја (ESA) добијених геометријском средином индекса доводи до једнаког утицаја свих индекса на коначни резултат. Кроз бројне радове (Момировић и сар., 2019; Лукић и сар., 2022) указује се да утицај индекса није једнак и да се њихов утицај мења у зависности од карактеристика истраживаног подручја. С тим у вези, потребно је увођење нових параметра за одређивање појединих индекса као и увођење тежинских коефицијената чиме би се омогућила боља процена процеса деградације.

Циљ истраживања је унапређење и примена MEDALUS модела на подручју Црне Горе и идентификација еколошки осетљивих подручја (осетљивост земљишта и земљишног простора) на деградацију, ради оптимизације одрживих пракси управљања. Истраживање ће бити базирано на коришћењу база података различитог степена детаљности у складу са обимом истраживаног подручја (ниво I и ниво II детаљности). Примена и обрада података на подручју целе територије вршиће се применом интернационалних (глобалних) база података (CORINE Land Cover база 2000 и 2018), што ће представљати анализу I нивоа детаљности. Анализа и примена модела на II нивоу детаљности (обимом мања подручја, поједине катастарске општине) подразумеваће коришћење база података које дају детаљније информације о карактеристикама земљишта и вегетације. Истраживање има за циљ да укључити и анализу климатских сценарија (RCP4.5 и RCP8.5) ради дефинисања потенцијалних негативних утицаја климатских промена и издвајање потенцијално еколошки осетљивих подручја на деградацију у блиској и даљој будућности.

8. План истраживања и структура рада

- Прикупљање и анализа стручне литературе из предметне области на глобалном и регионалном нивоу;
- Прикупљање литературних и других података који се односе на подручје истраживања;
- Припрема и дигитализација одговарајућих подлога (педолошке, геолошке, топографске, климатско- метеоролошке, вегетационе);
- Теренски радови који обухватају узорковање земљишта;
- Рад на анализи и синтези резултата добијених теренским истраживањем;
- Завршна статистичка и геостатистичка обрада података;
- Рад на анализи и синтези добијених резултата;-
- Израда текстуалних и графичких прилога;
- Закључна разматрања.

Оријентациони садржај докторске дисертације:

1. УВОД
 - 1.1. Предмет проучавања докторске дисертације
 - 1.2. Научни значај и циљеви истраживања
 - 1.3. Основне хипотезе
2. ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕ ЛИТЕРАТУРЕ
 - 2.1. Примена MEDALUS модела
 - 2.2. Проблематика развоја деградационих процеса за подручје Црне Горе
 - 2.3. Промена климе и климатски сценарији
 - 2.4. Примена даљинске детекције и сателитских снимака као метод праћења квалитета животне средине и валидације модела глобалне процене
3. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА
 - 3.1. Просторни положај проучаваног подручја
 - 3.2. Метеоролошко-климатске карактеристике проучаваног подручја
 - 3.3. Геолошке и геоморфолошке карактеристике проучаваног подручја
 - 3.4. Хидролошке карактеристике проучаваног подручја
 - 3.5. Педолошке карактеристике проучаваног подручја
 - 3.6. Вегетационе карактеристике проучаваног подручја
 - 3.7. Начин коришћења земљишта
 - 3.8. Демографске карактеристике истраживаног подручја
4. МЕТОДА ИСТРАЖИВАЊА
 - 4.1. Теренска истраживања
 - 4.2. Лабораторијске методе
 - 4.3. Статистичке методе
 - 4.4. Геоистатистичке методе
 - 4.5. Концепт и методологија примене MEDALUS модела
 - 4.5.1. Примена MEDALUS модела – Ниво I
 - 4.5.2. Примена MEDALUS модела – Ниво II
 - 4.5.3. Индекс квалитета земљишта – SQI (Soil Quality Index)
 - 4.5.4. Индекс квалитета климе – CQI (Climate Quality Index)
 - 4.5.5. Индекс управљања – MQI (Management Quality Index)
 - 4.5.6. Социјални индекс – SoQI (Social Quality Index)
 - 4.5.7. Геоморфолошки индекс – GQI (Geomorphological quality index)
 - 4.5.8. Индекс квалитета вегетације – VQI (Vegetation Quality Index)
5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА
 - 5.1. Улазни параметри MEDALUS модела
 - 5.2. Индекси - MEDALUS модел
 - 5.2.1. Индекс квалитета земљишта – SQI (Soil Quality Index)
 - 5.2.2. Индекс квалитета климе – CQI (Climate Quality Index)
 - 5.2.3. Индекс управљања – MQI (Management Quality Index)
 - 5.2.4. Социјални индекс – SoQI (Social Quality Index)
 - 5.2.5. Геоморфолошки индекс – GQI (Geomorphological quality index)
 - 5.2.6. Индекс квалитета вегетације – VQI (Vegetation Quality Index)
 - 5.3. Индекс еколошке осетљивости – ESAI
 - 5.3.1. ESAI – Ниво I
 - 5.3.2. ESAI – Ниво II
 - 5.4. Статистичке и георосторне анализе
 - 5.5. Валидација модела
6. ЗАКЉУЧЦИ
7. ЛИТЕРАТУРА

VI ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кандидат MSc Стефан Милетић одбранио је предлог теме докторске дисертације пред Комисијом за оцену научне заснованости теме 29.9.2023. године. Комисија је оценила да је предложена тема докторске дисертације актуелна и очекивани резултати ће представљати значајан допринос општем научном знању на ову тему. Научни приступи које је кандидат предвидео припадају савременој науци и биће глобално упоредиви. Истраживање ће обухватити унапређење и примену MEDALUS модела на подручју Црне Горе и идентификација еколошки осетљивих подручја (осетљивост земљишта и земљишног простора) на деградацију, ради оптимизације одрживих пракси управљања. Одређивањем еколошки осетљивих подручја, издвајање тренутно најугрожених подручја на деградацију, зонирање и геопросторни приказ у блиској, средњој и даљој будућности применом климатских сценарија (RCP4.5 и RCP8.5) извршиће се унапређење концепта и методологије примене МЕДАЛУС модела и квалитета постојећих улазних параметара ради постизања веће тачности и апликативности резултата модела.

Комисија такође констатује да су у пријави јасно образложени и истакнути: предмет, програм, циљ научног истраживања и основне хипотезе.

На основу изложеног Комисија позитивно оцењује поднету пријаву и предлаже Научно - наставном већу Шумарског факултета да кандидату MSc Стефану Милетићу одобри израду докторске дисертације под насловом: „Процена еколошке осетљивости земљишта применом модификованог MEDALUS модела на подручју Црне Горе“, и проследи је на даљи поступак.

За ментора докторске дисертације Комисија предлаже др Јелена Белоица, ванредни професор Универзитета у Београду – Шумарског факултета.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Јелена Белоица, ванредни професор
Универзитет у Београду Шумарски факултет

1 _____

др Сара Лукић, ванредни професор
Универзитет у Београду Шумарски факултет

2 _____

др Милић Чуровић, доцент
Универзитет Црне Горе – Биотехнички факултет

3 _____