

ПРОЦЕНА ДЕГРАДАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА

методе и модели

Снежана Белановић Симић, уредник



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
СРПСКО ДРУШТВО ЗА ПРОУЧАВАЊЕ ЗЕМЉИШТА
Комисија за земљиште и животну средину

ПРОЦЕНА ДЕГРАДАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА – МЕТОДЕ И МОДЕЛИ

Снежана Белановић Симић, уредник

БЕОГРАД, 2022.

ПРОЦЕНА ДЕГРАДАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА – МЕТОДЕ И МОДЕЛИ
Тематски зборник водећег националног значаја

Издавачи:

Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд
Српско друштво за проучавање земљишта, Немањина 6, Земун

За издавача:

Др Бранко Стајић, ред. проф., декан
Др Бошко Гајић, ред. проф., председник

Уредник:

Др Снежана Белановић Симић, ред. проф.

Рецензенти:

Др Станимир Костадинов, ред. проф. у пензији Универзитета у Београду
- Шумарског факултета
Др Ивица Кисић, ред. проф. Свеучилишта у Загребу
- Агрономског факултета
Др Бранислав Бајат, ред. проф. Универзитета у Београду
- Грађевинског факултета

Лектор:

Проф. Споменка Марковић

Технички уредник:

Бојана Савић

Дизајн корица:

Др Борис Радић и др Јелена Белоица
Фотографија на насловној страни: др Предраг Миљковић

Тираж:

300 примерака

Штампа:

„Планета принт“, Београд

ISBN 978-86-7299-345-5

Публикација Процена деградације земљишта – методе и модели одобрена је од стране Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Шумарског факултета одлуком бр. 01-2/32 од 02.03.2022. године и одлуком Управног одбора Српског друштва за проучавање земљишта одлуком бр. 4/2022 од 28.04.2022.године.

Сва права копирања, прештампавања и умножавања задржава издавач.

**Захваљујемо нашим професорима на пренетом знању, као и будућим
генерацијама које ће наставити путем науке о земљишту.**

ПРЕДГОВОР

Мисао да деградација земљишта представља критичан и нарастајући глобални проблем изговорена је или написана много пута од стране аутора ове публикације, али и других који разумеју значај земљишта и земљишног простора. Решење глобалне друштвене кризе, сада наглашене пандемијом, налази се у очувању и обнављању функција земљишта, са акцентом на холистичком приступу, ради бољег разумевања везе између друштва и основних функција земљишта.

Идеја за уређивање ове публикације произашла је као резултат дискусија у вези са деградацијом и заштитом земљишта, пре свега са колегиницом др Јорданом Нинков, као и са другим члановима Српског друштва за проучавање земљишта, где председавам Комисији за земљиште и животну средину. Имали смо жељу да се обједињено прикажу методе и модели за процену деградације земљишта који су најшире примењени у региону и на подручју Републике Србије.

Публикација „Процена деградације земљишта – методе и модели“ намењена је широј научној заједници, како студентима тако и свима који се сусрећу са изналажењем решења за различите облике деградације земљишта. Кроз пет тематских области обрађено је 18 поглавља, а свака тематска област почиње синописом, у коме је приказан преглед поглавља која следе. Екосистемски сервиси које земљиште пружа, као и облици деградације, приказани су у првој тематској области, заједно са неким методама вишекритеријумских анализа и основама примене даљинске детекције. Потом, у оквиру друге тематске целине, кроз поглавља су анализиране водна и еолска ерозија, са објашњењима за примену појединих, надасве широко примењених модела. Методе за процену хемијске деградације земљишта (услед ацидификације и од загађења) приказане су у оквиру треће тематске области. Стање органске материје у земљишту и диверзитет микроорганизама и методе анализе стања приказане су у четвртој тематској целини. Перспективе очувања земљишта у овом веку разматране су у оквиру пете области, где је приказано и техничко решење, у којем се на интегрисан начин оцењује квалитет земљишта.

Моје је велико задовољство ако читајући ову књигу нађете одговоре на изазове због којих сте приступили читању. Сугестије, мишљења читалаца, као и питања можете слати ауторима поглавља или мени на e-mail: snezana.belanovic@sfb.bg.ac.rs.

Имам посебно задовољство да се најсрдачније захвалим свим ауторима поглавља, који су са великим ентузијазмом, озбиљно и са пуно труда свеобухватно обрадили тематска поглавља. Овом приликом желим да изразим посебну захвалност драгом пријатељу проф. др Ратку Кадовићу за иницијативу да

се приреди поглавље Контаминација земљишта осиромашеним уранијумом као последица ратних дејстава, као и др Мирјани Стојановић, која је прихватила да дâ драгоцен допринос. Велику захвалност изражавам цењеним рецензентима: др Ивици Кисићу, редовном професору Свеучилишта у Загребу – Агрономског факултета, др Браниславу Бајату, редовном професору Универзитета у Београду – Грађевинског факултета и др Станимиру Костадинову, редовном професору у пензији Универзитета у Београду – Шумарског факултета на бројним веома корисним саветима, сугестијама и подршци, а чиме су значајно допринели побољшању квалитета текста.

Захваљујем и свима вама који сте у овој публикацији нашли неке одговоре и прихватили мисију очувања, а не искључиво коришћења земљишта.

УРЕДНИК

*Проф. др Снежана Белановић Симић**

* <https://orcid.org/0000-0003-0962-5595>

У анализи и писању појединих поглавља учествовали су:

Универзитет у Београду – Шумарски факултет:

Баумгертел Александар – поглавље 6
 Белановић Симић Снежана – поглавља 2, 13, уводни делови I, II, III, IV и V
 Белоица Јелена – поглавље 12
 Вулевић Тијана – поглавље 4
 Драговић Нада – поглавље 4
 Кадовић Ратко – поглавља 2, 3, 11, уводни део V
 Кнежевић Милан – поглавље 1
 Кошанин Оливера – поглавље 1
 Лазаревић Катарина – поглавље 10
 Лукић Сара – поглавље 6
 Љубичић Јанко – поглавље 1
 Малушевић Иван – поглавље 7
 Милчановић Вукашин – поглавље 7
 Милетић Стефан – поглавље 11
 Миљковић Предраг – поглавља 8, 9, 13
 Нешковић Петар – поглавље 7
 Новаковић Ангелина – поглавље 12
 Половина Синиша – поглавље 7
 Радић Борис – поглавље 7
 Ристић Ратко – поглавље 7
 Тодосијевић Мирјана – поглавље 10
 Цаковић Милица – поглавље 12

Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет:

Антић Младеновић Светлана – поглавље 13

Универзитет у Београду – Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“:

Павловић Драгана – поглавље 14
 Павловић Марија – поглавље 14
 Перовић Вељко – поглавља 8, 9, 11
 Чакмак Драган – поглавља 12, 13, 14

Универзитет у Новом Саду – Пољопривредни факултет:

Војнов Бојан – поглавље 16
 Ћирић Владимир – поглавље 16
 Шеремешкић Срђан – поглавље 16

Институт за шумарство:

Момировић Наталија – поглавље 10

Институт за земљиште:

Бунтић Анета – поглавље 17

Делић Душица – поглавље 17

Јарамаз Дарко – поглавље 5

Кнежевић Магдалена – поглавље 17

Мрвић Весна – поглавље 5

Пивић Радмила – поглавље 17

Расулић Наташа – поглавље 17

Саљников Елмира - поглавље 16

Стајковић-Србиновић Оливера – поглавље 17

Тошић Соња – поглавље 5

Угреновић Владан – поглавље 17

Институт за ратарство и повртарство:

Васин Јовица – поглавља 15, 18

Живанов Милорад – поглавља 15, 18

Јакшић Снежана – поглавље 18

Маринковић Јелена – поглавље 18

Милић Станко – поглавља 5, 15, 18

Миљаковић Драгана – поглавље 18

Нинков Јордана – поглавља 15, 18

Рајковић Милош – поглавље 5

Ранђеловић Предраг – поглавље 5

Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина:

Стојановић Мирјана - поглавље 3

Агенција за заштиту животне средине – СЕПА

Видојевић Драгана – поглавља – 13, 15

Генерал у пензији, специјалност Атомско-биолошко-хемијска одбрана:

Слободан Петковић – поглавље 3

САДРЖАЈ

Предговор	5
I Основни приступи проучавања деградације земљишта.....	13
<i>Снежана Белановић Симић</i>	
1. Земљиште – основни ресурс	14
<i>Оливера Кошанин, Милан Кнежевић, Јанко Љубичић</i>	
2. Процеси и облици деградације земљишта	39
<i>Ратко Кадовић, Снежана Белановић Симић</i>	
3. Контаминација земљишта Србије осиромашеним уранијумом као последица ратних дејстава.....	94
<i>Мирјана Стојановић, Слободан Петковић, Ратко Кадовић</i>	
4. Примена метода вишекритеријумског одлучивања у процени деградације земљишта	116
<i>Тијана Вулевић, Нада Драговић</i>	
5. Примена даљинске детекције у класификацији земљишних својстава и покривача.....	145
<i>Дарко Јарамаз, Станко Милић, Предраг Ранђеловић, Соња Тошић, Милош Рајковић, Весна Мрвић</i>	
II Процена физичке деградације - ерозија	173
<i>Снежана Белановић Симић</i>	
6. Процена деградације земљишта услед еолске ерозије	174
<i>Сара Лукић, Александар Баумгертел</i>	
7. Савремен и традиционалан приступ моделирању процеса деградације земљишта услед деловања водне ерозије	209
<i>Ратко Ристић, Борис Радић, Синиша Половина, Петар Нешковић, Иван Малушевић, Вукашин Милчановић</i>	
8. Примена USLE модела: Ограничења, предности и будући изазови ...	237
<i>Вељко Перовић, Предраг Миљковић</i>	
9. Квалитативна и квантитативна процена губитака земљишта применом WaTEM/SEDEM модела	272
<i>Предраг Миљковић, Вељко Перовић</i>	
10. Вредновање услуга земљишних екосистема применом InVEST модела.....	304
<i>Мирјана Тодосијевић, Катарина Лазаревић, Наталија Момировић</i>	
11. Анализа осетљивости земљишног простора на деградацију применом MEDALUS модела.....	328
<i>Стефан Милетић, Ратко Кадовић, Вељко Перовић</i>	

III Процена хемијске деградације – ацидификација, загађивање351*Снежана Белановић Симић*

12. Методе и модели за процену осетљивости земљишта на процес ацидификације352
Јелена Белоица, Драган Чакмак, Милица Цаковић, Ангелина Новаковић, Ана Стојкановић
13. Процена деградације земљишта услед загађења потенцијално токсичним елементима (PTEs)381
Снежана Белановић Симић, Драган Чакмак, Драгана Видојевић, Предраг Миљковић, Светлана Антић Младеновић
14. Процена штетног утицаја потенцијално токсичних елемената (ПТЕ) из земљишта на здравље људи.....420
Драган Чакмак, Драгана Павловић, Марија Матић

IV Процена биолошке деградације земљишта – стање органске материје и биодиверзитет441*Снежана Белановић Симић*

15. Резерве и редуција органске материје у земљишту442
Јовица Васин, Јордана Нинков, Драгана Видојевић, Станко Милић, Милорад Живанов
16. Процена деградације земљишта и лабилна фракција угљеника у земљишту458
Срђан Шеремешкић, Владимир Ћирић, Елмира Саљников, Бојан Војнов
17. Микроорганизми као биоиндикатори деградације земљишта478
Душица Делић, Владан Угреновић, Наташа Расулић, Анета Бунтић, Магдалена Кнежевић, Радмила Пивић, Оливера Стајковић-Србиновић

V Перспективе очувања земљишта у 21. веку537*Ратко Кадовић, Снежана Белановић Симић*

18. Управљање подацима о плодности земљишта на примеру техничког решења „СКУП“544
Јордана Нинков, Јовица Васин, Станко Милић, Јелена Маринковић, Снежана Јакишић, Милорад Живанов, Драгана Миљковић



Златибор, фото др С. Белановић Симић, 2018.



Околина Вршца, фото др С. Лукић, 2022.

I Основни приступи проучавања деградације земљишта

Снежана Белановић Симић

„Нема ствари која би била тако вредна проучавања као природа”
Никола Тесла

Проучавања земљишта усмерена су на унапређења услуга које пружа екосистемима са једне стране, док се са друге земљишта сагледавају као екосистем. Екосистем земљишта има значајну улогу у циклусима кружења материје и енергије, и тако учествује у бројним процесима којима се обезбеђује мултифункционалност земљишта. Међутим, антропогене активности константно представљају претње за развијање различитих облика деградације изазваних променом начина коришћења, загађењем и другим мерама управљања земљишним простором. Деградација земљишта нарушава његов квалитет, односно утиче на једну или више његових функција.

Полазећи од наведеног, прва тематска област ове публикације обухвата следећих пет поглавља: Земљиште - основни природни ресурс, Облици деградације земљишта, Контаминација земљишта осиромашеним уранијумом као последица ратних дејстава, Примена метода вишекритеријумског одлучивања у процени деградације земљишта и Примена даљинске детекције у процени деградације земљишта. Циљ је да се детаљно прикаже значај земљишта као необновљивог ресурса (Поглавље 1) за опстанак наше цивилизације, а који је угрожен различитим облицима деградације (Поглавља 2 и 3).

За потребе квантитативног описа физичких, хемијских и биолошких процеса у земљишту и њихових интеракција, у науку о земљишту уводе се различити нумерички и аналитички модели, још половином прошлог века. У почетку су модели, углавном, представљали аналитичка решења парцијалних диференцијалних једначина, или концептуалне моделе за аналогне, или дигиталне рачунаре. Касније се развијају динамички модели, али који теже употреби поједностављених модела. Ово произилази, пре свега услед недостатака у подацима, као и изражене хетерогености земљишта. Употреба метода географског информационог система омогућило је просторно мапирање типова земљишта, као и облика деградације. Поред метода ГИС-а, велики значај у припреми података за коришћење појединих динамичких модела имају и методе даљинске детекције (Поглавље 5), као и методе вишекритеријумске анализе (Поглавље 4).



Слив реке Трешњице, фото др С. Лукић, 2020.



Завојско језеро, Стара планина, фото др С. Лукић, 2021.

II Процена физичке деградације - ерозија

Снежана Белановић Симић

„Наш задатак мора бити слобода у ширењу саосећања тако да обухватимо сва жива бића и целу природу и њену лепоту“

Albert Einstein

Ерозија земљишта (водна и еолска), као геолошки процес, значајно убрзан антропогеним активностима неадекватног управљања земљишним простором највише је и најдуже проучаван облик деградације на простору југоисточне Европе. Услед неправилног управљања земљишним простором, ерозију прати и хемијска деградација земљишта, о којој ће бити дискусије у следећој области ове публикације.

Еолска ерозија се углавном везује за аридну, семиаридну и сува субхумидна подручја, као и за равничарска подручја. Процена губитака земљишта услед еолске ерозије приказана је у Поглављу 6, а поред директног мерења, дискутовани су WEQ модел, RWEQ модел, WEPS модел, и приказана примена модела базирана на *fuzzy* логици.

Процена губитака земљишта изазвана водном ерозијом разматрана је приказом више модела, међу којима је и метод потенцијала ерозије (метод професора Гавриловића, 1972), развијен на основу теренских и лабораторијских проучавања на подручју Балкана у другој половини прошлог века. У Поглављу 7, МПЕ (метод потенцијала ерозије) је приказан у оригиналној верзији на савремен начин, као и модификација метода, уз јасну формулацију предности и недостатака традиционалног приступа. Такође, приказани су и модели за процену губитака земљишта од водне ерозије и то: USLE модел (Поглавље 8), WaTEM/SEDEM модел (Поглавље 9) и InVest SDR модел (Поглавље 10). Сви модели су развијени на основу USLE модела, а њихова употреба у квантификацији ерозије је кључна, мада су неопходне калибрације и валидације модела за одређене регионе, да би сваки од њих добио практичну употребљивост. Да би се модели применили, потребно је утврдити несигурност улазних параметара и утицај на калибрацију модела. За појединачне моделе описан је процес верификације, тј. провере свих елемената, који претходи калибрацији и валидацији модела.

Процена осетљивости земљишног простора за одређени вид деградације може се одредити применом MEDALUS модела, што је детаљно приказано у Поглављу 11.



Копаоник, фото др Ј. Белоица, 2019.



Копаоник, фото др Ј. Белоица, 2019.

III Процена хемијске деградације – ацидификација, загађивање

Снежана Белановић Симић

„Погледајте дубоко у природу и тада ћете све боље разумети“
Albert Einstein

Под хемијском деградацијом земљишта подразумева се више процеса, од којих су неки делом и биолошка деградација, али у оквиру ове тематске целине публикације разматра се деградација земљишта услед ацидификације и од загађења.

У Поглављу 12 приказане су методе (метода Holowaychuk & Fessenden (1987), метода Cinderby (1998), метода Kuylenstierna (2001) и индикатор осетљивости земљишта на ацидификацију - Vanmechelen, 1997), као и модели за процену осетљивости земљишта према ацидификацији, са посебним освртом на примену динамичких модела (VSD - Very Simple Dynamic модела) и метод критичних оптерећења за ацидификацију. За ове процене неопходне су квалитетне базе података, јер омогућавају и сталну валидацију VSD модела.

Извори загађења потенцијално токсичних елемената (PTEs), као и катастар контаминираних локација у Републици Србији приказани су у Поглављу 13. Такође, приказани су индекси загађења, који се најчешће користе за процену деградације земљишта услед загађења потенцијално токсичним елементима. За процену утицаја садржаја PTEs у земљишту на животну средину уобичајено је да се истовремено користи неколико индекса загађења, а геолошки индекс и фактор обогаћења (Igeo и EF) се наводе као значајни и универзални међу појединачним индексима, док се од комплексних издваја индекс потенцијално еколошког ризика (RI). Важно је поменути да се данас, поред уобичајених математичких анализа, дефинисање потенцијалних извора загађења, као и процена облика понашања појединих елемената у земљишту одређују алгоритмима машинског учења на основу великих база података.

Процена штетног утицаја потенцијално токсичним елементима на здравље људи објашњена је методологијом USEPA, у Поглављу 14. Процена утицаја PTEs из земљишта на здравље људи може се добити израчунавањем коефицијента опасности, узимајући у обзир три основна начина њиховог уноса у организам - ингестија, дермална апсорпција и инхалација. Методологијом су обухваћени неканцерогени и канцерогени утицаји потенцијално токсичних елемената у релацији земљиште – човек.



Околина језера Палић, фото др Ј. Белоица, 2020.



Слив реке Чемернице, фото др С. Белановић Симић, 2021.

IV Процена биолошке деградације земљишта – стање органске материје и биодиверзитет

Снежана Белановић Симић

*„Када покушамо да било шта издвојимо посебно,
откријемо да је везано за све остало у Универзуму“*

John Muir

Биолошка деградација земљишта је дефинисана индикаторима стања органске материје и биодиверзитета земљишта. Како на критичне нивое органског угљеника у земљишту и његове кључне функције велики утицај има начин коришћења, разматрања су усмерена, пре свега на земљишта у агроекосистемима, који се карактеришу великим бројем инпута и аутпута. Значај органске материје у земљишту огледа се у одржавању и/или побољшању својстава земљишта, а садржај органске материје у земљишту представља најзначајнији индикатор како квалитета тако и деградације земљишта. Такође, секвестрација угљеника у земљишту је од великог значаја за смањење атмосферског угљендиоксида, а процене резерви угљеника су од посебног значаја и за ублажавање климатских промена. У Поглављу 15 приказана је методологија за израчунавање резерви органског угљеника у земљишту, а затим разматран значај органске материје у одржавању функција земљишта. Разлагање органске материје и облици у којима се налази значајнији су за потребе пружања екосистемских услуга од укупне количине акумулиране органске материје у земљишту. Лакорастворљиве фракције органске материје представљају мали део од укупних садржаја, а управо ови облици се повезују са продуктивношћу земљишта, па се лабилна органска материја проучава као индикатор деградације земљишта (Поглавље 16). Земљишта у агроекосистемима карактерише нижи садржај органског угљеника и нижи укупни резервоари органског угљеника, а лабилна фракција органске материје знатно брже реагује на промене управљања земљиштем.

Биолошка деградација земљишта односи се и на промене (смањење или уништење) популација микроорганизама који имају значајну еколошку улогу. Антропогене активности у управљању земљиштима агроекосистема утичу на активности земљишних организама и тиме на равнотежу целог земљишног екосистема. Земљишна биота је од великог еколошког значаја, јер је укључена у циклусе кружења енергије и хемијских елемената. Повећање садржаја органске материје у биолошки активної форми у директној је вези са саставом, количином и активношћу земљишне микробиоте (Поглавље 17). Повећања резерви органског угљеника је од суштинског значаја за бројне функције земљишта, што нас доводи до закључка да је важно очувати земљишну биоту у циљу редукције како биолошке, тако и хемијске и физичке деградације земљишта.



Златибор, фото др С. Белановић Симић, 2018.



Посавина, фото др С. Белановић Симић, 2020.

V Перспективе очувања земљишта у 21. веку

Ратко Кадовић, Снежана Белановић Симић

„Ако пратимо природу као вођу, никада нећемо залутати”
Цицерон

1 Увод

О узроцима деградације природног и животног окружења говорило се у поглављима 2 и 3 ове публикације. Такође, наглашено је да су ови процеси, нарочито последњих деценија убрзани и да живимо у ери људског разарања животне средине без преседана. Период интензивног разарања животног окружења познат је као антропоцен, према коме су еколошки и планетарни системи на свим нивоима обликовани људским делатностима. Антропоцен, према Crutzen и Stoermer (2000), у основи почива на схватању да су раст људске популације, екстракција ресурса и начини коришћења/потрошње ресурса учинили људска бића примарном снагом геолошких и еколошких промена на планети. Ове снаге су, према постојећој литератури, довеле до драматичних и широко распрострањених ефеката, у распону од климатских промена, деградације земљишта и земљишног простора, до масовног изумирања врста. Међутим, људски утицаји на животно окружење нису само биолошког карактера, јер „антропоценска идеја“ (Moore, 2016) делује и као моћан политички концепт који почива на појму антропогенезе, тј. претпоставци да се људи издвајају од природе и окружења и на њу делују на лако приметне и дубоко штетне начине.

Овај век, у вези са коришћењем земљишта и земљишног простора, потребама за храном и растом становништва поставља многе важне задатке. Основна поставка (Swanson, 2019) нас на много начина подсећа на Малтусова суморна предвиђања у вези са међусобним везама између раста становништва и ограничења ресурса, али ипак, проблеми овог века ће се, вероватно, веома разликовати од Малтусових.

FAO (2011) наводи резултате GLADIS глобалне базе података, према којој је глобални статус земљишног простора (по редоследу важности) изражен на следећи начин: 25% - високи тренд деградације и високо деградирана земљишта; 36% - стабилне површине, благо до умерено деградирана земљишта; 8% - умерени тренд деградације, благо до умерено деградирана земљишта; 10% - побољшање земљишта; 18% - голе површине, а преостало су водене површине.

Површина земљишта која се користи у пољопривреди, пре свега, како наводи Swanson (2019), износила је: 1961/1963. год. – 1.372 млрд. ha, а 2005/2007. год. – 1.592 млрд. ha. Повећање обрадиве површине представља резултат побољшања или укључења нових површина земљишта. Swanson, такође, наводи процену за 2030. год. - 1.641 млрд ha, а за 2050. год. - 1,661 млрд ha. С друге стране, према FAO (2011), површина обрадивог земљишта износи 1.556 милијарди

који представљају глобалну претњу за будућу производњу хране, а потражња за пољопривредним производима ће бити појачана и због укупног повећања људске популације. На глобалном нивоу (Gomiero, 2016) нема много простора за даље ширење пољопривредних активности, а многе, густо насељене земље већ се суочавају са озбиљним проблемима оскудице земљишта.

Повећана пољопривредна потражња ставља се и у контекст климатске нестабилности, као последичног, а већ израженог оптерећења како природних ресурса, тако и ресурса земљишта. Кроз променљиве и екстремне температуре и падавине, које су, иначе, честе у Европи, климатске промене ће, вероватно, изазвати стрес ресурса и осцилације приноса. Често, када се назире неизвесност, попут флукутирајуће климе и нејасне способности да се потражња задовољи, мере очувања земљишта прве се жртвују да би се постигли циљеви приноса (DeLong et al., 2015). Међутим, овај кратковиди приступ угрожава ресурсе земљишта када су најпотребнији, јер сем пољопривредне продукције, земљиште игра критичну улогу у одбрани од климатских екстрема. Уз то, треба нагласити да још увек улога деградираног земљишта није адекватно проучена и заступљена у климатским моделима.

Светска популација, у наредних 40 година, у односу на стање које наводе UN (2011), од 7,1 млрд, повећаће се за 35%. Све већа популација резултираће повећаном потражњом за пољопривредним производима и све већим захтевима на обрадивим површинама. Сем повећања становништва, у целини, изражавају се и социјално-економске промене унутар становништва, што даље доводи до повећане специфичне потражње.

Будућност ће нам, сигурно, донети многе велике изазове поред раста становништва, потенцијалних ефеката климатских промена и деградације земљишта, и недостатак воде за пиће, заједно са врхунцем коришћења фосилних горива и другим кључним ресурсима, али и могуће бројне социо-економске поремећаје. Бројне цивилизације су нестале услед исцрпљивања и деградације земљишта. Драматични ефекти деградације земљишта препознати су и у новије доба, али и даље се често тврди да је до њих дошло због слабог познавања екологије земљишта и лоших процена социо-економских система. Ипак, мора се признати да је стечено довољно искустава, а напредак у науци и технологији је огroman, тако да су изговори неосновани, а уколико се та драма понови, бићемо одговорни само ми (Gomiero, 2016).

3. ПЕРСПЕКТИВЕ РАЗВОЈА

Видели смо да земљишта добијају све већу пажњу у сфери међународне политике. Важан пример за то је нови програм за истраживање и иновације (Veerman et al., 2020): „Horizon Europe 2021–2027“ ЕУ, са предложеним буџетом од 80 милијарди евра. Овај програм је заснован на тзв. пет мисија, а једна од њих је Здравље земљишта и храна („Soil Health and Food“). Исти аутори, такође, истичу да сама чињеница да земљишта чине једну од тема, сматра се добродош-

ску густину земљишта и одсуство заптивања и ерозије земљишта; 5) биодиверзитет земљишта и 6) хранљиве материје и ацидитет (pH) земљишта (земљишног раствора). Вегетациони покривач и заптивање земљишта нису директни индикатори здравља земљишта, али су укључени због њиховог директног утицаја на здравље земљишта на обрадивом земљишту, у шумарству и у урбаним срединама (Veerman et al., 2020).

Мисија се залаже против приступа у којем се прати само један индикатор, мерења се односе на специфичан тип земљишта и показују различите расподеле вредности, карактеристичне за различита земљишта. Нездраво земљиште је оно ако је неки показатељ испод прага дефинисаног за одређени тип земљишта, начин коришћења земљишта и климатску зону. Предложена су и два комплементарна индикатора који се односе на здравље земљишта на нивоу предела, јер структура предела има пресудан утицај на биодиверзитет, кружење воде (хидролошки циклус) и ерозију земљишта, а то су: 1) хетерогеност предела (састав и конфигурација) и 2) површина, састав и структура шума и шумског земљишта (Veerman et al., 2020).

Величина проблема који се односи на здравље земљишта и ургентност решавања, захтева промене у политици, системима управљања земљиштем и редизајнирању производних система, а истраживања и иновације треба да обухвате све ове димензије, јер су узроци деградације земљишта различити и међусобно повезани. Постојећа знања у оквиру појединих дисциплина треба да се интегришу у знање о здрављу земљишта, комбинацијом различитих дисциплина и сектора (Veerman, et al., 2020). Први корак (DeLong et al., 2015) је да научна заједница препозна друштвену вредност земљишта и укључи га у своје расправе, студије и моделе. Приступ треба да буде системски (Veerman et al., 2020), који обухвата биофизичке флуксеве и њихове интеракције, као и људске и социо-економске покретаче. Да би се у потпуности одговорило овом задатку, истраживања се прилагођавају локалним/регионалним условима, повезана са одговарајућим активним лабораторијама, што ће, истовремено, омогућити темељнији рад. Да би то постигли, неопходно је да се истраживачи који се баве науком о земљишту интегришу са истраживачима из природних, друштвених и хуманистичких наука (Кадовић, 2014; DeLong et al., 2015; Кадовић, 2018), да буду укључени у интердисциплинарне пројекте и да раде у трансдисциплинарном режиму (Veerman et al., 2020), што је пресудан и коначан нови корак. Данас, и више него икада, неопходна су интегрисана проучавања, јер поред наведених претњи, за ресурс земљишта присутна је COVID 19 пандемија. Тренутна пандемија изазвана новим вирусом усмерила је проучавања на јавно здравље, али и за здравље земљишта и одржавање равнотеже екосистема; важну улогу имају популације бактерија које, такође, могу бити погођене новим вирусима (Anand et al., 2021; Mohan et al., 2021; Aboubakr et al., 2020; Huraimel et al., 2020). Земљиште би могло да акумулира вирус и да секундарно врши трансмисију SARS-CoV-2 у дужем времену. Путеви загађења земљишта вирусом су мо-

гући услед неодговарајућег одлагања инфицираног материјала, повећане количина отпадног материјала (заштитне маске и други пластични материјали), неодговарајућих дезинфекционих мера, као и ширења путем отпадних вода, које непречишћене доспевају у водне реципијенте, а из водених тела у земљиште и друге сегменте животне средине. Важно је у мониторинг квалитета земљишта укључити и анализу присуства вируса, које је условљено различитим параметрима средине и својствима земљишта. Будућа истраживања, свакако, треба фокусирати и на утицаје карактеристика земљишта на SARS-CoV-2, у циљу изналажења одговора на пандемију COVID 19 и дугорочну одрживост здравог земљишта.

Приказ оцене квалитета земљишта са аспекта очуваности функције његове плодности на локалном нивоу дат је на примеру техничког решења „СКУП“ (Поглавље 18).

Литература

1. Aboubakr, H.A., Sharafeldin, T.A., Goyal, S.M. (2020): Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review, *Environmental Research* 198, 111297, doi.org/10.1111/tbed.13707.
2. Anand, U., Bianco, F., Suresh, S., Tripathi, V., Núñez-Delgado, A., Race, M. (2021): SARS-CoV-2 and other viruses in soil: An environmental outlook, *Environmental Research* 198, 111297, doi.org/10.1016/j.envres.2021.111297.
3. DeLong, C., Richard Cruse, R., Wiener, J.(2015): The Soil Degradation Paradox: Compromising Our Resources When We Need Them the Most. *Sustainability* 7, 866-879, doi:10.3390/su7010866
4. Crutzen, P., Stoermer, E. (2000): The Anthropocene. *Global Change Newsletter* 41, 17–18.
5. Gomiero, T. (2016): Soil Degradation, Land Scarcity and Food Security: Reviewing a Complex Challenge, *Sustainability* 8, 281; doi:10.3390/su8030281.
6. FAO. (2011): The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
7. Huraimel, K.Al., Alhosani, M., Kunhabdulla, S., Stietiya, M.H. (2020): SARS-CoV-2 in the environment: Modes of transmission, early detection and potential role of pollutions, *Science of the Total Environment* 744, 140946, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140946.
8. Kadović, R. (2014): *Zaštita prirode i životne sredine – doba odgovornosti. Sjedinjavanje različitosti*, Nacionalna komisija za UNESCO (urednici: Marković, P. J., Pavlović Lončarski, V., Zrnović, J.), 115–121.
9. Кадовић, Р. (2018): Глобална криза земљишта и етички аспекти решења. Наука и стварност, Зборник радова са научног скупа (Пале, 20. мај 2017), Универзитет у Источном Сарајеву Филозофски Факултет Пале, Посебна издања Научни скупови, Књига 12, Том 1, Пале, 33-48
10. Moore, A. (2016): Anthropocene Anthropology: Reconceptualizing Contemporary Global Change. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 22 (1), 27–46, doi:10.1111/1467-9655.12332.

Захвалница

Поглавља овде објављена су реализована у оквиру следећих пројеката и уговора:

- Министарство просвете, науке и технолошког развоја финансира научноистраживачки рад Универзитета у Београду Шумарског факултета у 2021. години на основу Уговора о реализацији евиденциони број: 451-03-9/2021-14/200169;
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја финансира научноистраживачки рад Универзитета у Београду Пољопривредног факултета у 2021. години на основу Уговора о реализацији евиденциони број: 451-03-9/2021-14/200116;
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја финансира научноистраживачки рад Универзитета у Новом Саду Пољопривредног факултета у 2021. години на основу Уговора о реализацији евиденциони број: 451-03-9/2021-14/200117;
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, финансира научноистраживачки рад Универзитета у Београду – Института за биолошка истраживања „Синиша Станковић“ у 2021. години на основу Уговора о реализацији евиденциони бр. 451-03-9 / 2021-14 / 200007.
- Министарство просвете, науке и технолошког развоја финансира Институт за земљиште на основу уговору бр. 451-03-09/2021-14/200011;
- Пројекат „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007) који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период 2011 -2019“.
- Програм технолошког развоја: „Стање, тенденције и могућности повећања плодности пољопривредног земљишта у Војводини“ ТР31072;
- Пројекат: „Уређење пољопривредног земљишта при заснивању винограда у Врањском рејону“. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Управа за пољопривредно земљиште, Студијско истраживачки пројекат у области уређења пољопривредног земљишта од значаја за Републику Србију.

Штампање ове публикације омогућили су:



Институт за шумарство, Кнеза Вишеслава 3, Београд



Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Немањина 22-26, Београд

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
502.521(082)
631.4(082)

ПРОЦЕНА деградације земљишта : методе и модели : [тематски зборник водећег националног значаја] / Снежана Белановић Симић, уредник. - Београд : Универзитет, Шумарски факултет : Српско друштво за проучавање земљишта, 2022 (Београд : Планета принт). - 558 стр. : илустр. ; 25 cm

Тираж 300. - Стр. 5-6: Предговор / Снежана Белановић Симић. - Библиографија уз свако поглавље. - Abstracts.

ISBN 978-86-7299-345-5 (ШФ)

1. Белановић-Симић, Снежана, 1971- [уредник]
а) Земљиште -- Заштита -- Зборници

COBISS.SR-ID 66148617



ISBN 978-86-7299-345-5