

Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије
Journal of erosion and torrent control

ЕРОЗИЈА

Број 50

UDK 626

ISSN 0350-9648



Београд, 2024. година



ЕРОЗИЈА

Научно-стручни часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије

Scientific Journal of erosion and torrent control

Главни и одговорни уредник

Проф.др Станимир Костадинов

Уређивачки одбор

Проф.др Станимир Костадинов, проф.др Нада Драговић, проф.др Миодраг Златић, проф.др
Снежана Белановић Симић, Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Београд
Мр Милутин Стефановић, дипл.инж, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд
Prof. Ivan Blinkov, University of SV. Kiril and Metodij, Faculty of Forestry, Skopje, Macedonia
Prof. Johannes Huebl, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Prof. Ivan Cenov Marinov, Forest Research Institute - BAS, Sofia, Bulgaria
Prof. Panagiotis Stefanidis, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Технички уредници

Милутин Стефановић, дипл. инж. шум.

Иван Миладиновић, арт директор

Издавач

Удружење бујичара Србије и Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд

Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд

Тел: + 381-11-3053-851; + 381-11-3906-461;

Адреса е-поште: bujicari@gmail.com

Интернет презентација: www.udruzenjebujicara.com

Тираж: 250

Штампа

Тукан принт



МЕРЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА У УСЛОВИМА ПРОМЕНЕ КЛИМЕ SOIL CONSERVATION MEASURES IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Милица Глоговац*, Мирјана Тодосијевић*, Снежана Белановић Симић*, Предраг
Миљковић*, Катарина Лазаревић*

*Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: Земљиште, као круцијалан природни ресурс, данас је у великој мери деградиран и уништен. Дејством агресивних климатских промена, првенствено падавина и температура, тај процес је интензивираан и перманентан. Главни задатак је прилагодити се таквим условима применом конзервационих мера, које ће ублажити климатске промене, очувати ресурс и обезбедити економску корист. Уз повећање свести о климатским променама и важности очувања земљишног ресурса, могуће је обезбедити одрживост и човека и ресурса.

Кључне речи: климатске промене, земљиште, конзервација

Abstract: Soil, as a crucial natural resource, is currently significantly degraded and destroyed. The impact of aggressive climate changes, primarily precipitation and temperature, has intensified and perpetuated this process. The main task is to adapt to such conditions by applying conservation measures that will mitigate climate changes, preserve the resource, and ensure economic benefits. By increasing awareness of climate change and the importance of preserving soil resources, we ensure the sustainability of both humans and resources.

Keywords: climate change, soil, conservation

УВОД

Земљиште је комплексни, динамички систем и необновљив природни ресурс. Дефинише се као: 1) горњи слој земљине коре, образован од минералних честица, органских материја, воде, ваздуха и живих организама (European Commission, 2006); или 2) тродимензионално природно-историјско тело, површински растресити слој земљине коре настао заједничким утицајем елемената атмосфере, биосфере и хидросфере на површински слој литосфере, који је стекао ново квалитативно својство – плодност, по којем се разликује од мртвих стена у осталим деловима литосфере (Кнежевић и Кошанин, 2007). Плодност је својство земљишта које омогућава оптималан раст биљака и високе приносе. Као динамички систем, квалитет земљишта, односно његова физичка, хемијска и биолошка својства, мењају се временом под утицајем фактора средине и антропогеног деловања. Земљиште представља један од најзначајнијих ресурса за опстанак људског друштва, а његова продуктивност игра виталну улогу у том контексту.

Деградација земљишта се дефинише као „промена статуса здравља земљишта која доводи до смањене способности екосистема да обезбеди добра и услуге за своје кориснике” (FAO, 2020), тј. представља губитак стварне или потенцијалне продуктивности, вредности земљишта (Lal, 1997). Деградација земљишта је процес нарушавања квалитета и функција земљишта, а настаје природним путем или људском активношћу, или због непредузимања мера у циљу спречавања штетних последица. Деградација земљишта

има директан утицај на становништво и ресурсе. Деградацијом земљишта, његова плодност се смањује, што може утицати на производњу и довести до недостатка хране. Порастом светске популације, расте и притисак на земљиште. Нагли пораст популације, са 1 милијарде (1800. година) на процењених 9,7 милијарди, колико се очекује 2050. године (<https://ourworldindata.org/>), захтева да се према земљишту понашамо одговорно, како би осигурали развој и опстанак будућих генерација.

Kadović, et al. (2016), наводи да су најчешћи природни процеси који значајно доприносе развоју процеса деградације земљишта суша, аридизација и опустивавање. Интензивна пољопривредна производња доводи постепено до исцрпљивања и деградације земљишта при чему климатски фактори имају велики утицај на његову плодност.

Климатске промене се односе на дугорочне измене у климатским условима на Земљи, које доводе до загревања атмосфере, океана и копнених површина. Ове промене нарушавају равнотежу постојећих екосистема који одржавају живот и биодиверзитет, а такође имају негативан утицај на здравље људи. Климатске промене узрокују и екстремне временске непогоде као што су интензивније и учесталије поплаве, торнада, топлотни таласи и суше, као и пораст нивоа мора и ерозије обалних подручја услед загревања океана, топљења глечера и губитака ледног покривача. У извештају Међувладиног панела о климатским променама (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) из 2012. године истиче се да је повећана учесталост катастрофалних појава попут поплава, суша и пожара директно повезана са климатским променама. Извештај наглашава све већи ризик који ове појаве представљају за човечанство (IPCC, 2012). Климатске промене угрожавају животну средину, и интензивирају већ постојеће проблеме деградације и ерозије земљишта, чинећи неопходним усвајање конзервационих мера. Ове мере не само да штите земљиште од ерозије, већ побољшавају задржавање воде и обогаћују земљиште органским материјама, што доприноси дугорочној одрживости пољопривредне производње у условима климатских промена.

Истраживање је спроведено применом методе анализе и синтезе доступне литературе. Обухватило је преглед и анализу релевантних научних радова, чланака и публикација из области деградације земљишта и климатских промена, с циљем да се идентификују кључни концепти, теорије, трендови и резултати претходних истраживања. Прикупљени подаци су анализирани квалитативно како би се добио преглед тренутног стања истраживања и могућности за будућа истраживања. Овај приступ је пажљиво одабран како би пружио целовито разумевање развоја стратегија и пракси у одговору на бројне изазове климатских промена и деградације земљишта.

ЕРОЗИЈА И КОНЗЕРВАЦИЈА ЗЕМЉИШТА

Деградација земљишта представља процес нарушавања квалитета и функција земљишта који настаје природним путем, људском активношћу или је последица непредузимања мера за спречавање штетних последица. Главни процеси који су повезани са губитком и деградацијом земљишта су еолска и водна ерозија, затим погоршање физичких, хемијских, биолошких или економских својстава земљишта као и дугорочних губитака природне вегетације. Деградација земљишта се огледа у опадању једне или више функција земљишта или смањеном способношћу земљишта да обезбеди економска добра

и услуге екосистема (Lal, 2010; Dragović, Vulević, 2020). Неки од облика деградације земљишта су: ерозија, губитак плодности, салинитет, ацидификација, смањење садржаја земљишног органског угљеника и збијање. Они могу бити убрзани прекомерним коришћењем земљишта и неодговарајућим пољопривредним праксама (van Lynden et al., 1998; Кадовић и сар., 2016). Деградација земљишта може бити: физичка, хемијска и биолошка.

Приближно једна трећина земљишта на планети је деградирана. У многим земљама, интензивна ратарска производња је толико исцрпила земљиште да је будућа производња угрожена. Здрава земљишта су од суштинског значаја за развој одрживих система за производњу усева који могу да се одупру ефектима климатских промена (<https://www.fao.org/conservation-agriculture/>).

Земљиште је крхки природни ресурс. Формирање земљишта је спор процес, и у зависности од специфичних фактора, који може да траје стотинама до хиљаду година. Управо то га и чини условно необновљивим ресурсом, од изузетне важности. Горњи слој земљишта, најближи површини, садржи есенцијалне хранљиве материје неопходне за раст усева, али је истовремено подложен ерозији. Под појмом ерозије се подразумевају све промене на површинском слоју земљишног рељефа, које могу настати као последица деловања кише, снега, мраза, температурних разлика, ветра и текућих вода, или услед деловања антропогених чинилаца (Gavrilović, 1972). Продукти ерозионих процеса доспевају у хидрографску мрежу и транспортују се у виду суспендованог и вученог наноса. Ерозија као природни процес, на планети је заступљена и распрострањена по читавом свету. Представља велики и озбиљан проблем, нарочито у јужном делу Европе (Медитеран, Балканско полуострво и подручје око Црног мора) (Тодосијевић, 2012). Контрола ерозије земљишта је од суштинског значаја за одрживо коришћење и очување продуктивности земљишта, пошто је природни процес обнављања изгубљеног земљишта (формирања новог слоја) веома спор.

Ерозија земљишта смањује његову плодност, што негативно утиче на приносе усева. Такође, ерозија узрокује транспорт ерозионог материјала из слива у водотокове, што може довести до таложења наноса и смањења протока потока и река, што повећава ризик од поплава. Након појаве ерозије, повећава се вероватноћа њеног поновног јављања. Земљиште еродира брже него што се формира, чиме постаје неприступачно за пољопривреду. Овај проблем је проблем глобалне природе.

Конзервација земљишта представља систем који спречава губитак обрадивог земљишта и истовремено регенерише деградирано земљиште. Овај приступ подстиче одржавање трајног земљишног покривача, минимално оштећење земљишта и диверзификацију биљних врста. Такође, побољшава биодиверзитет и природне биолошке процесе изнад и испод површине земље, што доприноси ефикаснијем коришћењу воде и хранљивих материја, као и одрживој производњи усева. Конзервација земљишта захтева 20-50% мање радне снаге и на тај начин доприноси смањењу емисије гасова стаклене баште кроз смањене енергетске уласке и побољшану ефикасност употребе хранљивих материја (<https://www.fao.org/conservation-agriculture/>). Истовремено, стабилизује и штити земљиште од ерозије и губитка угљеника у атмосфери. Принципи конзервације земљишта су универзално применљиви на све пољопривредне облике и употребу земљишта, са

праксама које су локално прилагођене. Организација за храну и пољопривреду (Food and Agriculture Organization – FAO) промовише усвајање принципа конзервације земљишта (минимални поремећаји земљишта, трајни покривач земљишта и плодород) који су универзално применљиви у свим пољопривредним пределима и системима усева.

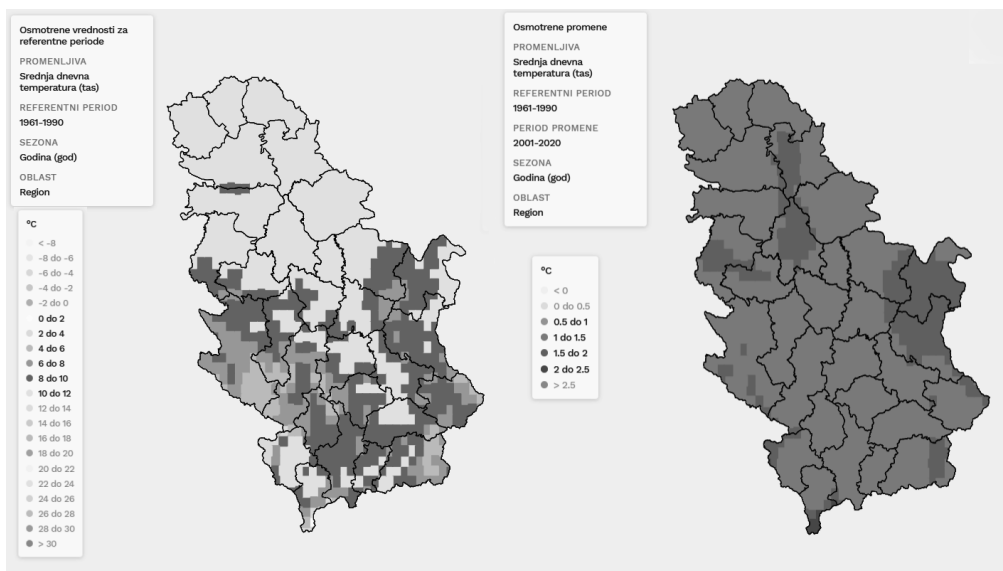
КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Климатске промене представљају последицу људских активности, посебно сагоревања фосилних горива, крчења шума и индустријских процеса, који доводе до значајних и дуготрајних промена у глобалним климатским обрасцима. Климатске промене имају разноврсне последице, укључујући пораст температура, раст нивоа мора, учесталије и јаче олује, као и промене у обрасцима падавина и океанским струјама. Ове промене имају озбиљне последице у различитим областима, попут пољопривреде, јавног здравља, коришћења воде, производње енергије и биодиверзитета. Ефекат стаклене баште подразумева апсорбовање топлотне радијације од стране гасова стаклене баште и њено поновно емитовање у свим правцима (Sekulić et al., 2012). Због тога што се део овог инфрацрвеног зрачења враћа на земљину површину, оно изазива њено додатно загревање. Даљим загревањем земље повећава се и емитовање инфрацрвеног зрачења, тако да овај ефекат у суштини представља позитивну повратну спрегу (Sekulić et al., 2012).

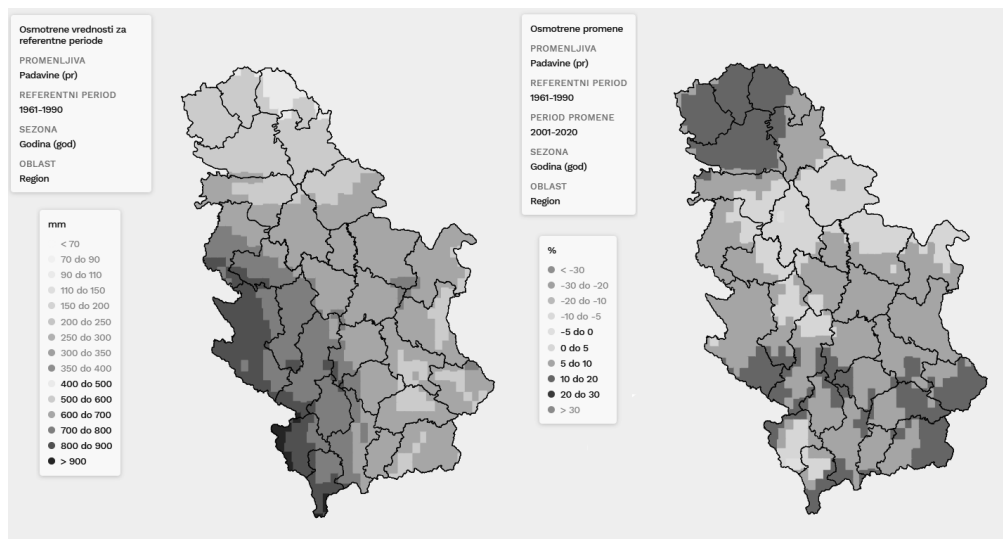
У последњих 200 година, употреба фосилних горива повећала је концентрацију угљендиоксида у атмосфери за 50%. Очекивани пораст глобалне средње годишње температуре током 21. века је 0,2 °C по декади, али и даље постоји доста непоузданости у прогнозама и пројекцијама климатских промена нарочито у погледу временског оквира, интензитета и регионалних посебности (Sekulić et al., 2012).

У Србији резултати регионалних студија и прикупљених повратних информација од стручњака и пољопривредника генерално показују да су повећање температура и суша главни фактори пољопривредне рањивости (Mihailović et al., 2009). Анализе показују да је српска пољопривреда изузетно рањива на климатске промене (Стричевић и сар., 2019). Посебно су угрожени биљна производња (ратарство, повртарство, воћарство, виноградарство), сточарство и рибарство, што утиче и на прехранбену индустрију. Нестабилност у ланцу снабдевања сировинама за прехранбену индустрију доводи до економске и социјалне несигурности. Средње годишње температуре у последњих 50 година у Србији расле су до 0,04°C годишње (Sekulić et al., 2012). Пројекције према EBU-ПОМ регионалном климатском моделу предвиђају да ће пораст просечне температуре на годишњем нивоу до краја овог века износити од 2,4° C до 2,8° C, а према истом моделу очекује се да ће тренд падавина до краја овог века бити негативан (Ђурђевић, Rajković, 2010).

На сликама 1 и 2 приказане су осмотрене промене температуре и падавина у Србији у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године.

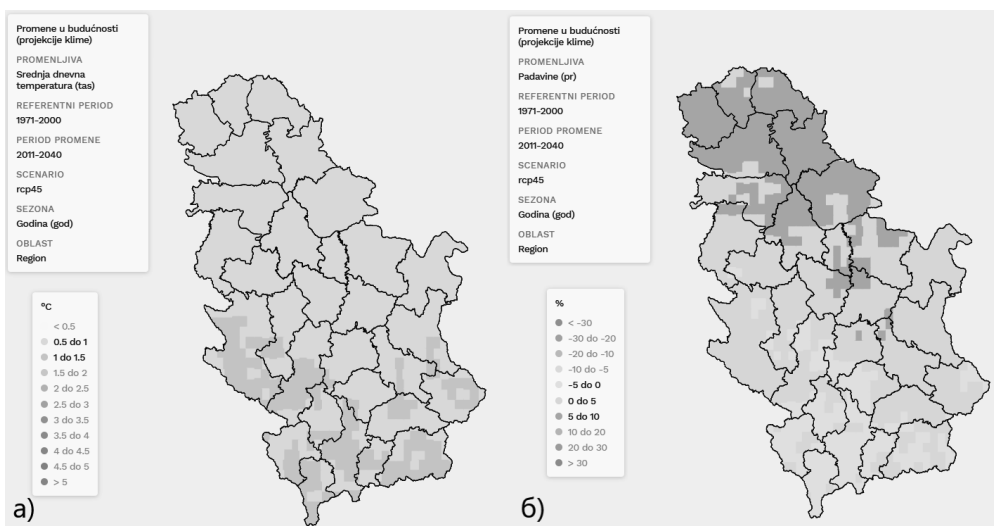


Слика 1. Осмотрене промене температуре у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)



Слика 2. Осмотрене промене падавина у периоду од 2001-2020. године у односу на референтни период од 1961-1990. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)

На сликама 3а и 3б приказане су промене температуре и падавина, у Србији, које нас очекују у будућности (пројекције климе) у периоду од 2011. до 2040. године по RCP4.5 сценарију.



Слика 3. а) Промене температуре у будућности за период од 2011-2040. године, б) Промене падавина у будућности за период од 2011-2040. године (<https://atlas-klime.eko.gov.rs/>)

Сценарији RCP 8.5 и RCP 4.5 (Representative Concentration Pathway – RPC) не показују значајну разлику у концентрацијама CO₂ и климатским променама до средине века, али се значајне разлике јављају тек крајем 21. века, што чини избор сценарија кључним за прогнозе у даљој будућности. Велики опсези у предвиђањима климе (RPC 2.6, RPC 4.5, RPC 6.0, RPC 8.5) произилазе из неизвесности у погледу реакције човечанства, односно да ли ће се придржавати предложених климатских политика и стратегија за ублажавање климатских промена, као што је Париски споразум. Главни циљ овог споразума је задржавање повећања глобалне температуре знатно испод 2°C у односу на преиндустријски период.

УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ЗЕМЉИШТЕ

Специјални извештај Међувладиног панела о климатским променама (IPCC, 2019), који се односи на климатске промене и земљиште, истиче да пораст глобалне средње површинске температуре у односу на преиндустријске нивое може значајно утицати на процесе повезане са деградацијом земљишта, као што су ерозија земљишта, губитак вегетације, пожари и отапање трајног мрза. Такође, овај пораст температуре може угрозити сигурност хране кроз смањење приноса усева и нестабилност у снабдевању храном (IPCC, 2019). Пројекције климатских промена показују да ће интензитет јаких олуја бити у порасту (Brooks, 2013), што ће повећати отицај и смањити инфилтрацију воде у обрадиво земљиште (DeLonge and Basche, 2017). Ови фактори могу довести до још већих губитака земљишта него што су били почетком 21. века (FAO, 2017).

Ерозија земљишта услед климатских промена, највише је под утицајем промена у екстремним падавинама (Nearing, 2013). Пројекције показују да ће доћи до повећања екстремних падавина услед већег капацитета задржавања влаге у топлијој атмосфери,

што води ka интензивnijem хидролошком циклусу (Trenberth, 2011). Дугорочна запажања већ показују тренд повећања екстремних падавина на глобалном нивоу (Papaalexiou, Montanari, 2019), а климатски модели предвиђају да ће се овај тренд наставити и у наредним деценијама. Екстремне падавине не само да утичу на ерозију земљишта кроз одвајање честица земљишта ударом кишних капи, већ и кроз одвајање услед отицања воде. Пројектовани тренд повећања ерозије земљишта расте према крају века, са повећањем од 6,7% за блиски период до 14,2% за крај века. Варијабилност међу пројекцијама ерозије земљишта повећава се како се приближавамо крају 21. века.

Очекивано је да ће просечна глобална температура порасти за 0,3 до 0,7°C у периоду од 2016. до 2035. године у поређењу са периодом од 1986. до 2005. године, при чему ће пораст температуре бити израженији на копну него над океанима, а високе температуре ће се чешће јављати на копну (Kirtman et al., 2013). Collins и сарадници (2013) предвиђају да ће глобалне годишње средње температуре ваздуха на површини порасти за 1-2°C у периоду од 2046. до 2065. године. Као последица тога, влага у земљишту ће се брже исцрпљивати како у наводњаваним, тако и у ненаводњаваним пољопривредним подручјима (FAO, 2013). Брже исцрпљивање воде у земљишту повећава притисак на површинске и подземне водне ресурсе за наводњавање и смањује производњу усева у ненаводњаваним подручјима. Утицај климатских промена на продуктивност усева резултат је различитих физичких и хемијских фактора, укључујући температуру, обрасце падавина, повећање атмосферског озона и CO₂ (FAO, 2016; Porter et al., 2014). Пројекције показују да ће ерозија земљишта највише узнемирити полусуве климатске зоне (+17,3%), док се очекује лагано смањење у субарктичким/тундра климатским зонама (-2,8%). Остале климатске зоне показују сличан тренд у повећању ерозије, са променама од 7,4% до 11,2%. Влажна суптропска зона показује најмању варијабилност у пројекцијама ерозије, док се влажне континенталне и океанске климатске зоне истичу по великим разликама у прогнозама. Истраживања у полусувим климатским зонама се сматрају најпоузданијим, за разлику од субарктичких/тундра зона где је мање доступних студија. Ерозија земљишта се очекује да се увећа на свим континентима, са највећим процењеним растом у Аустралији (+21,5%). Иако је мање истраживања спроведено у овој земљи, она се сматра континентом са највише поузданих студија. Насупрот томе, очекује се мање увећање ерозије у Јужној Америци (+1,1%). Док је у Европи (+8,6%) и Северној Америци (+6,5%) пројектовано повећање ерозије, значајан део студија указује и на смањење. У оба случаја, најпоузданије студије сугеришу повећање ерозије земљишта (Eekhout, de Vente, 2022).

Директне штете настале услед ниских приноса изазване сушом у периоду од 1994-2014. године процењене су на 4,6 милијарди долара, а најпогођенија култура је кукуруз са проценем од 2,2 милијарде долара директних губитака (Стричевић и сар., 2019). Због све топлијих зима које убрзавају почетак вегетације и повећања летњих температура које изазивају престанак раста, економски значајне врсте воћа (шљиве, јабуке и крушке) трпе смањење приноса и квалитета. Процењује се да ове промене узрокују годишњу штету од 20 милиона евра (Стричевић и сар., 2019).

Неконтролисана климатска промена убрзавају процесе ерозије. Према Извештају Међувладиног панела за климатске промене (IPCC, 2019) утврђено је да земљиште када се обрађује без пракси конзервације, еродира и до 100 пута брже него што се

формира. Ризик од ерозије земљишта евидентан је широм света, а у будућности ће постати још већи услед температурних промена изазваних емисијама гасова са ефектом стаклене баште, што ће довести до смањења пољопривредне производње, смањења вредности земљишта и негативног утицаја на здравље људи. Широм Кине, 1998. године, велике поплаве захватиле су сливове река Јангце, Сонгхуа, Неи, Мин и Перл (Yangtze, Songhua, Nei, Min, and Pearl Rivers). Поплаве су изазвале 4.150 смртних случајева, погодиле су (директно или индиректно) 186 милиона људи, а укупни губици су били 70 милијарди америчких долара (Kobayashi, Porter, 2012). У мају 2014. године Републику Србију, Босну и Херцеговину и Хрватску, захватиле су интензивне падавине, које су изазвале велике поплаве. На територији Србије 1,6 милиона људи било је погођено овим догађајем, 51 особа је изгубила живот, а директна штета од поплава износи 1,7 милијарди долара (Извештај, 2014). У Цакрти почетком 2020. године, обилне падавине изазвале су изливање река Киливунг и Кисадане (Ciliwung and Cisadane). Економски губитак процењен је на око 572 милиона долара, 176.000 људи је расељено, а 66 особа је изгубило животе (<https://earthobservatory.nasa.gov/images/146113/torrential-rains-flood-indonesia>). У ноћи између 3. и 4. октобра 2024. године, након обилних падавина, делови Босне и Херцеговине су поплавлени, а према званичним подацима од 14. октобра 2024. године живот је изгубило 26 особа. Сличне поплаве повезане са ерозијом догодиле су се у многим другим земљама, као што су Колумбија, Индија, Филипини и Демократска Република Конго.

Ови догађаји указују на све већи глобални ризик од ерозије земљишта и потребу за хитним мерама заштите и управљања земљишним ресурсима.

МЕРЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА У УСЛОВИМА ПРОМЕНЕ КЛИМЕ

Конзервација земљишта у контексту климатских промена је од виталног значаја за одржавање продуктивности и биодиверзитета екосистема. Климатске промене утичу на повећање учесталости и интензитета екстремних временских услова као што су суше, поплаве и олује, што може довести до деградације и губитка плодног земљишта. Применом одговарајућих мера конзервације као што су успостављање вегетације и/или изградња објеката, могуће је повећати отпорност земљишта на ерозију и климатске промене (Вулевић, 2017). Ово није само битно за очување природе већ и за обезбеђивање сигурности хране и економске стабилности за будуће генерације.

Приступ конзервације земљишта који могу спречити или минимизирати штету од деградације земљишта, у литератури се деле на традиционалне и модерне (Ahamefule et al., 2020). Традиционални приступ подразумева конзервациону обраду земљишта (Ding et al. 2023), ротацију усева, малчирање, контурну обраду земљишта, терасирање, формирање травних водопутева, управљање системима за наводњавање (Ahamefule et al., 2020), а модерни примену заштитних усева, агрошумарство, "пластично" малчирање (plastic mulching) и гајење култура на површинама без претходне обраде земљишта (no/till farming или zero tillage) (Dutta et al. 2023). Одрживе праксе управљања земљиштем (Sustainable land management – SLM) представљају свеобухватно управљање свим доступним природним ресурсима ради побољшања животних услова, подршке управљању речним сливовима и организације различитих начина коришћења земљишта (шумарство, пашњаци, пољопривреда) на интегрисан начин како би се ојачале екосистемске услуге земљишта, као и борба и прилагођавање локалним климатским променама (Zlatić et al.,

2022). Циљ је пружити свеобухватну подршку за формулисање одрживих стратегија развоја пољопривреде, подстичући здравље, еколошку прихватљивост и социо-економску одрживост пољопривредних система. Најчешће коришћене праксе очувања земљишта укључују технике као што су контурно орање, садња заштитних усева, употреба травног покривача, тракаста обрада, малчирање, терасирање, постављање камених или земљаних насипа, смањена обрада и необрађивање земљишта (слика 4).



Слика 4. а) пољезаштитни појасеви (<https://blog.treetime.ca/shelterbelt-planting-guide/>) б) малчирање (<https://www.agroklub.rs/>), в) контурна обрада земљишта (<https://agrigrreenhands.com/>), г) терасирање (<https://pixabay.com/>).

Ове методе су препознате као ефикасне у смањењу ерозије земљишта. На пример, покровни усеви, травни покривач и малчирање помажу у ублажавању директног удара кишних капи на површински слој земљишта, док контурисање, терасирање и тракаста обрада помажу у контроли отицања воде и смањењу ерозивне снаге воде. Конзервациона обрада и примена биоугља су уобичајене стратегије за повећање садржаја органског угљеника у земљишту и развој микробиолошког раста и разноврсности, што доводи до побољшања физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта (Ding et al. 2023). Практике као што су смањена обрада и необрађивање земљишта чувају структуру земљишта, повећавају његову отпорност на ерозију и смањују нарушавање слојева земљишта.

Контурна обрада земљишта спада у основну противерозиону меру (Kadović, 1999), а обухвата орање и садњу по изохипсама (контурама). Земљиште се обрађује по

изохипсама, па свака новонастала бразда представља препреку површинском отицању и повећава количину воде коју земљиште упија. На овај начин се смањује испаравање и вода у земљишту се дуже задржава, што је посебно корисно у сушним регионима или сушним периодима године. Контурна обрада земљишта има широку примену, али је ипак треба користити у систему са другим мерама (Kadović, 1999).

Терасирање земљишта чини пољопривреду ефикаснијом и одрживијом, посебно у брдовитим подручјима. Омогућава коришћење нагнутих терена који би иначе били тешко обрадиви. Терасирање се обично препоручује само за интензивно коришћена ерозивна пољопривредна земљишта, јер терасе смањују брзину отицања воде, чиме се смањује могућност ерозије земљишта (Kadović, 1999). Вода задржана на свакој тераси омогућава бољу апсорпцију хранљивих материја, што побољшава плодност земљишта и принос усева. Пошто су терасе подложне природној деградацији, чему доприносе и оштећења настала од механизације, приликом израде потребно је направити добар избор материјала за терасирање земљишта на основу намене тераса (Васић и сар., 2022).

Контурно насипање подразумева изградњу мале земљане баријере дуж нагиба земљишта (дуж линије контуре) како би се нагиб поделио на низ мањих делова, чиме се повећава брзина инфилтрације воде смањењем брзине отицања. Земљани насип је техничка мера која обухвата насип од земље, камена или њихове комбинације, изграђен дуж контура и стабилизован вегетацијом. Насипи смањују брзину отицања воде и ерозију земљишта задржавањем воде иза насипа и омогућавајући инфилтрацију воде.

Малчирање је пољопривредна техника која се користи за покривање површине земљишта слојем материјала како би се постигле различите користи. Овај слој, познат као малч, може бити од органских (на пример, слама, компост, лишће) или неорганских (пластичне фолије, муљ) материјала. Примена малчирања има неколико предности: спречава ерозију земљишта, чува влагу, контролише коров, регулише температуру и побољшава плодност земљишта. Осим функционалних предности, малчирање такође може да улепша изглед пољопривредних и вртних површина.

Ротирање усева (плодоред) је систем који подразумева измену врста биљака које се узгајају на одређеној парцели током различитих сезона. Ова пракса помаже у спречавању исцрпљивања одређених хранљивих материја из земљишта и смањује ризик од појаве штеточина и болести специфичних за одређене усеве. Плодоред, такође познат као секвенцијално гајење, побољшава здравље земљишта управљањем земљиштем и плодношћу, смањењем ерозије, побољшањем здравља земљишта и повећањем доступности хранљивих материја за усеве. Због климатских промена, временски услови постају све нестабилнији, и различито утичу на поједине културе, што значи да узгој више култура обезбеђује сигурнију производњу.

Приступ сортама отпорним на климатске промене је још један изазов за пољопривредне произвођаче, јер климатске промене утичу на сужавање генофонда и смањење приноса и квалитета усева (воће, поврће, житарице) (<https://stips.minpolj.gov.rs/>). Програми за оплемењивање могу укључити гене толерантне на абиотички стрес (суша, високе температуре, засићеност водом) и биотички стрес (присуство болести, инсеката и штеточина) у сорте усева које могу издржати ефекте климатских промена и повећати

продуктивност. Занемарене и недовољно искоришћене биљке такође имају потенцијал да ублаже утицаје климатских промена и пруже високу нутритивну вредност.

Агрошумарство представља начин управљања земљиштем у одрживој пољопривреди комбиновањем традиционалних пољопривредних активности са шумарским праксама. Поред смањења утицаја ветра на усеве, заштите земљишта од прекомерне сунчеве светлости стварањем засене, подизање заштитних појасева представља добар начин враћања биодиверзитета и услуга екосистема на пољопривредне парцеле. Агрошумарство и системе пољопривреде базиране на укључивање дрвенастих врста, треба промовисати на слабо продуктивним пољопривредним земљиштима где је простор за повећање приноса усева путем стандардних пољопривредних техника ограничен. Ови системи дају значајан допринос адаптацији на климатске промене смањењем испаравања, при чему је задржана вода доступна биљкама за раст и веће приносе.

ЗАКЉУЧАК

Глобалне пројекције климатских промена указују на прилично мрачну будућност у погледу учесталости и интензитета екстремних временских догађаја. Екстремне климатске прилике, као што су суше, поплаве и урагани, уништавају стоку и усеве, као и претећу инфраструктуру. Ови екстремни услови доприносе деградацији екосистема, укључујући ерозију и опадање квалитета земљишта. Климатске промене имају каскадни ефекат који директно утиче на агроекосистеме, што доводи до последица по пољопривредну производњу, а затим изазива економске и социјалне проблеме који угрожавају сигурност хране и изворе прихода.

Мере конзервације земљишта у условима климатских промена су кључне за одрживу пољопривреду и очување природних ресурса. Значај мера за очување земљишта не може се преценити, посебно пред све већим изазовима које постављају климатске промене. Усвајањем одрживих пракси као што су контурна обрада земљишта, ротација усева и терасирање, можемо ефикасно ублажити ерозију земљишта, побољшати плодност и задржавање воде, што је све кључно за одржавање пољопривредне продуктивности. Климатске промене, које предвиђају значајан пораст температура и смањење падавина, захтевају примену свеобухватних и интегрисаних приступа за заштиту земљишта и интензивирање рада на примени мера конзервације земљишта уз подизање свести и едукацију становништва. Ове мере доприносе и очувању биодиверзитета. Улагањем у одрживе праксе конзервације земљишта, можемо осигурати будућу безбедност хране и здравље нашег животног окружења. Императив је да креатори политике, пољопривредни произвођачи и локалне заједнице сарађују на спровођењу конзервационих мера прилагођених условима на датом подручју, с обзиром да је здравог земљишта (и здраве хране) све мање.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahamefule, H.E., Eifediyi, E.K., Amana, M.S., Olaniyan, J.O., Ihem, E., Ukelina, C.U., Adepoju, A.S., Taiwo, R.A., Fatola, F.O. (2020): Comparison of traditional and modern approaches to soil conservation in a changing climate: a review. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 54(1), 44-62.
2. Brooks, H. E. (2013): Severe thunderstorms and climate change. *Atmospheric Research*. Volume 123, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.04.002>.
3. Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver, and M. Wehner, 2013: Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Doschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P.M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, pp. 1029-1136, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.024>.
4. DeLonge, M., Basche, A. (2018): Managing grazing lands to improve soils and promote climate change adaptation and mitigation: a global synthesis. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(3):267-278. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000588>.
5. Ding, X., Li, G., Zhao, X., Lin, Q., Wang, X. (2023): Biochar application significantly increases soil organic carbon under conservation tillage: an 11-year field experiment. *Biochar* 5, 28 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42773-023-00226-w>
6. Djurdjevic, V., Rajkovic, B. (2010); Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments, In: *Advances in Environmental Modeling and Measurements*, Editors: T. D. Mihajlovic and Lalic B., Nova Publishers.
7. Dragović, N., Vulević, T. (2020): Soil Degradation Processes, Causes, and Assessment Approaches. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_86
8. Dutta, S., Singh, M., Begam, A., Bhattacharjee, S., Meena, B.L., Kumar, S. (2023): Improvement of Growth, Yield and Soil Fertility in Wheat through Tillage and Nutrient Management Practices. *J Soil Sci Plant Nutr* 23, 5374–5388. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01408-y>
9. EUROPEAN COMMISSION 2006: Thematic Strategy for Soil Protection
10. FAO (2013): Report of the First Meeting of the Plenary Assembly of the Global Soil Partnership (Rome, 11-12 June 2013). Hundred and Forty-eighth session, Rome, 2-6 December 2013, CL 148/13, Rome.
11. FAO (2016): THE STATE OF FOOD AND AGRICULTURE. Climate change, agriculture and food security. Rome, 2016.
12. FAO (2017): Agroforestry for landscape restoration: Exploring the potential of agroforestry to enhance the sustainability and resilience of degraded landscapes. Rome. <https://doi.org/10.4060/i7374e>
13. FAO (2020): FAO Soils Portal Key definitions. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO).
14. Gavrilović S. (1972): Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji. Specijalno izdanje časopisa Izgradnja.
15. IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special*

- report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>.
16. Eekhout, J.P.C., de Vente, J. (2022): Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012825222000058#section-cited-by>
 17. Kadović, R., Bohajar Monsour Ali, Y., Perović, V., Belanović Simić, S., Todosijević, M., Tošić, S., Anđelić, M., Mlađan, D., Dovezenski, U. (2016): Land Sensitivity Analysis of Degradation using MEDALUS model : Case Study of Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection, ISSN 2083-4772, Dec 2016, vol. 42, issue 4, str. 40-48, ilustr., doi: 10.1515/aep-2016-0045
 18. Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblas-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi and H.J. Wang (2013): Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
 19. Kobayashi, Y., Porter, J. W. (2012): Flood risk management in the People's Republic of China: Learning to live with flood risk, Asian Development Bank.
 20. Lal, R. (1997). Degradation and resilience of soils, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 352:997–1010.
 21. Lal, R. (2010): Soil Degradation and Food Security in South Asia. Climate Change and Food Security in South Asia, Springer, Dordrecht, pp.137-152.
 22. Mihailović, D.T., Lalić, B., Jevtić, R., Keserović, Z., Petrović, Ž., Jasnić, S. (2012): Climate change impacts and adaptation options in Serbia – results from the ADAGIO project. Impact of Climate Change and Adaptation in Agriculture – International Symposium, Vienna, 22-23 June 2009.
 23. Nearing, M. A. (2013): Soil erosion and conservation. In J. Wainwright & M. Mulligan (Eds.), Environmental modelling: Finding simplicity in complexity (2nd ed., pp. 365–378). John Wiley & Sons, Ltd.
 24. Papalexiou, S.M., Montanari, A. (2019): Global and Regional Increase of Precipitation Extremes Under Global Warming. Water Resources Research Volume 55, Issue 6 p. 4901-4914. <https://doi.org/10.1029/2018WR024067>.
 25. Porter, J.R., L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Traverso (2014): Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.

26. Sekulić, G., Dimović, D., Krnaiski Jović Z.K., Todorović, N. (2012): Procena ranjivosti na klimatske promene–Srbija, WWF (Svetski fond za prirodu), Centar za unapređenje životne sredine, Beograd.
27. Trenberth, K.E. (2011): Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, Vol. 47. pp.123-138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>.
28. van Lynden, G.W.J. (2004): European and World soils: present situation and expected evolution. I International Conference on Soil and Water Compost eco-biology. September 2004, Leon, Spain, pp. 55-62.
29. Zlatić, M., Todosijević, M., Lazarević, K., Momirović, N. (2021). Natural and Socio-Economic Effects of Erosion and Its Control in Serbia (Chapter 26). In: Li, R., Napier, T.L., El-Swaify, S.A., Sabir, M., Rienzi, E. (eds) *Global Degradation of Soil and Water Resources*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7916-2_26.
30. Васић, Ф., Станимировић, М., Јовановић, Н. (2022): Избор материјала за терасирање земљишта: Процена карактеристика и економичности. Часопис за уређење бујица и заштиту од ерозије “ЕРОЗИЈА”, број 48, стр. 45-55. ISSN 0350-9648.
31. Вулевић, Т. (2017): Вишекритеријумско одлучивање у функцији конзервације земљишних и водних ресурса брдско-планинских подручја централне Србије, докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
32. Извештај о процени потреба за опоравак и обнову последица поплава (2014): Поплаве у Србији 2014. Влада Републике Србије. Доступно на: <https://www.obnova.gov.rs/uploads/useruploads/Documents/Izvestaj-o-proceni-potreba-za-oporavak-i-obnovu-posledica-poplava.pdf>
33. Стричевић, Р., Продановић, С., Ђуровић, Н., Петровић Обрадовић, О., Ђуровић, Д. (2019): Извештај утицаја осматраних климатских промена на пољопривреду у Србији и пројекције утицаја будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија. Програм Уједињених нација за развој.
34. Кадовић, Р., Белановић Симић, С., Перовић, В., Белоица, Ј., Радојичић, Д. (2016): Безбедност земљишта – одговор на egzистенцијалне изазове животне средине. Деградација и заштита земљишта – тематски зборник. Уредник Снежана Белановић Симић; стр. 1-24.
35. Кнежевић, М., Кошанин, О. (2007): Практикум из педологије. Универзитет у Београду Шумарски факултет.
36. Тодосијевић, М. (2012): Еколошки и економски ефекти одрживог управљања земљишним ресурсима планинског подручја општине Љубовија, докторска дисертација. Универзитет у Београду, Шумарски факултет.
37. <https://atlas-klime.eko.gov.rs/> - Дигитални атлас климе Србије. Посећен 12.08.2024. године.
38. <https://agrigreenhands.com/>, посећен 12.08.2024. године
39. <https://dirtlocker.com/>, посећен 14.08.2024. године
40. <https://www.fao.org/conservation-agriculture/>, посећен 10.08.2024. године
41. <https://ourworldindata.org/>, посећен 07.08.2024. године
42. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146113/torrential-rains-flood-indonesia>, посећен 10.09.2024. године
43. <https://blog.treetime.ca/shelterbelt-planting-guide/>, посећен 12.10.2024. године
44. <https://www.agroklub.rs/>, посећен 12.10.2024. године
45. <https://agrigreenhands.com/>, посећен 12.10.2024. године
46. <https://pixabay.com/>, посећен 12.10.2024. године