



**ZBORNIK
AKADEMIJE
POLJOPRIVREDNIH
ZNANOSTI**

CROATIA ●

*PROCEEDINGS OF
THE ACADEMY OF
AGRICULTURAL
SCIENCES*

SVEZAK 3

Prosinac 2023.

VOLUME 3

December 2023

Zbornik Akademije poljoprivrednih znanosti
Proceedings of the Academy of Agricultural Sciences

Urednik Franjo Tomić
Editor in Chief

Uredništvo Vlado Guberac
Editorial Board Gordana Kralik
Tajana Krička
Ferdo Bašić
Zlatko Šatović

Tehnički urednik Samir Hadživdić
Technical Editor



Izdavač Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
Published by University of Zagreb Faculty of Agriculture

Kontakt Akademija poljoprivrednih znanosti (APZ)
Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
OIB: 78732556191
IBAN: HR6623600001102641832
E-mail: apz@agr.hr
Mrežne stranice: apz.agr.hr

Contact *Academy of Agricultural Sciences (APZ)*
Svetošimunska cesta 25, HR-10000 Zagreb, Croatia
VAT: 78732556191
IBAN: HR6623600001102641832
E-mail: apz@agr.hr
Web: apz.agr.hr

Zbornik Akademije poljoprivrednih znanosti je slobodno dostupan na mrežnim stranicama: <https://apz.agr.hr>

ISSN 2806-7630

Proceedings of the Academy of Agricultural Sciences are fully available on-line at:
<https://apz.agr.hr>



**Zbornik radova Okruglog stola 'Dezertifikacija, degradacija zemljišta, suša -
Stare prijetnje novi izazovi'**

*Proceedings of the round table 'Desertification, soil degradation, drought - Old threats,
new challenges'*

Osijek, 7. rujna 2020.

Osijek, September 7th, 2020

Organizator

Akademija poljoprivrednih znanosti, Odjel za bilinogojstvo

Organizers

Academy of Agricultural Sciences, Department of Plant Sciences

Organizacijski odbor

Organizing Committee

Danijel JUG
Franjo TOMIĆ
Ferdo BAŠIĆ
Zlatko ŠATOVIĆ

Gost-urednik

Guest Editor

Danijel JUG

Sadržaj

Contents

Danijel JUG

Napomena urednika

Editorial note

1

Danijel JUG

Dezertifikacija kao globalna prijetnja

Desertification as a global threat

3 – 10

Irena JUG

Može li klimatski pametna poljoprivreda promijeniti trendove degradacije zemljišta?

Can climate smart agriculture reverse land degradation trends?

11 – 15

Ksenija CINDRIĆ KALIN

Rizici od suše – rezultati i iskustva projekta DriDanube

Drought Risks – results and experience of DriDanube project

17 – 22

Ferdo BAŠIĆ

Osnovna pedološka karta Hrvatske - šezdeset godina poslije: Tragom tla iz poljoprivrede i šumarstva u primijenjene životne znanosti

Basic soil map of Croatia - Sixty years after: Tracing soil - From agriculture and forestry to applied life sciences

23 – 34

Uvod

Danijel JUG

Ova Zbornik donosi odabrane radove s okruglog stola "Dezertifikacija, degradacija zemljišta, suša – stare prijetnje novi izazovi" održanog 07. rujna 2020. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Okrugli stol je održan u okviru 13. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša", održanog od 07. – 09. rujna 2020. godine. Cilj ovog okruglog stola bio je okupiti zainteresirane znanstvenike i stručnjake širokog spektra interesa, kako bi se dodatno osnažila rasprava na zadanu temu i stvorili preduvjeti međusobnog povezivanja relevantnih institucija na ovom iznimno važnom području.

Navedena tematika okruglog stola zaslužuje značajan znanstveni, stručni, gospodarski, ekonomski, politički i ini prostor, budući da se nažalost pokazala i postala aktualnom temom koja će u vrlo bliskoj budućnosti značajno utjecati na određivanje i definiranje smjera razvoja poljoprivrede. Iz tematike odabranih radova jasno se uočava kompleksnost ove problematike, uz istovremenu potrebu za multidisciplinarnim i multisektorskim pristupom u rješavanju postojećih i predstojećih izazova.

Okrugli stol iznjedrio je niz zaključaka, od kojih izdvajam samo one najznačajnije:

1. Osnova za rješavanje bilo kojeg pitanja na nacionalnoj razini, a vezano za poljoprivredno zemljište pa tako i tlo, jesu jasni, nedvosmisleni i transparentni podaci o nacionalnim resursima, a prvenstveno o poljoprivrednom zemljištu, odnosno potreban je javan pristup bazama podataka.
2. Putevi suzbijanja klimatskih promjena leže u održivoj intenzifikaciji hrvatske poljoprivrede, povećanju elastičnosti agroekosustava provedbom konzervacijske poljoprivrede, održivim upravljanjem tлом, integriranjem biljne i stočarske proizvodnje, povećanjem biološke raznolikosti, i dr.
3. Nedostatna znanstvena i stručna angažiranost, kao i relativno niska i heterogena razina educiranosti i potrebe za aktualnim spoznajama na svim razinama društva o najznačajnijim pitanjima u domeni poljoprivredne proizvodnje (pa tako i o temi ovog okruglog stola).
4. Značajno parcijalno kašnjenje u usklađivanju legislative i donošenju pravnih okvira, koji su u skladu s EU i drugim inicijativama (primjerice FAO, UN), kao i u provedbi projekata na nacionalnoj razini za provedbu mjera prilagodbe i ublažavanja dezertifikacije, degradacije zemljišta i suše.
5. Naglašena je iznimna važnost i odgovornost svih poljoprivrednih resora s posebnim naglaskom na agronomске znanstvene institucije u kreiranju i promicanju razvojnih politika u poljoprivredi, na jačanju multi sektorskog komunikacijsko-edukacijskog i znanstveno-razvojnog aspekta svih razina i aktera poljoprivredne proizvodnje.

Na kraju ovog Uvodnika imam potrebu i zadovoljstvo zahvaliti Akademiji poljoprivrednih znanosti na organizaciji Okruglog stola, održanog u okviru 13. međunarodnog znanstveno-stručnog skupa "Poljoprivreda u zaštiti prirode i okoliša" te omogućila raspravu o ovoj iznimno aktualnoj i važnoj temi dezertifikacije, degradacije zemljišta i suše. Vjerujem i nadam se kako će akademske i stručne rasprave i promišljanja o ovoj temi i nadalje nailaziti na plodno tlo u okviru Akademije poljoprivrednih znanosti.

Prof. dr. sc. Danijel Jug

Gost urednik Zbornika APZ

Dezertifikacija kao globalna prijetnja

Danijel JUG (✉)

Sažetak

Dezertifikacija i suša međusobno se nalaze u snažnoj interkonekciji s klimatskim promjenama i degradacijom tla i zemljišta. Primjenjujući definiciju dezertifikacije prema UNCCD-u (United Nations Convention to Combat Desertification), kao degradaciji zemljišta u aridnim, semiaridnim i suhim subhumidnim područjima, ovakvih je zemljišta preko 40 % od ukupne površine Zemlje, a u tim istim područjima živi preko trećina svjetske populacije. Iako su dezertifikacijom najviše pogođene Afričke zemlje, ovaj degradacijski proces ima sve veći utjecaj i na druge dijelove Zemljine površine. Ishodište dezertifikacije može biti prirodno i antropogeno, ali u današnje vrijeme uglavnom prevladava antropogeni karakter, implicirajući značajan negativan i degradacijski učinak ljudskih aktivnosti na okoliš, a u ovom slučaju primarno na tlo/zemljište. Veliki je broj pojedinačnih uzročnika dezertifikacije, ali njen degradirajući efekt ima negativne implikacije na sve okolišne, socio-ekonomske i proizvodno-gospodarske segmente. U budućnosti se očekuje sve veći udio površina zahvaćenih dezertifikacijom, a kao glavni krivac navode se klimatske promjene, ali i neodgovarajući (degradirajući i neodrživi) pristup proizvodnji hrane. Danas postoje razne platforme koje imaju snažan potencijal za borbu protiv uzročnika dezertifikacijskih procesa, ali isto tako i tehnološka rješenja za preveniranje i prilagodbu na njih. Međutim, još uvijek je nedovoljno razvijena svijest i angažman čovjeka najveća prepreka adekvatnom odgovoru na dezertifikaciju.

Ključne riječi

dezertifikacija, degradacija tla i zemljišta, klimatske promjene

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska

✉ Corresponding author: djug@fazos.hr

UVOD

Dezertifikacija se u današnje vrijeme smatra jednim od najalarmantnijih i najkompleksnijih degradirajućih procesa poljoprivrednog tla i zemljišta, odnosno okoliša (Mirzabaev i sur., 2019). Dezertifikacija može biti posljedica, ali i uzročnik daljnjih degradacijskih procesa. Degradacijski procesi dovode do drastičnog smanjenja ili potpunog gubitka sposobnosti biološke produkcije tla odnosno zemljišta. Često se u medijima, ali isto tako i u stručnim pa i znanstvenim člancima može uočiti nedovoljno nepoznavanje i razumijevanje ove problematike, a najvidljivije kroz netočnu pretpostavku kako se dezertifikacija događa samo u ekstremno sušnim predjelima svijeta, a uobičajeno samo u Africi. Netočnost ove pretpostavke nije samo akademskog značaja, već ono predstavlja i ozbiljan ograničavajući i limitirajući element za akcijsko djelovanje u cilju sprječavanja intenzifikacije degradacijskih procesa, kao i provedbu odgovarajućih mjera prilagodbe. Primjeri dezertifikacije uočavaju se u gotovo svim dijelovima svijeta (izuzetak je samo Antarktika), a može biti uzrokovana antropogenim i/ili prirodnim utjecajem (Reed i Stringer, 2016). Smatra se kako je u današnje vrijeme, a posebice zbog činjenice sveprisutnosti globalnih klimatskih promjena i izravnih i neizravnih posljedica, antropogeni uzrok dezertifikacije daleko izraženiji od prirodnog utjecaja. Dezertifikacija predstavlja globalni problem (Mirzabaev i sur., 2019), a računa se kako je njome zahvaćena trećina zemljine površine i preko milijarda ljudi, izravno i neizravno ugroženo, implicirajući izrazito negativan utjecaj na socijalni, ekonomski i gospodarski status stanovništva.

Definicija dezertifikacije

Postoji više različitih načina definiranja i razumijevanja, a time i izostanka konsenzusa o jedinstvenoj definiciji dezertifikacije. Prema UNCCD-u (*United Nations Convention to Combat Desertification*) (1997), "Dezertifikacija predstavlja degradaciju zemljišta u aridnim, semiaridnim i suhim subhumidnim područjima kao rezultat utjecaja različitih faktora, uključujući klimatske varijacije i ljudsku aktivnost". Ova se definicija nalazi u "Konvenciji Ujedinjenih naroda o suzbijanju dezertifikacije u zemljama pogođenim jakim sušama i/ili dezertifikacijom, osobito u Africi", u njenom prvom članku. Proširena definicija naglašava kako je dezertifikacija i "svako progresivno i neodrživo smanjenje usluga ekosustava koje pruža tlo i zemljište", tako da ne uključuje samo sušna područja, već svako ugroženo područje. UNCCD je osnovan 1994. godine s ciljem zaštite i obnove zemljišta i osiguranja sigurnije, pravednije i održivije budućnosti. UNCCD je jedini pravno obvezujući okvir uspostavljen s ciljem rješavanja problema dezertifikacije i učinaka suše. U Konvenciju je uključeno 197 stranaka, od čega je 196 država članica i Europska Unija. Hrvatska je potpisnica Konvencije od 4. siječnja 2001 (2008). Generalna Skupština Ujedinjenih Naroda 1995. godine je proglasila 17. lipnja Svjetskim danom suzbijanja dezertifikacije. UNCCD ujedinjuje vlade, kreatore politika, znanstvenike, gospodarstvenike i druge, kroz različite programe kako bi se ispunili osnovni ciljevi: osiguranje smještaja, dostane količine, hrane, vode, i ekonomskog prosperiteta za sve ljude.

- Dezertifikacija nije fizičko širenje postojećih pustinja, već degradacija plodnog tla i zemljišta
- Povijesne konotacije: propast velikih civilizacija uslijed ljudskog djelovanja i klimatskih promjena (primjeri Bliski istok – plodni polumjesec, Irak, Iran, Sirija, Mezopotamija, Inke, Maje, Asteci...)
- Dezertifikacija pogađa sve kontinente osim Antarktike
- Afrika je kontinent najjače pogođen dezertifikacijom
- Približno 52 milijuna km² nalazi se u zoni suhih staništa (gotovo polovica Zemljine površine, izuzimajući zaleđene površine)
- Prema UNEP-u (*United Nations Environment Programme*) dezertifikacijom je pogođeno preko 36 milijuna km² Zemljine površine, zbog čega ona predstavlja međunarodni problem
- Prema UNCCD-u (*United Nations Convention to Combat Desertification*) dezertifikacijom je izravno pogođeno preko 250 milijuna ljudi
- Do 2045. godine očekuju se migracije preko 135 milijuna ljudi kao izravna posljedica dezertifikacije

Uzroci dezertifikacije

Uzroci dezertifikacije imaju prirodno (ciklički događaji i procesi na Zemlji i djelovanjem sunčeve aktivnosti) i antropogeno ishodište (uzrokovano ljudskom aktivnošću), s tim da klimatske promjene (kao jedan od najznačajnijih uzročnika širenja dezertifikacije) mogu pripadati i jednoj i drugoj ishodišnoj skupini. Intenzifikacija dezertifikacije izravno se povezuje s klimatskim promjenama (Mirzabaev i sur., 2019), što upućuje na činjenicu kako se od 1850-tih godina, od kada postoje kontinuirana praćenja klimatoloških mjerenja i opažanja, temperatura Zemlje povećala se za 0,75 °C. Iako se ovo povećanje na prvu može činiti "malo", znanstvenici kao posljedice ovog procesa zagrijavanja na globalnoj razini, navode pokretanje i intenziviranje mnogih degradacijskih procesa, među kojima je i dezertifikacija.

Dezertifikacija predstavlja oblik degradacije tla, a koja se dijeli na 4 glavna tipa (Lal, 2015): fizikalna, kemijska, biološka i ekološka. Svaki od navedenih tipova se može promatrati u smislu gubitka potencijalne ili efektivne plodnosti tla uzrokovane prirodnim ili antropogenim čimbenicima.

Područja pogođenih dezertifikacijom, u globalnoj perspektivi, obično se dijele na četiri osnovne grupe:

- navodnjavane poljoprivredne površine (akumulacija soli u tlu)
- svjetske žitnice s količinom oborina manjom od 600 mm (nakon žetve žitarica pa sve do sljedeće vegetacije žitarica, površina ostaje izložena vodenoj i vjetroj eroziji)
- površine za ispašu stoke (oštećenja tla i vegetacije)
- suha šumska područja (deforestacija prekomjernom sječom drvene mase i njenom pretvorbom u drveni ugljen za kuhanje i grijanje).

Osjetljivost tla na degradacijske procese uzrokovane dezertifikacijom izravno su uvjetovane klimatskim čimbenicima, reljefom, stanjem tla, vrstom prirodne vegetacije i načinom korištenja tla (Jug i sur., 2018). Dezertifikacija je u uzročno-

posljedičnoj vezi s klimatskim promjenama, a međusobno ih povezuje isti nazivnik – suša. Klimatske promjene utječe na eroziju tla te na pogoršanje njegove kemijske, fizikalne i biološke komponente. Stanje tla (fizikalna, kemijska i biološka svojstva) je glavni faktor, posebice u sušnijim regijama, koji utječe na njegovu osjetljivost na procese dezertifikacije uzrokovane antropogenim djelovanjem. Suša se učestalo javlja u područjima pogodnim dezertifikacijom i ona predstavlja glavno obilježje takvih područja. Odnos između dezertifikacije i suše, s jedne strane i dezertifikacije i antropogenog utjecaja s druge strane, vrlo je kompleksan (UNCCD, 2014). Povremena sušna razdoblja (tijekom jedne sezone ili varijacije u količini oborina unutar iste ili između različitih godina) i dugogodišnja sušna razdoblja šireg regionalnog utjecaja, mogu biti prouzročena i/ili pogoršana antropogenim utjecajem na okoliš (smanjenje prirodne ili kulturne vegetacije, promjena lokalnih klimatskih prilika, efekt staklenika itd).

Dezertifikacija kao uzrok/posljedica:

- Klimatskih promjena
- Deforestacije
- Prekomjerne ispaše
- Siromaštva
- Političke nestabilnosti
- Neplanskog navodnjavanja
- Kombinacije navedenih faktora
- Smanjenja biološke produktivnost tla i zemljišta
- Socio-ekonomske implikacije
- Proizvodno-gospodarske implikacije

Suša je prirodna pojava koja nastaje kada se količina oborina smanji znatno ispod prosječne razine, uzrokujući ozbiljne hidrološke neravnoteže koje negativno utječu na proizvodne sustave zemljišnih resursa (Slika 1). Sastavni je i prirodni dio klime i javlja se u gotovo svim klimatskim zonama, iako posljedice nisu posvuda jednake. Kategorizira se kao hidrometeorološka opasnost, odnosno opasan fenomen, koji snažno utječe na zdravlje ljudi, izaziva materijalnu štetu, osiromašuje stanovništvo, izaziva socijalni i gospodarski poremećaj i čini štetu okolišu. Nedostatak vode često se javlja s visokim temperaturama uzrokujući toplinski stres biljaka. Negativan utjecaj suše moguće je spriječiti, osim navodnjavanjem, i nekim agrotehničkim zahvatima kao što su

povećanje sadržaja organske tvari i primjena odgovarajućih sustava obrade tla. Postoji nekoliko različitih oblika suša. Tako se kao najznačajnije navode:

- Atmosferska suša – nastaje kao posljedica dužeg bezoborinskog razdoblja, a prate ju niska vlažnost zraka najčešće praćena visokom temperaturom.
- Meteorološka (klimatološka) suša – uzrokovana je smanjenom količinom oborine u odnosu na višegodišnji prosjek ili se javlja kao posljedica potpunog izostanka oborina u određenom vremenskom razdoblju. Klimatološka suša se može naglo razviti i naglo prestati.
- Poljoprivredna suša – suša izazvana nedostatkom vode u tlu što izaziva stres kod biljaka, a kao refleksija dolazi do smanjenja biomase i prinosa.
- Hidrološka suša – nastaje u slučaju kada se opskrba površinskim i podzemnim vodama (vodonosnicima, jezerima i akumulacijama), smanji ispod utvrđenog statističkog prosjeka.

Utjecaj dezertifikacije na globalnoj (svjetskoj) razini

Dezertifikacija ima globalno jak utjecaj prvenstveno zato što utječe na ciklus ugljika. Kao posljedica uništavanja nativne (prirodne) vegetacije i deforestacije (rašumljavanja) dolazi do povećanja koncentracije CO₂ u atmosferi kojeg drveće više ne uspeva apsorbirati (negativna neto produkcija kisika), a od ostalih plinova vrlo važnu ulogu igraju CH₄ i NO_x. Generalno, nevedeni plinovi zajedno pridonose efektu staklenika, odnosno povećanju prosječne temperature atmosfere. Pojavi efekta staklenika, odnosno povećanja količine ugljika u atmosferi, pridonosi i izgaranje fosilnih goriva, kao i intenzivno stočarstvo (pri čemu se oslobađaju sva tri plina zajedno).

Značajna količina ugljika pohranjena je u vegetaciji suhih područja i to u prosjeku od 30 t/ha, koja se drastično smanjuje ako ta vegetacija nestane, odnosno ako se uništi. Dakako, ugljikom bogata tla, koja se najčešće mogu naći u suhim područjima, pohranjuju značajne količine ovog elementa. Praktički je pola od ukupne količine ugljika na Zemlji pohranjeno u organskoj tvari tla, nego je to u ukupnoj Svjetskoj vegetaciji. Iz rečenog se vrlo jednostavno može zaključiti da je organska tvar veliki rezervoar ugljika na Zemlji, bilo da se radi o živoj organskoj tvari (npr. šume, trava, usjevi) ili neživoj organskoj tvari (npr. organska tvar tla-



Slika 1. Suša kao uzrok/posljedica dezertifikacije (foto: D. Jug)

humus, žetveni ostaci i dr.). Narušavanjem ravnoteže produkcije organske tvari (vezanje ugljika) i razgradnje organske tvari (oslobađanje ugljika), koja sve više odmiče u smjeru oslobađanja ugljika, dovodi do daljnjih procesa dezertifikacije.

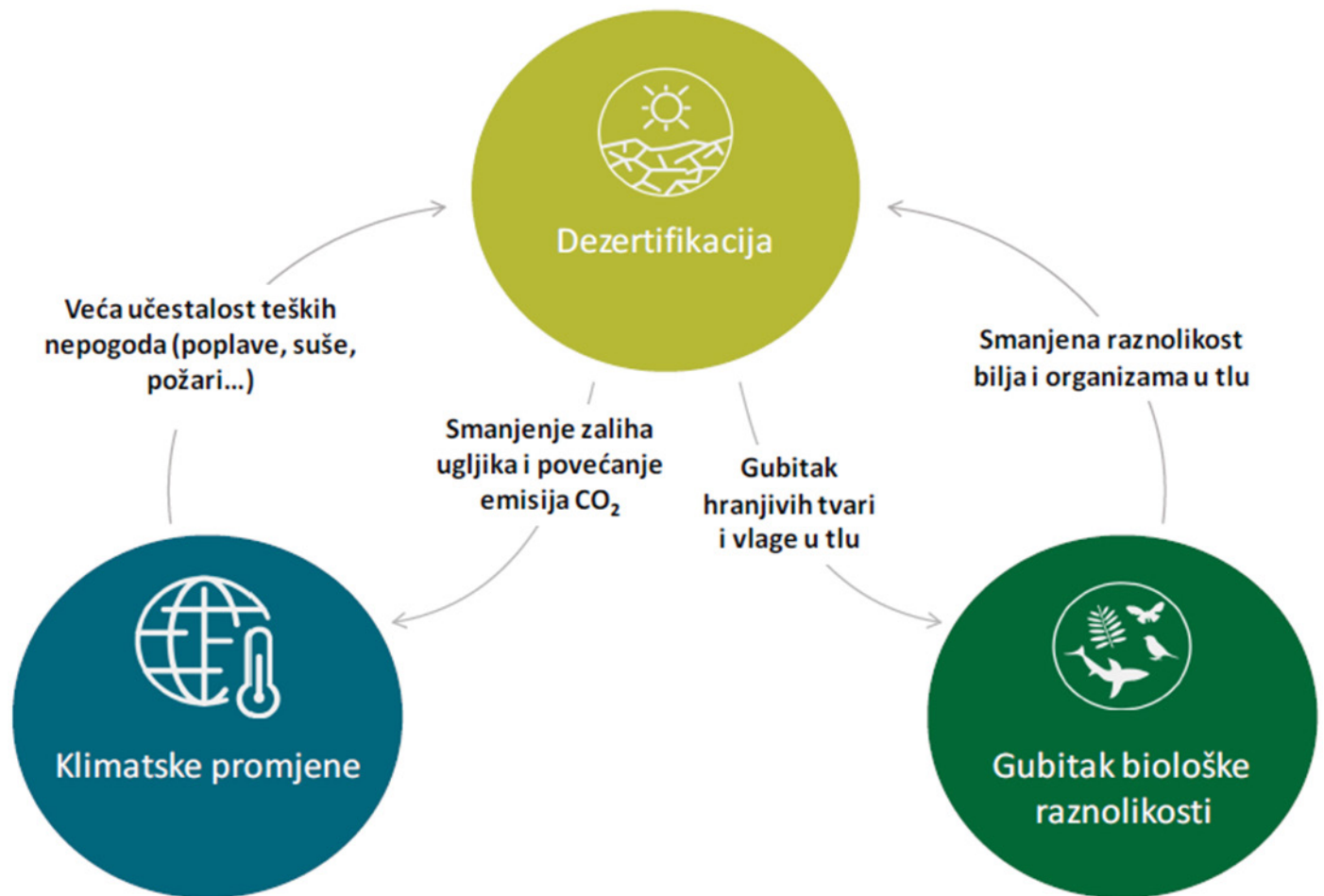
Smanjenje biološke raznolikosti također je posljedica dezertifikacije na lokalnoj i globalnoj razini, a podjednako se odražava na biljne i životinjske organizme, kao i na mikroorganizme. Važnost bioraznolikosti najviše dolazi do izražaja u ruralnim krajevima (najlakše se uočava), a posebice u sušnim područjima. U ovim je područjima adekvatna jedino ekstenzivna poljoprivreda – i po okoliš i po stanovništvo koje od takve poljoprivrede živi (Slika 2).

Vrlo važna posljedica dezertifikacije je njen negativan utjecaj na smanjenje rezervi svježe pitke vode, i to na način da direktno utječe na količinu i tokove riječne vode, kao i na razinu podzemne vode. Uslijed ovih procesa dolazi do pojačane salinizacije vode, narušavanja bioraznolikosti, ograničenja mogućnosti za ribolov, daljnje potrošnje vode za navodnjavanje itd.). Nedostatna količina vode, u konačnici, vodi nekontroliranoj potrošnji podzemnih rezervi fosilne vode (čista voda u akviferima na velikim dubinama u tlu).

Utjecaj prirodne vegetacije i poljoprivrede na dezertifikaciju

Uništavanjem i nestankom šumskog biljnog pokrova (spaljivanje, sječa), koji zbog svoje dugovječnosti i sposobnosti razvijanja snažnog korjenovog sustava jamče učinkovitu zaštitu od degradacije tla, značajno se povećava osjetljivost tla na negativne utjecaje koji vode ka dezertifikaciji. Uništavanjem prirodnog travnjačkog i šumskog vegetacijskog pokrova u sušnim područjima, utječe na temperaturu površinskog (biogenog) sloja tla, kao i na vlažnost zraka, a uzročno-posljedično utječe i na kretanje zračnih masa, odnosno količinu oborina. Nadalje, sušenje tla i uništavanje površinskog biljnog pokrova pojačava eolsku (vjetrenu) eroziju tla čime se dodatno intenzivira degradacija tla (UNCCD, 2014).

Na intenzifikaciju dezertifikacije vrlo značajno utječe i neodrživa poljoprivredna proizvodnja i općenito poljoprivreda neprilagođena regionalnim specifičnostima. Neadekvatna primjenjivost pojedinih poljoprivrednih sustava (najčešće intenzivna poljoprivreda) slabije će doći do izražaja u područjima s dovoljno vlage.



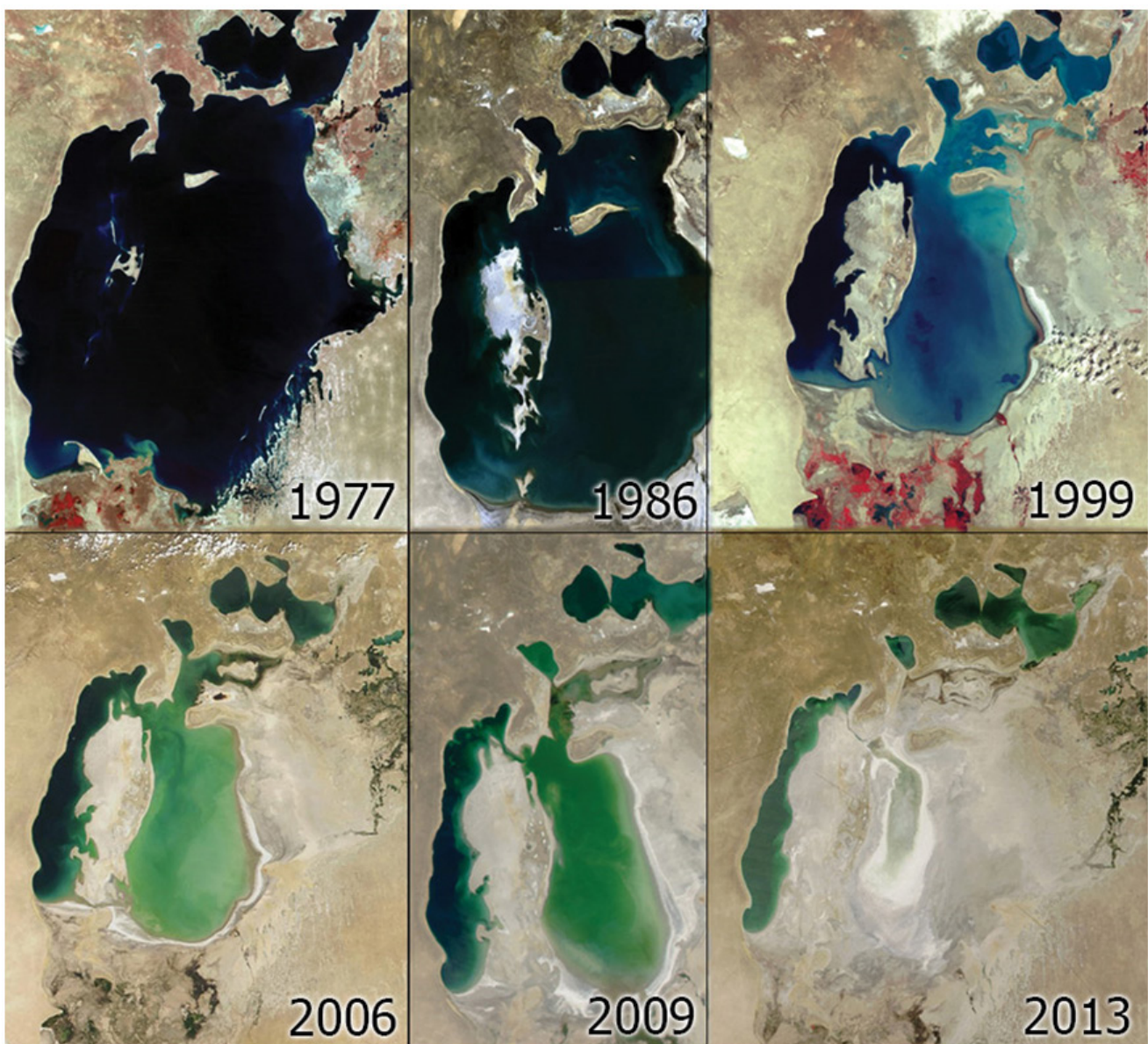
Slika 2. Odnos između dezertifikacije, gubitka biološke raznolikosti i klimatskih promjena (izvor: Europski revizorski sud na temelju publikacije Svjetskog istraživačkog instituta, "Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis", 2005., str. 17)

Primjer neadekvatne primjene poljoprivrede je Aralsko jezero u Kazahstanu koje je nakon 40 godina neplanskog korištenja vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina gotovo presušilo. Jezero je smanjilo volumen za više od 80 %, dvostruko je slanije, uništeno je ribnjačarstvo, a lokalni klimatski uvjeti su drastično narušeni (Slika 3). Međutim, ako se isti takav poljoprivredni sustav primjeni u semiaridnim (polusuhim) i aridnim (suhim) područjima ili samo u pojedinoj suhoj godini, može doći do značajne degradacije tla i intenziviranja daljnjih procesa dezertifikacije. Neki od najčešćih pogrešaka u poljoprivredi koje dovode do razvoja dezertifikacije jesu: prekomjerna ispaša, golosječa (u šumarstvu), odnošenje žetvenih ostataka zajedno s urodom, preintenzivna obrada tla (i po dubini i po broju prohoda).

Niz je mjera na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj razini koje se mogu provoditi ili se provode protiv degradacijskog utjecaja dezertifikacije. U primjeni bilo koje od ovih skupina mjera, postoje

značajne razlike u pristupu. Neki od primjera lokalne razine mjera koji se prvenstveno primjenjuju u aridnim područjima jesu:

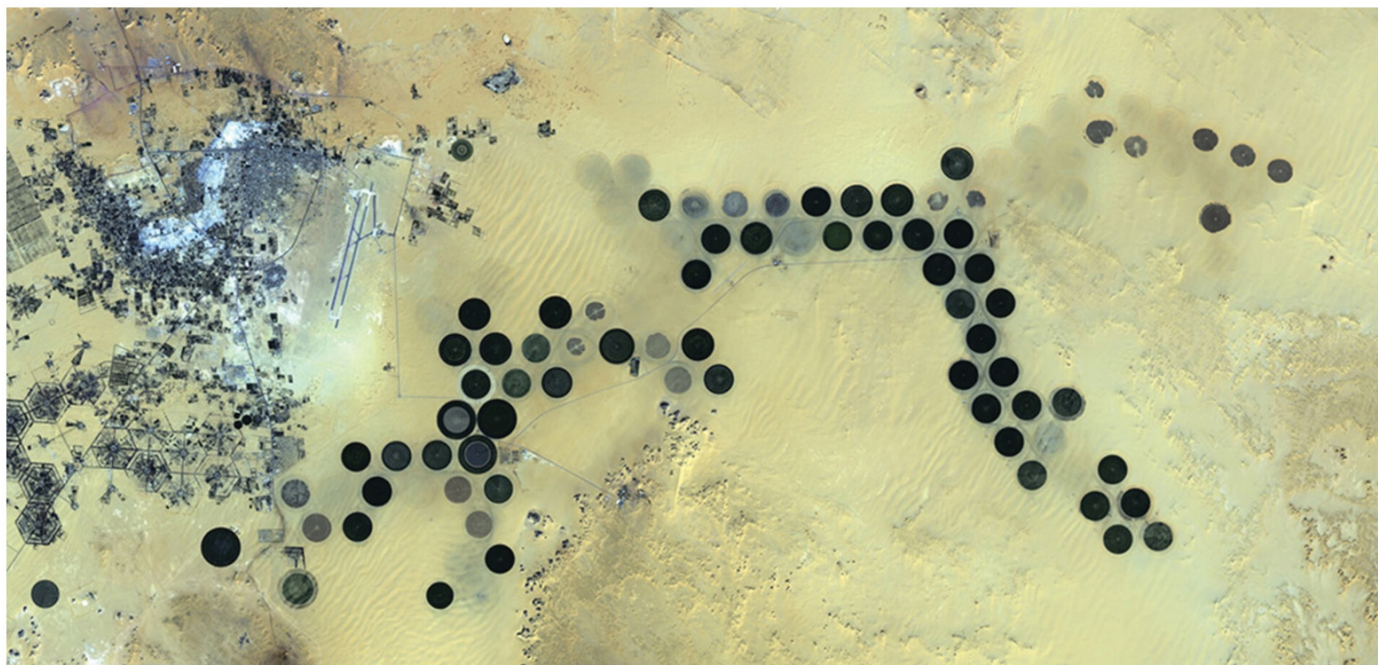
- "hvatanje" soli (šljunčane i pješčane "zamke" u dubljim slojevima tla kako sol ne bi došla do površine, a ujedno sprječavaju gubitak vode)
- izgradnja vjetrozaštitnih pojaseva (brzorastuća stabla i suhe prepreke) (Slika 4)
- pokrovni/posrtni usjevi
- rotacija usjeva
- kontrola ispaše
- terasiranje
- poboljšanje sustava navodnjavanja (Slika 5)
- izgradnja konturnih prepreka za vodu
- poboljšanje tehnike dobivanja drvenog ugljena.



Slika 3. Učinci prekomjerne upotrebe vode i intenziviranja poljoprivrede na smanjivanje Aralskog mora (izvor: https://sacradamus.ru/nature_power/tajny-aralskogo-morya.html)



Slika 4. Zaštita od erozijskog premještanja pijeska u sjevernoj Sahari (izvor: https://kids.kiddle.co/Image:North_Sahara._Anti-sand_shields.jpg)



Slika 5. Navodnjavane poljoprivredne površine u Sahari (Libija), (izvor: www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2013/09/Libya_s_Al_Jawf_oasis)

ZAKLJUČAK

Uzroci i posljedice dezertifikacije imaju globalni predznak, ali njene posljedice ipak se najjače osjećaju na regionalnoj i lokalnoj razini. Dezertifikacija ima uzročno-posljedični odnos sa degradacijskim procesima koji izravno djeluju na tlo i zemljište, čime izravno i neizravno djeluje na njegovu proizvodnu sposobnost. Akcijska djelovanja u odnosu na dezertifikaciju treba istovremeno i paralelno provoditi u smjeru prilagodbe,

ali i provoditi mjere ublažavanja ishodišnih negativnih procesa koji dovode do dezertifikacije. Činjenično je kako dezertifikaciji najviše pridonose najrazvijenije zemlje svijeta dok posljedice za sada najviše pogađaju samo najsiromašnije. Na svakom od nas leži dio tereta odgovornosti nastanka/razvoja/intenziviranja dezertifikacijskih procesa (i ne samo njih), a kao pojedinci puno možemo napraviti u njenom zaustavljanju i ublažavanju.

LITERATURA

Europski revizorski sud (2018): Borba protiv dezertifikacije u EU u: sve veća prijetnja u pogledu koje je potrebno djelovati odlučnije. Tematsko izvješće br. 33.

Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018): The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. *Poljoprivreda* 2018. 24, 35-44. <https://doi.org/10.18047/poljo.24.1.5>

Lal, R. (2015): Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability* 7, no. 5: 5875-5895.

Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH (2008). Nacionalni program ublažavanja posljedica suše i suzbijanja degradacije zemljišta. str. 152, Zagreb. UNCCD (2014): *Desertification – The Invisible Front*. Bonn, Germany

Mirzabaev, A., J. Wu, J. Evans, F. García-Oliva, I.A.G. Hussein, M.H. Iqbal, J. Kimutai, T. Knowles, F. Meza, D. Nedjraoui, F. Tena, M. Türkeş, R.J. Vázquez, M. Weltz, 2019: Desertification. 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.)]. In press.

Reed, M.S., Stringer, L.C. (2016): *Land degradation, desertification, and climate change: anticipating, assessing, and adapting to future change*. Routledge, New York.

UNCCD (1997): *United Nation Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/ or desertification, particularly in Africa*. Text with Annexes. Geneva, Switzerland.

Desertification as a global threat

Summary

Desertification and drought are strongly interconnected with climate change and soil / land degradation. Applying the definition of desertification according to the UNCCD, as land degradation in arid, semiarid and dry subhumid areas, these types of land account for over 40% of the total surface of the Earth, and over a third of the world's population lives in these areas. Although African countries are the most affected by desertification, this degradation process has an increasing impact on other parts of the Earth's surface as well. The source of desertification can be natural or anthropogenic, but nowadays the anthropogenic character prevails, implying a significant negative and degrading effect of human activities on the environment. There are a large number of individual causes of desertification, but its degrading effect has negative implications for all environmental, socio-economic and production-economic segments. In the future, an increasing proportion of the surface areas affected by desertification is expected, and the main culprit is climate change, as well as an inadequate (degrading and unsustainable) approach to food production. Today, there are various platforms that have a strong potential to fight against the causes of desertification processes, but also technological solutions for prevention and adaptation to them. However, the greatest obstacle to an adequate response to desertification is still insufficiently developed human awareness and engagement.

Key words

desertification, soil and land degradation, climate change

Može li klimatski pametna poljoprivreda promijeniti trendove degradacije zemljišta?

Irena JUG (✉)

Sažetak

Održivo proizvesti dostatnu količinu hrane za brzorastuću svjetsku populaciju u uvjetima klimatskih promjena, predstavlja jedno od najvećih izazova 21. stoljeća. Rješavanje ovog problema povećat će globalni pritisak na prirodne resurse, posebice tlo i vodu. Tlo je iznimno podložno procesima degradacije koje se očituju kao pad njegove kvalitete odnosno nemogućnost obavljanja određenih funkcija. Degradacija tla ima višestruke i složene utjecaje na globalni okoliš kroz niz izravnih i neizravnih procesa koji utječu na velik broj funkcija i usluga ekosustava, uključujući regulaciju klime, sekvestraciju ugljika, emisije stakleničkih plinova i povećanu biološku raznolikost. Upravljanje proizvodnjom hrane u eri globalnog zatopljenja, uz očuvanje sastavnica okoliša, moguće je primjenom načela klimatski pametne poljoprivrede kroz održivu intenzifikaciju poljoprivredne proizvodnje, jačanjem otpornosti agroekosustava, te smanjenjem emisije stakleničkih plinova (izazvanih poljoprivrednim aktivnostima) uz povećanje sekvestracije ugljika. Klimatski pametna poljoprivreda ima potencijal promjene trendova degradacije zemljišta uvođenjem optimalnih poljoprivrednih tehnoloških praksi (npr. konzervacijska poljoprivreda) čime se smanjuje negativan utjecaj brojnih prijetnji prema tlu što u konačnici rezultira ublažavanjem ili potpunim izostankom procesa degradacije.

Ključne riječi

klimatske promjene, konzervacijska poljoprivreda, degradacija tla, klimatski pametna poljoprivreda

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Hrvatska

✉ Corresponding author: ijug@fazos.hr

UVOD

Klimatske promjene jedno su od gorućih pitanja 21. stoljeća prvenstveno sa sociološkog, ekološkog i ekonomskog aspekta. Antropogene aktivnosti uvelike su odgovorne za rastuće ekološke probleme kao što su klimatske promjene, onečišćenje okoliša i degradacija prirodnih resursa, uključujući degradaciju tla i gubitak biološke raznolikosti. Ujedno, u eri ovih globalnih ekoloških problema, jedan od najvećih izazova vremena u kojem živimo jest održivo proizvesti dostatnu količinu hrane za brzorastuću svjetsku populaciju. Rješavanje ovih izazova povećat će globalni pritisak na prirodne resurse, posebice tlo i vodu. Konvencionalna poljoprivredna proizvodnja, kao i prekomjerna upotreba i obrada neprikladnog zemljišta, iscrpljuju tlo kao prirodni resurs i uzrokuju njegovu degradaciju. Degradacija tla je pogoršanje nekih (ili svih) svojstava tla čime ono postaje manje pogodno ili je skoro neupotrebljivo za proizvodnju hrane. Degradacija se javlja i kao posljedica pogoršanja fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla, a rezultira zbijanjem, zaslanjivanjem, zakiseljavanjem, onečišćenjem tla, gubitkom tla erozijom, gubitkom organske tvari tla, smanjenom biološkom raznolikošću, dezertifikacijom itd.

Prema FAO (2019), svjetska populacija će do 2050. godine doseći povijesnu razinu od 9,5 milijardi stanovnika što znači da će se broj stanovnika povećati za trećinu u slijedećih 30 godina. Poljoprivredna proizvodnja morala bi se povećati za 60 – 70 %, kako bi se zadovoljile potrebe ovako velike populacije za hranom, uz isti ili veći trend rasta potrošnje. Poljoprivreda je osjetljivija na klimatske promjene u odnosu na druge sektore te je prilagodba poljoprivredne proizvodnje novonastalim klimatskim promjenama imperativ održivog razvoja, a sprječavanje degradacije tla temelj održivosti poljoprivredne proizvodnje. Između 1,2 - 1,5 milijardi hektara zemljišta nalazi se pod usjevima, oko 3,5 milijardi hektara koristi se za ispašu, a dodatnih 4 milijarde hektara su pod šumama (Howden i sur., 2007) što ukazuje na važnost očuvanja tla, kao supstrata biljne proizvodnje, od gubitka njegove kvalitete i zdravlja, čime se direktno utječe i na kvalitetu života čovjeka. Degradacija zemljišta pogađa približno 1,5 milijardi ljudi, među kojima najveće posljedice imaju „mali“ poljoprivrednici zbog loših uvjeta proizvodnje koji obuhvaćaju smanjenu kvalitetu tla, klimatske i vremenske varijabilnosti, nesigurnost posjedovanja poljoprivrednog zemljišta i ograničen pristup tržištu (Braimoch, 2014). Dvije milijarde hektara zemljišta duboko su degradirane u posljednjih 60 godina, a oko 12 milijuna hektara degradira se na godišnjoj razini što dovodi i do povećanja emisija stakleničkih plinova (npr. erozija tla svake godine ispušta 0,8 – 1,2 gigatona ugljika u atmosferu, Braimoch, 2014).

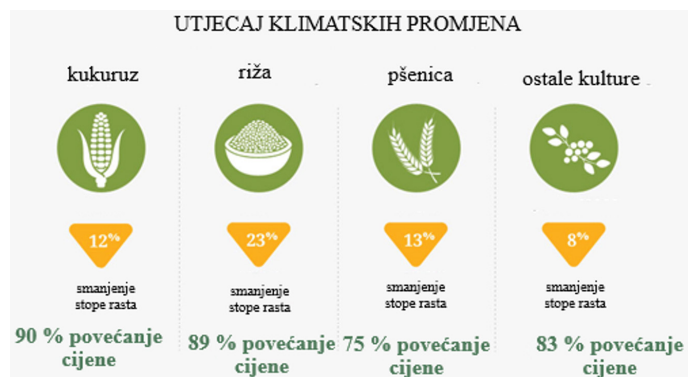
Primjenom načela klimatski pametne poljoprivrede, intenzivira se održiva proizvodnja hrane, povećava otpornost agroekosustava na stresove izazvane klimatskim promjenama i smanjuje se količina emisije stakleničkih plinova uz pojačanu sekvencijaciju ugljika. Upravo ovakav pristup poljoprivrednoj proizvodnji kroz različite načine i prakse gospodarenja tлом imao bi za posljedicu smanjenje i/ ili prestanak brojnih prijetnji prema tlu koje u konačnici rezultiraju njegovom degradacijom.

Klimatske promjene i poljoprivreda

Svjedoci smo porasta učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih pojava (suša, poplave, ekstremne temperature itd.) s kojima su suočeni brojni dijelovi svijeta što dovodi u pitanje sigurnost hrane i smanjenje siromaštva među stanovništvom koje se primarno bavi poljoprivrednom proizvodnjom što ga čini ovisnim o ovom sektoru. Prema Svjetskoj banci povećanje prosječne globalne temperature za 0,5 – 2 °C ili više, moglo bi smanjiti prinose (Slika 1) za više od 25 % (Sadler, 2016). Pretpostavka je da će klimatske promjene, u sljedećih 10 godina, utjecati na smanjenje ili stagnaciju stope rasta kod devet od deset glavnih usjeva, ujedno povećavajući cijenu finalnog proizvoda za 75 – 90 %.

U pojedinim područjima visoke temperature mogu dovesti do pojačanog rasta vegetacije i veće sekvencijacije ugljika u tlu, dok u drugačijim agroekološkim uvjetima mogu povećati razgradnju i mineralizaciju organske tvari u tlu, smanjujući pri tom sadržaj organskog ugljika.

Negativne utjecaje klimatskih promjena je moguće smanjiti, pa čak i izbjeći, ali to zahtijeva definiranje i provedbu učinkovitih strategija prilagodbe poljoprivredne proizvodnje sveprisutnim klimatskim promjenama. Trenutno se poljoprivreda suočava s tri različita, ali blisko povezana izazova: a) osiguravanje sigurnosti hrane povećanjem produktivnosti, b) ublažavanje negativnog utjecaja klimatskih promjena i c) prilagodba poljoprivredne proizvodnje klimatskim promjenama. Ovaj pristup podrazumijeva promjene u načinu proizvodnje hrane kao i u korištenju resursa koji mora postati učinkovitije (održivo korištenje tla, vode i drugih inputa za proizvodnju veće količine hrane) te je nužna prilagodba na promjene i stres.

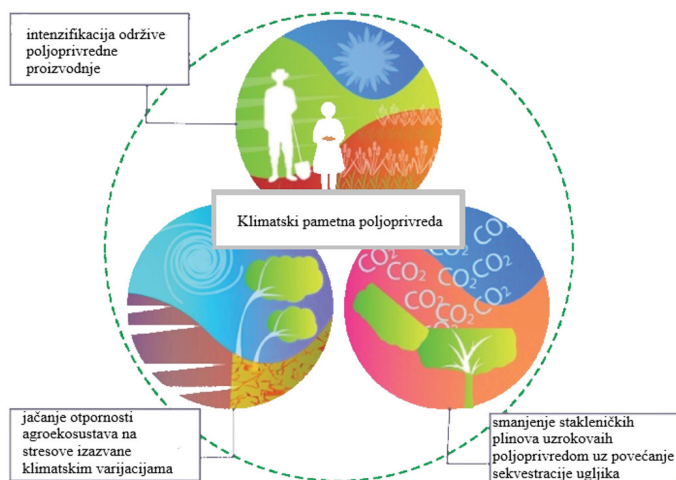


Slika 1. Utjecaj klimatskih promjena na visinu prinosa i cijenu proizvoda (prilagođeno prema: https://farmingfirst.org/sdg-toolkit#section_1)

Organizacija za hranu i poljoprivredu osmislila je pristup kako upravljati proizvodnjom hrane u eri globalnog zatopljenja kroz provedbu klimatski pametne poljoprivrede (CSA) (FAO, 2013).

Klimatski pametna poljoprivreda (Climate smart agriculture – CSA) se definira kroz tri postulata (Slika 2):

1. održivo povećanje poljoprivredne produktivnosti i prihoda (prehrambena sigurnost);
2. prilagodba i izgradnja otpornosti na klimatske promjene (prilagodba);
3. smanjenje i / ili uklanjanje emisija stakleničkih plinova (ublažavanje), gdje je to moguće.



Slika 2. Ciljevi klimatski pametne poljoprivrede (prilagođeno prema: Papuso, I., Faraby, J.A., 2013)

Održivo gospodarenje tlom i zemljištem u uvjetima klimatskih promjena

Kao rezultat klimatskih promjena, degradacije zemljišta i gubitka bioraznolikosti, očuvanje tla kao teško obnovljivog resursa, postao je jedan od najizraženijih svjetskih problema. Degradacija tla odnosno nemogućnost obavljanja njegovih uloga kao dio usluga ekosustava, dovodi u pitanje sigurnost hrane i kvalitetu prehrane, kvalitetu i dostupnost vode, zdravlje ljudi te društveni i gospodarski razvoj. Očekuje se kako će klimatska varijabilnost utjecati na zdravlje tla i rast biljaka na razne načine, kako u biljnoj proizvodnji, tako i u ispaši i šumskim sustavima. Smanjena ili neredovita količina oborina te češća i jača sušna razdoblja, mogu smanjiti kapacitet tla za vodu i hranjive tvari. Veće stope evapotranspiracije mogu uzrokovati povećanu eroziju (intenzivnije isušivanje tla), smanjiti količinu vode koja je neophodna za rast biljaka, te povećati mogućnost pojave salinizacije (posebice navodnjavanjem nekvalitetnom vodom). Visoke temperature tla mogu povećati stope mineralizacije organske tvari u tlu i, zauzvrat, umanjiti sposobnost tla da veže ugljik i zadržava vodu, što će također u konačnici smanjiti potencijal tla kao supstrata za rast biljaka. Održivo gospodarenje zemljištem može dati važan doprinos klimatski pametnoj poljoprivredi, budući da utječe na postizanje ravnoteže između održivog korištenja prirodnih resursa i očuvanja njihovog dugoročnog proizvodnog potencijala. Tlo sadrži najveću kopnenu zalihi ugljika i njihovi biogeokemijski procesi reguliraju izmjenu stakleničkih plinova s atmosferom. Na te emisije snažno utječu čimbenici poput načina korištenja zemljišta, promjene u korištenju zemljišta, vegetacijski pokrov i gospodarenje tlom.

Ovi čimbenici značajno utječu na zalihe organskog ugljika u tlu (posebice u obradivom sloju) čime pružaju mogućnost utjecaja na razine stakleničkih plinova u atmosferi. Održivim upravljanjem poljoprivrednom proizvodnjom značajne količine ugljika mogu se izdvojiti iz atmosfere i pohraniti u tlo i biljnu masu. Održivo gospodarenje tlom i zemljištem koje potpomaže u povećanju organske tvari tla dobar su primjer klimatski pametnih intervencija koje mogu donijeti dodatne koristi na svim razinama, pridonoseći ublažavanju klimatskih promjena, istovremeno održavajući usluge ekosustava vezane za uloge tla, i time povećavajući otpornost agroekosustava na klimatske promjene i druge stresore.

Već postoje dokazane prakse gospodarenja tlom koje mogu pomoći poljoprivrednicima u prilagodbi negativnim učincima sve veće varijabilnosti vremena i klimatskih promjena. Ove prakse također često smanjuju emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede i izgrađuju otpornost poljoprivrednih sustava. Široko rasprostranjeno usvajanje ovih praksi ima potencijal za veliki doprinos u postizanju nacionalne sigurnosti hrane i razvojnih ciljeva. Postoji potreba za procjenom i pružanjem poticaja za usvajanje sustava s najvećim potencijalom proizvodnje, ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama. Poznavanje tla i njegovih svojstava temelj je za donošenje odluka o praksama održivog gospodarenja tlom koje doprinose klimatski pametnom korištenju zemljišta. Poljoprivredne prakse temeljene na obradi tla (oranje), tijekom posljednjih 50 do 100 godina, koje su povezane s intenzivnom degradacijom tla, uzrokovale su pad razine organskog ugljika u tlu u mnogim područjima za 1 - 3 % (FAO, 2013). Ovaj gubitak organskog ugljika predstavlja i gotovo 400 tona dodatnog CO₂ po hektaru emitiranom u atmosferu. Gubitak organskog ugljika tla utječe i na kapacitet zadržavanja vode, što je usko povezano s praksama koje uključuju uklanjanje pokrova tla, monokulturu, kontinuiranu ispašu, ugar, spaljivanje žetvenih ostataka i dr. Primjenom konzervacijske poljoprivrede, koja se temelji na tri postulata (Slika 3): a) minimalno narušavanje tla obradom, b) trajna pokrivenost tla živim malčem ili žetvenim ostacima i c) rotacija usjeva (plodored), smanjuju se gubici ugljika iz tla (poboljšana je sekvestracija ugljika), zadržava se voda u tlu (smanjena je evapotranspiracija) i smanjuje se emisija CO₂ u atmosferu (smanjenjem mineralizacije organske tvari tla) (Jug i sur., 2018).



Slika 3. Temeljni postulati konzervacijske poljoprivrede (prilagođeno prema: <https://www.fao.org/zhc/detail-events/en/c/238478/>)

Održiva intenzifikacija poljoprivredne proizvodnje nužno vrši pritisak na tlo u proizvodno-gospodarskoj ulozi. Dok će se proizvodnja hrane morati povećati u svim poljoprivrednim područjima kako bi se zadovoljila rastuća potražnja, predviđeni stupanj samodostatnosti hranom uvelike će se razlikovati između agroekoloških područja.

Jačanje otpornosti agroekosustava obuhvaćaju pristupe koji se temelje na odlikama agroekosustava određenog područja kroz: primjenu konzervacijske poljoprivrede, integriranu gnojidbu, održivo gospodarenje tlom, uzgoj pokrovnih usjeva, plodored, diverzifikaciju usjeva, učinkovito gospodarenje vodom, gospodarenje oprašivačima, upotrebu visokokvalitetnog sjemena i sadnog materijala te sjetvu/sadnju onih kultivara koji su tolerantni na određene stresne čimbenike.

Smanjenje emisije stakleničkih plinova izazvanih poljoprivrednom proizvodnjom, može se postići primjenom konzervacijske obrade tla kao dijela konzervacijske poljoprivrede, uključivanjem leguminoza u plodored, permanentno pokrivanje tla, konsocijacije (agrošumarstvo), održivo upravljanje vodnim resursima, uzgojem kultura koje učinkovitije iskorištavaju hraniva u tlu, povećanjem bioraznolikosti, integriranjem animalne i biljne proizvodnje, smanjena upotreba gnojiva, održivo gospodarenje energijom.

ZAKLJUČAK

Pretpostavka je da klimatski pametna poljoprivreda (CSA) može preokrenuti trendove degradacije zemljišta, osnažiti održivu proizvodnju hrane, povećati elastičnost agroekosustava i sekvestrirati ugljik u tlu. Sekvestracija ugljika može smanjiti pad plodnosti tla, ograničiti koncentraciju stakleničkih plinova u atmosferi i smanjiti utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredne ekosustave. Uloga tla kao izvor i skladište ugljika, može se strateški optimizirati poljoprivrednim tehnološkim rješenjima koja smanjuju emisije stakleničkih plinova poput reducirane i konzervacijske obrade tla, održivog gospodarenja žetvenim ostacima, integriranog gospodarenja animalnom i biljnom proizvodnjom, agrošumarstva, plodoređa i sjetvom združenih usjeva. Brojne prijetnje prema tlu poput erozije tla, dezertifikacije, zbijanja tla i drugih procesa koji dovode do degradacije tla kao najznačajnijeg prirodnog resursa, primjenom praksi klimatski pametne poljoprivrede mogu se ublažiti ili u potpunosti anulirati.

LITERATURA

- Braimoh, A. (2014): Invest in Soil; Sustain Life. Agriculture Global Practice, World Bank (dostupno na: <https://blogs.worldbank.org/voices/invest-soil-sustain-life>)
- FAO (2013): Climate-smart agriculture sourcebook. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- FAO (2019): Handbook for Farmer Field School on Climate Smart Agriculture in coastal/delta zone, Myanmar. Nay Pyi Taw. 99
- Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007): Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(50),19691-19696.
- Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018): The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. *Poljoprivreda*, 24(1), 35-44.
- Papuso, I., Faraby, J.A. (2013): Climate Smart Agriculture. Seminar on Climate Change and Risk Management, (dostupno na: <http://www.slideshare.net/jimafaraby/climate-smart-agriculture-20675751>)
- Sadler, Marc Peter (2016): Making climate finance work in agriculture (English). Washington, D.C.: World Bank Group. (dostupno na: <http://documents.worldbank.org/curated/en/986961467721999165/Making-climate-finance-work-in-agriculture>)

Can climate smart agriculture reverse land degradation trends?

Summary

Sustainably producing a sufficient amount of food for the rapidly growing world population under the climate change is one of the biggest challenges of the 21st century. Resolving these challenges will increase global pressure on natural resources, soil and water respectively. The soil is extremely susceptible to degradation processes that are manifested as a decline in soil quality and the inability to perform certain soil functions. Soil degradation has multiple and complex impacts on the global environment through a number of direct and indirect processes that affect a large number of ecosystem functions and services, including climate regulation, carbon sequestration, greenhouse gas emissions, and increased biodiversity. Managing food production in the era of global warming, while preserving the components of the environment, is possible by applying the principles of climate smart agriculture through sustainable intensification of agricultural production, strengthening the resilience of agro-ecosystems, and reducing greenhouse gas emissions (caused by agricultural activities) while increasing carbon sequestration. Climate smart agriculture has the potential to reverse land degradation trends by introducing optimal agricultural technological practices (e.g., conservation agriculture), which reduces the negative impact of numerous threats to the soil, which ultimately results in the mitigation or complete absence of the degradation process.

Key words

climate change, conservation agriculture, soil degradation, climate-smart agriculture

Rizici od suše – rezultati i iskustva projekta DriDanube

Ksenija CINDRIĆ KALIN (✉)

Sažetak

U radu su prikazani glavni rezultati projekta Rizici od suše u dunavskoj regiji (DriDanube) u kojem je u trajanju od dvije i pol godine (sa završetkom 2019.) razvijeno nekoliko alata za praćenje suše u realnom vremenu, a jedan od glavnih rezultata projekta je izrada Dunavske strategije o suši. Potonji dokument pruža uvid u postojeće nacionalne zakonodavne dokumente i strategije koji se odnose na sušu i njezino upravljanje u svim dunavskim zemljama učesnicama u projektu. Pokazano je da suša još uvijek nije prepoznata kao jedna od prijetećih prirodnih nepogoda i ne postoji detaljan nacionalni plan upravljanja. Strategija nudi moguća rješenja prema izradi akcijskih djelovanja kako u dunavskoj regiji tako i na nacionalnoj razini. Alati za praćenje suše odnose se prvenstveno na online platformu pod nazivom DroughtWatch koja nudi velik broj indeksa i satelitskih produkata za praćenje meteorološkog, agronomskog i hidrološkog stanja u realnom vremenu. Osim toga, tijekom projekta je osnovana nacionalna mreža izvjestitelja o učincima suše na poljoprivredu, voćarstvo i šumarstvo koja pruža uvid u stanje i procjenu učinka suše na poljoprivredne i šumske ekosustave. u Prikupljeni su i sistematizirani podaci o učincima suše iz novinskih izvješća i stručnih časopisa u Hrvatskoj u posljednjih 40 godina.

Ključne riječi

DriDanube, suša, dunavska regija, strategija, DroughtWatch

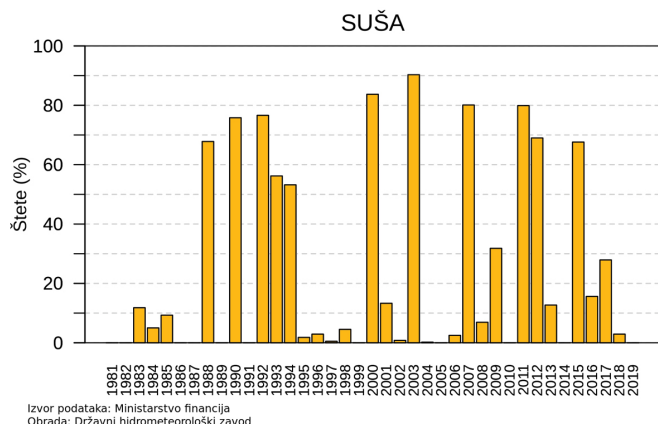
Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj, Služba za klimatologiju, Ravnice 48, 10000 Zagreb

✉ Corresponding author: ksenija.cindric@cirus.dhz.hr

UVOD

Projekt Rizici od suše u dunavskoj regiji (engl. *Drought Risk in Danube region* – DriDanube) je pod vodstvom Slovenske agencije za okolje (ARSO) okupio suradnike iz 15 partnerskih i 8 pridruženih strateških institucija iz deset zemalja dunavskog sliva (Slovenija, Austrija, Češka, Slovačka, Mađarska, Rumunjska, Srbija, Crna Gora, Bosna i Hercegovina i Hrvatska) s glavnim ciljem unapređenja pravovremenog odgovora na sušu u Dunavskoj regiji. Projekt je trajao od siječnja 2017. do rujna 2019. godine i provodio se kao međunarodni strukturni EU projekt financiran Programom transnacionalne suradnje Dunav (Interreg Dunav, DriDanube, 2019a). Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) bio je hrvatski partner u projektu, a pridruženi strateški partner bilo je Ministarstvo zaštite okoliše i energetike - Uprava vodnog gospodarstva.

Osnovna motivacija za pokretanje projekta bio je nedovoljno razvijen sustav za praćenje suše u zemljama dunavske regije te neusklađenost prekograničnih aktivnosti po pitanju suše. Premda je suša sve češća pojava sa značajnim učincima na gospodarstvo, još uvijek nije prepoznata kao problem od velikog značaja u većini dunavskih zemalja. U Hrvatskoj suša uzrokuje ogromne štete (Slika 1.), osobito u poljoprivredi, a u posljednje dvije dekade sve je veća učestalost ekstremno sušnih događaja. Primjerice 2011. i 2012. Hrvatsku je pogodila ekstremna suša kako po trajanju tako i po intenzitetu koja je uzrokovala izuzetno velike gubitke poljoprivrednih prinosa (Cindrić i sur., 2016). Međutim, i dalje ne postoji nacionalni dokument strategije upravljanja sušom niti akcijski plan za pravovremeno sprječavanje suše na području Hrvatske. Drugim riječima, upravljanje sušom provodi se pretežno retroaktivno odnosno tek suočavanjem s njezinim posljedicama. Osim toga, prepoznat je nacionalni nedostatak podataka o praćenju učinaka suše koji su od velike važnosti za procjenu štete od suše, ali i sveobuhvatnu ocjenu intenziteta suše.



Slika 1. Ekonomski gubitci od suše u Hrvatskoj u razdoblju 1981. - 2019. (Izvor: DHMZ, prema podacima Ministarstva financija)

Stoga su glavni ciljevi projekta DriDanube bili razviti alate i metode za unapređenje spremnosti za upravljanje sušom te poboljšati suradnju između operativnih službi i donositelja odluka. U sljedećem poglavlju prikazani su glavni rezultati projekta koji se odnose na operativne proizvode za praćenje suše pomoću satelitskih produkata te pomoću uspostavljene mreže izvjestitelja za praćenje učinaka suše u Hrvatskoj. Potom je dan kratki prikaz pripremljene Dunavske strategije za sušu kojom je ostvaren glavni cilj projekta.

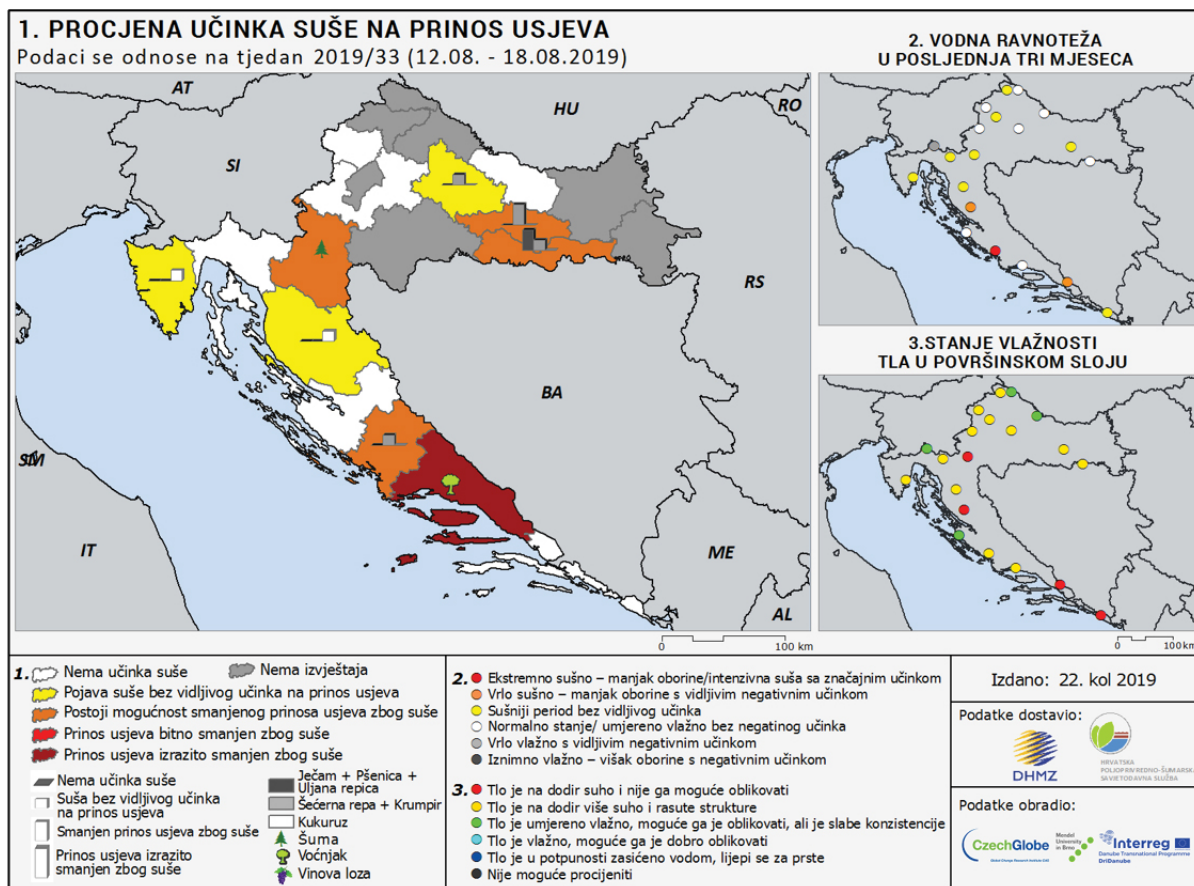
Operativni proizvodi za praćenje suše

Za potrebe redovitog praćenja učinaka suše na poljoprivredu i šumarstvo tijekom projekta DriDanube uspostavljena je nacionalna mreža izvjestitelja po svim županijama u Hrvatskoj. Najveći broj izvjestitelja su djelatnici Uprave za stručnu podršku razvoju poljoprivrede Ministarstva poljoprivrede, zatim motritelji na glavnim meteorološkim postajama DHMZ-a te manji udio čine dodatni volonteri. Izvjestitelji jednom tjedno ispunjavaju upitnike o procjeni stanja tla i mogućim učincima suše na usjeve, voćnjake, vinograde, maslinike ili šume, ovisno o njihovom odabiru. Na osnovu rezultata upitnika pripremaju se tri tjedne karte: karta procjena učinaka suše na prinos prevladavajućih kultura, karta vodne ravnoteže u posljednja tri mjeseca i karta stanja vlažnosti tla u površinskom sloju debljine 20 cm. Karte su dostupne na mrežnim stranicama DHMZ-a. Na slici 2. prikazane su tjedne karte procjene učinaka suše na prinos usjeva, vodne ravnoteže i stanja vlažnosti tla tijekom kolovoza 2019. U analiziranom razdoblju izvjestitelji su procijenili mogućnost smanjenog prinosa zbog suše, osobito u Dalmaciji uslijed manjka oborine i posljedično suhog tla.

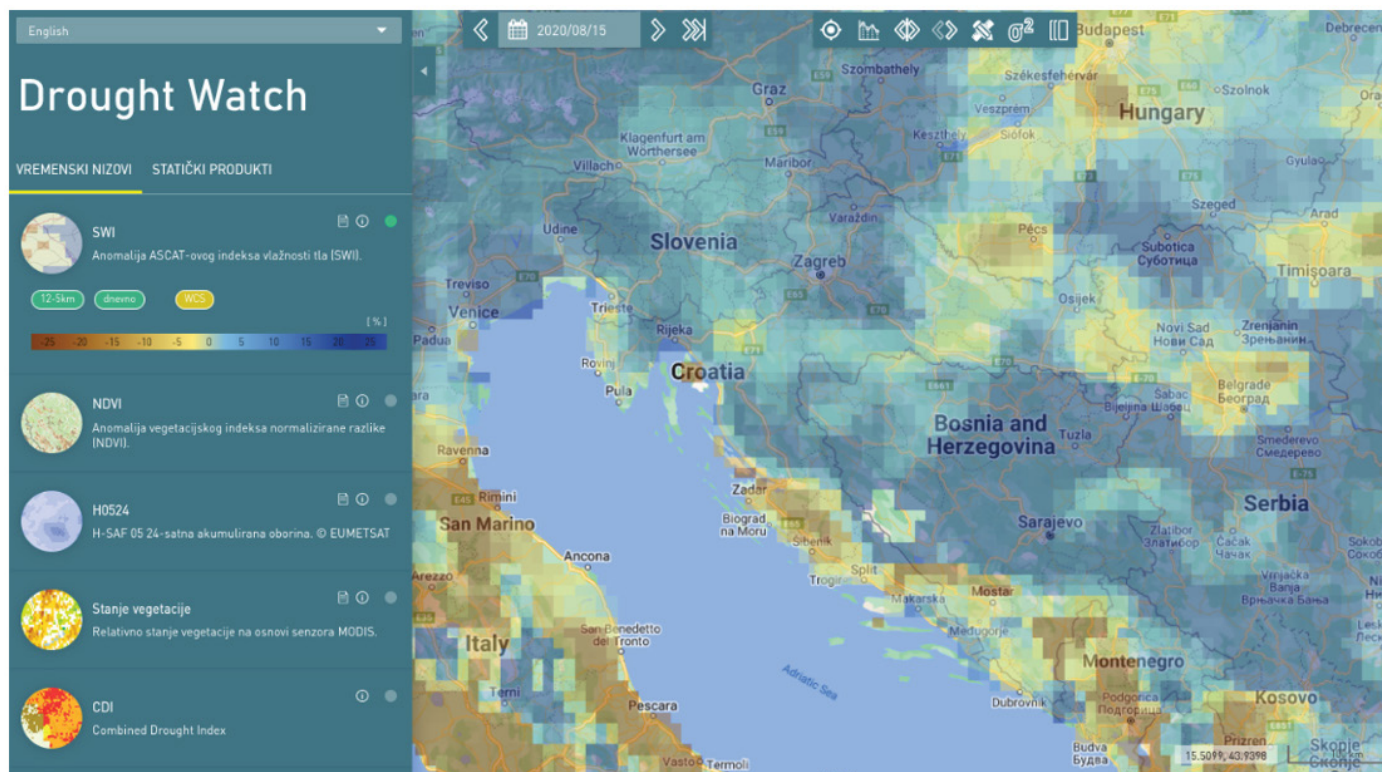
Dodatno je tijekom provedbe projekta razvijena web platforma pod nazivom *Drought Watch* (www.droughtwatch.eu) koja omogućuje pregledavanje prostornih prikaza različitih indikatora za praćenje suše, ponajprije vezanih uz satelitske proizvode, ali su dostupne i karte učinaka suše objedinjene za sve dunavske zemlje učesnice u projektu. Platforma pruža tri osnovne kartografske podloge - google kartu, kartu topografije i satelitske proizvode (Sentinel 2) - uz mogućnost razgledavanja po teritorijalnim jedinicama NUTS1 i NUTS3 definiranih za potrebe službene statistike u zemljama članicama Europske unije (Eurostat) (Cindrić Kalin i sur., 2019.). Na platformi su dostupni sljedeći indikatori za praćenje suše: anomalija indeksa vlažnosti tla (engl. Soil Water Index, SWI), anomalija vegetacijskog indeksa normalizirane razlike (engl. normalized Difference Vegetation Index, NDVI), stanje vegetacije, kombinirani indeks suše (engl. Combined Drought Index, CDI), površinska vodna ravnoteža (engl. Soil Water Balance, SWB), percentili 60-dnevne srednje temperature zraka te 24-satna akumulirana oborina. Primjer prostornog prikaza anomalije indeksa vlažnosti tla na dan 15. kolovoza 2020. prikazan je na slici 3. Za svaki indeks dostupan na platformi navedene su i informacije o njihovom značenju i izvoru podataka. Također je dostupan i priručnik za korištenje platforme (<http://www.droughtwatch.eu/#/manual>).

Strategija o suši

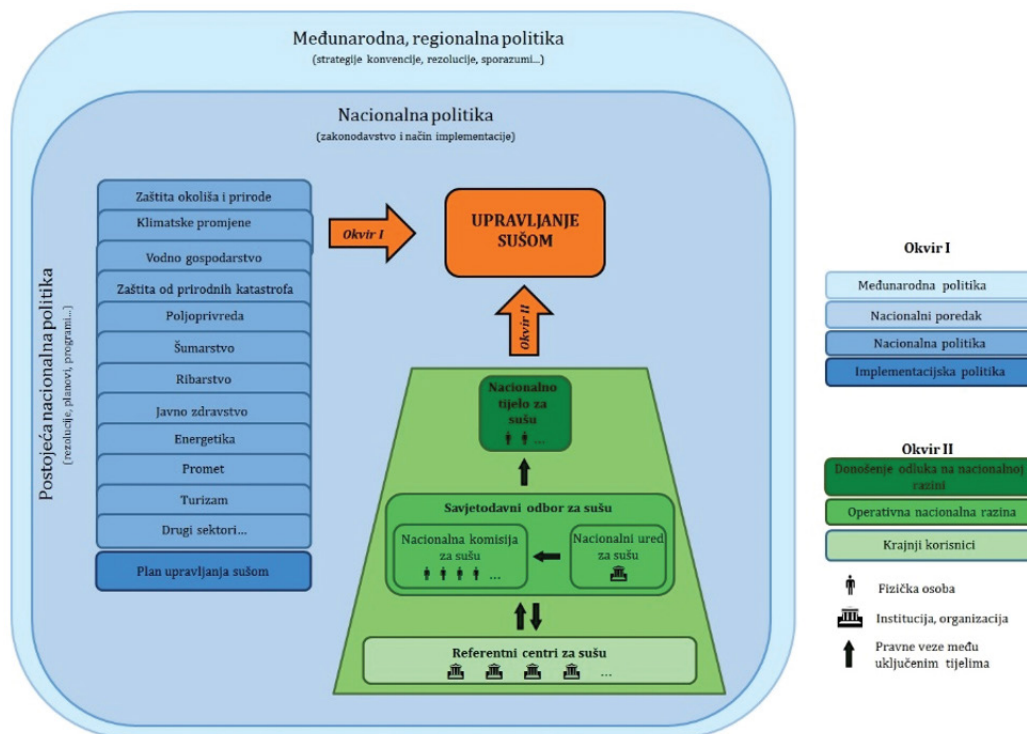
Jedan od posebnih ciljeva projekta bio je izrada Strategije Dunavske regije za pravovremeni odgovor na sušu. Izrađena je publikacija koja je izdana u tiskanom i online obliku, a pripremljena je i kraća verzija dokumenta kao sažetak za donositelje politika (DriDanube, 2019b). Okosnica Dunavske strategije je prijedlog konceptualnog modela upravljanja sušom kojim se preporučuje usklađivanje zakonodavnog i institucionalnog okvira u svrhu unapređenja pravovremenog odgovora na sušu (Slika 4.) (Cindrić Kalin i sur., 2018).



Slika 2. Karte učinaka suše, vodne ravnoteže i stanja vlažnosti tla tijekom razdoblja 12. – 18. kolovoza 2019. koje su rezultat ispunjavanja upitnika izvjestitelja u projektu DriDanube (Izvor: DHMZ, https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracjenje¶m=spi&el=karte_suse)



Slika 3. Prostorni prikaz anomalije indeksa vlage u tlu (SWI) na dan 15. kolovoza 2020. (Izvor: www.droughtwatch.eu)

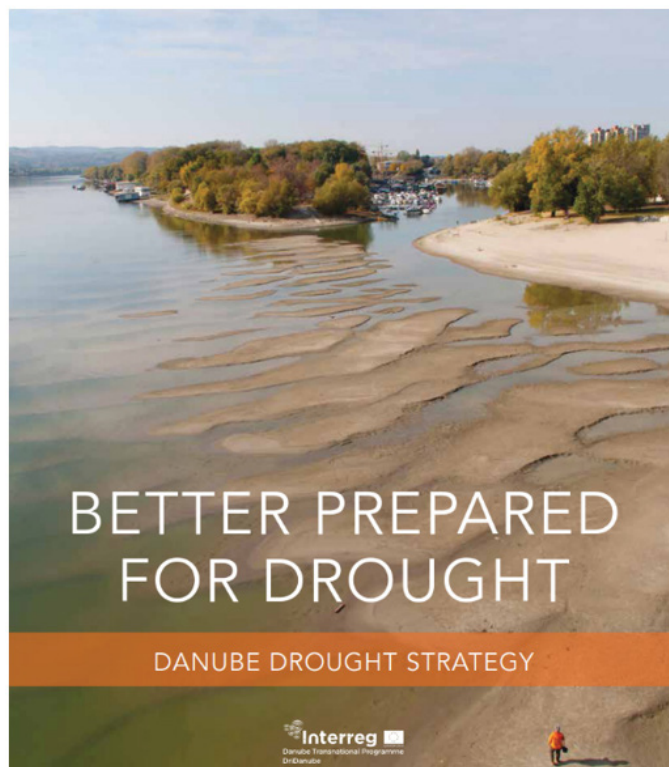


Slika 4. Konceptualni model upravljanja sušom sa strukturom zakonodavnog i institucionalnog okvira. (Izvor: <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/dridanube/outputs>)

Za potrebe izrade Strategije prikupljene su informacije o postojećim nacionalnim i međunarodnim zakonodavnim dokumentima u kojima se izravno ili neizravno spominje suša. Modelom upravljanja sušom preporučuju se tri razine institucionalnog djelovanja kroz osnivanje:

- 1) *Nacionalnog tijela za sušu* kao mjerodavnog za razvoj nacionalne strategije upravljanja sušom i odgovorno za njegovu provedbu,
- 2) *Savjetodavnog odbora za sušu* kao koordinatora provedbe strategije upravljanja sušom, pripreme i objedinjavanja izvješća o sušnim uvjetima, te savjetuje Nacionalno tijelo za sušu o proglašenju pojedinog stupnja suše i
- 3) *Referentnih centara za sušu* koji uključuju sve nadležne organizacije kojih se direktno dotiče suša odnosno predstavljaju tehničku potporu Savjetodavnom odboru (Špoler – Čanić i Cindrić Kalin, 2020).

Dunavska strategija dakle nudi rješenja za proaktivni pristup suši kako bi se njezine negativne posljedice svele na najmanju moguću mjeru. Premda se odnosi na cijelu dunavsku regiju, moguće je primijeniti predloženi model i na nacionalnoj osnovi. No, zbog specifičnih nacionalnih obilježja i različitog zakonodavstva i politika u pojedinoj zemlji, nacionalni plan upravljanja sušom moguće je razviti tek uz postojanje političke volje i kvalitetnom međusektorskom suradnjom u pojedinoj zemlji.



Slika 5. Naslovnica Dunavske strategije za sušu (Izvor: DriDanube, 2019b)

ZAKLJUČAK

U ovom radu dan je pregled glavnih rezultata projekta Rizici od suše u dunavskoj regiji (DriDanube). Prikazani su osnovni alati za praćenje suše kroz razvijenu platformu DroughtWatch koja nudi velik broj indeksa za praćenje suše koji se najvećim dijelom baziraju na satelitskim produktima. Prostorni prikazi različitih indeksa pružaju dodatne alate za ocjenu sušnih prilika postojećim nacionalnim operativnim sustavima za praćenje suše. Iskustva DHMZ-a u projektu DriDanube pokazala su veliku otvorenost svih institucija koje se dotiču pitanja suše te spremnost za uspostavu mreže izvjestitelja na volonterskoj razini. Međutim, ostaje otvoreno pitanje održivosti takve mreže izvjestitelja nakon završetka projekta za što je nužno dogovoriti koordinaciju na nacionalnoj osnovi. Rezultati izvještavanja pružaju dodatnu vrijednost konkretnog uvida u moguće posljedice suše u poljoprivredi i šumarstvu na razini županije.

Osim uspostave operativnih alata za praćenje suše, tijekom projekta su prikupljeni i povijesni podaci o prinosima i pripadnim površinama usjeva po županijama od 2000. godine za potrebe izrade modela za prognozu prinosa. Prikupljeni su i analizirani i povijesni podaci o učincima suše u dunavskoj regiji (Jakubinsky i sur. 2019). U Hrvatskoj su ti podaci prikupljeni od 1981. godine iz novinskih izvješća korištenjem dnevnih novina, ali i stručnih časopisa poput Hrvatske vodoprivrede, Vatrogasnog vjesnika i slično. Rezultati analize su pokazali da su novinski izvještaji iz vrlo sušnih godina u skladu s podacima o ekonomskim gubitcima u Hrvatskoj kao i s meteorološkim indeksima za praćenje suše (Marinović i Cindrić Kalin, 2021). Time je pripremljena baza podataka odnosno informacija koja omogućuje dodatne mogućnosti analize suše pored standardnih meteoroloških, agroklimatskih i hidroloških indeksa.

Kako suša pogađa različite sektore, od poljoprivrede, ribarstva i šumarstva, preko energetike, vodnog gospodarstva i prometa do zdravlja i turizma, jedan od glavnih rezultata projekta DriDanube je izrada Dunavske strategije za upravljanje sušom koja nudi optimalni model za proaktivno djelovanje u slučaju nastupanja suše. Njezinom implementacijom u zakonodavni okvir poboljšala bi se spremnost na sušu s ciljem smanjenja njezinih negativnih posljedica. Ostaje jedino pitanje političke volje na nacionalnoj razini za strateško upravljanje sušom u RH.

LITERATURA

Cindrić K., Telišman Prtenjak M., Herceg-Bulić I., Mihajlović D., Pasarić Z. (2016). Analysis of the extraordinary 2011/2012 drought in Croatia. *Theor Appl Climatol* 123: 503-522. doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1368-8>

Cindrić Kalin K., Špoler Čanić K., Kalin L., Moderc A., Sušnik A., Gregorić G. (2018) Razvoj strategije odgovora na sušu u sklopu projekta DriDanube. U: Holcinger, N. (ur.) Zbornik radova 7. konferencije Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa, Zagreb, str. 38-43

Cindrić Kalin K., Marinović I., Pelajić I., Špoler Čanić K., Matjačić B., Srnc L., Kalin L. (2019). Rezultati projekta DriDanube za Hrvatsku. U: Biondić, D. Holjević D., Vizner M. (ur.) Zbornik radova 7. hrvatske konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem „Hrvatske vode u zaštiti okoliša i prirode”, Opatija, Hrvatska, str. 121-131

DriDanube (2019a). Drought Risk in the Danube region, <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/dridanube>

DriDanube (2019b) Better prepared for drought – Danube Drought Strategy. <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/dridanube/outputs>

Jakubínský J., Bláhová M., Bartošová L., Steinerová K., Bale K., Dížková P., Semerádová D., Alexandru D., Bardarska G., Bokal S. et al. (2019). Repository of Drought Event Impacts Across the Danube Catchment Countries Between 1981 and 2016 Using Publicly Available Sources. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67: 925-938

Marinović I., Cindrić Kalin K. (2021). Učinci suše na području Hrvatske iz novinskih izvješća u razdoblju 1981. - 2019. *Hrvatske vode*, 29, 116: 93-102

Špoler-Čanić K., Cindrić Kalin K. (2020). Bolje pripremljeni za sušu. *Hrvatska vodoprivreda*, No. 230 (2020), str. 46-49

Drought Risks – results and experience of DriDanube project

Summary

In this paper, the main results of the Drought Risk in the Danube Region (DriDanube) project are presented. Several tools for real-time drought monitoring were developed over the two-and-a-half years of project duration (ending in 2019), and Danube Drought Strategy was prepared as one of the main project's achievements. The latter provides insight into the existing national legislative documents and strategies related to drought management in the countries that participated in the project. It was found that drought is still not recognized as one of the high-priority threats and there are no existing detailed national drought management plans in Danube countries. The Strategy offers possible solutions for a proactive approach to drought management in the Danube region but also at the national level. Drought monitoring tools refer to the online platform called DroughtWatch which provides a large number of indices and satellite products for monitoring meteorological, agricultural and hydrological conditions in a real-time manner. In addition, during the project, national networks of reporters were established. On the weekly basis, the reporters in each country estimate drought impact on the main crop yield and forestry; the water balance; and soil moisture in the topsoil layer providing. Data on drought impacts obtained from newspaper and professional journals' reports in Croatia in the last 40 years were also collected and systematized during the project period.

Key words

DriDanube, drought, Danube region, Danube Strategy, DroughtWatch

Osnovna pedološka karta Hrvatske - šezdeset godina poslije: Tragom tla iz poljoprivrede i šumarstva u primijenjene životne znanosti

Ferdo BAŠIĆ (✉)

As incredibly complex array of elements and compounds flows in balanced fashion, into our bodies along the nutrient chain, we are what we eat. In a sense, we are unique, moist packages of animated soil!

*F. D. Hole (1988) University of Wisconsin-Madison, Dept. of Soil Science.
Ambassador of Soils, Poet Laureate of Soil Science*

Inspiriran spoznajama o kretanju tvari u lancu hrane, hoteci javnosti pribliziti tvorni i spiritualni znacaj tla, koncem stoljeca najburnijeg u razvoju do Antropocena, nadahnuti *Veleposlanik Tla iz Wisconsin* prizemljeje „razigranog“ *Homo sapiens* znanstveno utemeljenom tvrdnjom, koja kao da je prepisana iz Biblije: *Mi smo ono što jedemo, jedinstven, Duhom ispunjeni i navlažen - paket tla!*

Sažetak

Šest desetljeća proteklo je od početka projekta koji je u 22 godišnjem razdoblju 1964-1986 za-vršio kao prikaz distribucije tala hrvatske pedosfere pod nazivom Osnovna pedološka karta Hrvatske 1:50 000. Projekt je od početka do okončanja s dubokim razlozima fokusiran na značajke i vrednovanje pedosfere - tla kao supstrata za uzgoj bilja u poljoprivredi i kondiciju prirodnih šumskih vrsta i sastojina. Za više od dva desetljeća njegova trajanja, tloznanosti su doživjele korijenite promjene i nekoliko klasifikacija tala korištenih u projektu. Kako su listovi karte tiskani svake godine tra-janja projekta, nazivlje istih pedosistematskih jedinica na kraju, drugačije je od onoga na početku projekta, što, napose korisnicima izvan uže struke otežava korištenje. Zbog toga je prvi pre-duvjet završetka projekta jedinstveno nazivlje i oznaka genetskih horizonata i pedosistematskih jedinica. Stoga je nužno završiti projekt. Održivo gospodarenje tлом kao nacionalnim blagom u privatnom vlasništvu kao temelj suvre-menog gospodarski (rad uz profit), socijalno (cijene proizvoda tržišno prihvatljive svim socijal-nim slojevima) i okolišno (bez ugroze okoliša - tla, vode i bioraznolikosti) održivog razvoja današnjice, nema alternative. Održivo gospodarenje tлом nezamislivo je bez zemljovida tala primjerenog mjerila ili baze po-dataka o tlu iz kojih se računalnim putem mogu izraditi takvi, namjenski zemljovidi. Predlaže se nastavak i završetak projekta, kako bi se od izdašne riznice podataka iz OPK stvorila Hrvatska baza podataka pristupačna najširem krugu korisnika tla kao najvećeg blaga hrvatskog naroda. Ovaj rad ispunit će očekivanja ukoliko u akademskom krugu otvore široku raspravu o pokrenu-tim pitanjima, napose raspravu agroekoloških struka u članstvu Akademije poljoprivrednih zna-nosti, ali i izvan njega, a zaključci te rasprave nađu put do donositelja odluka, sve kao odgovor i nekovrsni dug velikanima hrvatskog prirodoslovlja sa čijih smo ramena sagledavali i širili spoz-najna obzorja. Sukladno poslanju, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti spremna je, putem svog, za ta pi-tanja nadležnog Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo otvoriti prostor raspravi i dati prilog tim zamislama.

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Razred za prirodne znanosti, Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10000 Zagreb

✉ Corresponding author: ferdo.basic1@gmail.com

PROSLOV

Zapisi kazuju kako je staroegipatske filozofe privukao *misterij khem* – tamno tlo kojega je kao erozijski nanos tropskog tla s poriječja na Etiopijskoj visoravni¹ za redovitih poplava odlagao moćni Nil. Zapazili su kako sjemenčica u dodiru s vlažnim *khemom* za njihove oči misteriozno klije, iz nje izraste pšenica ječam, ...nastaju kruh i pivo, namirnice Starog Egipta na čijoj energiji su izgrađene monumentalne piramide ... pa zaključuju: ako *obični tamni mulj* može učiniti tako čarobnu preobrazbu negdje postoje i stvari za vrijednije preobrazbe... u potrazi za njima niču laboratoriji, razvija se najprije alkemija, iz nje kemija, poslije biologija... Ostalo je povijest... u kojoj središnje mjesto zauzima biljka - *zelena biokemijska tvornica organske tvari*, s kojom počinje lanac hrane, sjediteljski život i rast *Homo sapiensa*, do antropocena. Istražujući mehanizme te *tvornice pod vedrim nebom*, prirodne znanosti će utvrditi kako *sirovine za tvornicu* (voda, biljna hranjiva) pristižu iz tla pa se proučavanju tla od početka do naših vremena posvećuju poljoprivredne i šumarske znanosti.

No, poslije *količine* koja jamči *sigurnost opskrbe hranom* (*food security*) ubrzo u fokus dolazi *kvaliteta hrane*, odnosno njezina *zdravstvena ispravnost* (*food safety*), a zatim i *socijalna, gospodarska i okolišna održivost uzgoja biljke kao biokemijske tvornice* ... odgovornost zbog *ugroze okoliša i biološke raznolikosti*...

U tom hodu prirodoslovnih znanosti pokazalo se kako tlo *nije solo igrač* u sustavu. Ono djeluje kao član i u interakciji s drugim članovima tzv. ekološke trijade koju čine Tlo (pedosfera) – voda (hidrosfera) – zrak (atmosfera) pa suvremena znanost danas tlo promatra kao *sastavnicu ekosustava, s posebnim učincima*, koje obuhvaća termin *učinci tla u ekosustavu*.

UVOD

Naredna, 2024. godina je šezdeseta od početka znanstvene inventarizacije i prikaza na (zemljopisnoj) karti tala – pedogeografije na južnoslavenskim prostorima projektom koji je 1964. godine počeo kao *savezni projekt* naziva *Osnovna pedološka karta Jugoslavije*, a okončan kao *republički projekt Osnovna pedološka karta Hrvatske 1:50 000*.

Projekt je od početka do okončanja obilježen je viševrstnim proturječjima, oko: izbora optimalnog mjerila karte; metodike i normativa izrade; klasifikacije i dr. Napredak i izrada karte ne rješava stara, naprotiv gomila nova proturječja, proistekla iz napretka svjetske i naše znanosti o genezi i evoluciji tala, posljedično novog nazivlja (terminologije) genetskih horizonata i klasifikacije tala. Na te promjene, devedesetih godina se nastavlja uključivanje računala i novih, moćnijih tehnika u istraživanju i interpretaciji, promijeni postulata istraživanja, prikaza i interpretacije rezultata. Kruna svega je promjena postulata o tlu kao jedinstvenoj prirodnoj datosti i gospodarenju tlom, u konačnici i geopolitička previranja na prostoru bivše države. Nije

¹ Sudionici projekta OPK (*braća Bašić, Šalimović*) s kolegama iz Osijeka (*Jurić, Žugec*) na toj visoravni, u porječju pritoka Nila rijeka Alleltu, Horro i Loco sudjelovali su u međudržavnom (Etiopija-Yu) projektu pod naslovom *Agroindustrijski projekt Nekemte*, u istraživanju tala i privođenju kulturi 30 000 ha zemljišta džungle i formiranju dva poljoprivredna mega-kombinata, istraživanju erozije i izradi studije zaštite od erozije i održivog gospodarenja na tlima tih kombinata u provinciji Wolega.

stoga čudo što taj projekt do danas nije do kraja završen. Čudnije je samo što se nisu pojavili zahtjevi za korektan završetak projekta. Ovaj rad pretendira upravo na tu ulogu.

Znanja o tlu prikupljena koncem proteklog i u dva desetljeća 21. stoljeća nadrasla su poljoprivredne i šumarske znanosti među kojima su tloznanosti nastale, stasale i doživjele nezamisliv uspon, da bi im se danas, u Antropocenu otvorila vrata u *svijet životnih znanosti* (*life sciences*). Duže pamteći među nama u Akademiji sjećaju se kako su postulati intenzifikacije poljoprivrede u nas i u svijetu podrazumijevali *duboko jesensko oranje kao temelj*, a *visoke prinose kao neupitan cilj* uzgoja bilja. Taj, za „*agronome i poljodjelce stare škole*“ činilo se vazdavažeći postulat-paradigma danas je iz korijena izmijenjena, jer: *izostavljanje obrade, uklanjanje pluga*² koji je postavio temelje i omogućio sedentarni život, kulturu³ i uspon *Homo sapiensa* do visina umišljenog gospodara svega postojećeg u Antropocenu, kvaliteta prinosa, zaštita okoliša (tla, vode, zraka i biološkog bogatstva) i socijalna, gospodarska i okolišna održivost gospodarenja u poljoprivredi, a neproizvodni učinci šuma po značaju gotovo izjednačeni s proizvodnjom drvne mase, ne bez osnova postavljeno je kao nova paradigma, neupitan zahtjev vremena i cilj uzgoja bilja u poljoprivredi i šumarstvu. U tim okolnostima, prostor tloznanostima u poljoprivredi i šumarstvu, među kojima su nastale i stasale, postaje preuzak, da bi danas tražile prostor u primijenjenim životnim znanostima - *Applied life sciences*... To je nekovrsna potvrda kako se u tlu i na njemu prelamaju i isprepliću *Tvar(no)* i *Duh(ovno)*... *Geneza* kao neke vrste *trag prošlosti* i *Datost – Sadašnjost* – zatečene fizikalne, kemijske i biološke značajke tla, za poruku Budućemu... kao *dug naraštaja* koji ostavljamo u naslijeđe dolazećim pokoljenjima...

Nesporno je kako je *šezdeset godina poslije*... zrelo vrijeme promišljanja naraštaja okrenutog budućem kako dalje i što učiniti kako bi poruka sadržana u golemoj riznici podataka o tlima Hrvatske prikupljena u projektu OPK u *osvit* tzv. *predračunalne epohe* 1964 – 1986. godine, uz doradu i dopunu novim, još jučer nezamislivim pomagalicama i metodama bila stavljena na raspolaganje najširem krugu korisnika, koji je s obzirom na spoznaje o učincima tla u terestričkim ekosustavima postao nekad nezamislivo širok.

Držeći kako je naša Akademija bez prijepora najbolje mjesto i forum za ta promišljanja, s kojega se, poslije temeljite raščlambe te misli trebaju predočiti javnosti i s prijedlozima upoznati donositelje razvojnih odluka odgovornih za sutrašnjicu, ovaj je prilog pripremljen *kao osobni prinos izravnog dionika razvoja hrvatske tloznanosti* počašćenog mogućnošću svoga prinosa Zborniku Akademije poljoprivrednih znanosti.

POVIJESNI PREGLED

Poslije Mijata (Mije) Kišpatića, križevačkog velikana prirodoslovlja, autora *Zemljoznanstva*, prvog udžbenika na nekom od jezika Slavena, nastalog u okvirima geognozije⁴, zaslužnik za

² ... koji je označen kao glavni krivac za povećanu emisiju CO₂ - plina staklenika iz agroekosustava.

³ Riječ kultura od riječi *culter* – crtalo, dio pluga koji brazdu zasijeca do dubine oranja, a oranje, kao genijalno otkriće našega prapretka zahvat je koji je postavio temelje sjediteljskog života (Winiwaller 2015).

⁴ Od grčkih riječi γῆ (gê, Zemlja) i γνῶσις (gnôsis, znanje, spoznaja): zastarjeli izraz za znanja, spoznaje o **sklopu i građi Zemlje kao svemirskog tijela, napose o sastavu i građi litosfere**. **Koristi se i termin** - geognostika.

sustavno proučavanje i prikaz zemljovida rasprostranjenosti i raznovrsnosti tala u zemljopisnom prostoru - pedogeografiju južnoslavenskih prostora dolazi s *hrvatskih prostora*.

Bio je to skromni, samozatajni, nepretenciozni hrvatski pedolog dr. Pavao Kovačević. Svojim radom pod naslovom *Razvoj pedološke kartografije na području NR Hrvatske* (Biljna proizvodnja br. 5, Zagreb 1951.) početkom pedesetih prošlog stoljeća on pokreće val istraživanja koja su u vrijeme poslijeratne neimaštine na rubu gladi i obnove od razaranja u II. svj. ratu, bila usmjerena i fokusirana na ravničarski, panonski dio – žitnicu. Stoga će prvi rezultat biti *Tla Slavonije i Baranje*⁵ (Bogdan Jugo i sur 1953.), s prikazom ekoloških uvjeta prostora Panonije za uzgoj žitarica i rasprostranjenosti tala na zemljovidu sitnog mjerila 1: 250 000. Slijedi zatim intenzivnije istraživanje hrvatske pedosfere i izrada sličnih zemljovida tala Međimurja (Kovačević i sur 1955), Like, za neke kotare bivše države u nešto krupnijem mjerilu 1:100 000, a širenjem kruga korisnika, napose proširenjem na šumarstvo, vodno gospodarstvo, prostorno planiranje, istraživanja postaju sve zahtjevnija. Taj je put, rast tloznanosti u visinu i širinu, aktere i vidike koji su otvarali put tom rastu oslikava popis literature u prilogu rada. Godinama kasnije, prije šezdeset godina počinju se pisati temelji zemljopisa tala (pedogeografije) u onodobnoj državi Slavena na jugu Europe.

Na velikom znanstvenom projektu koji je poslije 22 godine rada 1986. godine okončan pod nazivom *Osnovna pedološka karta Hrvatske mjerila 1:50 000* prelamaju se kontroverze onoga vremena i zajedničke države. Pođimo od naziva, projekt je počeo u monolitnoj, unitarnoj državi pod nazivom *Pedološka karta Jugoslavije* kao *savezni - jugoslavenski projekt* vođen iz Beograda, s jedinstvenom metodikom i klasifikacijom tala. Vođenje projekta i izrada metodike povjerena jeiskusnim kadrovima vodećih instituta kao državnih znanstvenih ustanova, a bili su to dr Pavao Kovačević iz Instituta za pedologiju i tehnologiju tla u Zagrebu i dr Vojna Jakšić iz Instituta za agropedologiju u Sarajevu, koji u tu svrhu izdaju publikacija: Kovačević, P., Jakšić V.: *Priručnik za terenska pedološka istraživanja*, Sarajevo 1964. godine. Bio je to rad koji precizira terenska opažanja i otvara put provedbi projekta *Osnovna pedološka karta Jugoslavije 1:50 000*. Ta metodika predviđa da se karta izrađuje s prikazom kontura kartografskih jedinica na onodobno jedinog raspoloživoj topografskoj osnovi – karti mjerila 1:50 000 po Parizu. Prvi uz korištenje te metodike izrađeni list OPK bio je Zagreb 1, Samobor 2 i 4 autora P. Kovačevića i sur. 1964. god., a u Sloveniji je projekt startao iste godine, listom Samobor 1.

Poslije starta, pod gotovo unisonim pritiskom (brojnih, glasnijih-grlatijih) i u stručnim i akademskim krugova utjecajnih nastavno-znanstvenih djelatnika sa sveučilišta/univerziteta i fakulteta, koji su se osjetili zaobidenim, dolazi do prilagodbe klasifikacija tala prema republičkim posebnostima (gajnjače u Srbiji, cimetna tla u Makedoniji, akrična tla na kršu Slovenije, buavice u Crnoj Gori...). Poslije promjena Ustava 1974. god., i decentralizacije kao procesa iznudenih demokratskim gibanjima koja iniciraju *šezdesetosme* u prekodunavskom dijelu države, a *Hrvatsko proljeće* u nas. Projekt se nastavlja za interes i o trošku republika.

⁵ Upozoravamo kako je od tada do danas iz naziva istočnog dijela Hrvatske isključen Zapadni Srijem, područje od ušća Vuke u Dunav kod Vukovara do Iloka, koje uključuje i Šaregradsku adu – otok na Dunavu kod Šaregrada, dakle područja koja su neupitni dio hrvatskog teritorija

U Hrvatskoj je vođenje projekta preuzeo Projektni savjet pod vodstvom predstojnika Zavoda za pedologiju Fakulteta poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. U njegovim rukama projekt ostaje dosljedan jugoslavenstvu. Samo godinu dana prije završetka OPK Hrvatske, hrvatskoj kartografiji je nametnuta klasifikacija *zemljišta* Jugoslavije, premda *zemljište* u našem jeziku ima drugačije značenje, blisko, ali ne i istovjetno engleskom terminu *land*⁶.

U ime ravnopravnosti ustanova u izradu se uključuju svi instituti i fakulteti s kadrovima koji se bave istraživanjem tla u šumarstvu i poljoprivredi.

Nad jugoslavenstvom projekta bdije klasifikacija tala Jugoslavije⁷, a član Projektnog savjeta OPK Hrvatske postaje i kapetan JNA, koji na sjednici dolazi u sivomaslinastoj službenoj uniformi. Formalno-pravno decentralizirani projekt JNA opskrbljuje aerofoto stereo-parovima snimaka s oznakama „*Službena tajna – povjerljivo*“, čak i kada je zbog napretka tehnike satelitskih snimanja ta oznaka izgubila smisao. Još je gore što iste oznake dobivaju i listovi OPK, čiji tisak obavlja Vojno-geografski institut VGI JNA u Beogradu, jedina ustanova koja je raspolagala tehnikom za te potrebe.

Najveću vrijednost ima ustaljena, svake hvale vrijedna praksa da se ide u redoviti obilazak terena u kojemu kartografi članovima Projektnog savjeta, gostima – vrsnim znalcima iz drugih republika i svojim kolegama – kartografima prikazuje pristup radu i predstavlja rezultate kartografskog rada u toj godini. Pred otvorenim profilima⁸ otvara se najšira rasprava o svim dvojabama. Za sve sudionike ta rasprava je dragocjeno iskustvo a ishod su (iz)brušene spoznaje o genezi i evoluciji i vrednovanju tla *na licu mjesta*, pred profilom tla i autorima klasifikacije.

Vrijednim podacima o petrografiji, geologiji i geomorfologiji terena ekipu je opskrbljivao akademik Mirko Malez, veliki zanesenjaka svojevrstni polihistor hrvatskih geoloških znanosti - geognozije, a povremeno u ulozi ministra znanosti vrhunski znalac akademik Ivan Jurković.

Abecednim redom, bez titula, koje su se dakako tijekom rada i napredovanjem dionika mijenjale, navodimo imena svih sudionika projekta *Osnovna pedološka karta mjerila 1:50.000* u razdoblju 1964 - 1986. godine, ispisana na pripadajućim listovima:

- Adam Mihajlo⁹ i Karavidović Pavo – Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayer - Osijek

⁶ *Land* – termin koji pojmovno uključuje sve dimenzije tla, biološke resurse i podzemnu vodu na i u tlu nekog prostora, dok *zemljište* predstavlja Zemljinu površinu, na kojoj se može naći jedan ili (ne nužno) više tipova tala s nižim jedinicama, čije značajke se mogu iskazati i reljefom (planinsko, ravničarsko...), vlasništvom (privatno, državno...), načinom korištenja (poljoprivredno, šumsko, građevinsko...) itd.

⁷ S položaja najuglednije u državi *zagrebačke pedološke škole* kao predsjednik Projektnog savjeta nametnuo se jugoslavenskim pedolozima kao vodeći autor izdanja iz 1973. godine: Škorić, A., Filipovski, G., Čirić, M., Klasifikacija tala Jugoslavije, da bi poslije 13 godina isti autori pripremili Klasifikaciju *zemljišta* Jugoslavije.

⁸ ... Kako je svaki od sudionika za svoju foto-dokumentaciju prikupljao fotografije, sasvim je razumljivo da se danas isti profil javlja kao foto dokument s potpisom više različitih autora.

⁹ Solidaran s velikosrpskim agresorima *osamdesetih* napušta Hrvatsku i životni put završava u *Prekodunavlju*.

- Bašić Ferdo – Viša poljoprivredna škola, danas Veleučilište – Križevci, Fakultet poljoprivrednih znanosti (danas Agronomski fakultet) Sveučilišta u Zagrebu,
- Bašić Ivan, Bogunović Matko¹⁰, Kalinić Mirjana, Kovačević Pavao¹¹, Paraker Roman, Pavlič Vladimir, Radman Božidar, Šalinović Ivan-Sem¹², Tomaš Ivan-Grof, Vidaček Željko, Institut za pedologiju – Zagreb,
- Čolak Andrija, Miloš Boško – Institut za jadranske kulture i melioracije krša - Split,
- Martinović Jakob¹³, Mayer Branimir i Rastovski Petar¹⁴ – Jugoslavenski institut za četinjače - Jastrebarsko, danas Šumarski institut - Zagreb,
- Perković Josip, Racz Zoltan, Šimunić Ivan, Škorić Arso¹⁵, Šmanjak Ivo, (Vidaček Željko) Žic Magdalena – Fakultet poljoprivrednih znanosti, danas Agronomski, Sveučilišta u Zagrebu,
- Vranković Andrija – Jandro, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Tloznanstvenici pedokartografi uključeni u projekt od početaka *sljede k genetsku pedološku školu Mihovila Gračanina* koju su prihvatili i vodeći europski - njemački pedolozi toga vremena *Scheffer i Schachschtabel*.

Kao dionik u temelja kartografske inventure hrvatske pedosfere, s pola stoljeća odmaka, mogu ustvrditi kako su, premda mu ime nije bilo uputno spominjati, inspiracija ekipi bile snažne riječi *akademika Gračanina*:

Hrvatska ima mnogo raznih tipova, podtipova, varijeteta i vrsta tala: čitav mali muzej. Pokrivaju ih danas zeleni sagovi naših njiva, travnjaka, voćnjaka, vinograda, šuma, šikara i makija. Hrvatski narod u pravom smislu riječi „živi od zemlje“: na svome dijelu pedosfere zasnovao je on svoj život u prošlosti, a izgrađivat će ga i u budućnosti. *Tla Hrvatske najveće su blago hrvatskog naroda: nepresušivi su izvor njegovih snaga i temelj hrvatske domovine. Poznavati ih znači poznavati temelje na kojima Hrvatska počiva.*

¹⁰ Jedini je koji je projekt prošao od početka do kraja, unio sebe i u njemu nalazio sadržaj i smisao, dao mu bespogovorno pozitivan pečat i nemjerljivo velik doprinos. Kao zanesenjak u tlo Matko Bogunović je karijeru počeo kao mladi inženjer, napredovanjem kao magistar i doktor znanosti, a završio kao redoviti sveučilišni profesor u trajnom zvanju, a stvarni, čak ni približan doprinos hrvatskoj znanosti nije vidljiv iz suvremenih računalnih baza podataka, jer su mu radovi zbog oznaku *Službena tajna – povjerljivo* ostali izvan sustava. To su svim sudionicima projekta OPK i danas, kada su svi razlozi postojanja te anakrone oznake prestali postojati.

¹¹ Prvi voditelj i usmjeritelj projekta, autor priručnika i brojnih listova OPK te izuzetno bogato dokumentirane regionalne monografije Tla gornje Posavine.

¹² za godišnjeg odmora u rodnom mjestu teatralno uhićen u montiranom procesu poznatim uznicima – agronomima (Miloš, Perica, Čorić i dr), 72 dana u tamnici, bez obrazloženja pušten. Jedina „krivica“ – prijatelj mu je kolega iz svakodnevice zaposlen u susjednom Institutu za voćarstvo u istoj zgradi – Kačićeva 9, optuženik, Tvrtko Miloš, dipl. inž., osuđen i u tamnici odležao 14 godina kazne, bez utvrđene krivice (uz dokaze u suprotno) za tzv. *atentat na najvećeg sina naših naroda...* kasnije prozivan, uz pritisak na kažnjavanje i isključenje iz *partije avangarde radničke klase*, zbog onodobno (pod utjecajem čašice) neprikladne atribucije voditelja Projektnog savjeta, koja će utemeljenost pokazati tek kasnije.

¹³ Šumarski ekolog, dugogodišnji urednik tiskanih izdanja listova OPK Hrvatske.

¹⁴ ...obojica izvanrednih stručnjaka pedologije u šumarstvu, s kolegama izgubili život u strašnoj prometnoj nesreći.

¹⁵ imenovan za predsjednika Projektnog savjeta OPK Hrvatske, koji je početkom sedamdesetih preuzeo i do okončanja vodio projekt u mandatu ministra znanosti i tehnologije RH akademika I. Jurkovića.

Akademik M. Gračanin, (1942): Tla Hrvatske

Isječak iz: Dugački Z.: Zemljopis Hrvatske, Matica Hrvatska, Zagreb, str. 340-382.

Riječi su to iz akademske sredine grubo istjeranog predstojnika Zavoda za Tloznanstvo Poljodjelsko-šumarskog fakulteta (*Institutum pedologicum facultatis agronomico-foresticae Universitatis Zagrebiensis*), zapisane 1942. godine, u knjizi jednake zle sreće Zemljopis Hrvatske, koja je kao zabranjeno štivo uklonjena od publike za koju je pisana. Gornje riječi postaju nit vodilja - poveznica pedokartografe Hrvatske¹⁶ u vremenima *govora šutnjom*.

UČINCI TLA U EKOSUSTAVU

U pedosferi se na jedinstven način susreću, i u bezbroj oblika i stanja prepliću plinovita (zrak), tekuća (hidrosfera) sastavnica ekosustava, pretačući se sa živim svijetom (biosferom) u beziznimno sve kopnene ekosustave i tkanicu neopisivog bogatstva i raskoši tog „divnog božjeg svijeta“. Suštinu ekosustava čine sastavnice ekološke trijade: Tlo (pedosfera: fizika, kemija i biologija tla) - Voda (hidrosfera, hidrologija) - Zrak (atmosfera, meteorologija, geofizika). Sastavnice ekosustava pojedinačno proučavaju različite prirodne znanosti (biologija-botanika i zoologija, pedologija, geofizika-meteorologija, hidrologija i primijenjene znanosti), a njihove međusobne - uzajamne utjecaje, utjecaje na živa bića, kao i živih bića na njih pručava ekologija. Složenost ekosustava oslikava općepoznata činjenica da je svaka sastavnica (agro)-ekosustava (tlo, voda, zrak) sama po sebi vrlo složena, da ima dnevnu (jutro, podne, večer, noć), sezonasku (proljeće, ljeto, jesen, zima) količinu i dinamiku te da se svaki djelić sekunde događaju makar i male (na nano-razini) promjene. Prodirući u tlo kisik pokreće i stimulira aerobne oksidacijske procese razgradnje svih ostataka života u tlu i stajskog gnoja, i istiskuje CO₂ u disanju tla. Jednako, čim je korijen tla primio ion, primjerice K⁺, upražnjeno mjesto u otopini ili adsorpcij-skom kompleksu tla popunjava kation drugih baza ili svenazočni H⁺. Dakle, premda čimbenike u (agro) ekosustavu proučavamo pojedinačno i „statički“, oni djeluju holistički povezano u dinamičnom sustavu.

Kolikogod bila bez smisla bila rasprava o vrijednosti ekosustava izračun na globalnoj razini koji navodi Wilson (2009). kazuje da korist od ekosustava za Homo sapiensa iznosi oko 32 x 10¹² (tisuća milijardi) dolara godišnje.

¹⁶ S malo izuzetaka, koji se odnose na one koji su djelovali s početka šezdesetih godina (*Kalinić, Kovačević, Paraker, Radman*), sudionici su se dobro poznavali, za laboratorijskim i radnim stolom i izvan njega povezani neraskidivom *niti solidarnosti terenca*, koja uz izvrsnu fizičku kondiciju stečenu cjelodnevnom (po više od 10 sati) pješaćenjem, podrazumijeva i *posebnu solidarnost*, čiju dubinu i sadržaj u cijelosti poznaju samo oni koji su je saživjeli bilježeći višegodišnje *osobno terensko iskustvo*.

PROIZVODNI – UTRŽIVI UČINCI TLA U EKO-SUSTAVU

Fotosinteza i utrživi produkti uzgoja bilja

Zaprepašujuć, ali najtočniji podatci o korištenju kopnenih površina Hrvatske dobiveni „iz *ptičje perspektive*“ obradom i izračunom iz satelitskih snimaka, koje su obradili Kušan i sur. (2020) šumske površine su danas veće od poljoprivrednih¹⁷.

• Silvisfera - izvor drvene mase i kisika – pluća Hrvatske

Sa 2 630 742 ha površine ili 46,48% kopnene površine Hrvatske, šumarstvo je vodeći - najveći korisnik pedosfere Hrvatske – Hrvatska, nadamo se ne zadugo, postaje zemlja šuma!

Kao supstrat za šumske vrste tlo nas opskrbljuje drvnom masom, kao sirovinom za drvoprerađivačku industriju. Fotosinteza šumskih vrsta opskrbljuje nas kisikom, kao potrošač CO₂ i izvor emisije vode putem transpiracije šumske vegetacije vode snažan je regulator klime i hidrološko-kog ciklusa, a kao izvor kisika stup aerobioze. Premda javno dobro, tzv *opće korisne funkcije šuma*¹⁸ se hvalevrijednim nastojanjima šumarske struke se naplaćuju. Postignut je vrijedan učinak u podizanju svijesti javnosti o značaju šuma kao javnog dobra.

• Agrosfera kao izvor hrane i drugih dobara (piće, odjeća, energija) Hrvatske

Prema navedenim podacima površina agrosfere Hrvatske iznosi 2 582 823 ha ili 45,63% kopnene površine. Kao sastavnica staništa tlo pruža prostor za klijanje, nicanje, širenje korijena i opskrbu kulturne biljke vodom, zrakom i hranjivima za proces fotosinteze u kojemu nastaje hrana a oslobađa se kisik - temelj aerobioze na Zemlji. Korištenje tla donosi utrživa “prehrambena” (namirnice) i “neprehrambena” (*food and non-food*) dobra: globalno gledajući 95% *ukupne količine hrane* (kruh, povrće, voće, gljive, a preko stoke meso, mlijeko, jaja); *pića* (vino, pivo); *napitke* (voćni sokovi, sokovi rajčice); *energiju* (ogrjev, biodizel, alkohol); *vlakno* (pamuk, lan, konoplja); *lijek i začine* (ljekovito i začinsko bilje); *repeleantno i insekticidno bilje* (buhač); *dekorativno bilje* (cvijeće, ukrasno bilje); *sirovine za prehrambenu industriju* (brašno, ulje, šećer, škrob); *sirovine za tekstilnu industriju* (pamuk, lan, konoplja) *odjeću i obuću* (krzno, koža) i *užitne tvari* (alkohol, duhan, opijati- droge).

¹⁷ To je rezultat napuštanja plodnih oranica i depopulacije zbog nepromišljene odluke nadležnih o uklanjanju kombinata i privatizacija državnog poljoprivrednog zemljišta kojoj je poputbinu osmislio *samozvani domoljub iz Brestače*. Namirivši sebe sa 70-ak ha zemljišta po formuli: *to je nama naša borba dala* on otvara proces kojim su u vlasništvo *najvećeg blaga hrvatskog naroda* došli nezainteresirani za gospodarenje zemljištem i poljodjelstvo, a zainteresirani za poticaje. Dio poljoprivrednog zemljište prepušten šumi, a poljodjelci, koji su naraštajima na njemu živjeli uzeli putovnice i *okrenuli leđa pozornici*. Epilog: umjesto izvoza, hrana se uvozi. Što rade drugi koji su imali od nas tvrdi, *realniji socijalizam* i državnu zemlju? Na europskoj sceni zbog poljodjelaca upravo puca savezništvo Poljske i Ukrajine, jer, štiteći svoje poljodjelce od konkurencije Poljska odbija uvoz jeftine ukrajinske pšenice ... *Sapientni sat!*

¹⁸ Kolegama *šumarima starije škole* u više navrata je ukazivano na potrebu preispitivanja termina, a oni odgovor na to pitanje mudro prepustili mladima. *Šume su starije od čovjeka i sigurno će ga nadživjeti*. Nisu tu, kao uostalom i tlo da bi bile „u funkciji“ nekomu. Ako netko treba biti u funkciji onda je to čovjek u funkciji zaštite šume.

Goldewijk i sur (2016) iznose procjenu kako je od početka sjeditejskog života tlo na Zemlji prehranilo 106 milijardi ljudi, koristeći za to samo 1% ili 1,6 mld ha za oranice, a 25.2 % ili 3.3 mld ha kopna za pašnjake.

Medij pohrane pitke vode

Nemjerljiva je vrijednost i značaj tla kao medija pohrane vode i opskrbe pitkom vodom. Za sada ta usluga tla ne polučuje profit, jer se voda ispod tla ne pripada vlasniku tla, smatra se javnim dobrom i vlasništvom, premda je tlo na kojemu je ona deponirana koje štiti tu vodu od onečišćenja u privatnom vlasništvu. Dolazi vrijeme kada će se ustaljeni odnosi mijenjati. Već postoje procjene vrijednosti tla u toj ulozi.

Izvor sirovina i građevnog materijala

Osim proizvoda fotosinteze koji služe kao sirovine prerađivačkim industrijama humusom bogat površinski sloj tla (humosfera) kao *supstrat za uzgoj bilja* prenijet iz prirode u naselja, na površine javnog zelenila, sportske (nogometne, teniske, golf) terene i plastenike ima komercijalnu – utrživu vrijednost. Jednako vrijedi i za nakupine *treseta*.

Zdravica tla, odnosno matični supstrat, kao što je *les ili lesne ilovače*, koriste se za *sirovine u proizvodnji cigle i crijepa* u građevinarstvu. Iz takve cigle građene su i danas čvrste utvrde Panonije; Syrmium, Cuccium, Mursa, Marsonia. Osim toga, iz lesa su građene tradicionalne kuće sa *švapskom arhitekturom* i zidovima od nabijenog lesa, tzv. „*nabijače*“¹⁹ izuzetne izolacijske sposobnosti. Zadržale su se još u Baranji i zapadnom Srijemu, a uz kuće se *ukopavaju podrumi* kao ostave za hranu u kojima se cijele godine zadržava ujednačena temperatura. Dodavanjem vode uz miješanje s pljevom pšenice i sušenjem na suncu, iz lesa se prave „*sirove cigle*“ ili „*čerpići*“ – jeftin građevni materijal za nastambe u područjima s aridnom klimom.

Pijesak i šljunak iz supstrata su vrijedan građevni materijal, a *glina* sirovina za keramičku industriju, boksit iz crvenice za proizvodnju aluminijske;

Sirovine u farmaceutskoj industriji

Osim ljekovitog bilja, kao sirovine u farmaceutskoj industriji koriste se vrste mikroorganizama koji žive u tlu, a njihove izlučine imaju iskoristiv učinak. *Prvi antibiotik penicilin* čijim farmaceutskim pripravkom su spašeni milijuni ljudskih života *ekstrahiran je iz gljivice tla roda Penicilium*. Izdašan izvor antibiotika u tlu je rod aktinomiceta *Streptomyces*, s oko 150 vrsta koje luče čak 80% svih dosad otkrivenih antibiotika. Iz njih se proizvodi najpoznatiji farmakološki proizvod *streptomycin*, zatim *aureomicin, kloromicetin, teramicin i neomicin*.

Golem je broj mikroorganizama neistražen – nekovrsna *terra incognita* ili „*otvorena knjiga*“, a na znanosti budućnosti je utvrditi što se u toj riznici krije i što se može koristiti.

¹⁹ ...sudionici projekta OPK - autor i brat odrasli su u Iloku u takvoj kući, s podrumom ukopanim desetak metara ispod površine ... inače, ilovače „nabijače“, napuštene za izbjeglištva se od vlage (i tuge) same urušile.

Mikrobiološki pripravci fiksatora dušika

Sposobnost mikroorganizama tla za simbiozijsku (*Rizobium* sp.) i nesimbiozijsku (*Azotobacter* sp.) fiksaciju elementarnog dušika iz zraka koristi se za uzgoj mikrobioloških kultura i proizvodnju pripravka koji se koriste za bakterizaciju sjemena u uzgoju leguminoza.

REGULACIJSKI UČINCI TLA

Posebnost je regulacijskih učinaka tla u terestričkim ekosustavima što su ti učinci mahom „opće naravi“ te se ne mogu prisvojiti i/ili adresirati na vlasnika ili korisnika zemljišta.

Regulator klime

U organskoj tvari (humusu) tla tisućljećima je nakupljan ugljik, koji se oslobađa aerobnim mikrobiološkim procesima mineralizacije u obliku CO₂, a u močvarnim tlima zbog nedostatka kisika prevladavaju redukcijski procesi i vladaju anaerobni uvjeti razgradnje organske tvari pa se javlja metan CH₄, koji ima još snažniji učinak staklenika. Svako prozračivanje tla obradom ili ugradnjom cijevi drenaže intenzivira ili drugih ugljikovodika CH₄ aerobni proces mineralizacije humusa i emisiju CO₂. Veća vegetacijska masa indicira veće količine njoj vezanog ugljika i intenzivnije procese fotosinteze, veću aerobiozu - oslobađanje više kisika. Na tu činjenicu u gospodarenju tлом se oslanja zagrebačka agroekološka škola, zalažući se za uvođenje plodoređa kojemu je obvezujući okvir bilanca CO₂. Temeljno načelo toga plodoređa je stalni pokrov usjeva i što burniji život na i u tlu. On istina mineralizacijom organske tvari oslobađa veće količine CO₂, ali još veće količine troši za fotosintezu, pa je sustav barem „CO₂ neutralan“, a u zrak emitira više kisika od konvencionalne poljoprivrede.

Kako je obilježje klimatskih promjena kojima svjedočimo redoviti i snažniji vjetrovi od današnjih, nužno je računati na vjetrozaštitne pojase zbog zaštite: od mehaničkih udara vjetrova; od isušivanja tla; naselja i poljoprivrednog zemljišta od pridolaska onečišćivača sa prometnica; snježnih nanosa zimi; eolske erozije tala na lesu; i „oživljavanja pijesaka“. Vjetrozaštita je u Panoniji poznata od srednjeg vijeka. Za očekivati je kako će se u tu svrhu u panonski krajobraz vratiti jablan (*Populus nigra* var. *Pyramidalis*, ukras i potisnuta vrsta vetrozaštitnog pojasa.

Medij biotransformacije organskog ugljika

Sa humosferom i masom korijena, tlo utječe na ukupnu količinu ugljika i produkciju CO₂ i drugih plinova (metan, NO_x) koji uzrokuju učinak staklenika, kao regulator klime a kao potrošač CO₂ za fotosintezu oslobađajući kisik O₂ tlo je izvor aerobioze;

Prirodni detoksikator onečišćivača.

Zbog položaja „između“ litosfere i atmosfere, kontakta s hidrosferom i antroposferom, odnosno biosferom, tlo je prijemnik (akceptor), sakupljač (akumulator) i izmjenjivač (transformator) tvari emitiranih iz tih sfera; onih koje padaju otopljene u vodi kao kisele kiše ili suha depozicija – prašina, unose hotimice, kao sredstva za zaštitu bilja ili mineralna gnojiva, a štetne su po zdravlje konzumenta hrane uzgojene na tlima onečišćenim tim tvarima.

Popis onečišćivača tla dug je i otvoren, jer u njih spadaju gotovo sve sintetizirane tvari i one koje se za različite potrebe neprekidno sintetiziraju. Na prvom mjestu su to: teške kovine - As, (Ba), Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Pt, Se, Sb, U, (V), Zn, itd.; perzistentni organski spojevi - policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), ostatci pesticida korištenih za zaštitu bilja, poliklorirani i polibromirani furani i dioksini, petrokemikalije; nafta i derivati, mineralna vlakna - azbest, hlapljivi organski spojevi: benzen, ksilen, toluen, klorirani ugljikohidrati i dr.; radionukleidi: cezij i stroncij; ratna sredstva: eksplozivi i mine, a od živih patogeni organizmi: antraks i prioni. Tlo je transformator tih tvari, jer ih putem mikrobiološkog kompleksa brže ili sporije razgradnjom transformira u fiziološki bezopasne oblike.

Neki procesi „detoksikacije“ iznimno su spori: za čišćenje olova iz tla emitiranog iz aditiva benzina, u stotinjak godina Antropocena Zemlji će trebati oko 9 000 godina (Urushadze 2002). Za nekoliko desetljeća pogodovanja „limenim ljubimcima“ posljedice će snositi oko 300 naraštaja istog *Homo sapiensa* koji je to smislio!

Redovitom konzumacijom hrane iz uzgoja na nečistom tlu narušava zdravlje konzumenata i polučuje mutagene, kancerogene i teratogene (deformacija zametka) učinke.

Prirodni razgrađivač posliježetvenih i šumskih ostataka

Tlo je univerzalni izmjenjivač (transformator) – razgrađivač organskih tvari posliježetvenih ostataka mikroorganizmima tla na obrađenim tlima, koje transformira u hranjivi i trajni humus uz povećanje plodnosti, jednako i mase lišća listopadnih vrsta i iglica četinjača na šumskim tlima u šumskim ekosustavima. Sve tvari koje u njega prispiju tlo veže/zadržava u svojoj masi i postupno izlaže mikrobiološkoj razgradnji, transformaciji i sintezi u nove spojeve.

Univerzalni pročištač (filter) za vodu

Zahvaljujući ponajprije koloidnom kompleksu u kojemu prevladavaju humus i glina tlo je univerzalni prirodni pročištač (filter) oborinske vode, koja se prolazeći kroz tlo oslobađa nečisti i nakuplja kao pitka podzemna voda.

Regulator hidrološkog ciklusa

Tlo prima i u svojoj masi veže oborinsku vodu i u toj ulozi je snažan regulator hidrološkog ciklusa i klime. Infiltracijom tlo prima i veže dio oborinske vode u količini većoj od količine vode u svim rijekama na Zemlji, koju drži u tlu silama dovoljnim da se odupre gravitaciji i ne oteče u dublje slojeva, a opet manjim od sisajuće snage korijena biljke. Primjerice, svaki dan vegetacijskog rasta kukuruz razvija 100.000 novih korijenovih dlačica duljine 4,8 km (na 1 mm duljine korijena kukuruza čak 422 korijenove dlačice) pomoću kojih prima tu vodu iz tla.

TLO KAO MEDIJ BIOLOŠKE RAZNOLIKOSTI

Tlo je medij genetskog bogatstva i biološke raznolikosti, pričuva gena i temelj globalne biološke raznolikosti. Višestruko je više života ispod površine nego na površini tla. Oranični sloj plodnog tla u sadrži oko 25 t/ha živih bića, među njima je čitav niz korisnih. Stanje i raširenost prirodnog raslinja, odnosno bioraznolikost

izravno zavisi o stanišnim uvjetima na koje utječu osobine, odnosno stadij evolucije tla, a on pokazuje pravilnost i zavisnost o zemljopisnoj širini i nadmorskoj visini ili (horizontalnu i vertikalnu) klimazonalnost.

PROSTORNI UČINCI TLA

Čimbenik namjene i korištenja prostora

Tlo je snažan, odlučan čimbenik namjene i korištenja prostora u prošlosti i danas, jer je na površini prostor namijenjen poljoprivredi, industriji, urbanizmu-stanovanju, prometnicama i drugoj infrastrukturi, rekreaciji, gospodarenju otpadom, a ispod površine strujom- i cjevovodima;

Medij odlaganja i razgradnje otpada

Tlo je neizbježan medij odlaganja nebiološkog (industrijskog), a razgradnje i detoksikacije biološkog otpada. Ta mu je uloga nemjerljivo važna a okolišno, gospodarski i socijalno izuzetno osjetljiva. Izbor tla za odlaganje otpada zbog toga je vrlo stručno i osjetljivo pitanje.

EMOTIVNO-ESTETSKI, KULTURNI I TEOLOŠKI UČINCI TLA

Oblikovanje krajobraza

Prirodni, eolskim putem oblikovani geomorfološki oblici – krajobrazi, u koje je čovjek «utisnuo» poruke, čitljive upućenim stručnjacima, (teže čitljive obrazovanim laicima a nečitljive neobrazovanim) ali su svima podjednaki *emocionalni – memorijski temelj* osjećaju pripadnosti zavičaju i domoljublja. Panonija je naseljena od paleolitika, plodna tla su privedena kulturi, prevladava živopisni kulturni krajobraz, s prostranim oranicama, livadama, pašnjacima i trajnim nasadima – vinogradima, zbog čega ostavljaju dojam prefinjenog *šlingeraja*. Čovjek Dinarida je u suhoziđe oko plodnog tla (zaštita krškog tla od erozije vjetrom i vodom) i kamenozide utisnuo originalni trag svoje upornosti i postojanosti tom u krajobrazu.

Konzerviranje i arhiviranje arheoloških ostataka

U svojoj masi tlo konzervira arheološke artefakte kao svjedočanstva o naseljenost i kulturama koje su od brončanog doba do danas ostavile trag u svakom kutku Lijepe Naše od Iloka preko „europskog Jerihona“ - Cibalijske, Marsonije i *Valis aurea*, uzobaljem od Pulske arene do arheološkog blaga Dubrovnika.

Drugi tragovi (geološki, paleontološki i pedološki) svjedoče prirodnu prošlost, najčešće drugačiju od današnjih prilika. Od Iloka, u svim usjecima lesa Šarengrada, Mohova, Opatovca do Vukovara u žutoj masi lesa tamnije ili smeđe vodoravne trake do 1m širine svjedoče paleotlo, nastalo u jednom od međulednih razdoblja (interglacijala) kvartara kada se formirao i bujao život, a zatim je prekriven novim lesom. Naredna po redu naslaga ne baš široka, svega nekoliko cm svjedočit će o svim našim dostignućima, tegobama i ratovima, riječju o nama.

Teološko – religijski motiv

Kao lovac čovjek je ravnodušan prema tlu lovišta, sklonost nomada prema tlu traje dok mu stoka (po)pase travu, a tek ga ratar – orač prihvaća omeđuje i doživljava kao svoje, obrađuje, polaže sjeme i s njega ubire plodine. Tlo i njegovi darovi duboko uronjeni u svijest *Homo sapiensa*, našli su mjesto u molitvama, meditacijama, slavljenjima, ritualima, ponašanju i zakonima brojnih kultura i religija. Jakob (1957) navodi da je *plug pokrenuo povijest više od svih grandioznih izuma čovjeka*. Grčka mitologija oranje vidi kao čin ljubavi prema tlu – ženi. Orač se dosljedno vraća istom tlu pa je iz toga čina izraslo načelo privrženosti – odanosti i monogamni brak, koji se sklapao na plugu, kao simbolu vjernosti.

Sveobuhvatnu, nadahnutu obradu biblijske teologije tla u Hrvatskoj izvršno i nahnuto pokriva teolog tla doc.dr.sc. Đ. Pardon (2014, 2017). Uvijek iznova nas svojim djelima na tu temu obrađuje ukazujući kako III poglavlje Knjige postanka navodi riječi što se ponavljaju u obredu na ispraćaju umrlih: *Sjeti se, spomeni i zapamti Čovječe! Prah si i u prah ćeš se vratiti...* koje podsjećaju žive sljedbenike na porijeklo čovjeka iz tla i sudbinsku vezanost za tlo. Riječi su zapisane daleko prije nego je utvrđen sastav tijela koji čine tvari iz lanca koji polazi iz tla. Knjiga postanka i Sveto Pismo svjedoče da je tlo – „zemlja“ jedna od najvažnijih tema Božje objave i iskustva vjere Izraela, (citata):

Tlo je dar, kušnja i zadaća... temeljna sastavnica biblijske vjere, zbog svoje važnosti u teološkom premišljanju odnosa Bog-Zemlja-Čovjek, nudi se suvremenoj Crkvi kao transtemporalna tema kojom se može utažiti glad i žeđ suvremenoga čovjeka za ukorijenješću, smještenošću u prostor, sa zemljom kao mjestom življenja kršćanske vjere... (završetak citata).

Drevni je običaj Crkve koji potječe iz starog Rima, u zemljoradničkim vjerničkim zajednicama o blagdanu Sv. Marka 25. travnja moliti za blagoslov polja i usjeva. Katolička crkva je preuzela to štovanje i ophod i dala joj kršćanski pečat, a od 510.g.slavi ga kao blagdan Sv. Marka, aleksandrijskog biskupa, pisca Evanđelja i zaštitnika polja, vinograda i usjeva.

GOSPODARENJE TLOM JE GOSPODARENJE ŽIVOTOM!

Sumirajući učinke tla u ekosustavu koje zadiru u sve pore života, očito je kako se poslanje tloznanosti iz poljoprivrede i šumarstva, gdje je ponikla pomiče u smjeru primijenjenih životnih znanosti – *applied life sciences*²⁰. Novi izazovi su pred novim naraštajima!

Kako je tlo privatno dobro, zaštićeno zakonom, *gospodareći tlo, vlasnik zemljišta poljoprivrednik, šumar..., gospodari i upravlja (i našim) životom. Zbog toga; nikada nije dovoljno naglasiti kako je od izuzetnog je značaja da se tlo – zemljište nalazi u rukama onih*

²⁰ Globalna kretanja inicirana su nominacijom dva najstarija i neprijeporno najuglednija sveučilišta poljoprivrede i srodnih znanosti (šumarstvo, prehrambena tehnologija... i dr) u Beču (BOKU) i Pragu, u *sveučilišta primijenjenih životnih znanosti (Applied life sciences)*, što su slijedila i druga europska i svjetska sveučilišta, a tradicionalna Udruga europskih poljoprivrednih sveučilišta - ICA (*Interuniversity Conference of Agricultural universities of Europe*) od 1. siječnja 2023. godine prerasla je u *Europsku ligu za životne znanosti - Euroleague for Life Sciences - ELLS...* To je do sada ostalo bez utjecaja na stanje u nas, zabavljenih oko nicanja novih (sve)učilišta, koja imaju prostor, opremu, kao niti jedno u osnivanju do sada, potporu nadležnih struktura, riječju: sve osim - polaznika.

koji znaju gospodariti tima blagom kao baštinom 266 naraštaja koji su od početka sedentarnog života živjeli na hrvatskim prostorima od Iloka do Konavala, a odgovornost za donošenje odluka ključnih za vlasničke odnose i gospodarenju tлом kao transnaraštajnim dobrom valja dijeliti i s pažnjom na naraštaje koji tek dolaze.

Zbog svega rečenog zaključimo:

Suvremena država odgovorna kao čuvar i zaštitnik općih interesa svojih žitelja mora imati bazu podataka dovoljno bogatu podacima da bi mogla odgovarati potrebama izrade stručne dokumentacije neophodne za socijalno, gospodarski i okolišno održivo gospodarenje tлом!

ŠTO PREOSTAJE DO ZAVRŠETKA PROJEKTA OPK HRVATSKE?

Održivo gospodarenje tлом nema alternative, a preduvjet za njegovo osmišljavanje i „držanje u poželjnim gabaritima“ su pouzdani, znanstveno čvrsto utemeljeni podatci o značajkama tla i njihovu rasporedu na prostoru države prikazani na zemljovidima tla.

Znanstvenici poljoprivrede i šumarstva koji su izveli projekt OPK Hrvatske od početka su bili fokusirani na značajke tla važne za prehrambenu sigurnost (*food security*) naroda Jugoslavije/ Hrvatske i kondiciju šume, a tek su novijega datuma znanja o mjestu i nabrojanim učincima tla u ekosustavu, prikupljana u vrijeme trajanja Projekta.

U procijepu između vazdanedostatnih sredstava i rastućih potreba, odlučili su se za mjerilo 1:50 000, tzv *semidetaljnu pedološku kartu* – s jedne strane nedovoljno detaljnu za neke važnije potrebe koje zahtijevaju karte krupnijeg mjerila, a s druge strane (pre)bogatu za osnovne potrebe - Osnovnu pedološku kartu.

Tako smo se našli u situaciji da su potrebe za detaljnim i sve sofisticiranijim informacijama što ih daju zemljovidi krupnijeg mjerila kao što je 1:5000 sve više rasle, a i dalje rastu.

Osnovna pedološka karta – OPK 1:50 000 privedena je kraju, ali (još) nije završena, pa je za potrebe ovoga rada S. Husnjak izradio prikaz stanja završenosti dva listova pedoloških karata i tumača za te listove²¹.

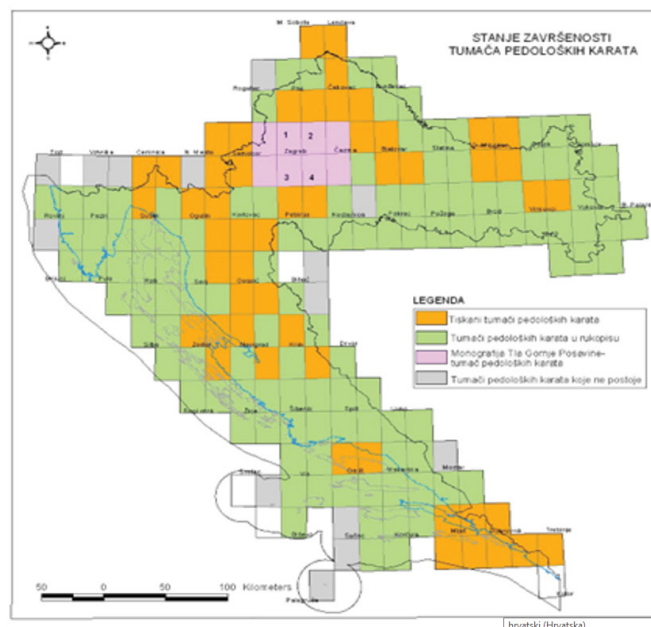
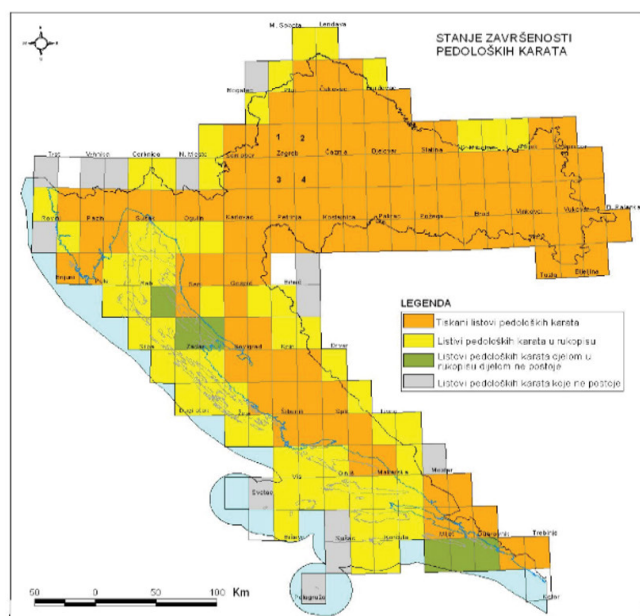
Fokusiranost OPK potrebama poljoprivrede oslikava stanju tiske karata (smeđa boja) kojih je najviše u Panonskoj, slijedi Gorska, najmanje u Jadranskoj regiji. Velik je broj listova karata ostao u rukopisu (žuta boja), a rubni, granični dijelovi (zeleno boja) ostali su nepokriveni. Tumači (zeleno boja) su uglavnom ostali u rukopisu prevladavaju.

Dvojba je što i kako dalje? Jer, zbog dugog trajanja i *niz promjena u hodu* podatci, napose nazivlje pedosistematskih jedinica su anakroni – zastarjeli. U tim podacima može se snaći samo uži krug specijalista, a potreba je da se broj korisnika iz stručnog kruga što više prošire.

Stoga je pred hrvatskim tloznastvenicima danas dvojaka zadaća: s jedne strane **modernizirati OPK, kako bi se (is)koristila – (spasila) i modernizirala baza, zapravo bogata riznica već prikupljenih informacija o tlu**, a s druge, **otvoriti put utemeljenju suvremenih baza podataka za izradu modernih zemljovida krupnog mjerila. To je dug naraštaja prema tlu - navećem blagu hrvatskog naroda i temelju domovine**, kako je tlo nazvao naš veliki učitelj akademik Gračanin (1942).

Za potpuni završetak Projekta prema tim zamislima ostalo je još izraditi:

²¹ Zahvaljujem kolegi Husnjaku – redovitom članu Akademije poljoprivrednih znanosti (Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet - Zavod za pedologiju, u kojemu je deponirana dokumentacija OPK Hrvatske), koji je i ovoga puta, ne prvi i jedini put, spremno izašao u susret našoj molbi, visprenom izradom priloženih prikaza.



Slika 1. Pregled tiskanih listova karta i tumača OPK Hrvatske 1:50 000 (Husnjak 2023.)

- **Novo imenoslovlje - hrvatskom jeziku primjereno nazivlje genetskih horizonata i pedosistematskih jedinica i razvrstavanje (klasifikaciju) tala Hrvatske, usklađenu sa World Reference Base for Soil Resources (WRB).** Ovu, neprijeporno po značaju prvu zadaću mogu izvršiti samo vodeći tloznanstvenici u poljoprivredi i šumarstvu - S. Husnjak i N. Pernar (Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet) sa suradnicima po izboru.
- **karte rubnih, graničnih dijelova RH, jadranskog uzobalja i otoka** za dijelove listova: Trst 4, Vrhnika 3 i 4, Novo Mesto 4 i Rogatec 4, prema Sloveniji; Bihać 4 i Mostar 1, prema BiH, a Sušac 1 i 3, Biševo 1 i Rovinj 3 u Jadranskoj Hrvatskoj.
- **Osnovni zemljovid tala Hrvatske (OZT), tako da se na modernu topografsku podlogu Hrvatske koju koristi GIS prenese sadržaj svih listova OPK Hrvatske,** s preciznim unosom i lokalitetom glavnih, analiziranih profila tla, koristeći u legendi suvremeno nazivlje iz klasifikacije tala.
- **Nove tumače za sve listove,** a u njih prvenstveno unijeti precizan lokalitet glavnih profila označenih u zemljovidu, sa svim analitnim podatcima.
- **Izraditi, monografiju Tla Jadranske Hrvatske (s otocima), zatim monografiju Tla središnje Hrvatske,** i u konačnici, objedinjavajuću monografiju TLA HRVATSKE.

ZAKLJUČCI

Šest desetljeća proteklo je od početka projekta koji je u 22 godišnjem razdoblju 1964-1986 završio kao prikaz distribucije tala hrvatske pedosfere pod nazivom Osnovna pedološka karta Hrvatske 1:50 000. Raščlanjujući izvedbu toga projekta s iskustvom sudionika u njemu od 1971-1986. izdajamo zaključke:

1. Projekt je od početka do okončanja s dubokim razlozima fokusiran na značajke i vrednovanje pedosfere - tla kao supstrata za uzgoj bilja u poljoprivredi i kondiciju prirodnih šumskih vrsta i sastojina. Za više od dva desetljeća njegova trajanja, tloznanosti su doživjele korijenite promjene i nekoliko klasifikacija tala korištenih u projektu. Kako su listovi karte tiskani svake godine trajanja projekta, nazivlje istih pedosistematskih jedinica na kraju, drugačije je od onoga na početku projekta, što, napose korisnicima izvan uže struke otežava korištenje. Zbog toga je prvi preduvjet završetka projekta jedinstveno nazivlje i oznaka genetskih horizonata i pedosistematskih jedinica.
2. Godinama poslije, tlo se u prirodoslovlju nalazi u ulozu člana ekološke trijade tlo-voda-zrak, s brojnim učincima u terestričkim ekosustavima, među kojima je agroekosustav, premda najvažniji, ali ipak samo jedan od brojnih. Pod pritiskom okolišnih problema neproizvodni (*non food*) učinci, napose ekološko regulacijski (regulator klime, hidrološkog ciklusa, biološke raznolikosti) prostorni (optimalni način korištenja) ali i emotivno-estetski (krajobraz, ishodište domoljublja), kulturni (arheološka svjedočanstva) i spiritualni - teološki učinci tla izbijaju u prvi plan kao oslonac održivog gospodarenja tlom.
3. *Održivo gospodarenje tlom* kao nacionalnim blagom u privatnom vlasništvu kao temelj suvremenog *gospodarski* (rad uz profit), socijalno (cijene proizvoda tržišno prihvatljive svim socijalnim slojevima) i *okolišno* (bez

ugroze okoliša – tla, vode i bioraznolikosti) *održivog razvoja današnjice, nema alternative.*

4. Održivo gospodarenje tlom nezamislivo je bez zemljovida tala primjerenog mjerila ili *baze podataka o tlu* iz kojih se računalnim putem mogu izraditi takvi, namjenski zemljovidni.
5. Predlaže se nastavak i završetak projekta, kako bi se od izdašne riznice podataka iz OPK stvorila Hrvatska baza podataka pristupačna najširem krugu korisnika tla *kao najvećeg blaga hrvatskog naroda.*

Rad će ispuniti očekivanja ukoliko u akademskom krugu otvore široku raspravu o pokrenutim pitanjima, napose raspravu agroekoloških struka u članstvu Akademije poljoprivrednih znanosti, ali i izvan njega, a zaključci te rasprave nađu put do donositelja odluka, sve kao odgovor i nekovrsni dug velikanima hrvatskog prirodoslovlja sa čijih smo ramena sagledavali i širili spoznajna obzorja.

Sukladno poslanju, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti spremna je, putem svog, za ta pitanja nadležnog Znanstvenog vijeća za poljoprivredu i šumarstvo otvoriti prostor raspravi.

LITERATURA

- Adam, M., Bašić, F., Bašić, I., Bogunović, M., Čolak, A., Kalinić, M., Karavidović, P., Kovačević, P., Martinović, J., Mayer, B., Miloš, B., Paraker, R., Pavlič, V., Perković, J., Radman, B., Rastovski, P., Racz, Z., Šalinović, I., Šimunić, I., Škorić, A., Šmanjak, I., Tomaš, I., Vidaček, Ž., Vranković, A., Žic, M., (1964-1986): Osnovna pedološka karta Hrvatske 1:50 000, Jastrebarsko, Križevci, Osijek, Split, Zagreb.
- Bašić, F., Butorac, A., Vidaček, Ž., Racz, Z., Ostojić, Z., Bertić, B. (1993): Program zaštite tala Hrvatske-Inventarizacija stanja-Trajno motrenje- Informacijski sustav, SZ-AFZ, Zavod za OPB, Zagreb, 122 str., Bašić, F. (1994): Klasifikacija oštećenja tala Hrvatske, Agronomski glasnik, 3-4, Zagreb, 291-310
- Bašić, F. (2006): Višenamjensko obilježje i uloga tla kao temelj održivog gospodarenja u svijetlu pridruživanja Hrvatske Europskoj uniji, Savjetovanje CROSS Sustavsko mišljenje i proces integracije Hrvatske u Europsku Uniju, Zagreb, str. 26
- Bašić, F. i sur. (44 ko-autora), (2006): II, III, i IV nacionalno izvješće RH prema Okvirnoj konvenciji UN o promjeni klime (UNFCCC), Izdavač: Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, (za izdavača: M. Matulović-Dropulić), Zagreb, 119 str.
- Bašić, F. (2009): Oštećenja i tehnologije zaštite tala Hrvatske – otvorena pitanja, Poglavlje u zborniku: Tehnologije zbrinjavanja otpada i zaštite tla. Zbornik radova znanstvenog skupa Akademije tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatskog tloznanstvenog društva. Izdavač Akademija tehničkih znanosti Hrvatske (uredništvo: Bašić F., Salopek B., Vrsalović-Presečki A., Findrik Z., Anić-Vučinić A., Husnjak S., Kovačić D., Kučar-Dragičević S., Stošić Ž., Šikić Z., Vadić V.), Zadar, str. 179–203.
- Bašić, F. (2013): Soil resources of Croatia, country report, Soil resources of Europe, II edition (editors Jones, R., Jones, A. Houšková, B., Bullock, P. Montanarella, L. (2003) Soil Resources of Europe, Edited by European Soil Bureau, Institute for Environment and Sustainability, Joint research centre Ispra, p. 89-96.
- Bašić, F. (2013): The Soils of Croatia, World Soil Book Series, International Union of Soil Sciences, (editor Alfred E. Hartemink), Springer Verlag, Dordrecht, Heidelberg, New York, London, p. 179.
- Bašić, F., Jones, A., (2015): Soils of Croatia in the strategy of soil protection of EU, Regarding of international year of soils – 2015., on 50th Croatian and 10th International symp. of Agronomists, Plenary, Opatija, p. 9-20.

- Bašić, F. (2014): Tlo kao ključni član ekološke trijade, Plenarno izlaganje, Zbornik radova prvog naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem 5 juni - svjetski dan zaštite okoliša, u organizaciji Univerziteta u Bihaću, Biotehnički fakultet, Bihać, str. 28-39.
- Bašić, F. (2014.): Regionalizacija hrvatske poljoprivrede, Civitas Chrsiensis - Radovi Zavoda HAZU za znanstveno istraživački i umjetnički rad Koprivničko križevačke županije, Križevci, str. 143-175.
- Bašić, F. (2016): Uloge tla koje treba obuhvatiti pravnom zaštitom, Radovi okruglog stola: Pravna zaštita tla, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za državnu upravu, pravosuđe i vladavinu prava, Modernizacija prava, knj. 30 (ur. akademik J. Barbić), Zagreb str. 19-53., Bašić, F., Tomić, F., (2014): Poljoprivreda kao razvojni potencijal hrvatskog gospodarstva, Zbornik radova znanstvenog skupa Razvojni potencijali hrvatskog gospodarstva, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 121-153, Zagreb.
- Bašić, F. (2017): (Croatian, World) Soils - Between Food and Non-Food Functions and Ownership Relations, Biomed J Sci & Tech Res. 1(2)-2017.
- Bašić, F. (2017): Soil Science in Face of New Challenges: Quo Vadis Soil Science?, Food Science and Nutrition Technology, 2 (3): 000126.
- Bašić, F. (2018): Mijo Kišpatić- Homo universalis hrvatskog prirodoslovlja – utemeljitelj tloznanosti jugoistoka Europe – od Zemljoznanstva do životvornih znanosti, - mjesto Kišpatića u povijesti tloznanosti, Perivoj hrvatskih velikana, rondel Gimnazije, Mursa aeterna V, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za znanstveni i umj. rad, Osijek, Družba Braća Hrvatskog zmaja, zmajski stol u Osijeku, Zagreb–Osijek, str. 174-185.
- Bašić, F., Kisić, I., Bašić, I. (2018): Erozijska tla vodom kao smjernica održivog gospodarenja tлом na kršu Južnojadranske poljoprivredne podregije Hrvatske, Zbornik radova simpozija ANUBIH: Poljoprivreda i šumarstvo na kršu mediteransko-submediteranskog istočno jadranskog područja – stanje i perspektive, posebna izdanja, knjiga CLXXVI, odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka (urednici: T. Šarić, V. Beus), Sarajevo, str. 17-41
- Bašić, F., Kisić, I., Mesić, M., Turšić, I., Zgorelec, Ž., Perčin, A., Šestak, I., Bilandžija, D., Bogunović, I., (2019): *Stanje i posebnosti gospodarenja pjeskovitim tlima središnje Podravine*, Znanstveni skup „Đurđevački pijesci: geneza, stanje i perspektive“, HAZU; Zavod u Križevcima, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo; za zaštitu prirode (ur. F. Tomić, D. Feletar, F. Bašić, I. Peklić, A. Zrnić), Zagreb – Križevci, str. 311-368.
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M. (1997): Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njezina uporaba, Agronomski glasnik, 5-6, str. 363-399.
- Goldewijk K. K., Beusen A., Doelman J., Stehfest E. (2016); New anthropogenic land use estimates for the Holocene; manuscript for Journ. Earth Syst. Sci. Data Discuss., doi:10.5194/essd-2016-58
- Gračanin, M. (1942): Tla Hrvatske, poglavlje u: Dugački Z. Zemljopis Hrvatske, Mat.Hrv. Zagreb, str. 340-382.
- Gračanin, M. (1946): Pedologija I dio – Geneza tla, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Škol. knj. Zagreb, 147 str.
- Gračanin, M. (1947): Pedologija II dio – Fiziografija tala, Sveučilište u Zagrebu, Školska knjiga, Zagreb, 233 str.
- Gračanin, M. (1951): Pedologija III dio – Sistematika tala, Sveučilišta u Zagrebu, Školska knj. Zagreb, 248 str.
- Halamić, J & Miko, S. (ur) (2009): Geokemijski atlas R H, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 87 str.
- Hengl, T., Husnjak, S. (2006): Evaluating Adequacy and Usability of Soil Maps in Croatia. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol 70: 920-929.
- Husnjak, S., Vidaček, Ž., Bogunović, M., Sraka, M., Bensa, A., Vrhovec, D. (2005): Zemljišni resursi Hrvatske i pogodnost tla za navodnjavanje. Agronomski fakultet Zagreb, Zavod za pedologiju.
- Husnjak, S., Kušan, V. (2005): Geo-information for Sustainable management of land resources in Croatia. XXII International Cartographic Conference, La Coruna, Spain. Published on CD.
- Husnjak, S. (2007): Poljoprivredna tla Hrvatske i potreba za melioracijskim mjerama, Zbornik radova znanstvenog skupa: Melioracijske mjere u svrhu unapređenja ruralnog prostora s težištem na Nacionalni projekt navodnjavanja, Akademija znanosti i umjetnosti, razred za prirodne znanosti, str. 21-37.
- Husnjak, S. (2008): Pedogeografija, skripta, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 149 str.
- Husnjak, S., Rubinić, V., Vrbek, B., Špoljar, A. (2010): Važnost, načela i pravila svjetske referentne osnove za tlo (WRB) s primjerima korištenja u Hrvatskoj, *Agronomski glasnik*. 63, 5-6; str. 347-365.
- Husnjak, S. (2014): Sistematika tala Hrvatske, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 373 str.
- Jugo, B., Kovačević, P., Kurtagić, M., Mihalić, V., Hranilović, J., (1952) Ekološki uvjeti poljoprivredne proizvodnje Istočne Slavonije i Baranje, Zagreb.
- Kisić, I. (1992): Karakteristike zemljišnih kombinacija i njihova bonitetna vrijednost na području Srednje Podravine, magistarski rad, rukopis, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 145 str.
- Kišpatić, M. (1877); Zemljoznanstvo obzirom na šumarstvo i gospodarstvo, Troškom Kraljevske Hrvatske zemaljske vlade, Zagreb, 337 str.
- Kovačević, P., Kurtagić, M., Mihalić, V., Hranilović, J. (1956): Tla Međimurja, Poljoprivredni nakladni zavod
- Kovačević, P., Kalinić, M., Pavlič, V., Bogunović, M. (1972): Tla Gornje Posavine. Monografija, Institut za pedologiju i tehnologiju tla, Zagreb, 331 str.
- Kušan, V., i sur. (2020): Karta poljoprivrednog i šumskog zemljišta Republike Hrvatske mjerila 1:50.000. Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb.
- Martinović, J. (1997): Tloznanstvo u zaštiti okoliša: priručnik za inženjere. Drž. upr. za zaštitu okoliša, 288 str.
- Martinović, J. (2000): Tla u Hrvatskoj. Monografija, Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 269 str.
- Martinović, J. (2003): Gospodarenje šumskim tlima u Hrvatskoj. Šumarski institut, Jastrebarsko, 521 str.
- Mayer, B. (1992): Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. stoljeća. Monografija „Šume u Hrvatskoj“. Šumarski fakultet Zagreb – JP „HS“, str. 19-32, Zagreb.
- Mesić, H., Bakšić, D., Bašić, F., Čidić, A., Durn, G., Husnjak, S., Kisić, I., Klaić, D., Komesarović, B., Mesić, M., Miko, S., Mileusić, Nakić, Z., Pernar, N., Pilaš, I., Romić, D., Vrbek, B., Zgorelec, Ž., (2008): Program trajnog motrenja tala Hrvatske, Projekt: Izrada programa trajnog motrenja tala Hrvatske s pilot projektom, Life Third Countries, LIFE05 TCY/CRO/000105, Agencija za zaštitu okoliša. Zagreb, str. 131
- Mihalić, V., (1976): Poljoprivreda kao korisnik prostora, Sveučilište u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet, 67 str.
- Müller, Ch., Hostenstein, J., Herzog, U., Bašić, F., Aichberger, K., Gruber, A., Juritsch, G., Goller, H., Bendova, H., Hudnik, V., Hodnik, A., Huber, W., Nemeth, T., Scherer, J., (1994): Bodendauerbeobachtungsflächen, Empfehlung einer abgestimmten Vorgehenweise der Unterarbeitsgruppe "Boden-dauerbeobachtungsflächen" der gemein-same Arbeitsgruppe "Bodenschutz", ArGe Alp, Alpen-Adria und Donauländer, Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München, 27
- Pardon, Đ. (2014): Zemlja–dar, kušnja i zadaća, biblijska teologija zemlje, G. konc., Zagreb, 431 str.
- Pardon, Đ. (2016): Biblijska teologija zemlje–potka enciklike *Laudato si'* Diacovensia 24. 13-43 str.
- Pernar, N. (2017): Tlo, nastanak, značajke i gospodarenje, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 800 str.
- Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013): Terenska i laboratorijska istraživanja tla, priručnik za uzorkovanje i analizu, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, 192 str.
- Racz, Z. (1980): Meliorativna pedologija I dio, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Geodetski fakultet, 114 str.
- Racz, Z. (1981): Meliorativna pedologija II dio, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Geodetski fakultet, 189 str.

- Redžepović, S., (1996): Simbiotska fiksacija dušika u funkciji održivog razvoja poljoprivrede, Prvi hrvatski kongres mikrobiologa s međunarodnim sudjelovanjem, Knjiga sažetaka, Opatija, str. 128
- Šandor, F. (1914): Tloznanstvo I (Općena nauka o tlu), Klub hrvatskih šumarskih akademičara, str. 164.
- Šandor, F. (1915): Tloznanstvo II (Nauka o stojbini), Klub hrvatskih šumarskih akademičara, str. 394.
- Škorić, A., Anić, J., Bašić, F., Bašić, I., Beštak, T., Bišof, R., Bogunović, M., Cestar, D., Čížek, J., Dekanić, I., Kovačević, J., Licul, R., Malez, M., Martinović, J., Mihalić, V., Miljković, I., Pavlek, P., Pelcer, Z., Racz, Z., Srebrenović, D., Šalinović, I., Šilješ, I., Takšić, A., Vidaček, Ž. (1977): Tla Slavonije i Baranje, regionalna monografija OPK Hrvatske, Projektni savjet pedološke karte Hrvatske, posebna izdanja, knjiga 1, 256 str.
- Škorić, A. (1977): Tipovi naših tala, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 134 str.
- Škorić, A., Mihajlo, A., Bašić, F., Bogunović, M., Cestar, D., Martinović, J., Mayer, B., Miloš, B., Vidaček, Ž. (1987): Pedosfera Istre, regionalna monografija OPK Hrvatske, Projektni savjet pedološke karte Hrvatske, posebna izdanja, knjiga 2., 192 str.
- Škorić, A., Bogunović, M., Martinović, J., Pelcer, Z., Racz, Z., Vidaček, Ž. (2003): Tla Gorske Hrvatske, regionalna monografija OPK Hrvatske, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, 169 str.
- Špoljar, A. (2015): Pedologija, udžbenik Visokog gospodarskog učilišta, Križevci, 223 str.
- Tomić, F., Bašić, F., Husnjak, S. (2016): Navodnjavanje – mjera opstanka i održivog razvoja poljoprivrede na prostoru Novigrada, Novigrad nekad i sad, gl. urednik S. Kaštela, Sveučilište u Zadru – Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti – Matica hrvatska – Općina Novigrad, Zadar, str.130-143
- Tomić, F., Bašić, F., Husnjak, S., Mustać, I. (2018): Smjernice primjene navodnjavanja na području Pobosuća, Zbornik znanstvenog skupa Rijeka Bosut i Pobosuce u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za zn. rad u Vinkovcima, posebna izdanja XXIX., Zagreb - Vinkovci, str. 191-211
- Vidaček, Ž. (1998): Gospodarenje melioracijskim sustavima odvodnje i natapanja, udžbenik, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatsko društvo za odvodnju i navodnjavanje, 168 str.
- Vidaček, Ž., Bogunović, M., Husnjak, S., Sraka, M., Bensa, A. (2008): Hydropedological map of the Republic of Croatia, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 73(2): p 67-74.
- Vrbek, B., Pernar, N. (2001): Status and prospects of soil science development in Croatia, Plenary paper, Summaries of IX Congress of Croatian Society of Soil Science, p 5-17, Brijuni.
- Wilson, E.,O. (2009): Stvorenje-poziv na spas života na Zemlji, nakl. Jesenski, Turk, Zagreb, 175 str.
- Winiwaller, V. (2015): Soils and history, Solution under foots, special edition of Task force Soil matters, on behalf of International Union of Soil Sciences, Catena Verlag, GeoEcology Essays, 130 – 134 p.
- Zgorelec, Ž., Bašić, F., Jurišić, A., Kisić, I., Mesić, M., Šestak, I., Bilandžija, D., (2012): Kemija u istraživanju tla, IX. susret mladih kemijskih inženjera, Knjiga sažetaka, 39-39, Zagreb.
- xxx (1975): Izrada Osnovne pedološke karte na koncu 1975., Projektni savjet za izradu Osnovne pedološke karte SRH , 40 str. Zagreb.
- xxx (1977): Temeljna problematika poljoprivrednog zemljišta kao dobra od općeg interesa, referati savjetovanja, Republički sekretarijat za poljoprivredu prehrambenu industriju i šumarstvo, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Privredna komora SR Hrvatske, 65 str., Zagreb.

Basic soil map of Croatia - Sixty years after: Tracing soil - From agriculture and forestry to applied life sciences

Summary

Six decades have passed since the beginning of the project, which in the long, 22-year period 1964-1986 ended as inventory of the Croatian pedosphere under the name Basic Soil Map BSM of Croatia 1:50,000. From the beginning to the end, for the deep reasons the project was primarily focused on the characterization and evaluation of soil as a substrate for the cultivation of plants in agriculture and the condition of natural forest species and habitats.

In more than two decades of duration of project, soil science has undergone radical changes and several soil classifications have been used in the project. As the map single sheets are printed every year of the project, the name of the same pedosystematic units at the end is different from the one at the beginning of the project, which makes it difficult to use, especially for users out-side the narrow profession. For this reason, the first prerequisite for the completion of the project is a unique nomenclature and designation of genetic horizons and pedosystematic units. There-fore, it is necessary to finish the project.

There is no alternative to the sustainable management of soil as a national treasure in private ownership as the basis of modern economic (work with profit), social (product prices acceptable to all social strata) and environmental (without endangering the environment - soil, water and biodiversity) sustainable development. Sustainable soil management is illusory without soil maps of an appropriate scale or/and a soil database from which such dedicated maps can be created by computer.

As participant in the project my proposal is to continue and complete the project, in order to create a Croatian database accessible to the widest range of users of the soil as the greatest treasure of the Croatian nation from the generous treasure trove of data from the OPK.

This paper will meet expectations if open a broad discussion on the issues raised in the academ-ic circle, especially of agroecological professions within the membership of the Academy of Agricultural Sciences, but also outside it, and the conclusions of this discussion find their way to the decision-makers. All of described as a response and an irrevocable debt to the greats of Cro-atian natural history from whose shoulders we viewed and expanded the horizons of knowledge.

In accordance with its mission, the Croatian Academy of Sciences and Arts is ready, through its competent Scientific Council for Agriculture and Forestry, to open for discussion and contribute to realization of these ideas.



Članstvo u Akademiji poljoprivrednih znanosti

(1) Redoviti član

Za redovitog člana Akademije može biti biran državljanin Republike Hrvatske, znanstvenik izabran u zvanje znanstvenog savjetnika odnosno redovitog sveučilišnog profesora, znanstvenog savjetnika u trajnom zvanju odnosno redovitog sveučilišnog profesora u trajnom zvanju, profesora emeritusa i člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Iznimno, za redovitog člana može biti biran i znanstvenik s ostvarenim doktoratom znanosti i značajnim doprinosima u razvoju poljoprivredne struke i znanosti te gospodarstva.

(2) Počasni član

Za počasnog člana može biti biran hrvatski ili strani znanstvenik koji je svojim djelovanjem znatno pridonio afirmaciji, raspoznatljivosti i ugledu znanosti u Hrvatskoj i svijetu.

(3) Član suradnik

Član suradnik može biti državljanin Republike Hrvatske izabran najmanje u zvanje znanstvenog suradnika odnosno docenta.

Pored znanstvenih kriterija uvjet je, za sve članove Akademije, društveni ugled te pridržavanje načela stručne etike u svakodnevnom životu.

Popis članova Akademije poljoprivrednih znanosti se nalazi na mrežnim stranicama APZ: apz.agr.hr