

ODRŽIVO KORIŠTENJE ZEMLJIŠTA

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

Tlo je najveći i najznačajniji prirodni resurs čovječanstva, ono je supstrat biljne ishrane koji je nezamjenjiv u proizvodnji hrane ljudi i životinja. Nažalost, njegovim pretjeranim ili neodgovornim korištenjem pada njegova produktivnost i konačno dolazi do degradacije. Proces upropaštavanja tla (*degradacija*) je gotovo uvijek jednosmjernan, bez realne (brze i isplative) mogućnosti vraćanja u prethodno stanje. U procesu degradacije promjene tla su prividno male mjereno duljinom života jedne ljudske generacije, što smanjuje potrebnu pozornost i odlaže pravovremeno poduzimanje mjera za zaustavljanje destruktivnih procesa. Stoga, briga o zemljišnim resursima, njegovim prirodnim bogatstvima i biološkoj raznolikosti sve više i sve jače zaokuplja širi krug populacije, a ne samo one koji se bave poljoprivredom, te sve više postaje odgovornost cjelokupne društvene zajednice. Globalne promjene okoliša zbog sve intenzivnijeg korištenja zemljišnih resursa i evidentnih klimatskih promjena, nepovratno mijenjaju *ekosferu* ili *ekosustav Zemlje* (*geobiosferu*) te utječu na život velikog dijela svjetskog stanovništva, pa je *ekološko opterećenje okoliša* zapravo jednako umnošku broja stanovnika, tehnologije i životnog standarda.

Tlo je višefazni sustav građen iz čvrste, tekuće, plinovite i žive faze. Neprestano se mijenja u prirodnim ciklusima (npr. vode, organske tvari, minerala, hranjivih elemenata i dr.) održavajući povoljnu strukturu i oslobađajući hranjive elemente neophodne za život u tlu i na njegovoj površini. Omjer pojedinih frakcija mehaničkih elemenata (čestica različite veličine) tla kreće se u određenim granicama u kojima tlo predstavlja povoljan supstrat biljne ishrane. Čvrsta faza koju čine mineralni i organski dio, podjednake su važnosti s gledišta biljne produkcije, premda je mineralne frakcije 20-ak puta više. Taj gornji, rastresiti dio Zemljine kore, koji je nastao raspadanjem *litofsere* pod utjecajem klimatskih čimbenika i djelovanjem živih organizama, transformiran je u prirodno biljno stanište, supstrat iz koga biljke korijenovim sustavom usvajaju sve neophodne mineralne tvari za svoj rast i razvitak.

Funkcioniranje plodnog tla je blizu optimalnog kapaciteta sadržaja i kruženja hraniva što povoljno djeluje na rast i razvitak biljaka. U plodnom, odnosno zdravom tlu, hraniva se nalaze u pristupačnom obliku te ih biljke koriste prema svojim potrebama. U takvom tlu postoji minimalna opasnost od ispiranja hraniva, erozije ili gubljenja hraniva volatilizacijom jer se hraniva nalaze u zoni korijenovog sustava uz minimalnu mogućnost kontaminacije okoliša. S agrokemijskog gledišta, plodno je ono tlo koje u tijeku čitave vegetacije osigurava biljkama dovoljno hraniva i na kome se trajno postižu visoki prirodni. Često se za plodnost tla koristi izraz *produktivnost* koja, unutar nekog agroekološkog područja, u velikoj mjeri ovisi o plodnosti tla, ali podjednaku i načinu gospodarenja, uključujući i znanje poljoprivrednika.

Održivo korištenje zemljišta (*Land use sustainability* ili *LUS*) je niz objektivnih mjera u određenom načinu korištenja zemljišta, specifičnih za određenu zemlju ili područje (prostor relativno homogenih zemljišta), tijekom određenog vremenskog razdoblja. Prema FAO definiciji LUS je *binom* zemljišne jedinice (*land unit*) i korištenja zemljišta (*land use*). U postizanju cilja održivog korištenja zemljišta neizostavno je vrednovanje njegove kakvoće koje mora dati odgovore na sva pitanja o produktivnosti, praktičnom uzgoju usjeva ili popravkama njegove kakvoće. Stoga vrednovanje zemljišta zahtijeva više vrijednosnih sudova jer je kakvoća tla njegova složena sposobnost da funkcionira (manje ili više dobro) u odnosu na njegovu specifičnu uporabu. Ovakav stav je u skladu sa starijim poimanjem *zemljišne kakvoće*, ali odnos između široko definiranih funkcija tla i njegovih različitih namjena ne može se sveobuhvatno riješiti, premda se većina znanstvenika slaže kako je kakvoća tla koristan koncept.

Pri izboru metode za ocjenu (vrednovanje) održivog korištenja zemljišta svakako treba uzeti u obzir sve relevantne čimbenike i njihov red važnosti (tablica 1.). Naime, zemljišne performanse i njegova kakvoća procjenjuju se *statički* i *dinamički* temeljem trenutnog stanja zemljišta, uzimajući u razmatranje različite čimbenike i imajući u vidu različite ciljeve, a ekonomska procjena treba koristiti fizičke i socijalne rezultate evaluacije. Budući da se održivo korištenje zemljišta odnosi na fizičke, gospodarske i društvene performanse te kakvoću okoliša, veoma je bitna i njihova dugoročna opstojnost (tzv. *izdržljivost* ili *trajnost*). Zaštita okoliša i trajnost mogu biti uključeni u ekonomsku i socijalnu evaluaciju (na primjer, za procjenu troškova održavanja zemljišnih performansi i kakvoće).

Procjena utjecaja korištenja zemljišta na okoliš *in situ* (učinci na licu mjesta) odnose se i na susjedstvo (tzv. *off-site učinci*). Nova dimenzija LUS evaluacije je vrijeme te je uvijek potrebno procijeniti buduće promjene zemljišnih svojstava i njegove kakvoće, kao i uspostaviti rokove na koje se odnosi procjena. Promjene zemljišnih svojstava mogu biti kontinuirane, odnosno imaju stalan vremenski trend ili mogu imati slučajnu varijabilnost. *Diskontinuirane (slučajne) promjene zemljišnih svojstava* obično se razmatraju u fizičkim i ekonomskim aspektima procjene (npr. klimatska varijabilnosti, cijena/trošak varijabilnosti, itd.), a trajnost se odnosi samo na promjene utvrđene u korištenju zemljišta. Prema tome, izdržljivost je sastavni dio održivosti, definirana kao kontinuirana mjera promjene u korištenju zemljišta.

Tablica 1. Čimbenici vrednovanja zemljišta

	Kriteriji	Hijerarhija u vrednovanju zemljišta						
Statičko vrednovanje (zemljišne performanse i kakvoća)	Čimbenici plodnosti tla	Vrednovanje plodnosti zemljišta	Vrednovanje zemljišta	Važnost fizikalnog vrednovanja zemljišta	Fizikalno (tehničko) vrednovanje zemljišta	Ekonomsko vrednovanje zemljišta	Socijalno vrednovanje zemljišta	Vrednovanje zemljišta (vrednovanje održivog korištenja zemljišta)
	Drugi čimbenici tla							
	Drugi čimbenici zemljišta (klima, reljef, hidrologija)							
	Lokalni čimbenici (pristupni putevi, veličina i oblik parcele, druga infrastruktura itd.)	Ocjena lokacije						
	Ekonomski čimbenici (cijena, potpore, mogućnost i uvjeti kreditiranja itd.)							
	Socijalni (društveni) čimbenici							
	Okolišni čimbenici (razina degradacije, onečišćenja, bioraznolikost i td.)	Vrednovanje okoliša		Specifično vrednovanje zemljišne održivosti				
Dinamičko vrednovanje	Vremenski ovisna procjena (izdržljivost ili trajnost)	Vrednovanje izdržljivosti (durability)						

Zapravo, ne postoji standardna definicija održivosti, jer ih se rabi više, pa čak i proturječnih definicija, koje zahtijevaju usklađivanje na lokalnoj i političkoj razini:

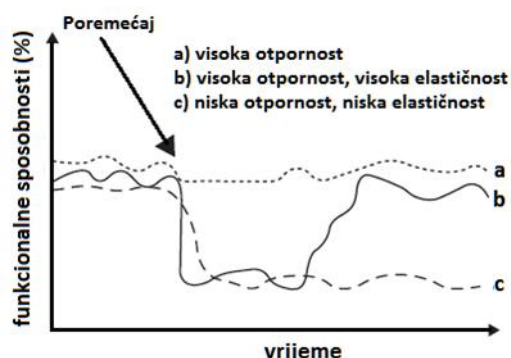
- a) *Individualna percepcija*: Poljoprivrednici, stočari, šumari, ribari, kreatori politike, znanstvenici pa čak i muškarci i žene u istoj obitelji mogu definirati održivost drugačije, u skladu s vlastitim stavovima, ekonomskim, socijalnim i ekološkim interesima koji su često kontradiktorni i moraju biti usklađeni.
- b) *Prostorne razlike*: Voda korištena u višim predjelima često postaje faktor neodrživosti u nizvodnoj ravnici uslijed njenog nedostatka ili pada njene kakvoće, a loše gospodarenje vodom u gornjem dijelu sliva može, pored suše, izazvati i poplave u donjem dijelu sliva te loša kakvoća pitke vode.

- c) *Vremenska perspektiva*: Nije moguće, vjerojatno niti poželjno definirati održivost za buduće generacije, ali je moguće održavati potencijal zemljišnih resursa, tako da buduće generacije mogu razvijati vlastite vrijednosti, prioritete i imati mogućnost zadovoljenja svojih potreba.

Održivo upravljanje zemljištem (*SLM* ili *Sustainable Land Management*) je temelj održive poljoprivrede i strateška komponenta održivog razvoja i mjera ublažavanja siromaštva. Stoga unutar lokalnog konteksta *SLM* kombinira politiku, tehnologiju i aktivnosti usmjerene na integriranje načela društveno-ekonomske brige za okoliš tako što istovremeno:

- 1) Održava ili poboljšava proizvodnju/usluge (*produktivnost*),
- 2) Smanjuje razinu rizika proizvodnje (*sigurnost*),
- 3) Štiti prirodne resurse i sprječava njihovo propadanje (*zaštita*),
- 4) Doprinosi ekonomskoj isplativosti (*održivost je atraktivna samo kad je profitabilna*) i
- 5) Utječe na društvenu prihvatljivost (*sukob interesa je rješiv kada su zadovoljene potrebe siromašnih ljudi*).

Tih pet ciljeva su poznati kao *pet stupova održivost* i oni predstavljaju temelj provođenje *SLM* monitoringa koji ukazuje na promjene prakse u korištenju zemljišta. Monitoring podržava analizu održivog korištenja zemljišta, time i olakšava donošenje pravih odluka o poduzimanju aktivnosti kojima se izbjegava neuspjeh projekta jer se njime mogu utvrditi simptome neodrživosti, kao što su degradacija tla (slika 1.), pad



Slika 1. Kapacitet funkcija tla i njegova reakcija na poremećaje

kvaliteta vode, gubitak biološke raznolikosti, povećanje pojave bolesti itd. Takvi simptomi su posljedica neprimjerenog upravljanja zemljištem i iskorištavanje prirodnih izvora, a uzroci su često društveni i politički, ali i tehnički te agronomski.

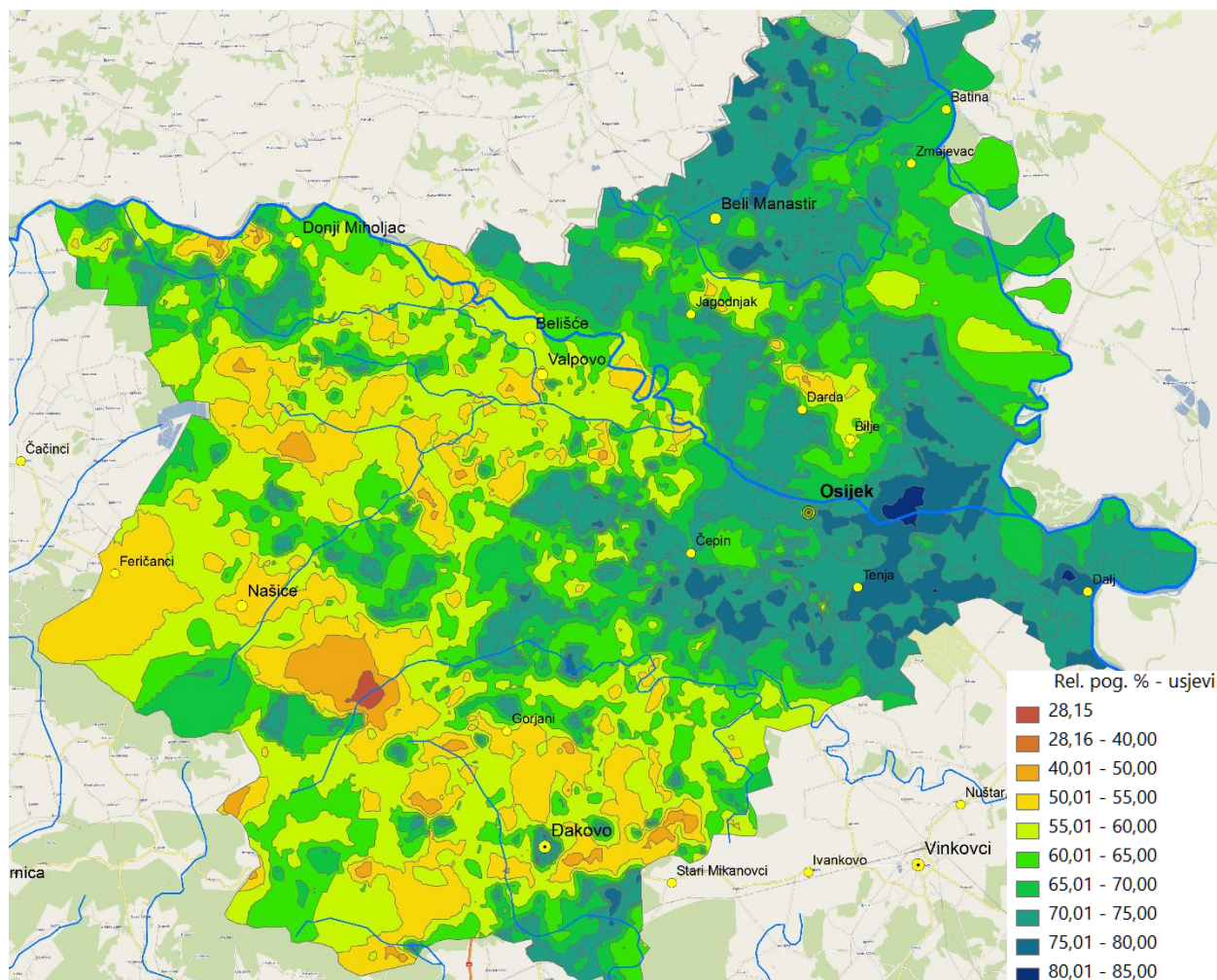
Za vrednovanje održive upotrebe zemljišta (*LUS*) potrebno je uzeti u obzir velik broj *indikatora*, (pokazatelja ili čimbenika svojstava i promjena zemljišta) od kojih su neki veoma složeni što dodatno otežava vrednovanje zemljišta. Stoga je za pouzdano vrednovanje zemljišta potreban složen evaluacijski model koji uzima u obzir sve relevantne čimbenike i utjecaj njihovih međusobnih odnosa na održivost. Suvremen i praktičan način evaluacije održivog

načina uporabe zemljišta je hijerarhijska višerazinska metoda implementirana u korelacijsko-kaskadnu neuronsku mrežu razvijenu za potrebe utvrđivanja povezanosti kakvoće zemljišta s načinom njegovog korištenja i indeksom ranjivosti.

Vrednovanje zemljišta zbog velikog broja relevantnih indikatora najčešće se provodi samo na agroekološkoj razini zbog praktične potrebe za učinkovitom i profitabilnom biljnom proizvodnjom. S tim ciljem u Osječko-baranjskoj županiji autor ovog teksta razvio je sustav kontrole plodnosti zemljišnih resursa (za usjeve i trajne nasade) koji se provodi od 2003. god., a interpretacijsku bazu trenutno čini ~35.000 uzorak tla s gotovo 1.5 mil. informacija (slika 2.). Budući da je zemljište znatno širi pojam od tla jer obuhvaća vegetaciju, hidrologiju, fiziografiju, infrastrukturu, klimu i dr., prihvaćanje i prakticiranje *koncepta zemljište* je od osobite važnosti. Naime, *koncept zemljište* nije samo fokusiran na agrološke (biološko-ekološke, odnosno agronomске) aspekte biljne proizvodnje (tlo, klima, biljka i agrotehnika), već smatra jednako važnim i ostale aspekte korištenja zemljišta (sociološko-ekonomski i tehničko-tehnološki), ali trenutno obuhvaća tek dijelom tehničko-tehnološke indikatore biljne produkcije.

Korištenjem matematičko-kompjutorskih modela obuhvaćeni su svi indikatori plodnosti tla kojima se raspolaže, a njihovo djelovanje se procjenjuje kvantitativno matematičkim funkcijama uz uvažavanje svih relevantnih interakcija u proizvodnom sustavu. Integriranje proračuna s bazom podataka, odnosno relevantnim biotskim i abiotskim činiteljima unutar agroekološke i ekonomsko-tehnološke sfere primarne organske produkcije omogućuje racionaliziranje gnojidbe koje se mjeri povećanim financijskim učinkom uz smanjeno i kontrolirano ekološko opterećenje okoliša, posebno podzemnih voda. Ovakav metodologija

određivanja gnojidbe, mjera popravke tla i adekvatne agrotehnike predstavlja kvalitativan pomak prema inženjerskoj razini biljne produkcije. Naime, standardiziranom procjenom potrebe u gnojidbi izbjegavaju se pogreške i proizvoljnosti, a omogućuje management i bilanciranje hraniva u tlu za jedno ili više gospodarstava, odnosno omogućeno je dobivanje preporuka za niz različitih proizvodnih situacija, različita gnojiva, potrebu popravki tla i agrotehniku primjerenu zemljišnim, klimatskim i ekonomskim uvjetima biljne proizvodnje.



Slika 2. Relativna pogodnost (u %) kao agroekološki aspekt vrednovanja zemljišta (Bayesian kriging, Vukadinović V., 2016.)