

Plodnost tla

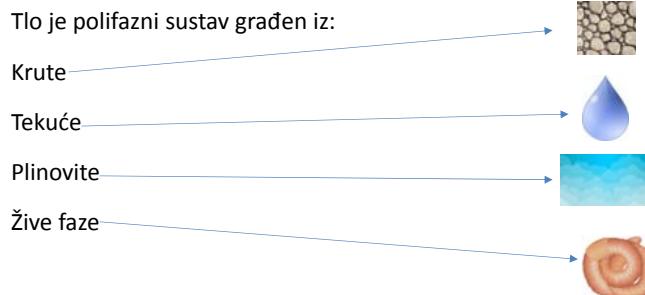
doc. dr. sc. Boris Đurđević

TLO

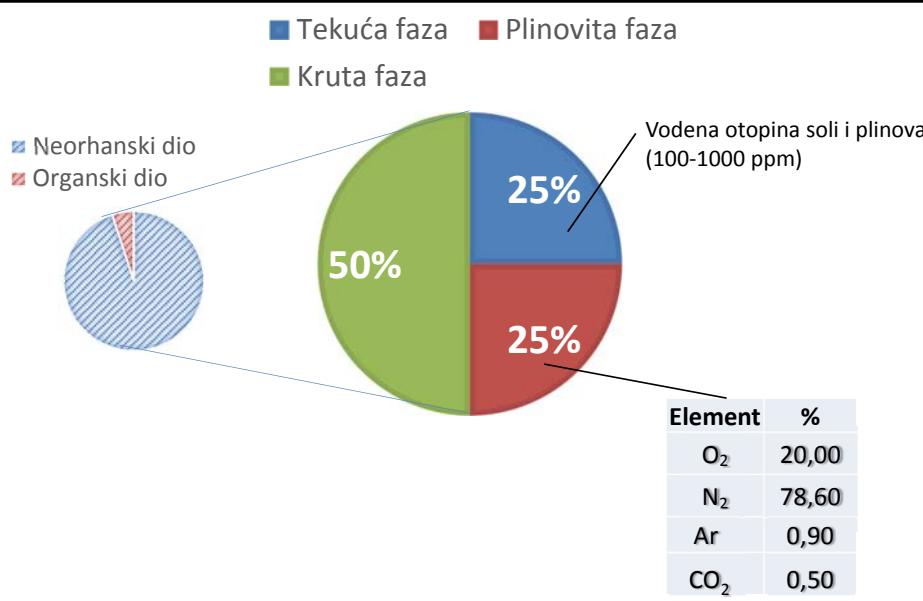
„Tlo je zemlja između naših prstiju kada vrtlarimo, od tla nastaje život, ali u tlo se i sav život na kraju vraća kako nas pjesnici neumorno podsjećaju. Takav veliki smisao za tako malu riječ.“

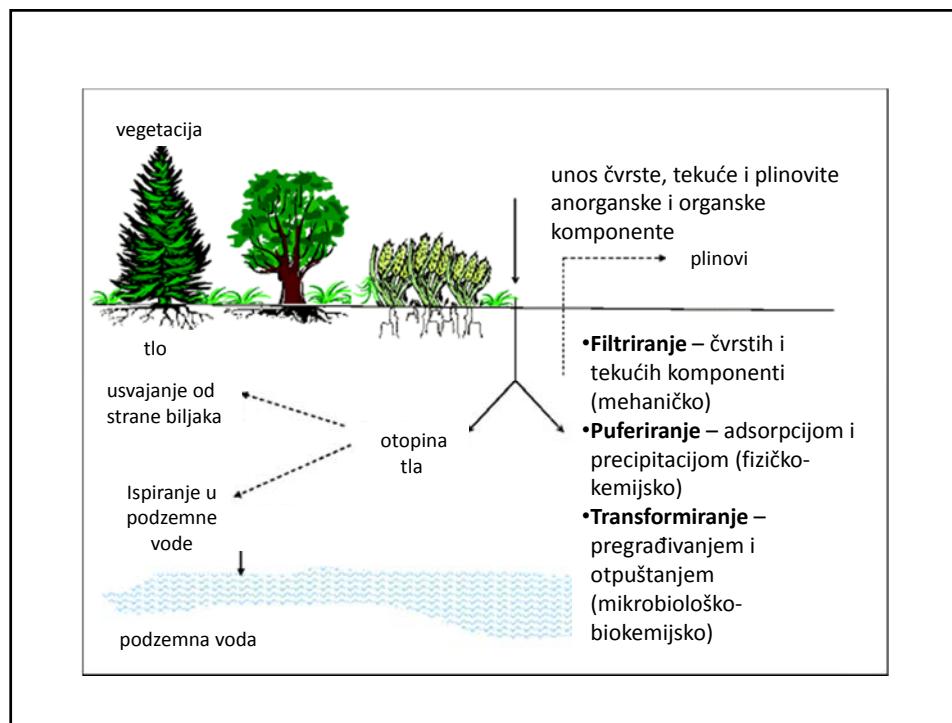
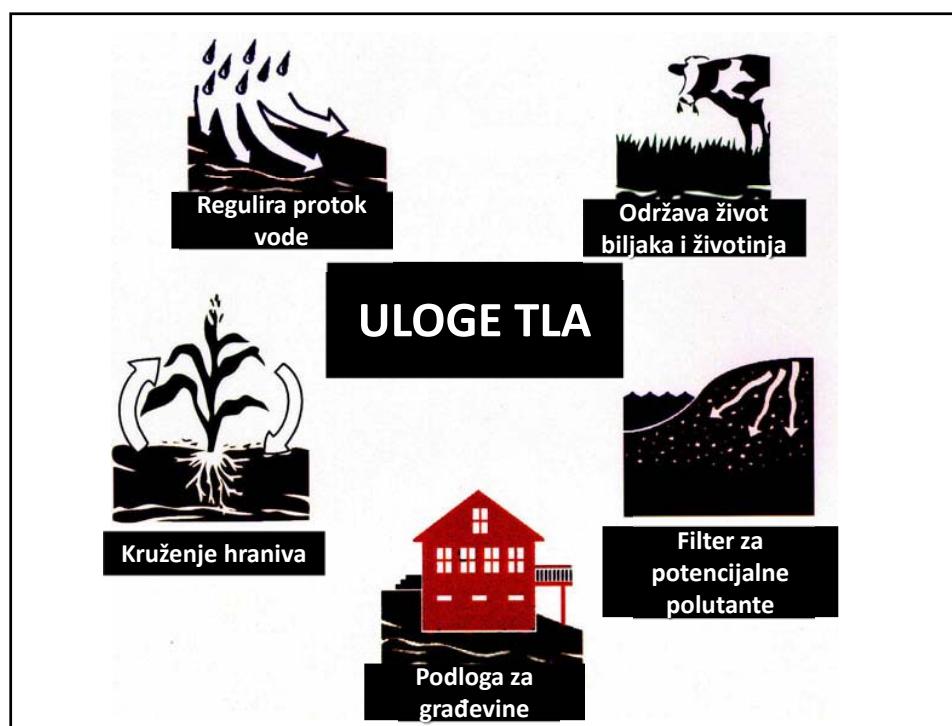
TLO

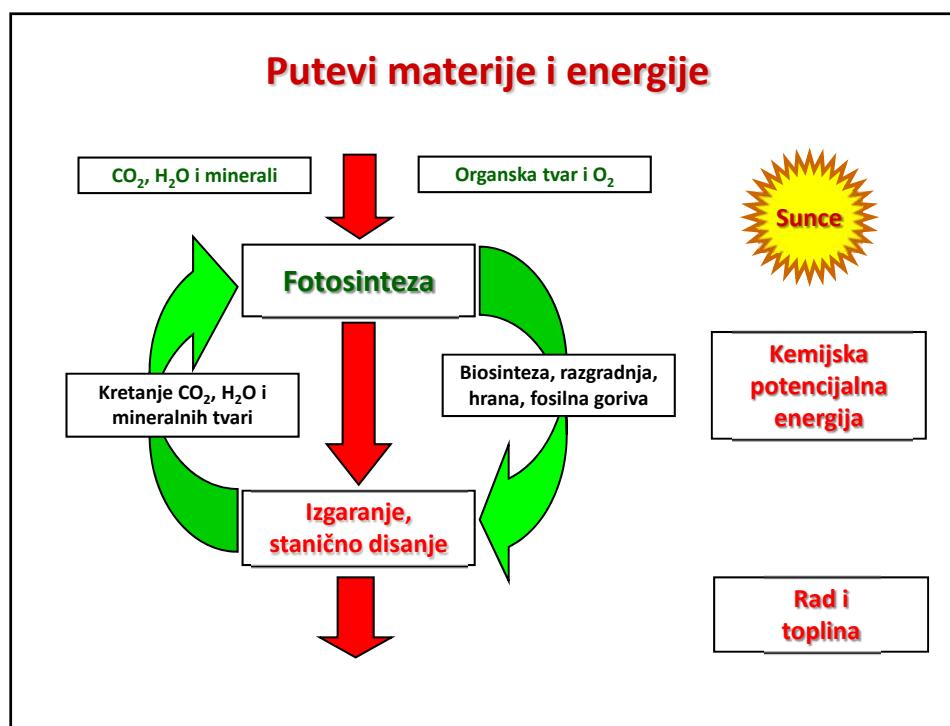
Tlo je rastresita prirodno-povijesna tvorevina nastala djelovanjem pedogenetskih činitelja tijekom procesa pedogeneze na rastresitom matičnom supstratu ili trošini čvrste matične stijene.



Neprestano se mijenja (npr. kisika, vode, kemijske promjene...) održavajući povoljnu strukturu i oslobađajući hranjive elemente neophodne za život.



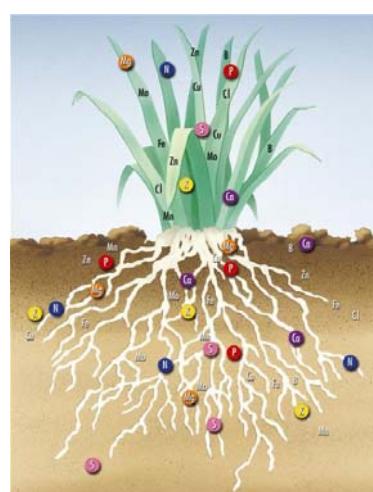




Potrebni (esencijalni, biogeni) elementi

Za postizanje visokih prinosa ratarskim usjevima potrebna je kontinuirana opskrba hranjivim elementima.

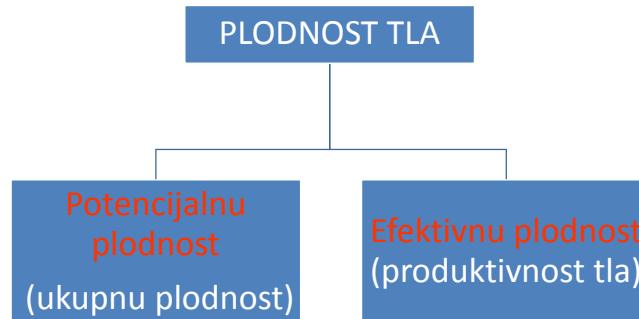
Odnošenje dijela prinosa ratarskog bilja za potrebe ljudske ishrane pomicje ravnotežu u tlu, što rezultira snižavanjem sadržaja esencijalnih hraniva i padom prinosa, a vidljivo je tijekom vegetacije kroz simptome njihovog nedostatka.



PLODNOST TLA

Plodnost tla označava sposobnost tla da biljkama osigura hraniva i vodu.

Plodnost tla ovisi o tipu tla, teksturi, vodnom i toplinskom režimu, sadržaju humusa, biogenosti i primjeni agrotehnike (obrada, gnojidba, mogućnost odvoda viška vode itd.)



Ostale podjele plodnosti tla:

primarnu plodnost – prirodna vegetacija (livade)

prirodnu plodnost – nakon iskorištenja primarne plodnosti dolazi do stvaranja prirodnih značajki tipa tla i to dubina, tekstura, struktura, itd.)

tradicionalnu plodnost – opisuje ju načina gospodarenja tlom

tehnološku plodnost – plodnost tla pod jakim antropogenim utjecajem

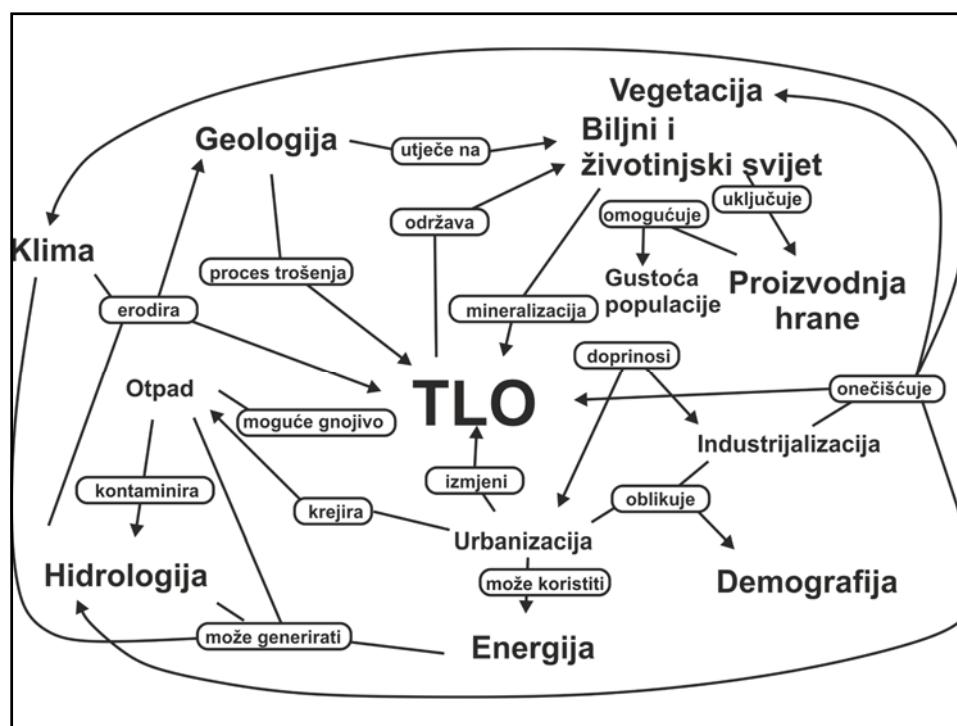
Zašto je važno pratiti plodnost tla?

- Intenziviranje biljne proizvodnje!
- Rast socijalne osviještenosti prema zaštiti okoliša!
- Način gospodarenja prirodnim resursima
- Utjecaj gospodarenja na kakvoću tla
- Profit!

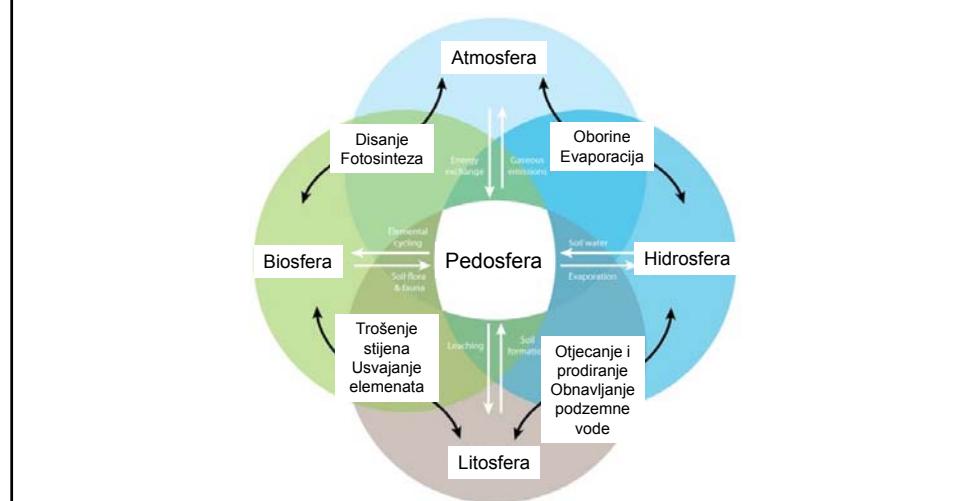
Procjena plodnosti tla

Opisuje proizvodni prostor tj. prikazuje kvalitete tla s jedne strane i njegove nedostatke unutar jednog sustava korištenja na temelju podataka (izmjera i interpretacija vanjske morfologije tla, vegetacije, klime, kemijskih svojstava tla i drugih parametara potrebnih za odabir najpovoljnijeg načina korištenja tla).





Pedosfera je sustav kojeg čine i opisuju litosfera, atmosfera, hidrosfera i biosfera. Složeni pedogenetski procesi u različitim oblicima utječu na stvaranje različitih tala koja čine ukupni zemljšni pokrov zemlje (pedosferu) naravno, ovisno o uvjetima okoliša.



Tla se boduju prema bonitetnim bodovima utvrđenim

**PRAVILNIKOM O MJERILIMA ZA UTVRĐIVANJE OSOBITO
VRIJEDNOG OBRADIVOGL (P1) I VRIJEDNOG OBRADIVOGL
(P2) POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA**

Većina konvencionalnih metoda razvrstava tla u **bonitetne klase** pri čemu prva klasa ima očekivano višu produktivnost prema drugoj (bonitiranje).

Tlo se procjenjuju se prema vrijednosti od najpovoljnijih do nepovoljnijih tala (bodovanjem) prema bonitetnim svojstvima:

- tla,
- klime,
- reljefa i
- ostalih prirodnih uvjeta



Bonitet tla

Razvojni stupnjevi tla predstavljaju evolucijsko genetski stadij tla.

Utvrđuju se na temelju bitnih unutarnjih svojstava tla: efektivna dubina odnosno mogućnost zakorjenjivanja biljaka, prirodne dreniranosti koja određuje i stupanj vlažnosti, reakcije tla u vodi, razne podzemne vode i sl.

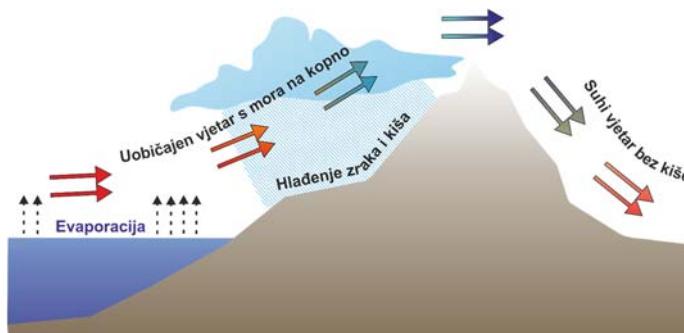
Tekstura tla se utvrđuje relativnim odnosima po kojima je optimalna ilovasta, od koje vrijednost pada prema pjeskovitoj i teškoj glinastoj teksturi.

Geološki supstrati tla se razvrstavaju u 4 grupe:

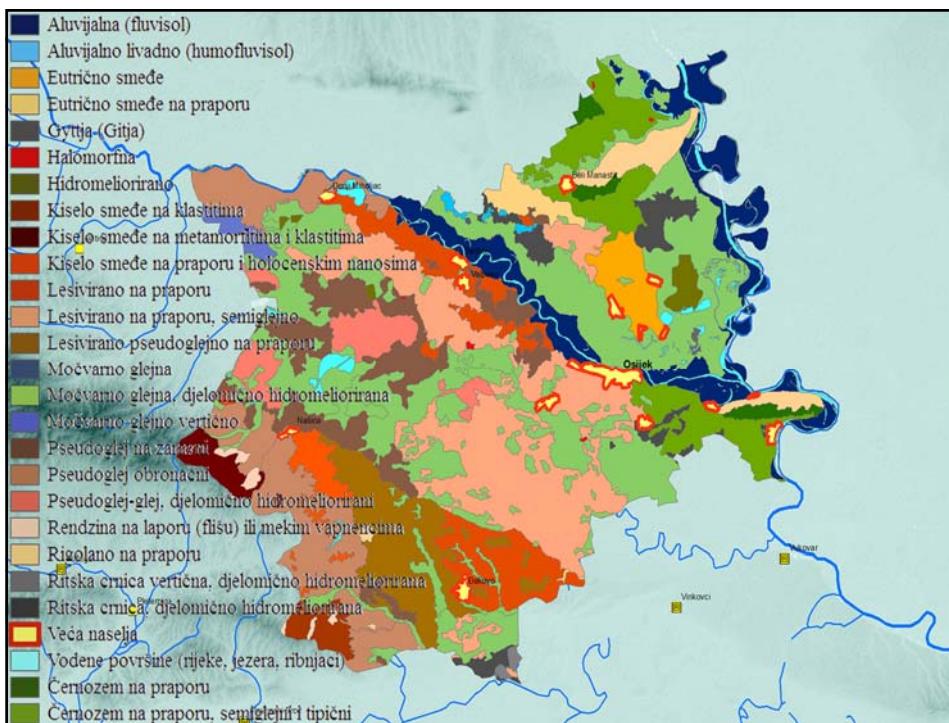
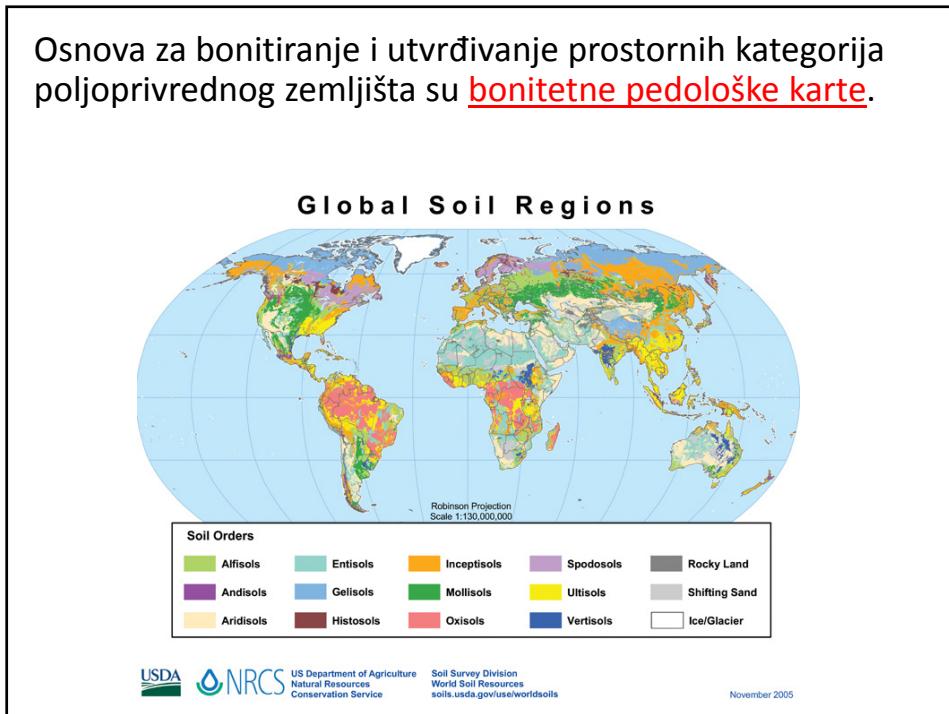
1. aluvijalna i praporna podrijetla - **najpovoljniji**
2. vapneni lapori i fliš - **povoljni**
3. pleistocenske ilovače - **osrednje povoljni**
4. litogena podrijetla - **slabije povoljni**

Bonitet klime utvrđuje se unutar klimatsko – vegetacijskih područja i podpodručja prema meteorološkim postajama na temelju godišnjih temperatura zraka, srednjih godišnjih količina oborina i srednjih količina oborina u vegetacijskom razdoblju.

Bonitet reljefa utvrđuje se prema klasifikaciji reljefa: ravan, ravan s mikro ili mezouvalama, valovit odnosno blage padine, umjereno blage padine, umjereno strme padine, strme padine, jako strme padine, vrlo jake strme padine i vrletne padine.



Osnova za bonitiranje i utvrđivanje prostornih kategorija poljoprivrednog zemljišta su bonitetne pedološke karte.



Prostorne kategorije zemljišta u koje se svrstavaju poljoprivredna zemljišta i okvirni bodovi zemljišta su:

1. **P1 – osobito vrijedna obradiva zemljišta 80 do 100 bodova**
2. **P2 – vrijedna obradiva zemljišta 60 do 79 bodova**
3. **P3 – ostala obradiva zemljišta 40 do 59 bodova**
4. **PŠ – ostala poljoprivredna zemljišta 7 do 39 bodova**

Koncept zemljište

Zemljište označava prostorni i geografski pojam.

Obuhvaća: Tlo kao najveći i najznačajniji prirodni resurs, vegetacijske, geološko/orografske, hidrološke i klimatske značajke određenog proizvodnog područja



Indikatori pogodnosti tla mogu se opisati kao **statične ili dinamične**.

Klima, topografija, matični supstrat, vrijeme i životno stanište (biotop) mogu se navesti kao staticni indikatori.

Statični indikatori se koriste za regionalizaciju zemljišta, te kao temeljni indikatori prilikom monitoringa i izdavanja preporuka za korištenje tla, a **dinamički** su manje ili više vremenski promjenjivi (vlažnost tla, pH vrijednost tla, sadržaj hraniva u tlu i drugi).

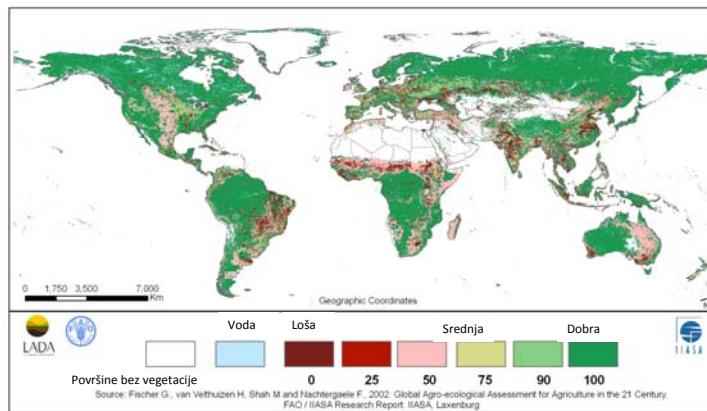


Prilikom procjenjivanja plodnosti tla većina autora uzima u obzir **fizikalna, kemijska i biološka** svojstva tla.

Fizikalni	Kemijski	Biološki
tekstura	organski C	C/N odnos
dubina soluma	ukupni N	Potencijal mineralizacije
infiltracija	pH	disanje tla
gustoća tla	konduktivitet	
kapacitet tla za vodu	Konc. N, P, K u tlu	

Za dobru procjenu proizvodnog potencijala tla, uz determiniranje agroekoloških svojstava, potrebno je kvantificirati način njegove uporabe.

FAO metoda vrednovanja zemljišta ne određuje niti planira promjene u načinu njegovog korištenja, ali pruža podatke na temelju kojih se takve odluke mogu donositi.



Takav način vrednovanja zemljišta zahtijeva odgovore na sljedeća pitanja:

Kakav je trenutni način gospodarenja i što će se dogoditi ako dođe do promjene načina korištenja?

- koja su moguća poboljšanja načina gospodarenja?
- koje su moguće druge koristi (fizičke i ekonomske)?
- koje od tih koristi nude mogućnosti za kontinuiranu proizvodnju?
- koji su nepovoljni efekti nastali načinom eksploatacije gledano s fizičkog, ekonomskog ili socijalnog aspekta?
- što treba rekurentno primjenjivati za ostvarenje željenog cilja uz minimiziranje štetnih nuspojava?
- koje su prednosti pojedinog načina korištenja?

Kod uvođenja novog načina korištenja zemljišta koji značajno utječe na promjene tla (npr. navodnjavanje), potrebno je odgovoriti na dodatna pitanja:

- koje promjene su moguće i/ili nužne?
- što treba jednokratno učiniti za provedbu tih promjena?

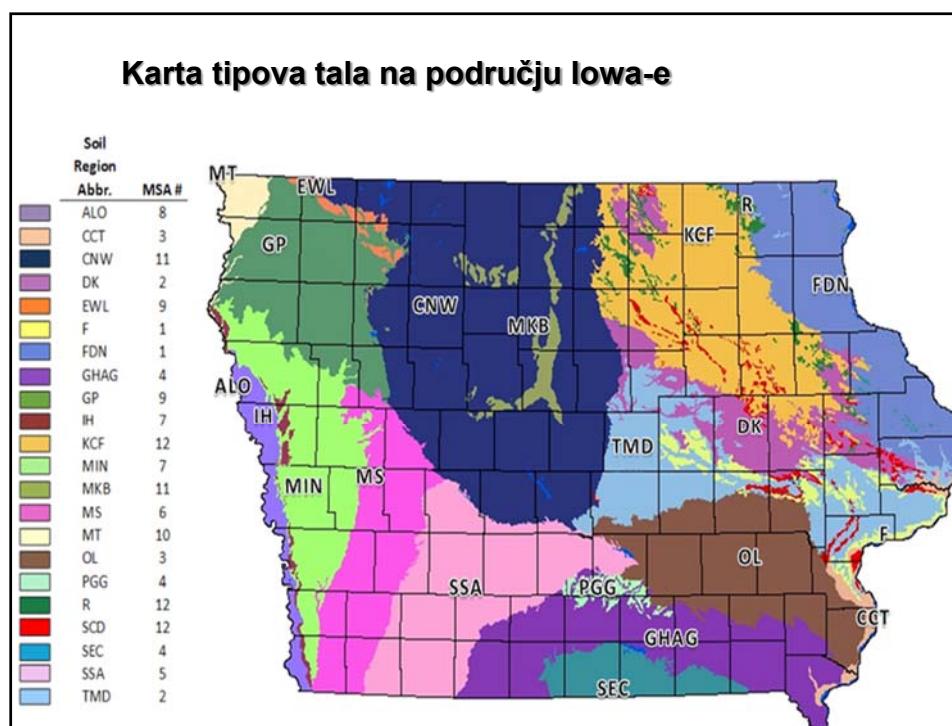
Klase pogodnosti tala prema FAO klasifikaciji

Pogodnost	Klasa pogodnosti tala
Pogodno	S1 (vrlo pogodna)
	S2 (pogodna)
	S3 (ograničeno pogodna)
Nepogodno	N1 (privremeno nepogodna)
	N2 (trajno nepogodna)

ISPAID baza tala Iowe koja opisuje 102 parametra kvantifikacije kapaciteta produkcije, pravi je primjer moderne interpretacijske baze.

IOWA SOIL PROPERTIES AND INTERPRETATIONS DATABASE (ISPAID)

- Osnovni podaci o kartografskoj jedinici (*Soil Map Unit*) identificiraju tip tla, klasu nagiba i fazu erozije.
- Zemljjišna pogodnost razvrstana je u sedam klasa (od tla bez ograničenja za poljoprivrednu proizvodnju do klase s vrlo ograničenom primjenom), svaka s tri podklase.
- Zatim slijede fizikalno kemijska svojstva tla kao što su dubina humusnog sloja, sadržaj humusa, pH u površinskom i podpovršinskom sloju u osam klasa i ostalo.



Dobra procjena plodnosti tla treba uvažavati određene atribute:

**ekološko-biološke,
sociološko-ekonomске и
техничко-технолошке**

Takav način kvantificiranja procesa koji se odvijaju u tlu tijekom biljne proizvodnje zahtjeva niz točnih podataka i **multidisciplinarni pristup** za razliku od klasičnih sustava bonitiranja koji uzimaju u obzir samo agroekološke indikatore plodnosti. Tumačenje i klasificiranje podataka i informacija o tlu po konceptu vrednovanja „kapaciteta tla“ (dali je neko tlo dobro ili loše za određenu namјenu) je staro kao i sama civilizacija



1. Biološko-ekološki aspekt

a) Analiza tla

1. uzorkovanje
2. laboratorijske metode
3. interpretacija rezultata

b) Dopunske informacije

1. predkultura i njezin prinos
2. pedo-fizička svojstva
3. organska tvar
4. biološka svojstva tla
5. zelena gnojidba
6. uređenost zemljišta
7. klimatološki podaci
8. tip tla

c) Mogući prinos

- d) dosadašnja visina prinosa
- e) bilanca (management) hraniva
- f) potencijal rodnosti kultivara



2. Sociološko-ekonomski aspekt

a) Profitabilnost

3. Tehničko-tehnološki aspekt

a) Agrotehnička razina

1. adekvatna agrotehnika
2. obradivost zemljišta

b) Znanje proizvođača (?)

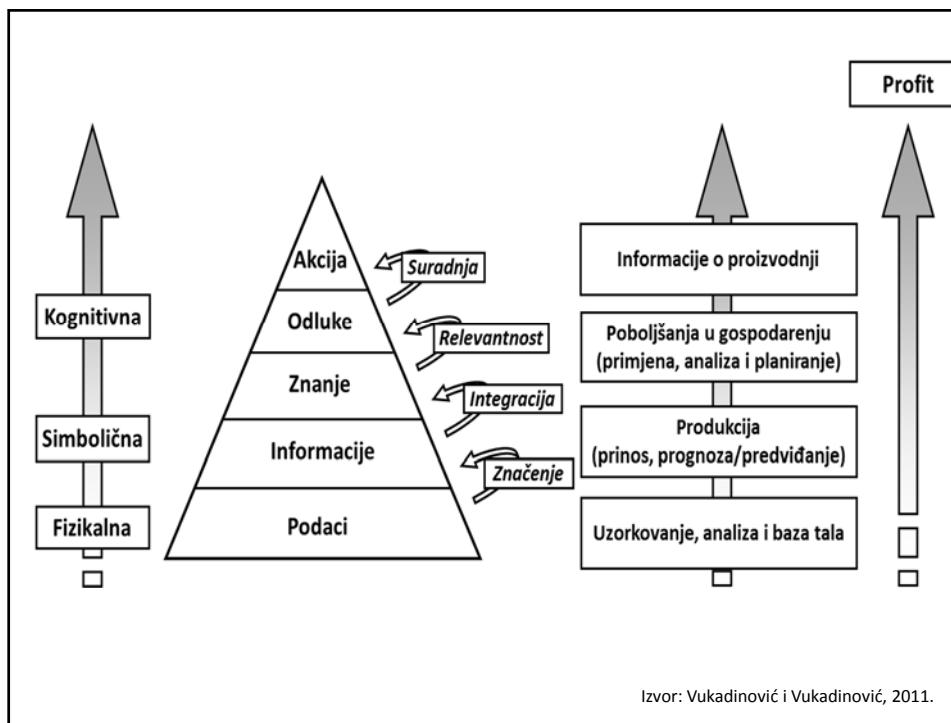
a) Laboratorije

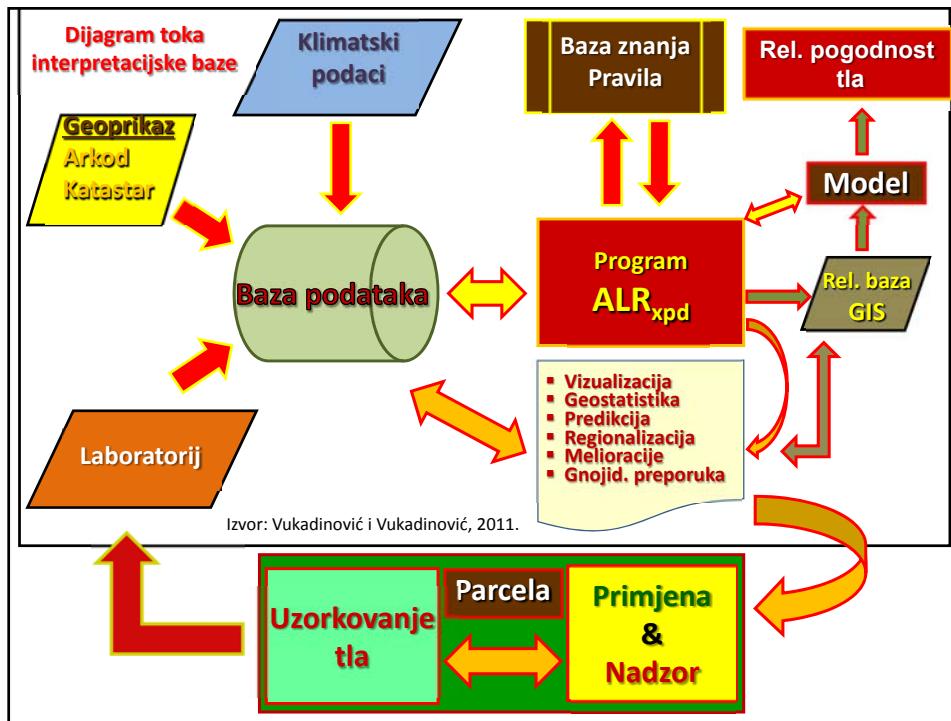
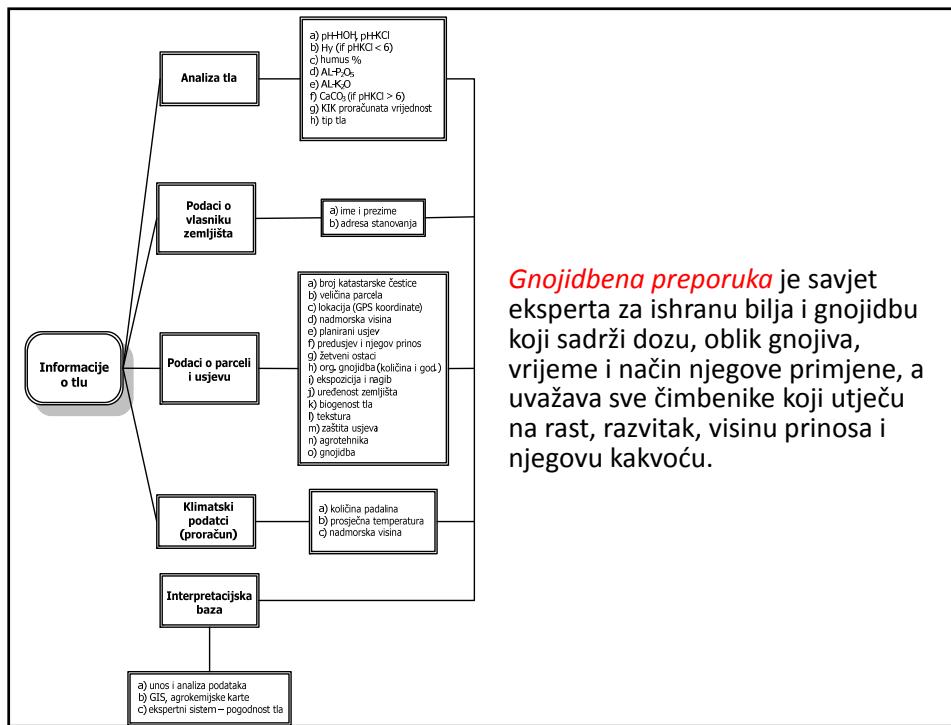
a) Politika (?)



Stoga procjena kakvoće tla koja uvažava ekološko-biološke, sociološko-ekonomski i tehničko-tehnološke atributte temelji se na:

- a) utvrđivanju indikatora kakvoće (plodnosti) koji moraju biti osjetljivi, pouzdani, reproducibilni i mogu detektirati fizikalne, kemijske i biološke promjene karaktera, procese i druge interakcije,
- b) poznavanju svih svojstava tla i klime, antropogenih i drugih utjecaja,
- c) sakupljanju i čuvanju svih relevantnih podataka u računalnoj bazi,
- d) njihovoj računalnoj interpretaciji uz pomoć niza pravila (iz grupe agrotehničkih, biljnih, klimatskih, zemljjišnih, ekoloških, iskustvenih (npr. „*best practice*“) i ostalo;

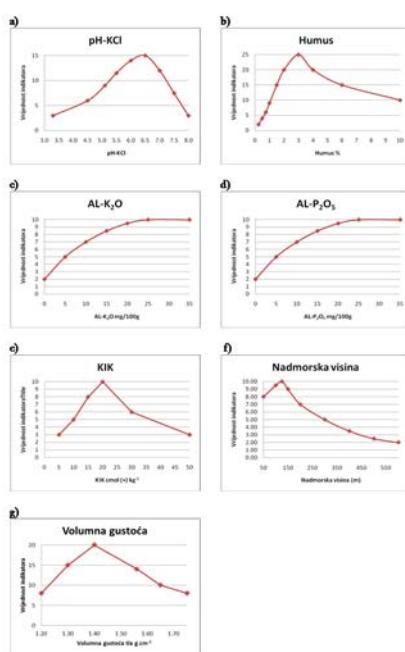




Koristeći znanstveno-stručni pristup na Zavodu za kemiju, biologiju i fiziku tla Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku razvijen je **ALRxp ekspertni kalkulator** koji se može navesti kao pravi primjer suvremenog načina računanja gnojidbenih preporuka.

Kalkulator na temelju informacija o tlu, a pomoću skor funkcija procjenjuje proizvodnu pogodnost tla kojom se korigira potreba gnojidbe, predlaže potrebu za kalcifikacijom, izračunava potencijal N-mineralizacije te uz pomoć strogo definiranih „pravila“ u vidu komentara i savjeta tumači rezultate analize i proračun gnojidbe s posebnim naglaskom na ograničavajuće činitelje produktivnosti tla za pojedini uzorak tla.

Prava vrijednost kalkulatora očituje se u njegovoj adaptabilnosti na razne agroekološke uvjete ali također moderne zahtjeve tržišta kao što su **ekološka i integrirana proizvodnja**.

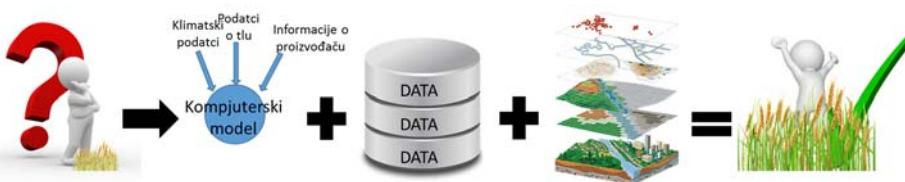


Veza između vrijednosti indikatora plodnosti i specifičnog procesa u tlu opisuje se **matematskim ili skor funkcijom**. Primjenom skor funkcije mogu se vrlo lako normalizirati i uspoređivati indikatori pogodnosti tla između lokacija ili između tretmana. Skor funkcije uzimaju u obzir efekte pojedinih indikatora plodnosti pa i dinamičkih (npr. utjecaj vlage i temperature na intenzitet N-mineralizacije).

ALR kalkulator			Proračun gnojidbe usjeva V. Vukadinović (03.08.2012.)	
1)* Ime datoteke: KBF_UPL_2012-08-26(78).csv	2)* Prezime i ime: PPK Valpovo PO Brodanci	3)* ZIP, grad, ulica i broj: 31223 Brodanci	Rezultati:	
4) Regija (obor. mm/god.): < 700	5)* Broj kat. čest.: 2502920	6)* Površina parcele ha: 4,60	• PODACI O PARCELI (Vlasnik: PPK Valpovo-PO Brodanci Adresa: Brkićeva 87, 31223 Brodanci Parcelska: 2502920 Površina: 4,6 (ha) Geo. dulj.: 18.48898 E Geo. šir.: 45.59754 N Usjevi: Pšenica ozi Plan. pri.: 7.00 t/ha Predujev: Uljana repi Zet. osta.: 1.00 t/ha Stajnjak: 0 t/ha God. prim.: bez org. gnoja pH(KCl): 4.87 pH(H2O): 5.49 AL-P2O5: 19.30 AL-K2O: 33.31 (mg/100g) Humus %: 2.07 N-ukup. %: 0.1* KIK: 17.33 My meq/100: 3.41 (meq/100g) Navod.: Suhu ratar. * empirijska vrijednost Rel. pog.: 66.59% RP za usjeve	
7)* Geo. duljina (Long.): 18.48898E	8)* Geo. Širina (Lat.): 45.59754N	10)* Google kml Više uzorka	• GNOJIDBENA PREPORUKA (kg/ha): NPK potreba: 170:62:0 (P2O5:K2O mg/100g) Osjevi: 10:5:0 (idealne formulacije) NPK-gnoji: 12:52:0 MAP (formulacija NPK) NPK: 119 za 4,60 ha 547,4 kg Urea: 85 za 4,60 ha 391,0 kg KAN: 433 za 4,60 ha 1991,8 kg KAN + Urea: 116.91 + 39.1 = 156.0 N kg/ha P-gnojivo: KCl 60% za 4,60 ha 0 kg • BILANCA NPK (kg/ha) => 0 : 0 : 0 => Bilanca OK!	
9) navod Suhu ratarjenje	10) Planirani usjev: 0. Pšenica osima (5.0-9	11)* Planirani prinos t/ha: 7.00	• KALCIJACIJA (kg/ha) uz 85 = 90 % Ca: 1308 za 4,60 ha 6016.8 kg CaO: 1831 za 4,60 ha 8422.6 kg CaCO3: 3270 za 4,60 ha 15042.0 kg Karbokalc: 4186 za 4,60 ha 19255.6 kg Klima: 651 - 750 mm/god.; 11.5 °C/god. Rata N-min: 42.3 N kg/ha/god (procijena)	
12) Predusjed:	13) Prinos predusjeda t/ha: Uljana repica	14) Žetveni ostaci t/ha: Ispod očekivanja		
15) Org. gnojivo t/ha: 0	16) God. prim. stajnjaka: Bez org. gnoja	17)* pH (KCl): 4.87		
18)* pH (H2O): 5.49	19)* Humus %: 2.07	20)* AL-P2O5 mg/100g: 19.30		
21)* AL-K2O mg/100g: 33.31	22) KIK meq/100g: 17.33	23) Hy meq H/100g: 3.41		
24) CaCO3 %: 0	25) Tekstura tla: Lako ilovasto	26) Biogenost: nagr. let. ost. loša		
27) Nagib i ekspozicija: Bez nagiba	28) Uredjenost parcele: Neuredeno: često leli v	29) Agrotehnika: osn. gnoj. i obr. sr. d		
30) Zaštita usjeva: Kem. - prev. & kur. - p	31) Formulacija NPK: 12 : 52 : 0	32) P2O5-gnojivo: Bez P-gnojiva		
33) K2O-gnojivo: KCl 60%	Upotrebom samo jednog pojedinačnog gnojiva (P ili K) može se podvesti bilanca, ako NPK gnojivo nema suviše dušika!			
D:\01_Prepiske\KBF_2012\KBF_UPL_2012-08-26(78).csv Browse... <input type="button" value="Računaj i spremi"/> <input type="button" value="Brši ispis"/> 53 <input type="button" value="Slog baze"/>				

ALRxp ekspertni kalkulator (izvor: Vukadinović, 2011.)

Dobiveni izlazni podatci kalkulatorom mogu se koristiti za GIS (Geo Informacijski Sustav) analizu, procjeni pogodnost za uzgoj različitih usjeva, za korekciju gnojidbenih preporuka usjeva, planiranje potrebne količine gnojiva, donošenje odluke o potrebnim popravcima (kalcizacija, humizacija i druge mjere uređenja tla) i ostalo



Odnosi između vrste indikatora i funkcije tla

indikatori	odnos između indikatora i funkcije tla
kemijski	ciklus hraniva, voda, puferizacija
fizikalni	fizikalna stabilnost, voda, stanište
biološki	biološka raznolikost, ciklus hraniva, filtracija

Primjer indikatora korištenih za procjenu određenih ekoloških funkcija tla:

1. Kapacitet akumulacije vode u tlu:

Indikatori: kapacitet tla za vodu, dubina tla

2. Filtracijski kapacitet tla ne-organskih tvari:

Indikatori: pH, sadržaj organske tvari, debljina humusnog horizonta, ukupni sadržaj teškim metalima, tekstura tla.

3. Imobilizacijski kapacitet tla organskih zagadivača:

Indikatori: sadržaj organske tvari, debljina humusnog horizonta, sadržaj gline, dubina tla

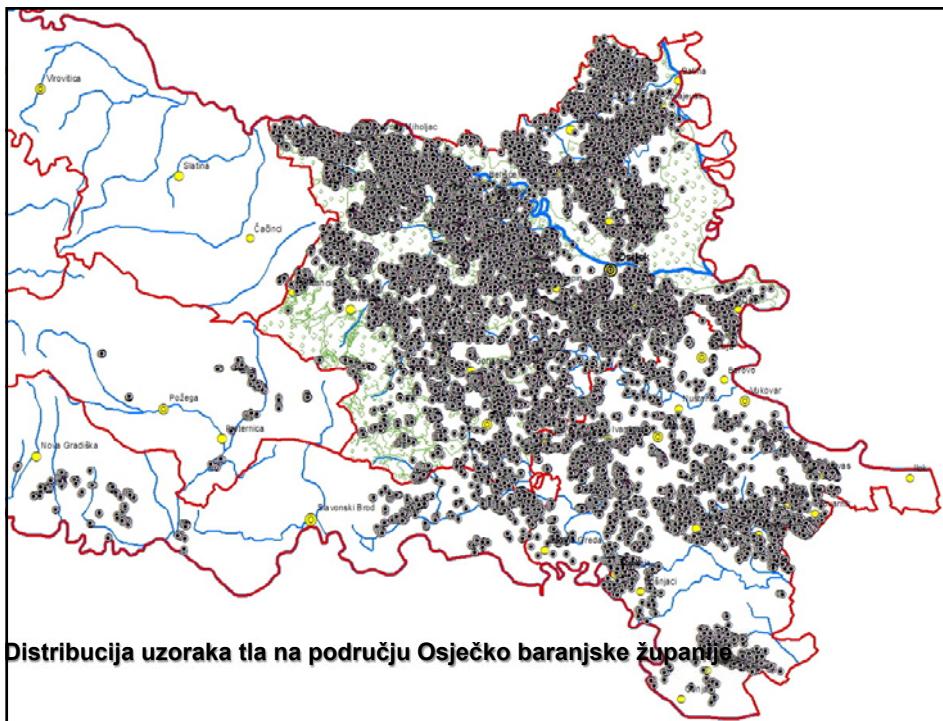
Indikator područja: prosječna godišnja količina oborina

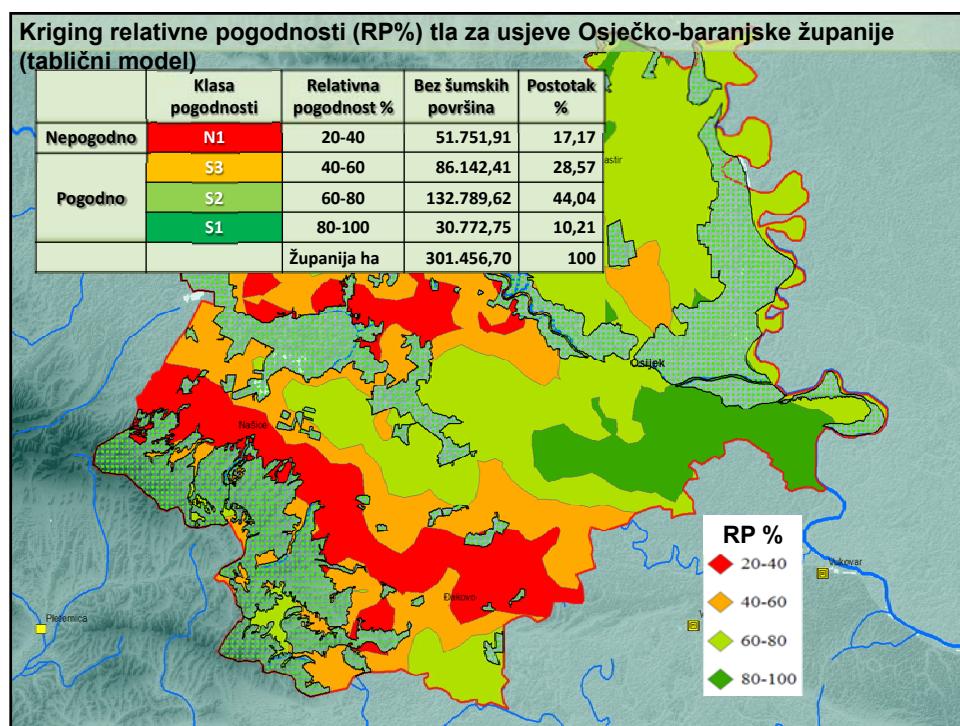
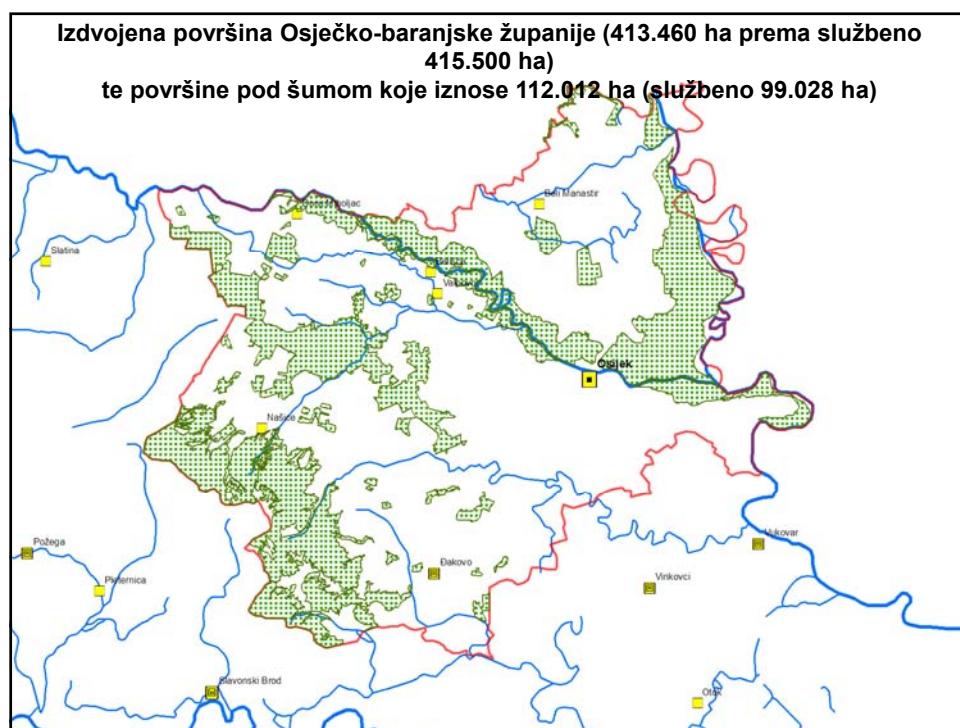
Geostatistika

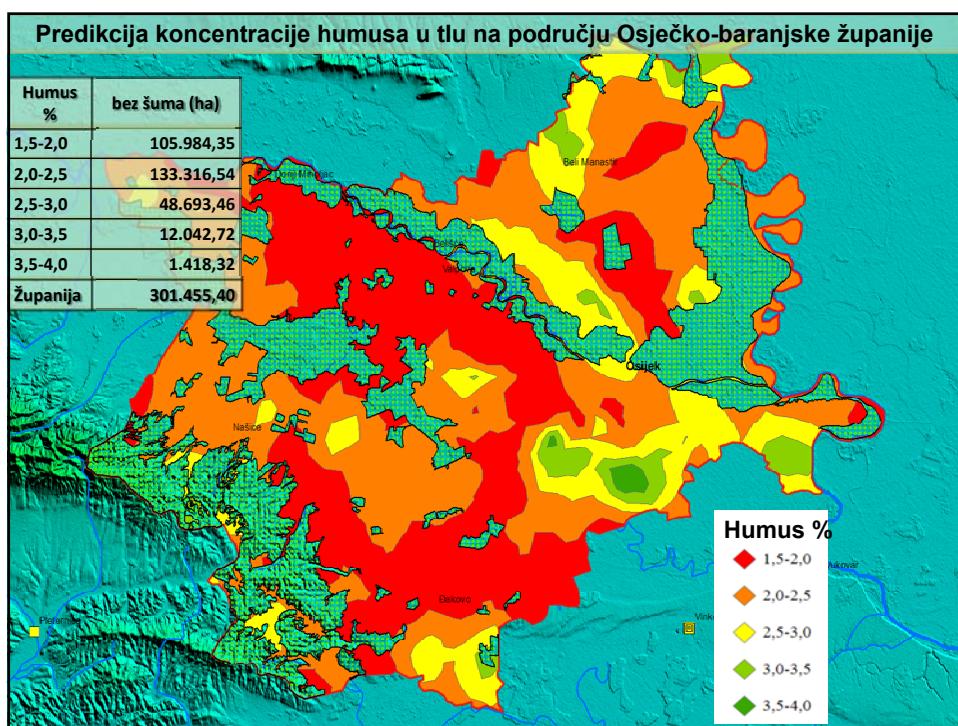
Osnovni koncept geostatistike temelji se na mjerenu prostorne raznolikosti koja je manja od varijance svih podataka koji čine jedan skup mjerena. Prostorno neovisni podatci opisuju su isključivo njihovom ukupnom varijancom, odnosno srednjom vrijednošću za koju se podrazumijeva da odgovara očekivanju cijele populacije.

Vizualizacija i prostorna predikcija

pogodnosti poljoprivrednog zemljišta Osječko-baranjske županije temeljena je na geostatističkoj metodi kriginga.



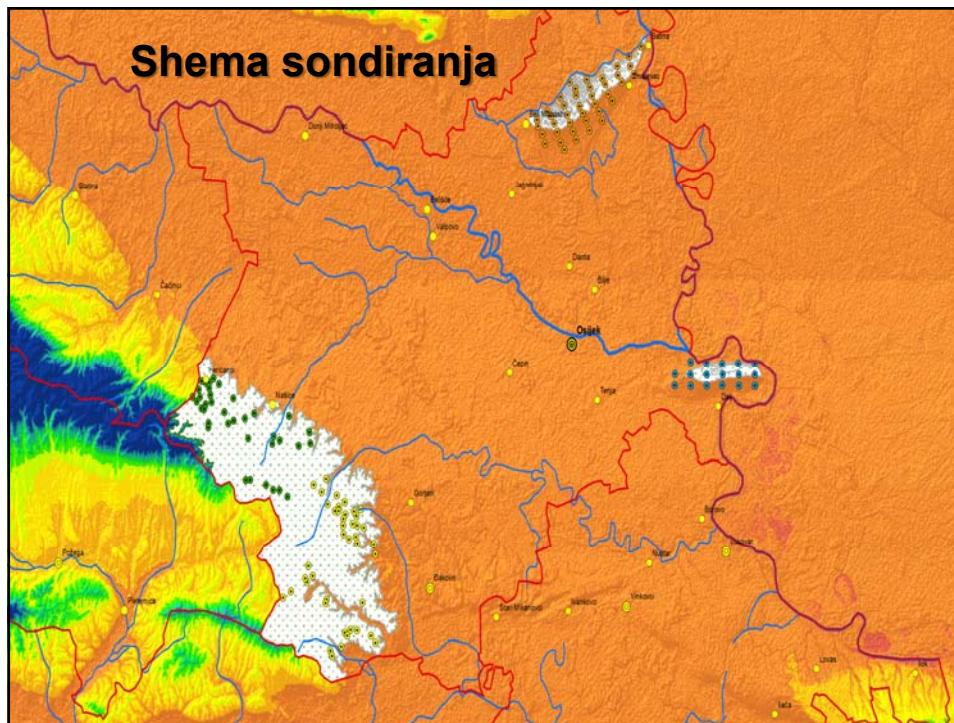




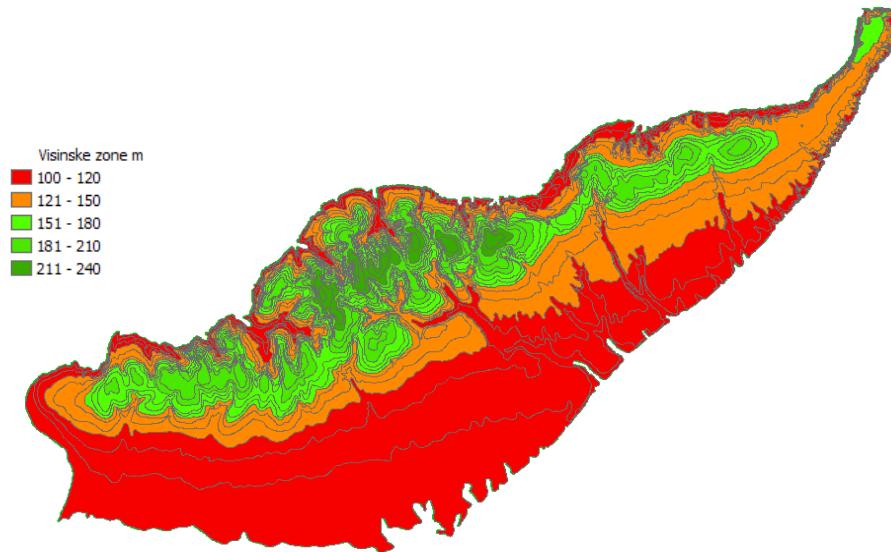
Utvrđivanje pogodnosti zemljišta za trajne nasade

- Brz i pouzdan računalni model unutar GIS alata za procjenu pogodnosti zemljišta za vinograde po modelu selektivne težine svakog atributa pogodnosti.
- Vizualizacije prikupljenih i analiziranih podataka o zemljištu prikazana je na detaljnim topografskim, satelitskim i vektorskim kartama

- Izračun pogodnosti zemljišta za vinograde sastoji se od dva segmenta.
- Prvo se izračuna pogodnost za limitirajuće činitelje i posebno za antropogene.
- Zatim se izračunava „ukupna“ relativna pogodnost za vinovu lozu na temelju prethodna dva izračuna.

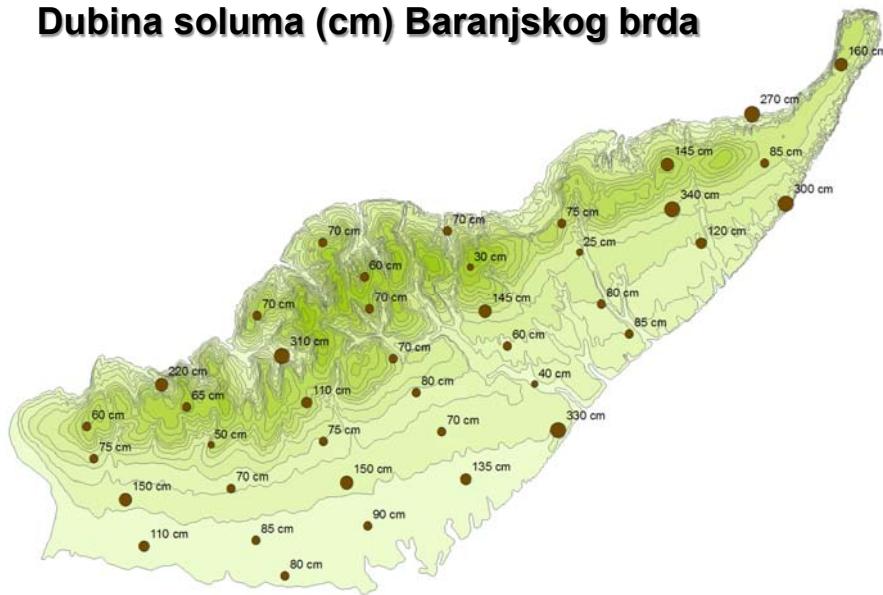


Visinske zone Baranjskog brda

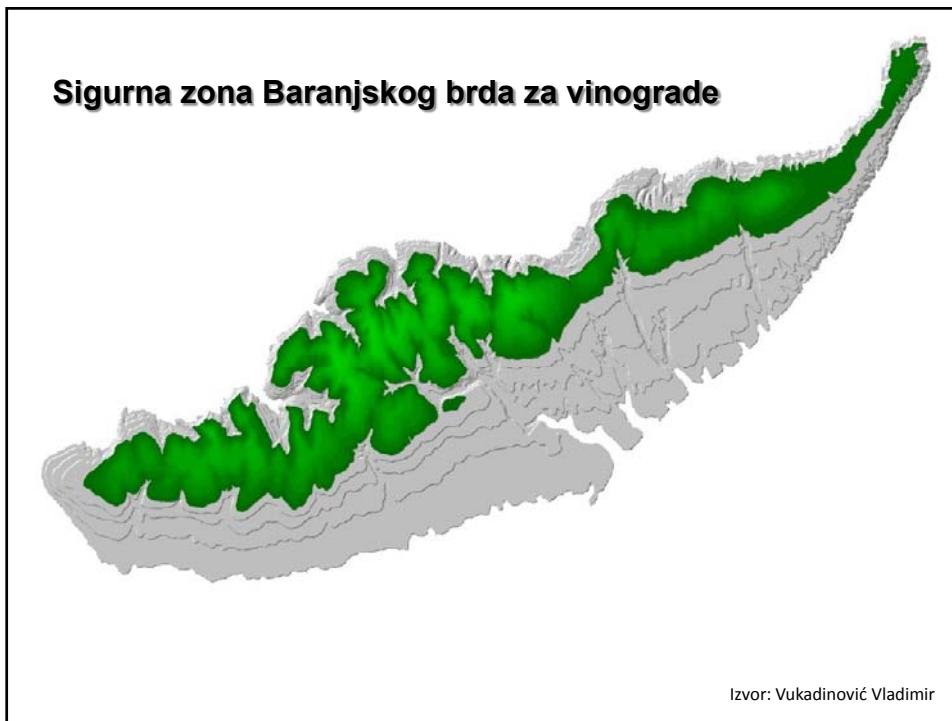
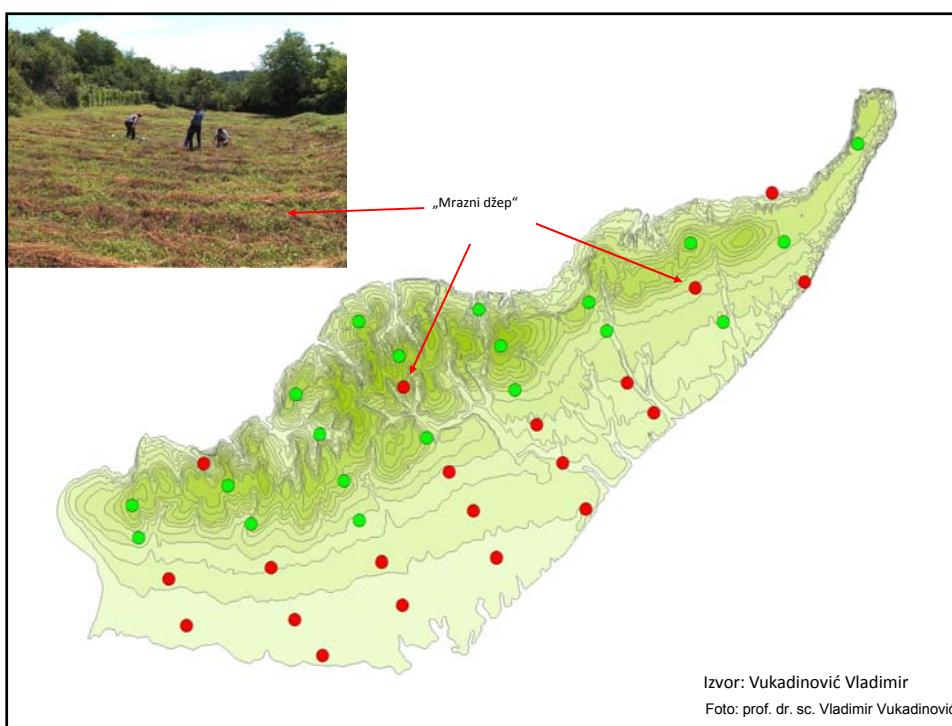


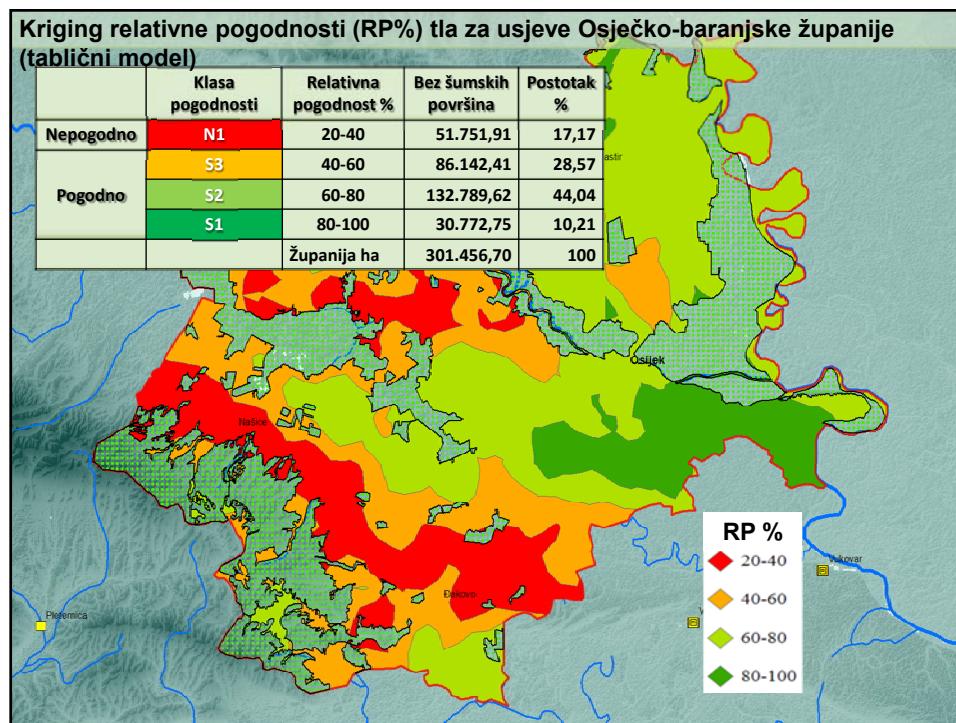
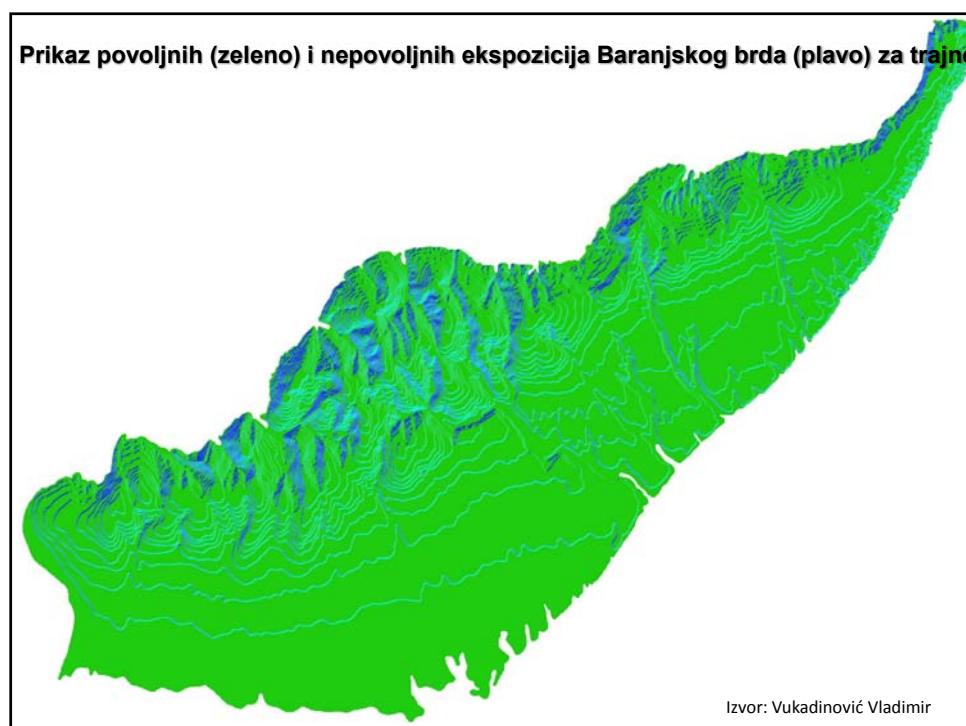
Izvor: Vukadinović Vladimir

Dubina soluma (cm) Baranjskog brda



Izvor: Vukadinović Vladimir





Tlo je najveći i najznačajniji prirodni resurs cjelokupnog čovječanstva.

Pretjeranim ili neodgovornim korištenjem tla dolazi do pada produktivnosti i konačno destrukcije tla.

Proces upropaštavanja tla je najčešće jednosmjeran, bez realne mogućnosti vraćanja u prethodno stanje

Promjene su naoko "male", što smanjuje pozornost i odlaže pravovremeno poduzimanje mjera za zaustavljanje destruktivnih procesa.

2015

International
Year of Soils



“ Hrvatski narod u pravom smislu riječi “živi od zemlje”, na svom dijelu pedosfere zasnovao je on svoj život u prošlosti, a izgrađivat će ga u budućnosti. Tla Hrvatske najveće su blago hrvatskog naroda; nepresušivi su izvor njegovih snaga i temelj hrvatske domovine”

prof. dr. sc. Mihovil Gračanin, 1942.