

UDK: 631.331

Pregledni rad
Review paper

ODRŽAVANJE I ANALIZA STRUKTURE ZEMLJIŠTA

Rade L. Radojević*¹, Dragan V. Petrović¹, Radojka Maletić²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Beograd-Zemun

²Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za agroekonomiju,
Beograd-Zemun

Sažetak: Uticaj strukture zemljišta na osobine i procese u zemljištu je opšte prihvaćen. Zemljišni agregati su izloženi raznim uticajima, uključujući korišćenje zemljišta, obradu, aplikaciju stajnjaka i gajenje useva. Veličine agregata i njihova stabilnost međusobno su povezani. Stoga se raspodele veličina i stabilnost agregata, posle razbijanja, koriste za izračunavanje kvantitativnih indeksa stabilnosti. Klasična statistička analiza strukture zemljišta se oslanja na: normalnu, log-normalnu, Rosin-Rammler-ovu i Gaudin-Schuhmann-ovu funkciju raspodele. Pored navedenih, u novije vreme uvedeni su i modeli zasnovani na primeni viših statističkih momenata i hiperboličke raspodele.

Ključne reči: struktura zemljišta, agregati, obrada zemljišta, statističke raspodele.

UVOD

Struktura zemljišta predstavlja jednu od njegovih najvažnijih karakteristika. Ne postoji jedinstvena definicija strukture zemljišta, ali većina postojećih opisa se odnose na raspored (veličina, oblik i orijentacija) čestica i pora između njih, ili stabilnost/otpornost postojećeg rasporeda čestica prema uticaju neke destruktivne sile (prouzrokovane npr. ručnom manipulacijom, vodom, vetrom, kretanjem točka po zemljištu kao podlozi).

Suštinski uticaj strukture na mnoge osobine i procese u zemljištu je opšte prihvaćen u stručnoj i naučnoj javnosti. Zemljišni agregati predstavljaju osnovu strukture zemljišta. Nastaju od organske materije, peska, praha i gline, koji se drže zajedno različitim silama.

* Kontakt autor: Rade Radojević, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija.
E-mail: rrade@agrif.bg.ac.rs

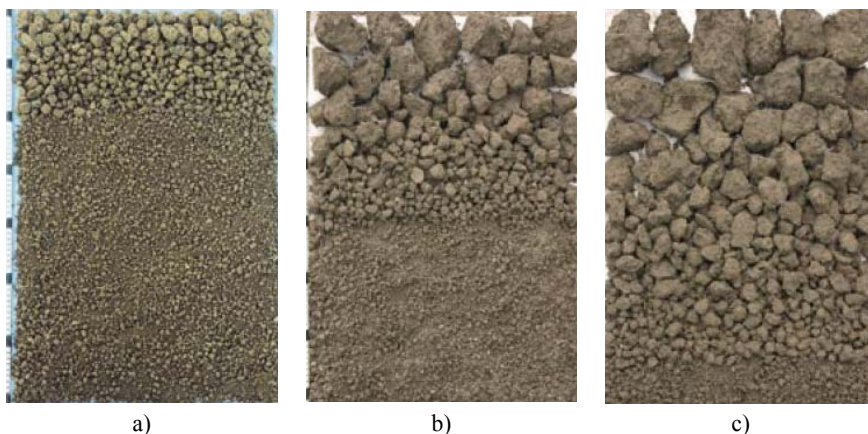
Ugovor broj 31051: Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda, Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije

Hijerarhijski poredak agregata ponekad se opisuje primarnim manjim grupisanjem čestica i formiranjem mikroagregata, koji se potom grupišu i obrazuju makroagregate.

Drugim rečima, agregacija zemljišta se može posmatrati kao uređenost primarnih čestica u formi hijerarhijskih strukturnih jedinica, koje se identifikuju na bazi variranja čvrstoće zone loma koja se reflektuje na karakteristike šupljina i čvrste faze u zemljištu. Direktna karakterizacija agregacije zemljišta se može sprovesti opisivanjem morfoloških svojstava zemljišta u polju, korišćenjem digitalnih tehnika analize slike, merenjem raspodela veličina i povezanosti pora, analizom parcijalnog raspada strukturnih jedinica zemljišta usled disperzije i određivanjem rezultujuće raspodele veličina fragmenata.

OPIS STRUKTURE

Opisu strukture zemljišta se često prilazi sa stanovišta pedologije, fiziologije biljaka ili fizike. Pedološki pogled opisuje oblik, veličinu i relativnu otpornost zemljišnih agregata. Ovi opisi prikazuju dugoročne procese formiranja zemljišta, kao i kratkoročne promene strukture, prouzrokovane dejstvom čoveka u toku korišćenja zemljišta.



Slika 1. Vizuelna procena sastava strukture zemljišta u ratarskoj proizvodnji

Figure 1. Visual assessment of the composition of soil structure in crop production

Sa agronomske tačke gledišta, dobra struktura zemljišta promoviše brzu infiltraciju vode, odgovarajuću drenažu viška i zadržavanje neophodne količine vode, dobro provetravanje i razmenu gasova, otpornost na strukturnu degradaciju eroziju, dobro klijanje, nicanje, ukorenjivanje i razvoj biljaka, kruženje hranljivih materija i održavanje optimalne temperature zemljišta. Pored toga, dobra struktura zemljišta takođe proširuje mogućnosti pravovremenog izbora uzgoja i smanjuje troškove obrade u smislu radnih sati i snage traktora, kao i broja prolaza potrebnih za pripremu setvene posteljice.

Nasuprot tome, loša struktura zemljišta može izazvati stvaranje pokorice, smanjenje infiltracije, povećanja oticanja i erozije, pojave lošeg nicanja, lošeg ukorenjivanja, ili neadekvatan sadržaj vazduha ili vode za biljke. Veliki deo istraživanja korišćenja

zemljišta, obavljenih tokom decenija, bio je usmeren ka razvoju tehnika za poboljšanje strukture zemljišta, uz istovremeno povećanje prinosa.

Vizuelna procena strukture zemljišta se može obaviti na osnovu raspodela veličine agregata, prikazanih na Sl. 1. Kvalitet strukture zemljišta sa Sl. 1. se može opisati kao:

- a) Dobar - dobra distribucija finijih agregata bez većih grudvi;
- b) Umeren - zemljište sadrži značajan udeo grubih tvrdih grudvi i trošnih, finih agregata;
- c) Loš - u zemljištu dominiraju izuzetno grube, vrlo tvrde grudve, sa veoma malo finijih agregata.

Fizički procesi koji utiču na agregaciju obuhvataju cikluse: vlaženje-sušenje, zamrzavanje-odmrzavanje i mehaničku obradu [17]. Ovi fizički procesi razbijaju velike grudve i razaraju agregate, ali takođe i povezuju čestice formirajući male agregate. Uticaj ovih fizičkih procesa na formiranje i propadanje agregacije u velikoj meri zavisi od početnih zemljišnih uslova.

Iako agregati prirodno degradiraju u vremenu, kao hrana mikro-organizama organskog vezivnog materijala, oni se приметно mnogo brže uništavaju operacijama obrade zemljišta.

Veličine agregata i njihova stabilnost međusobno su povezani. Podrazumevajući se da se separacija agregata odvija u najslabijim ravnima okolnih koherentnih strukturnih jedinica, uvođenje mehaničkog naprezanja rezultira nastajanjem fragmenata čija stabilnost prevazilazi indukovanu unutrašnja naprezanja. Stoga, sa gledišta fizike zemljišta, jedan od mogućih pristupa izučavanju strukture zemljišta se često svodi na procenu stabilnosti agregata prema eksperimentalno indukovanim destruktivnim silama, koje simuliraju destruktivne sile na polju. Raspodele veličina i stabilnost agregata, posle razbijanja, koriste se za izračunavanje kvantitativnih indeksa stabilnosti.

Pored navedenih pristupa, pri opisivanju strukture zemljišta koristi se i analiza raspodele veličina pora i kontinuiteta čvrste faze zemljišta. Zasnivaju se na statističkoj analizi empirijskih podataka, dobijenih nekom od raspoloživih eksperimentalnih tehnika.

UTICAJ UPRAVLJANJA ZEMLJIŠTEM NA NJEGOVE AGREGATE

Zemljišni agregati su pod jakim uticajem ljudske aktivnosti, uključujući korišćenje zemljišta, poremećaj obradom, aplikaciju stajnjaka i gajenje useva [3]. Vodno stabilni agregati prečnika većeg od 250 μm , brzo se povećavaju sa promenama načina upravljanja zemljištem [23]. Struktura zemljišnih agregata može biti oporavljena po povratku poljoprivrednog zemljišta u šumsko ili livadsko. U određenim serijama zemljišta, upravljanje gazdinstvom utiče na kvalitet i kvantitet organskih unosa, poremećaje zemljišta i biološku aktivnost, a time i na procese formiranja agregata [6].

Sistemi nulte obrade povećavaju zemljišnu agregaciju u poređenju sa konvencionalnom obradom [24]. Konvencionalna obrada uništava originalnu strukturu zemljišta, razbija makroagregate u mikroagregate i to dovodi do povećanja mikroporoznosti i može da poveća vrednosti gustine zemljišta [18], [19]. Agregati su manje stabilni u oranim zemljištima i ovo rezultira izraženijom tendencijom da se formira površinska pokorica u poređenju sa zemljištima pod minimalnom obradom i razrivanjem [11]. Obrada povećava dekompoziciju zemljišne organske materije mešanjem biljnih ostataka u zemljištu, povećanje aeraciju, i unapređuje cikluse suvo-

mokro i smrzavanje-odmrzavanje. Poremećaj zemljišta obradom je glavni uzrok gubljenja organske materije i smanjenja stabilnosti zemljišnih agregata kada su prirodni ekosistemi konvertovani u poljoprivredne [23]. Obrada takođe remeti agregate zemljišta i iznosi fizički zaštitni organski materijal. Nasuprot tome, nulta obrada smanjuje mešanje i remećenje zemljišta, što omogućava akumulaciju zemljišne organske materije [10].

Dinamika agregata razlikuje se pod obradom i pod neobrađenim (nulta obrada) uslovima [16]. Stabilnost agregata je indikator kvaliteta u direktnoj vezi sa zemljišnom organskom materijom, što može biti preraspodela u okviru zemljišta pod obradom. Generalno, dugoročna obrada zemljišta povećava prevođenje organske materije, što se pripisuje razlikama u iznosu agregacije i prevođenja agregata. Veza između prevođenja makroagregata, formiranja mikroagregata i stabilizacije C u okviru mikroagregata delimično određuje povećanje zemljišne organske materije pod nultom obradom [23]. Obrada može da izmeni dinamiku zemljišne organske materije promenom njenog položaja u okviru matrice zemljišta, ili oslobađanje organskog materijala iz agregata za vreme poremećaja ili apsorbovanog materijala tokom formiranja agregata [16]. Mlađi C je akumuliran u podpovršinskom sloju zemljišta sa konvencionalnom obradom od nulte obrade, ali taj C nije stabilizovan na duži rok. Kratkoročna i dugoročna stabilizacija C je veća u površinskim slojevima zemljišta bez obrade u poređenju sa konvencionalnom obradom. Ovaj stabilizacija C se uglavnom javlja na nivou mikroagregata [2].

Popravka zemljišta upotrebom stajnjaka je praksa upravljanja koja može da poboljša status hranljive materije zemljišta i poveća sadržaj zemljišnog organskog ugljenika [7]. Primena stajnjaka doprinosi akumulaciji C i N u makroagregatima [20]. Primena stajnjaka povećava procenat krupnih vodno-stabilnih agregata (> 5 mm) i smanjuje procenat manjih agregata. Ovo se ogleda u povećanju srednjeg težinskog prečnika [22]. Sadržaj organskog C u makroagregatima (> 1 mm) je veći u odnosu na mikroagregate, a opada sa smanjenjem veličine mikroagregata. Dejstvo stajnjaka je manje u dubljim slojevima u odnosu na površinske slojeve zemljišta. Primena komposta i stajnjaka poboljšava poroznost zemljišta i agregaciju zemljišta [11]. Dodatak kompostiranih ostataka je najefikasnija mera za povećanje stabilnosti agregata rizosfere. Primena otpadnog mulja značajno povećava ugljene hidrate organskog C, i stabilnost agregata, što je rezultiralo smanjenjem gustine zemljišta [7].

Upotreba organskih ostataka za održavanje plodnosti zemljišta, u kombinaciji sa većom raznolikosti u gajenju useva, značajno povećava zadržavanje zemljišnog organskog ugljenika i azota. Različiti usevi imaju različite uticaje na agregaciju zemljišta i akumulaciju C. Višegodišnje trave zbog obimnih korenovih sistema su efikasniji u zemljišnoj agregaciji od jednogodišnjih useva [6], [8]. Veoma visoka stabilnost agregata kod humusnih zemljišta pod pašnjacima se pripisuju prisustvu zaštitne vodootporne rešetke dugog lanca polimetilenskih jedinjenja oko zemljišnih agregata [21].

Pod srednje do dugoročnom gajenju useva, fino teksturna mineralna zemljišta pokazuju najveće povećanje srednjeg težinskog prečnika suvih agregata, dok zemljišta bogata oksidima pokazuju samo malo povećanje [21]. Posle dugog perioda gajenja jednogodišnjih useva, sa intenzivnom obradom i bez pokrivajućih useva, prepoznaje se smanjenje sadržaja zemljišnog organskog ugljenika i povećanje erozije zemljišta.

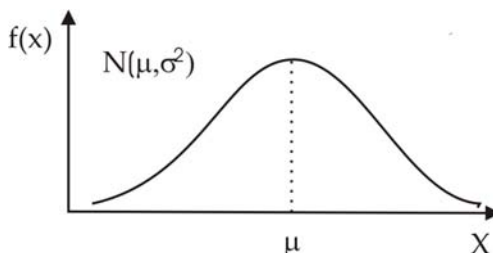
Popravka stabilnosti zemljišnih agregata je preduslov za uspešne programe pošumljavanja. Pošumljavanje utiče na zemljišnu organsku materiju, što zauzvrat utiče na agregaciju u poređenju sa konvencionalnim sistemima. Pošumljavanje donosi značajno zadržavanje novog C i stabilizaciju starog C u fizički zaštićenim frakcijama zemljišne organske materije, u vezi sa mikroagregatima (53-250 μm) i praha i gline (< 53 μm) [5].

STATISTIČKE RASPODELE U ANALIZI STRUKTURE ZEMLJIŠTA

U analizi strukture zemljišta uglavnom se koriste: Gausova normalna, log-normalna, Rosin-Rammler-ova i Gaudin-Schuhmann-ova funkcija.

U statistici, normalna (Gausova) raspodela [1], kao unimodalna kontinualna raspodela funkcije, često se koristi za aproksimiranje realnih slučajno promenljivih veličina sa tendencijom grupisanja oko srednje vrednosti. Grafik odgovarajuće funkcije gustine verovatnoće (1) je oblika zvona (Sl. 2).

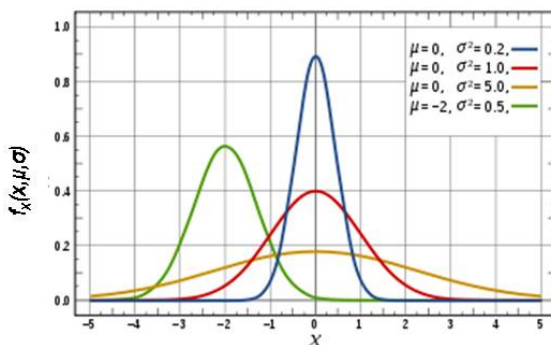
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$



Slika 2. Gausova funkcija

Figure 2. Gaussian function

Parametar μ označava srednju vrednost (poziciju vrha/maksimuma krive) a σ^2 je varijansa (mera širine distribucije). Raspodela karakterisana sa $\mu = 0$ i $\sigma^2 = 1$ se naziva standardizovana normalna raspodela. Parametar π predstavlja matematičku konstantu (Ludolfovo broje), približno jednaka 3,142, a e je osnova prirodnih logaritama, približno jednaka 2,718. Normalan raspored, sa parametrima μ i σ^2 , označava se simbolično sa $X:N(\mu, \sigma^2)$. Uticaj vrednosti parametara μ i σ^2 na tok ove krive prikazan je na Sl. 3.

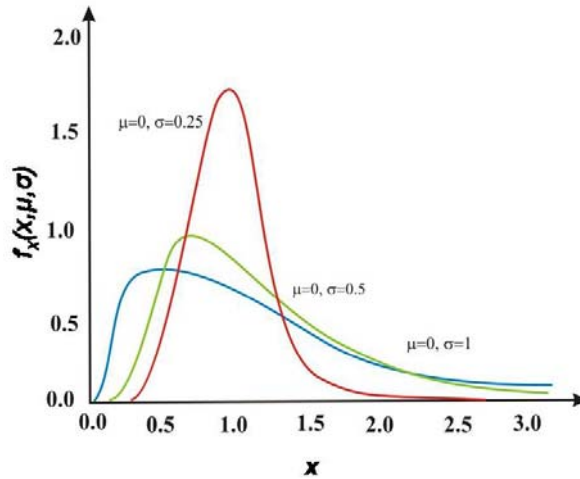


Slika 3. Uticaj parametara μ i σ na tok Gausove funkcije

Figure 3. Influence of parameters μ and σ on the flow of Gaussian function

Pored Gausove, u teoriji verovatnoće se za opisivanje raspodela veličina agregata zemljišta često koristi i log-normalna funkcija [1], [4], prikazana na Sl. 4.

$$f_x(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad x > 0 \quad (2)$$



Slika 4. Log-normalne funkcije gustine verovatnoće sa identičnim parametrom lokacije μ , a različitim parametrima razmere σ

Figure 4. Log-normal functions of probability density with identical location parameter μ , a different scale parameter σ

Normalna i lognormalna raspodela su u direktnoj vezi. Ako je slučajna promenljiva X distribuirana lognormalno, sa parametrima μ i σ , onda je njen logaritam $\log(X)$ distribuiran normalno sa srednjom vrednošću m i varijansom $v = s^2$ (kvadrat standardne devijacije). Njihove vrednosti su date izrazima:

$$m = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (3)$$

$$v = \exp\left(2\mu + \sigma^2\right)\left(\exp(\sigma^2) - 1\right) \quad (4)$$

Drugim rečima, log-normalna distribucija koju karakteriše srednja vrednost m i varijansa v , ima parametre:

$$\mu = \log\left(\frac{m^2}{\sqrt{v} + m^2}\right) \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\log\left(\frac{v}{m^2} + 1\right)} \quad (6)$$

Log-normal distribucija je primenljiva u slučajevima kada slučajna veličina od interesa mora biti pozitivna, jer $\log(X)$ postoji samo kada je X pozitivno.

Neki autori su za kvantifikaciju raspodele veličina fragmenata zemljišta, koristili Rosin-Rammler-ovu funkciju [9], kao analitičku prezentaciju kumulativne distribucije veličina prečnika d frakcije R (%) u eksponencijalnom obliku:

$$R = 100 \cdot e^{-\left(\frac{d}{d'}\right)^n} \quad (7)$$

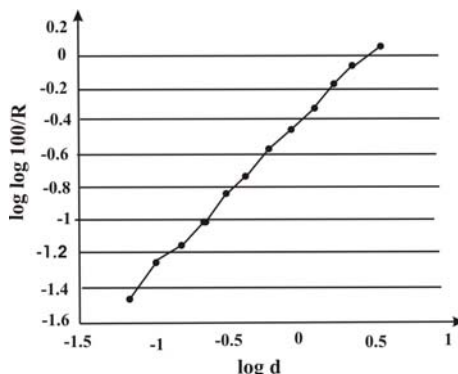
gde je:

R – kumulativni sadržaj mase zadržane sitom [%]

e – osnova prirodnog logaritma, $e = 2.718$

d – prečnik otvora (okca) sita [mm]

d' , n – parametri, koji se određuju empirijskim putem.



Slika 5. Rosin-Rammler-ova funkcija u log - loglog koordinatnom sistemu

Figure 5. Rosin-Rammler's function of the log - loglog coordinate system

Rosin-Rammlerova funkcija, ilustrovana na Sl. 5, se može redukovati:

$$\frac{100}{R} = e^{\left(\frac{d}{d'}\right)^n} \quad (8)$$

$$\log \log \frac{100}{R} = n \cdot \log d - n \cdot \log d' + \log \log e \quad (9)$$

U izrazu (3), posle uvođenja zamene:

$$B = \log \log e - n \log d' \quad (10)$$

dobija se Rosin-Rammler-ova funkcija u obliku prave linije u koordinatnom sistemu $\log(d) - \log \log(100/R)$, prikazana na Sl. 5.

Za iste namene koristi se i Gaudin-Schuhmann-ova funkcija [9] (Sl. 6), kao analitička predstava kumulativne raspodele D (%) veličina prečnika d frakcije zemljišta:

$$D = 100 \cdot \left(\frac{d}{d_0}\right)^m \quad (11)$$

gde su d_0 i m regresioni parametri, koji se određuju metodom najmanjih kvadrata.

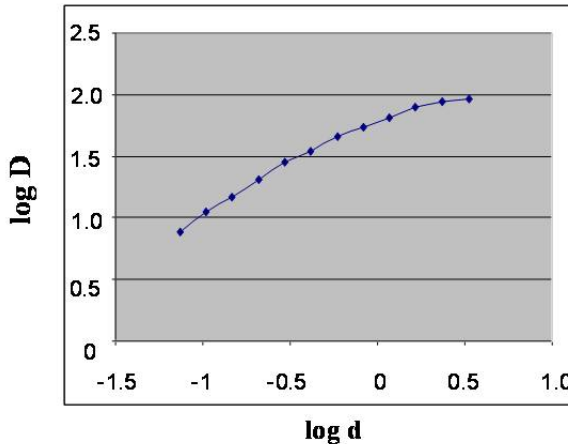
Posle logaritmovanja leve i desne strane izraza (11), dobija se izraz:

$$\log D = 2 + m \cdot \log d - m \cdot \log d_{\max} \quad (12)$$

Ako se u izraz (12) uvede smena

$$A = 2 - m \cdot \log d_{\max} \quad (13)$$

dobija se Gaudin-Schuhmann-ova funkcija, koja predstavlja pravu liniju u koordinatnom sistemu $\log(d)$, $\log(D)$, prikazanu na Sl. 6.



Slika 6. Gaudin-Schuhmann-ova funkcija u log-log koordinatnom sistemu

Figure 6 Gaudin-Schuhmann's function in a log-log coordinate system

Raspodele veličina prečnika zemljišnih agregata imaju važnu ulogu u analizi strukture zemljišta. Pored navedenih raspodela, u novije vreme uvedeni su i modeli bazirani na višim statističkim momentima i hiperboličkoj raspodeli [12], [13], [14], [15].

ZAKLJUČAK

Agregacija zemljišta je dinamički proces. Agregati se kontinuirano stvaraju i razaraju prirodnim procesima i uticajem čoveka. Razumno upravljanje zemljištem pod konkurentnim i raznovrsnim sistemima korišćenja zemljišta, kao i primenom adekvatnog plodoreda, đubrenja i navodnjavanja, predstavlja ključ za povećanje zemljišne organske materije, intenziviranje vezivanja i zadržavanja zemljišnog organskog ugljenika i poboljšanje agregacije zemljišta. Prakse korišćenja zemljišta moraju da sadrže redovno održavanje njegove strukture, kako bi se održala produktivnost na duži rok.

Zemljišta održavana kao prirodni travnjaci generalno imaju veći sadržaj organske materije i veću stabilnost agregata u odnosu na slična zemljišta korišćena za ratarsku proizvodnju useva. Prakse konzervacijske obrade, a posebno nulte obrade, su još jedan način za poboljšanje agregacije i stabilnosti zemljišta, u poređenju sa tehnologijama konvencionalne obrade.

Za opisivanje raspodela veličina prečnika zemljišnih agregata najčešće se primenjuju: Gausova normalna, log-normalna, Rosin-Rammler-ova i Gaudin-

Schuhmann-ova funkcija raspodele gustine verovatnoće. U začetku je i primena drugih pristupa koje još treba detaljno proveriti, prilagoditi i dalje razvijati.

LITERATURA

- [1] Allen, T., 1997. *Particle Size Measurement*. Volume 1. Powder Sampling and Particle Size Measurement. Chapman & Hall: Cornwall, 525.
- [2] Bossuyt, H., Six, J., Hendrix, P.F., 2002. *Aggregate-protected carbon in no-tillage and conventional tillage agroecosystems using carbon-14 labeled plant residue*. Soil Sci. Soc. Am. J., 66(6), pp. 1965-1973.
- [3] Bronick, C.J., Lal, R., 2005. *Soil structure and management*. Geoderma, 124(1-2), pp. 3-22.
- [4] Crowder, M. Hand, D.J. and Adams, N., 2004. *Methods and Models in Statistics*, Imperial College Press.
- [5] Del Galdo, I., Six, J., Peressotti, A., Cotrufo, M.F., 2003. *Assessing the impact of land-use change on soil C sequestration in agricultural soils by means of organic matter fractionation and stable C isotopes*. Global Change Biol., 9(8), pp. 1204-1213.
- [6] Dominy, C., Haynes, R., 2002. *Influence of agricultural land management on organic matter content, microbial activity and aggregate stability in the profiles of two Oxisols*. Biol. Fertil. Soils., 36(4), pp. 298-305.
- [7] García-Orenes, F., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Navarro-Pedreño, J., Gómez, I., Mataix-Beneyt, J., 2005. *Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids*. Soil Tillage Res., 82(1), pp. 65-76.
- [8] Gardi, C., Tomaselli, M., Parisi, V., Petraglia, A., Santini, C., 2002. *Soil quality indicators & biodiversity in northern Italian permanent grasslands*. Eur. J. Soil Biol., 38(1), pp. 103-110.
- [9] Hadi, A.S. and Chatterjee, S., 2006. *Regression Analysis by Example*, (fourth edition), Wiley.
- [10] Lützw, M.V., Leifeld, J., Kainz, M., Kögel-Knabner, I., Munch, J.C., 2002. *Indications for SOM quality in soils under different management*. Geoderma, 105(3-4), pp. 243-258.
- [11] Pagliai, M. Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2004. *Soil structure and the effect of management practices*. Soil Tillage Res., 79(2), pp. 131-143.
- [12] Petrović, D., Đević, M., Mileusnić, Z., 2005. *An approach in describing the physical structure of tilled ground*. Proceedings of: 9th International Congress on "Mechanization and Energy in Agriculture", Izmir, ISBN 975 – 483 – 675 – 2, pp. 30-35.
- [13] Petrović, D., Mileusnić, Z., 2004. *O modeliranju raspodele veličina agregata zemljišta nakon dopunske obrade tanjiranjem*. Poljoprivredna tehnika, 2, pp. 17-24.
- [14] Petrović, D., Mileusnić, Z., Miodragović, R., Dimitrijević, Aleksandra, 2010a. *Struktura zemljišta nakon dopunske obrade*. Poljoprivredna tehnika, 2, pp. 65 – 72.
- [15] Petrović, D.V., Mileusnić, Z.I. and Miodragović, R.M., 2010b. *Correlations between statistical moments of soil aggregate size distributions*. Int. Agrophys, 24, pp. 287-296.
- [16] Plante, A.F., McGill, W.B., 2002. *Soil aggregate dynamics and the retention of organic matter in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies*. Soil Tillage Res., 66(1), pp. 79-92.
- [17] Radojević, R., Ercegović, Đ., Gligorević, K., Pajić M., 2010. *Uređenje prevlaženih zemljišta teškog mehaničkog sastava po dubini*. Savremena poljoprivredna tehnika, 36 (2), pp. 117-128.

- [18] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M., 2007. *Energetski aspekti obrade teških tipova zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, 32 (3), pp. 25 – 32.
- [19] Radojević, R., Raičević, D., Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M., 2006. *Uticaj jesenje obrade na sabijanje teških zemljišta*. Poljoprivredna tehnika, 31 (2), pp. 63 – 71.
- [20] Schjonning, P., Elmholt, S., Munkholm, L.J., Deboz, K., 2002. *Soil quality aspects of humid sandy loams as influenced by organic and conventional long-term management*. Agric. Ecosyst. Environ., 88, pp. 195-214.
- [21] Shepherd, T.G., Saggar, S., Newman, R.H., Ross, C.W., Dando, J.L., 2001. *Tillage-induced changes to soil structure and organic carbon fractions in New Zealand soils*. Aust. J. Soil Res., 39(3), pp. 465-467.
- [22] Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyuni M., Hemmat, A., 2002. *Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran*. Soil Tillage Res., 68(2), pp. 101-108.
- [23] Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. *Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: A mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture*. Soil Biol. Biochem., 32(14), pp. 2099-2103.
- [24] Wright, A.L., Hons, F.M., 2004. *Soil aggregation and carbon and nitrogen storage under soybean cropping sequences*. Soil Sci. Soc. Am. J., 68(2), pp. 507-513.

MAINTENANCE AND ANALYSIS OF SOIL STRUCTURE

Rade L. Radojević¹, Dragan V. Petrović¹, Radojka Maletić²

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Belgrade-Zemun

²University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agroecology, Belgrade-Zemun

Abstract: The structure of land is one of their most important characteristics. Substantially influence the structure of the many features and processes in the soil is generally accepted. Soil aggregates are strongly influenced by human activities, including land use, tillage, application of manure and growing crops. Size of aggregates and their stability are interconnected to describe soil structure. Size distribution and aggregate stability after the break, are used to calculate quantitative stability index. In the classical approach to statistical analysis of soil structure are used: Gaussian normal function, and log-normal, Rosin-Rammler and Gaudin's-Schuhmann's functions. In addition to these distribution models recently introduced models are based on a dimensionless statistical moments and the log-hyperbolic distribution.

Keywords: agricultural soil, soil tillage, soil aggregates, the statistical distributions

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 15.15.2011.
Datum prihvatanja rada: 17.11.2011.