

PROBLEMI SABIJANJA ZEMLJIŠTA

R. Nikolić, L. Savin¹

Rezime

U radu su dati rezultati istraživanja uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta. Dati su ukupni gubici kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta i smanjenje prinosa na uvratinama u odnosu na centralni deo parcele za pšenicu, kukuruz, suncokret, soja i šećernu repu. Ukupni gubici dostižu 186,07 EUR/ha/godini.

Na kraju su date mere za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta.

Ključne reči: zemljište, sabijanje, posledice, mere

1. Uvod

Srbija raspolaže sa oko 5,6 miliona hektara poljoprivrednog zemljišta i preko 2,5 miliona hektara šuma. Od toga je oko 4,4 miliona ha obradivo zemljište. Agrokombinati poseduju oko 660.000 ha ili 1.600 ha po preduzeću a zadruge 140.000 ha ili 460 ha po zadruzi. Porodična gazdinstva, njih oko 778.891 koristi ostalih 85 % zemljišta, 3,6 miliona ha, ili 3,5 ha po gazdinstvu, Babović (2005).

Na navedenim površinama koristi se oko 410.000 dvoosovinskih i 200.000 jednoosovinskih traktora i oko 300.000 motooruđa, Nikolić (2005).

Intenzivnim korišćenjem zemljišta i mehanizacije, a često van optimalnih uslova, dolazi do prekomernog sabijanja zemljišta čime se narušavaju odnosi u zemljištu na štetu tečne i gasovite faze. Time se stvaraju nepovoljni uslovi za nicanje i razvoj skoro svih kulturnih biljnih vrsta, što se neminovno odražava na smanjenje kvaliteta, prinosa i ekonomičnosti proizvodnje.

Stoga će se u ovom radu analizirati uzroci, posledice i predložiti mere za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta.

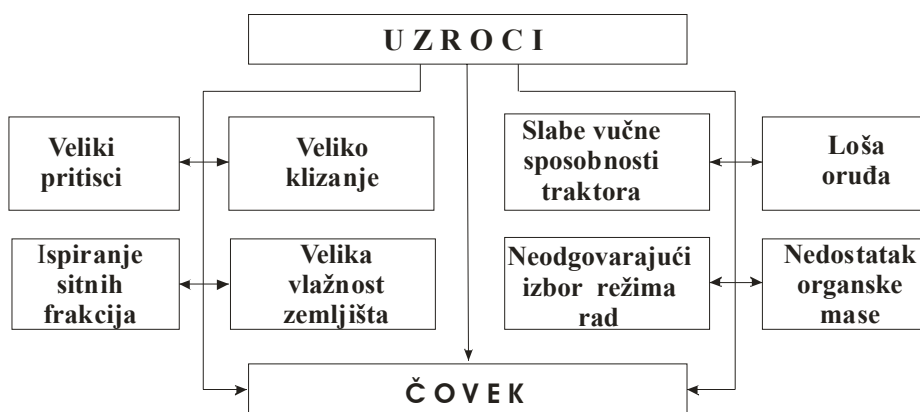
¹ Prof. dr Ratko Nikolić, dr Lazar Sanin, docent, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

2. Rezultati istraživanja

2.1. Uzroci prekomernog sabijanja zemljišta

Istraživanja pokazuju da su uzroci sabijanja zemljišta spoljnjeg i unutrašnjeg dejstva, slika 1.

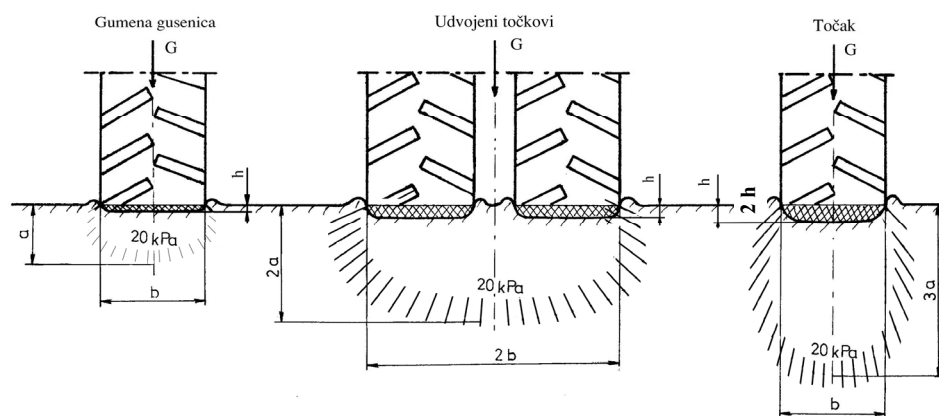
Pritisci točka i gusenice deluju na zemljište po dubini i bočno. Pod dejstvom pritiska zemljište se sabija pri čemu se povećava zapreminska masa na račun smanjenja pora za vodu i vazduh, delujući do dubine van domašaja oruđa koja se koriste u pripremi zemljišta. Stoga se na dubini 30–50 cm formira zbijena zona koja se mora razbijati sa podrivačima svakih 3–5 godina. Pritisci točkova na dubini 10 cm dostižu vrednosti od 105 N/cm^2 koji su do 30 puta veći (Pirića 1990) od dozvoljenog 3 N/cm^2 (Baranović 1983).



Sl. 1. Uzroci prekomernog sabijanja zemljišta

Fig. 1. Causes excessive soil compaction

Klizanje pogonskih točkova izaziva razbijanje strukturnih agregata i sabijanje zemljišta sa većim posledicama što je vlažnost zemljišta veća. Optimalno klizanje pogonskih točkova traktora je 10–15%, a gusenica 3–5%. Međutim, u praksi zbog neadekvatnog agregatiranja, traktori rade pri znatno većem klizanju, te su i posledice veće. Pritiscima, klizanjem, udarima kišnih kapi i radom radnih elemenata oruđa, strukturni agregati se razbijaju u sitnije frakcije koje se vodom, naročito navodnjavanjem ispiraju u dublje slojeve. Na taj način se u površinskom sloju stvara **skeletna** struktura koja se pod dejstvom pritiska točka bolje **pakuje** i intenzivnije sabija. U dubljim slojevima stvara se nepropusni sloj koji onemogućava normalno kretanje vode.



	<i>a)</i>		<i>b)</i>		<i>c)</i>
A (cm^2)	$4A$		$2A$		A
p (daN/cm^2)	p		$2p$		$4p$
F (daN)	$F=(0,7-0,8)G$		$F=(0,5-0,6)G$		$F=(0,4-0,5)G$

Sl. 2. Parametri traktora sa različitim hodnim sistemima
 Fig. 2. Parameters of tractors with different power train systems

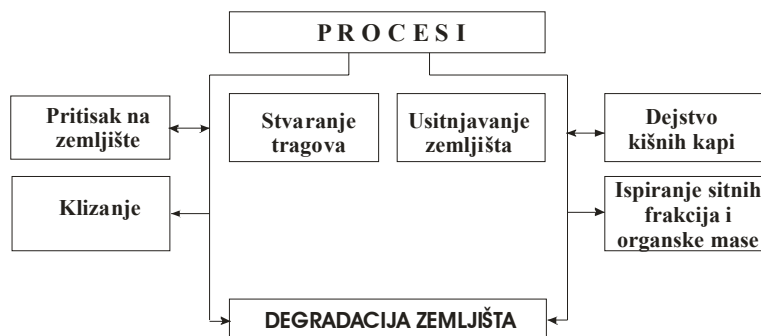
Traktori nižih kategorija ili slabijih vučnih sposobnosti pri oranju rade sa plugovima manjeg radnog zahvata pri čemu je pogažena površina prema uzoranoj veća pa će i posledice sabijanja zemljišta biti veće. Tako traktor kategorije 8–10 kN na zemljištima prosečnog specifičnog otpora agregiraju se sa jednobraznim plugovima. U tom slučaju točak koji se kreće u brazdi i van brazde prave prohod do prohoda što znači da se celokupna površina dva puta pregazi. Što je kategorija traktora veća i vučne sposobnosti bolje to je gaženje manje. Na slici 2 prikazani su neki parametri traktora sa: a) gumenim gusenicama b) udvojenim i c) jednostrukim točkovima. Traktor guseničar sa gumenim gusenicama razvija veću vučnu silu od traktora točkaša sa jednostrukim točkovima pri istoj širini točka za 1,67 puta što znači da je i pogažena površina najmanje za toliko manja. Pored toga pritisci su četiri puta manji pri istoj širini traga. Dubina prodiranja pritiska je tri puta manja i nalazi se u zoni oraničnog sloja Nikolić (1993, 1995). Na slici 2 je označeno: A – kontaktna površina; p – pritisak na 10 cm dubine i F – vučna sila u funkciji težine traktora (G). Loša oruđa naročito sa rotacionim organima pri radu

stvaraju puno sitnih frakcija koje se ispiraju u dublje slojeve. Nedostatak organske mase u zemljištu čini zemljište neotpornim na sabijanje i nemogućnost da se po obavljenom gaženju regeneriše. Pri izboru režima rada traktorskih sistema a posebno rotacionih elemenata mogu se stvoriti uslovi za veće oštećenje zemljišta. Naprimera manja brzina kretanja izaziva veće sabijanje zemljišta jer je vreme delovanja pritisaka na zemljište duže. Veći broj obrtaja rotacionih elemenata mašina za pripremu zemljišta razbijaju zemljišne agregate i sitnije frakcije koje se potom ispiraju

Procesi i posledice sabijanja zemljišta

Procesi

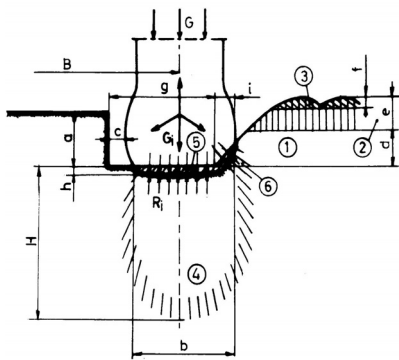
Pri degradaciji zemljišta, kao posledica kretanja točka ili gusenice, prenošenja obrtnog momenta, rada elemenata mašina za obradu zemljišta, navodnjavanja i delovanja kišnih kapi odvijaju se sledeći procesi: pritisak na zemljište, klizanje pogonskih elemenata, stvaranje tragova, usitnjavanje frakcija zemljišta i ispiranje sitnih frakcija u dublje slojeve, slika 3.



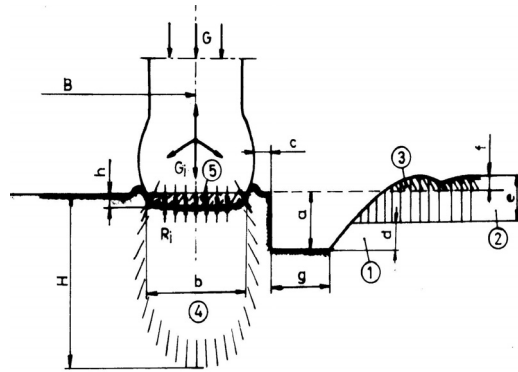
Sl. 3. Procesi degradacije zemljišta
Fig. 3. Processes of degradation soil

Pritisak na zemljište javlja se kao posledica prenosa težina preko točkova ili gusenica na zemljište. Na slikama 4 do 9 dat je šematski prikaz delovanja točka i gusenice na zemljište pri kretanje u brazdi ili van brazde. Slika 4 pokazuje: G_i – delovanje težine na podlogu, R_i – reakcija zemljišta, a – dubina oranja, b – širina traga točka, c – potrebno minimalno rastojanje bočne strane točka od zida brazde, $d - 1$ zona prevrnute brazde koja se u operacijama pripreme zemljišta ne obrađuje, $e - 2$ zona prevrnute brazde koja se obrađuje u pripremi zemljišta, f –

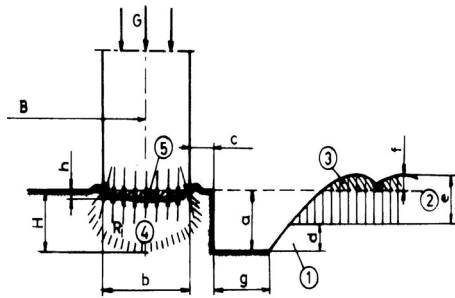
3 zona izdizanja zemljišta pri oranju, 4 – zona delovanja pritiska točka, 5 – trag točka, 6 – zona sabijanja prevrnute brazde od točka koja se neće razbiti naknadnim oruđima pri pripremi zemljišta, g – širina dna brazde po prolazu točka, i – širina pogažene brazde, h – dubina traga točka, H – dubina delovanja pritiska točka, B – razmak točkova. Navedene oznake važe za slike 5, 6, i 7. Pri kretanju točka van brazde veličina c mora biti jednak najmanje polovini dubine oranja u protivnom može doći do obrušavanja zida brazde i upadanje točka u brazdu sl. 5. Kod udvojenih točkova slika 6 razmak točka i mora biti 10–15 cm. Između točka javlja se zona 6 koja ostaje nesabijena do male dubine. Gumena gusenica je prikazana na slici 7.



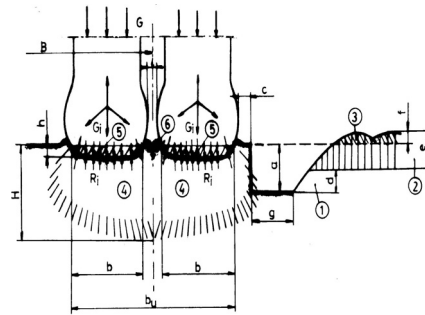
Sl. 4. Točak u brazdi
Fig. 4. Wheel in the furrow



Sl. 5. Točak van brazde
Fig. 5. Wheel out of furrow

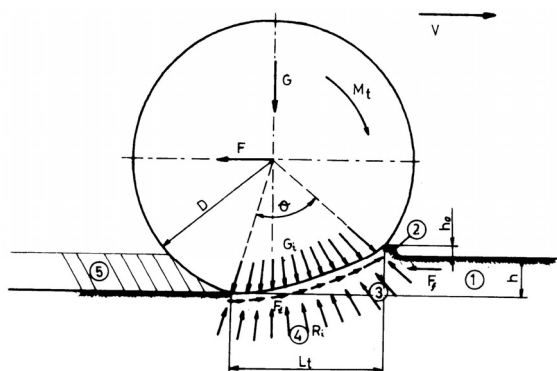


Sl. 6. Udvojeni točkovi van brazde
Fig. 6. Dual wheel out of furrow



Sl. 7. Gumena gusenica van brazde
Fig. 7. Rubber track out of furrow

Na slici 8 prikazane su sile i momenti koji deluju na pogonski točak i zemljište. Točak pri kretanju sabija ispred sebe zemljište, zona 1 i zona 2, pri čemu se javlja sila otpora kretanja F_f . Težina koja se prenosi preko točka G_i deluje na zemljište na dužini l_i i širini b pri čemu se javlja reakcija zemljišta R_i . Obrtni moment točka M_t izaziva smicanje zemljišta pri čemu se suprostavljaju sile F_t . Točak pri tome ostavlja trag dubine h i širine b .



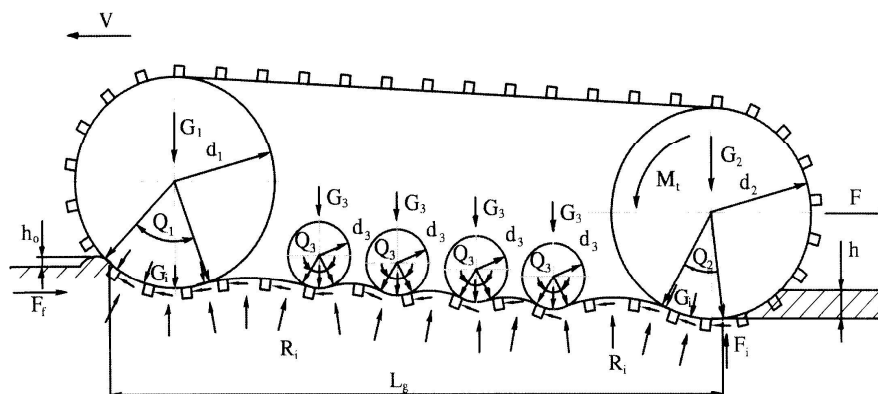
Sl. 8. Sile i momenti pogonskog točka na mekoj podlozi
Fig. 8. Forces and Torques of driven tyer an deformable the soil

Gumena gusenica prenosi težinu i obrtni moment na znatno veću površinu te se stoga ostvaruju veće vučne sile uz manje klizanje i manje pritiske na zemljište. Ukupna težina prenosi se preko točkova prednjih G_1 , zadnjih G_2 i oslonih G_3 slika 9. Pošto je gusenica elastična, težina se prenosi preko cele dužine gusenice čija je projekcija L_g i širine b , čime se ostvaruje četiri puta veća kontaktna površina, četiri puta manji pritisak, tri puta manja dubina delovanja pritiska, četiri puta manje klizanje i dva puta veća vučna sila i dva puta manja pogažena površina u odnosu na standardni traktor.

Proces stvaranja tragova zavisi od težine koja se prenosi, vlažnosti zemljišta, stanja obrađenosti i vrste zemljišta, širine i dužine kontakta i brzine kretanja.

Proces klizanja se odvija pri prenošenju obrtnog momenta na zemljište preko kontaktne površine širine b i dužine L_t i L_g (projekcija) slika 8 i 9.

Pri klizanju točak razbija zemljišne agregate i sabija povrinski sloj. Ukoliko je vlažnost veća, na tragu točka se formira pokorica koja uslovljava brzo isparavanje vode iz zemljišta, a u slučaju većih padavina infiltracija vode u zemljište je znatno smanjena. Na ravnom terenu formirani tragovi služe kao akumulacija padavina, a na nagibima tragovi će postati mali potočići gde će se odvijati intenzivna erozija.



Sl. 9. Sile i momenti gumena gusenica na mekoj podlozi
 Fig. 9. Forces and Torques rubber track on the deformable soil

Proces usitnjavanja zemljišta odvija se pod uticajem kretanja hodnih sistema, radnih elemenata mašina za obradu zemljišta i ubiranje proizvoda, dejstvom kišnih kapi, tapkanjem stoke, vlaženjem i sušenjem kao i smrzavanjem i otkravljanjem zemljišnih agregata. Posebno je intenzivno usitnjavanje zemljišta pod dejstvom rotacionih elemenata priključnih mašina. Tako Hermann (1998) predviđa da u primeni perspektivnih tehnologija u obradi zemljišta mora se ići na smanjenje ubrzanja zemljišnih agregata u slučaju primene rotacionih oruđa koja dobijaju pogon preko priključnog vratila. Sitne frakcije nisu podobne za razvoj korenovog sistema, a ono što je najgore bivaju relativno lako isprane u dublje slojeve.

Šematski prikaz delovanja kišnih kapi na zemljište dat je na slici 10 i to: a) na nagnutom terenu, b) na ravnom ali pri dejstvu vetra i c) na ravnom terenu bez vetra. Kišne kapi padavina ili navodnjavanja su veličina do 7 mm, a najčešće 1–4 mm. Pri padanju kišnih kapi na zemljište odvija se: rušenje površine zemljišta 1, odvajanje delića zemlje 2, stvaranje tankih slojeva tekuće vode 3, infiltracije vode u zemljište 4 i ispiranje mineralnih i organskih materija i sitnih frakcija pri ceđenju vode u dublje slojeve. Na nagnutom zemljištu slika 10a, kišna kap udara o površinu, odvaja deliće i premešta ih duž nagiba. Tekuća voda koja se pri tome formira nosi te deliće dalje, što čini površinsku eroziju vodom. Na ravnom terenu pri dejstvu vetra dešava se slično kao na nagnutom zemljištu slika 10b. Na ravnom terenu slika 11c nema premeštanja delića zemljišta ali se odvijaju svi ostali procesi.

Infiltracija vode i dalje ceđenje u dublje slojeve izaziva proces ispiranja, što čini unutrašnju eroziju vodom. Ispiranje sitnih frakcija u dublje slojeve izaziva stvaranje nepropusnih slojeva za protok vode iz površinskih slojeva u dublje i obratno. Odošenjem organske mase i sitnih frakcija, oranični sloj pod dejstvom sila sabijanja, lako se sabija i tako postaje sve nepogodniji za kulturne biljke.

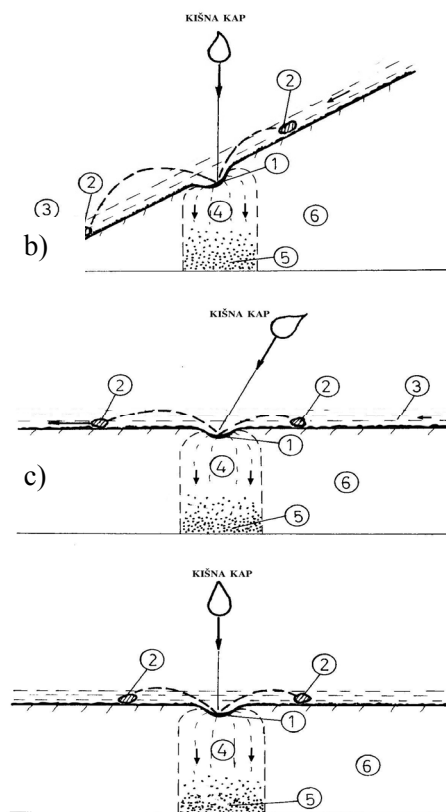
Posledice

Navedeni procesi prouzrokuju sledeće posledice: lokalno sabijanje zemljišta, duboko sabijene zone, smanjenja zapremina pora za vodu i vazduh, sitnije frakcije zemljišta, duboke tragove i anaerobnu sredinu slika 11.

Navedene pojave prouzrokuju brojne negativne efekte koji će biti opisani u narednom poglavlju. Najteža posledica procesa degradacije zemljišta je sabijanje koje se manifestuje na celoj parceli, a posebno je intenzivno lokalno sabijanje na tragovima hodnih sistema primenjene mehanizacije. Sabijanje se oseća i do dubine od 1 m, a najintenzivnije je u oraničnom sloju do 30 cm. Duboko sabijene zone javljaju se na dubinama ispod dubine osnovne obrade 35–40 cm do 60 cm.

Nedostatak pora za vazduh i vodu dovodi do stvaranja anaerobne sredine što se negativno odražava na korenov sistem i živi svet u zemljištu.

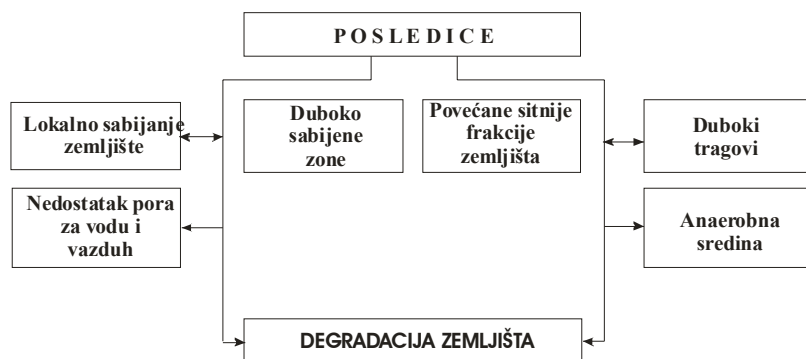
Duboki tragovi, slika 12, koje ostavljaju traktori, transportna vozila i poljoprivredne mašine



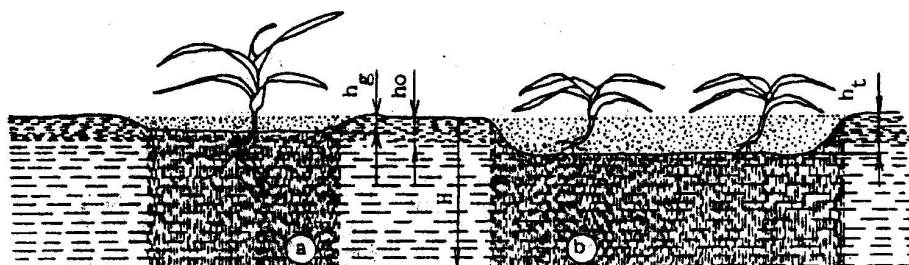
Sl. 10. Šematski prikaz dejstva kišnih kapi i erozije vodom

Fig. 10. Schematic review activity falling raindrop and water erosion

moгу biti veoma loša sredina za seme koje se u njih zaseje. Na slici 12a prikazan je blag trag od gumene gusenice, a slika 12b dubok trag od traktora točkaša u kojem će seme "patiti" od manjka vode u sušnim periodima i viška u kišnim, pa može doći i do uginuća biljaka.



Sl. 11. Posledice degradacije zemljišta (Nikolić, 2002)
 Fig. 11. Consequences of degradacion soil (Nikolić, 2002)



Sl. 12. Rast biljaka na tragovima gumene gusenice (a) i točka (b) (Nikolić, 2002)
 Fig. 12. Growth of plant on the tracks of rubber track (a) and wheel (b) (Nikolić, 2002)

2.2. Merenje i metoda ocene efekata prekomernog sabijanja zemljišta

Merenje sabijenosti zemljišta se svodi na određivanje otpora prodiranja konusa penetrometra u zemljište do određene dubine uz veći broj ponavljanja (više od 10). Pored toga utvrđuje se promena zapreminske mase kao pouzdanog parametra za ocenu sabijenosti zemljišta.

Za ocenu uticaja različitih kategorija traktora na sabijanje zemljišta i prinos koriste se razni kriterijumi. Utvrđeno je da kriterijum srednji i maksimalni pritisak hodnih sistema na zemljište nije dovoljan za ocenu uticaja različitih kategorija traktora na sabijenost zemljišta i prinos. Za kompletnu ocenu potrebno je uključiti još sledeće parametre: širinu traga, radni zahvat agregata, broj tragova koji se ostvaruju na parceli, broj prolaza na jednom tragu i vrstu hodnih sistema. Ovi parametri se najbolje povezuju jednačinom 1.

$$S = \frac{b_1}{2B} \sum_{i=1}^n S_i + |S_d| \left(1 - \frac{b_1}{B}\right) \quad (\text{kN/m}) \quad (1)$$

gde je:

S (kN/m) – uticaj sabijanja zemljišta traktora različitih kategorija

b_1 (m) – širina zone uticaja traktora na sabijanje zemljišta

B (m) – radni zahvat agregata

n – broj tragova koji se ostavljaju na parceli

S_d (75 kN/m) – dozvoljeno sabijanje

S_i (kN/m) – pokazatelj sabijanja zemljišta hodnih sistema po jednom tragu.

Ako je $S_i < 75$ kN/m onda se u jednačini 1 koristi $S_i=0$

$$S_i = \omega \cdot b_1 \cdot q_{\max} (1 + k \cdot \lg m) \quad (2)$$

gde je:

\lg – logaritam

ω – koeficijent zavistan od dimenzija i forme hodnog sistema za točkaše $\omega=1,25$.

Za guseničare:

$$\omega = \left(0,92 + 0,3 \frac{L}{b}\right)^{2/3} \quad \text{ako je} \quad 3 \leq \frac{L}{b} \leq 7 \quad (3)$$

$$\omega = 2,1 \quad \text{ako je} \quad \frac{L}{b} > 7 \quad (4)$$

gde je:

k – koeficijent intenzivnosti deformacije zemljišta, određuje se eksperimentalno

($0,2 \leq k \leq 2,5$), manje vrednosti za lakša zemljišta, za orijentacioni proračun $k=1$.

q_{mak} (kN/m^2) – maksimalni pritisak u osi traga hodnog sistema

m – broj prolaza na istom tragu kod guseničara $m=1$,
a kod standardnih traktora $m=2$

l i b – dužina i širina gusenice

Vrednosti dobijene jednačinom 1, što su veće, uticaj je veći, a prinos manji.

2.3. Utvrđivanje posledica i nastalih šteta od prekomernog sabijanja zemljišta

Prekomernim sabijanjem na zemljištu se javljaju oštećenja koja neminovno smanjuju ukupnu produktivnost. Javljaju se lokalna sabijanja, formiraju se duboko sabijene zone, duboki tragovi, nedostatak pora za vodu i vazduh, povećanje sitnijih frakcija koje se ispiraju i formira se anaerobna sredina. Te posledice odražavaju se na: smanjenje prinosa, povećanje potrošnje đubriva, povećanu potrošnju goriva, povećan broj traktora i mašina za obradu zemljišta, veći broj traktorista, veća investiciona ulaganja i povećanje troškova održavanja.

Ukupni gubici nastali usled prekomernog sabijanja zemljišta se mogu iskazati kao zbir parcijalnih gubitaka. Evidentirana je promena specifičnog otpora zemljišta u oranju sa $0,4-0,5 \text{ daN/cm}^2$ početkom 70-tih godina na $0,8-0,9 \text{ daN/cm}^2$ (krajem 90-tih godina) dakle za proteklih oko 30 godina.

U daljoj analizi posmatraće se te dve krajnje vrednosti kao reperne i usvaja se da je na početku posmatranog perioda vrednost specifičnog otpora zemljišta u oranju iznosila $0,45 \text{ daN/cm}^2$ a da je sadašnji nivo vrednosti istog na prosečnih $0,85 \text{ daN/cm}^2$.

Istraživanja uticaja sabijanja zemljišta, na uvratinama i centralnom delu parcele, na prinos pokazuju znatno smanjenje prinosa na uvratinama. Ukupne uvratine kreću se od 5- 15 % od ukupne površine zavisno od dužine parcele i manevarskih karakteristika traktorskih sistema i potrebnog prostora za okretanje. Rezultati pokazuju da je prinos na uvratinama smanjen u odnosu na centrani ceo parcele kod pšenice za 16-22 %, kukuruza 20-40 %, suncokreta 20-30 %, soje 15-30 % i šećerne repe oko 8 %.

Tab. 1. Struktura gubitaka usled prekomernog sabijanja zemljišta (Nikolić, 2002)

R.B.	GUBICI	EUR/ha/god	UČEŠĆE %
1.	Prinos	134,51	72,29
2.	Mineralno đubrivo	17,24	9,26
3.	Eksploatacija mehanizacije	19,15	10,29
4.	Investiciono ulaganje	14,59	7,84
5.	Osiguranje	0,58	0,32
UKUPNO		186,07	100,00

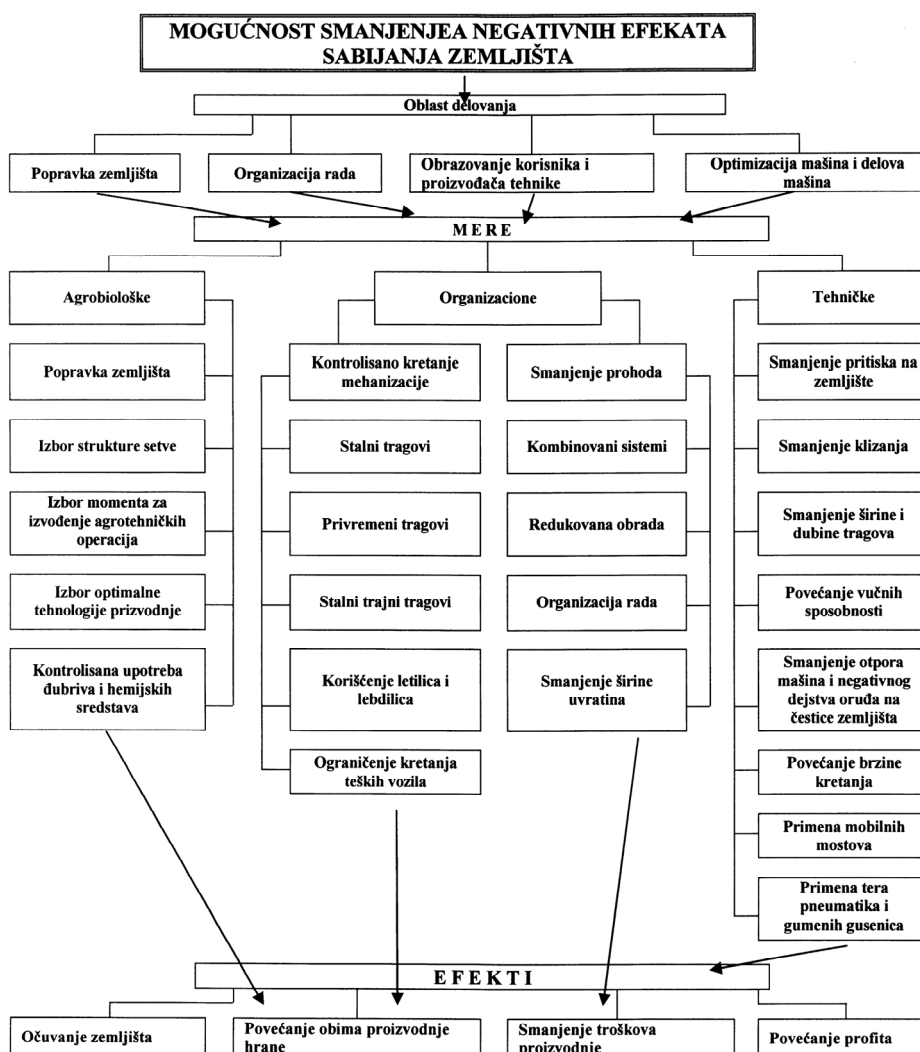
Gubitak od 186,07 EUR/ha godišnje predstavlja značajnu stavku i izazvana je isključivo kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta. Nameće se potreba eliminisanja ovog gubitka. Treba prihvatiti činjenicu da je mogućnost poboljšanja zemljišta u smislu popravke strukture i smanjenja prekomernog sabijanja moguća efikasno da se izvede u organizaciji većih zemljišnih kompleksa a koji su još uvek prisutni uglavnom na državnim imanjima. Prema raspoloživim podacima površine na kojima bi mogle da se sprovedu mere popravke zemljišta iznose oko 1.000.000 ha. Gubici koji nastaju usled prekomernog sabijanja zemljišta iznose godišnje oko 186,07 miliona EUR. Za najveće poljoprivredno preduzeće u Srbiji od oko 15.000 ha ukupni gubici iznose 2.790.984 EUR/god.

2.4. Utvrđivanje mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta

Postoje brojne mere koje se mogu primenjivati u nastojanju da se smanji sabijanje zemljišta, a one se mogu svrstati u sledeće grupe: agrobiološke; organizacione i tehničke mere. (slika 13)

Agrobiološke mere ogledaju se u sledećem: popravci zemljišta unošenjem organskih đubriva; izboru strukture setve i plodoređa prema klimatskim i zemljišnim uslovima; izboru pravog momenta za izvođenje agrotehničkih operacija; izbora tehnologije proizvodnje prema klimatskim i zemljišnim uslovima i kontrolisanom upotrebi đubriva i hemijskih sredstava.

Organizacione mere sastoje se u kontrolisanom kretanju mehanizacije i smanjenju prohoda po parceli.



Sl. 13. Mogućnosti smanjenja negativnih efekata sabijanja zemljišta (Nikolić, 2002)
 Fig. 13. Possibility of reduction of negative of soil compaction (Nikolić, 2002)

- Kontrolisano kretanje mehanizacije obuhvata: formiranje stalnih tragova u toku realizacije tehnologije proizvodnje jedne kulture; formiranje privremenih tragova za obavljanje nekoliko agrotehničkih operacija; formiranje stalnih trajnih tragova, betonskih ili zemljanih; korišćenje letelica - aviona i motornih zmajeva pri obavljanju agrotehničkih operacija kao što je rasipanje mineralnih đubriva i hemijska zaštita; korišćenje lebdilica – helikoptera i ograničenje kretanja teških vozila po parceli.
- Smanjenje prohoda se može realizovati: formiranjem kombinovanih sistema za izvođenje više operacija u jednom proходу; primenom redukovane obrade; smanjenjem širine uvratina i višim nivoom organizacije rada na parceli (usaglašavanjem vremena obavljanja pojedinih operacija).

Tehničke mere obuhvataju: smanjenje pritiska na zemljište; smanjenje klizanja hodnih sistema; smanjenje širine i dubine tragova; povećanje vučnih sposobnosti mobilnih jedinica; smanjenje otpora radnih organa mašina i njihovog negativnog dejstva na agregate zemljišta; povećanje brzine kretanja mehanizacije, primena mobilnih mostova, tera pneumatika i gumenih gusenica.

Sumirajući mere koje nam stoje na raspolaganju proizlaze sledeći pravci delovanja u oblasti istraživanja, razvoja i primene mehanizacije: poboljšanje organizacije rada i korišćenja mehanizacije, izbora režima rada na parceli shodno zemljišnim i klimatskim uslovima; optimizacija parametara traktora i poljoprivrednih mašina prema uslovima korišćenja; poboljšanje razvoja hodnih sistema: pneumatika, gumenih gusenica i drugih konstrukcija; razvoj i primena mobilnih mostova i uređenje i organizacija zemljišne teritorije.

Od tehničkih mera posebno treba istaži primenu tera pneumatika, gumenih gusenica i mobilnih mostova, čime se smanjuje sabijanje zemljišta, povećavaju vučna svojstva i povećava ekonomičnost sistema i na kraju povećava se ukupna produktivnost zemljišta i produktivnost mašinskog parka.

Zaključci

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Sabijanje zemljišta je trajni proces koji se ne može u potpunosti eliminisati ali se brojnim agrotehničkim, organizacionim i tehničkim merama može znatno smanjiti i držati pod kontrolom, shodno predloženim merama, slika 13;
- Utvrđeni gubici usled prekomernog sabijanja zemljišta od 186,07 EUR/ha godišnje ili 186,07 EUR/gododišnje na milion hektara obradivog zemljišta je važan podatak koji govori da će ulaganja biti višestruko ekonomski opravdana i
- Istraživanja problema sabijanja su multidisciplinarna, trajna i treba ih i dalje nastaviti.

Literatura

1. Babović J., Lazić B., Malešević M., Gajić Ž.: Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, (2005) 359
2. Baranovič M.B., Čudinovskij M.B., Černoglazov S.B.: Sniženie uplotnenia počvi hodovim sistemami mašinno-traktornih agregatov, Mehanizacija i elektrifikacija, (1985)5, s. 62-64
3. Hermann J., Heege and Voskovich H.H.: Soil cultivation: new methods and new technologies 9-to zasedanje Bolonjskog kluba, Roma-Italija.
4. Nikolić R., Hadžić V., Marinković B., Đukić D.: Uticaj traktora, vozila i poljoprivrednih mašina na zemljište. Poglavlje u monografiji "Uticaj sabijanja zemljišta na prinos poljoprivrednih kultura", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, (1993), s- 28-46.
5. Nikolić R.: Poljoprivredna tehnika u funkciji očuvanja i povećanja plodnosti zemljišta, Zbornik radov naučnog skupa "Očuvanje i povećanje plodnosti zemljišta i ostalih proizvodnih karakteristika", Novi Sad, (1995) s. 29-36.
6. Nikolić R. i saradnici: monografija Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2002.
7. Nikolić R., Savin L., Gligorić Radojka, Furman T., Tomić M., Bertek Z.: Uticaj sabijanja zemljišta na prinos soje i sunnecokreta na uvratinama, časopis Traktori i pogonske mašine, 8(2003)4, 141-144.
8. Nikolić R., Hadžić V., Savin L., Furman T., Nešić Ljiljana, Gligorić Radojka, Belić M, Tomić M.: Sabijanje zemljišta, uzroci, posledice, mere, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, zbornik radova, sveska 38 (2003), 37-48.
9. Nikolić R., Malinović N., Mehandžić R., Savin L.: Menadžment poljoprivredne tehnike u ekološkoj proizvodnji u monografiji Agrobiznis u ekološkoj proizvodnji hrane, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, (2005) 209-232.
10. Piria I.: Istraživanje gaženja poljoprivrednog tla, Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede, zbornik radova, Opatija, (1990), s. 29-41.
11. Savin L., Furman T., Vasin J., Hadžić V.: Analiza uticaja sabijanja zemljišta na prinos pšenice i kukuruza na uvratinama, časopis Traktori i pogonske mašine, 9(2004)4, 93-98.
12. Vodonik I.: Vazdejstvije hodovih sistem na počvu, Mosva, 1990, str. 171

Primljeno: 16.12.2005

Odobreno: 26.12.2005.

SOIL COMPACTION PROBLEMS

Prof. dr Ratko Nikolić, dr Lazar Sanin, docent,
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Summary

The results of research of excessive soil compaction through establishing a level of compaction, causes and consequences were exposed in this paper. The losses were defined as consequence of excessive soil compaction and yield losses on headland and central part of field for wheat, maize, sunflower, soybean and sugar beet were presented particularly.

The losses reaches 186,07 EUR/ha/year.

The measures for reducing and controlling the soil compaction were given in the end.

Key words: soil, compaction, consequences, measures.

Author's address:

Prof. dr Ratko Nikolić
Poljoprivredni fakultet,
Trg Dositeja Obradovića 8,
21000 Novi Sad
Srbija i Crna Gora