

"Zbornik radova", Sveska 38, 2003.

Pregledni rad - Review

SABIJANJE ZEMLJIŠTA, UZROCI, POSLEDICE, MERE

***Nikolić, R., Hadžić, V., Savin, L., Furman, T., Nešić, Ljiljana,
Gligorić, Radojka, Belić, M., Tomić, M.¹***

IZVOD

U radu su prikazani rezultati istraživanja uzroka, procesa, posledica i negativnih efekata prekomernog sabijanja zemljišta. Potom su utvrđene agrobiološke, organizacione i tehničke mere borbe protiv sabijanja zemljišta.

Kao rezultat prekomernog sabijanja zemljišta, utvrđeno je prosečno smanjenje prinosa za 15-20 %, povećanje potrošnje goriva za 20-30 %, povećanje specifičnog otpora pri oranju za 2,0-2,5 puta u poslednjih 30 godina.

Utvrđeni su prosečni gubici od 222 US \$/ha godišnje kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta.

KLJUČNE REČI: sabijanje zemljišta, uzroci, procesi, posledice, mere

Uvod

Zemljište je dinamička tvorevina koja se promenom faktora pedogeneze menja. Čovek svojom aktivnošću može da poveća ili smanji prirodnu otpornost zemljišta prema različitim vidovima njegove degradacije, čime dolazi do smanjenja sadašnjeg a i budućeg proizvodnog potencijala (Hadžić V., 2002).

Istraživanje promena u zemljištu obavljaju se još od 1960-te godine u svetu, a kod nas od pre 20-tak godina. Formirani su posebni Instituti koji se bave promenama u zemljištu sa osnovnim ciljem smanjenja oštećenja zemljišta i povećanja njegove produktivnosti. Tako je Gill, još 1971. godine utvrdio značajno smanjenje prinosa kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta i navodi: ako se u Americi smanji prinos samo za 1%, štete su oko 1,18 milijardi dolara godišnje. Dvorstar (1979) u izveštaju za Ujedinjene nacije navodi da Švedska gubi svake godine 75-100 miliona švedskih kruna kao posledica prekomernog sabijanja zemljišta. Autor dalje navodi da je prinos šećerne repe i kukuruza smanjen za 5-20% a slično je i kod drugih kultura. Vodonik (1990) navodi za Sovjetski Savez

¹ Prof. dr Ratko Nikolić, pror. dr Vladimir Hadžić, mr Lazar Savin, prof. dr Timofeј Furman, dr Ljiljana Nešić, prof. dr Radojka Gligorić, dr Milivoje Belić, dipl.ing. Milan Tomić, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

sledeće posledice prekomernog sabijanja zemljišta: srednje smanjenje prinosa pojedinih kultura 15-25%, povećanje specifičnog otpora pri oranju za 1,5-1,8 puta, povećanje troškova obrade za 20-30% i povećanje potrošnje goriva za 18%. Nikolić (1993) je utvrdio za uslove Jugoslavije gubitak oko 222 američka dolara po hektaru godišnje zbog posledica sabijanja zemljišta. Jozef (1992) je utvrdio za Republiku Slovačku smanjenje prinosa za 10-15% i povećanje specifičnog otpora za 100% za poslednjih 20 godina, uglavnom kao rezultat visokih pritisaka pod točkovima i niskog sadržaja organske mase u zemljištu. Baranović (1983) zaključuje da pritisak na zemljište ne bi trebalo da bude veći od 30 kPa i navodi smanjenje prinosa pšenice za 10%, šećerne repe za 15% i krompira za 50%.

Sabijanje zemljišta se odvija usled brojnih prolaza po njivi pri izvodenju tehnoloških operacija. Obično se napravi 15-20 prohoda a kod intenzivnijih kultura i do 30, pri čemu se zemljište pregazi više puta. Tako Ksenević (1985) navodi da se 10-12% parcele pregazi 6-20 puta, 65-80% parcele se pregazi 1-6 puta, a samo 10-15% ostaje negaženo. Autor dalje navodi da su uvratine izložene najvećem sabijanju u zavisnosti od načina okretanja. Ako se koristi kruškasti način okretanja pogazi se 75,1% uvratina, pri kretanju na razor pogazi se 25,2%, a kada je kretanje dijagonalno pogazi se 14,8% uvratina. Milan Demo (1998) zaključuje da uvratine u Slovačkoj Republici zauzimaju od 5-15% površina i da je otpor pri oranju na dubini od 0,3 m veći za 70% nego na centralnom delu parcele, a za 35% pri oranju na 0,5 m. Autor dalje navodi smanjenje prinosa na uvratinama za 20-50%, zbog pogoršanih fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta.

Ovaj kratak prikaz literature ukazuje da su štete od prekomernog sabijanja zemljišta ogromne, te je stoga neophodno da se utvrde uzroci, detaljne posledice i predlože mere za smanjenje i kontrolu daljeg sabijanja zemljišta, ključnog resursa kod nas i u svetu.

Ispitivanje sabijanja zemljišta pod dejstvom hodnog sistema traktora i mašina i drugih činilaca obavljeno je u okviru nacionalnih projekata Republike Srbije br: BTN.1.1.1.4161.B; BTN.1.1.2.4162.B i NP.113.4163.B. na više lokacija: Bečež, Srbobran, Karavukovo, Pančevo, Skorenovac, Ravno Selo za potrebe setve kukuruza, pšenice, soje, suncokreta i lekovitog bilja.

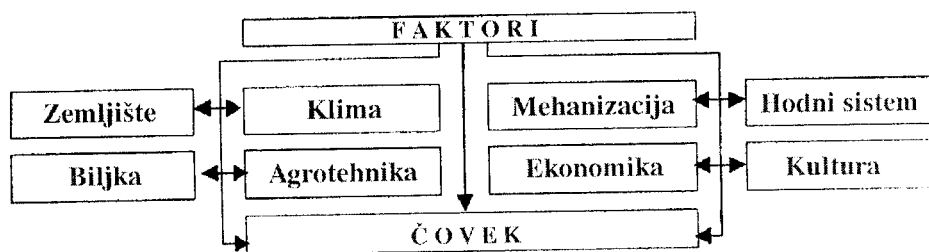
Uzroci sabijanja zemljišta

Sabijanje zemljišta je složen proces na koji utiču brojni faktori, slika 1. Stoga su istraživanja multidisciplinarna, složena, dugotrajna i skupa, u čemu čovek ima glavnu ulogu, čiji je zadatak da identifikuje uzroke, posledice i definiše mere shodno navedenim faktorima.

Istraživanja pokazuju da su uzroci sabijanja zemljišta spoljnog i unutrašnjeg dejstva, slika 2.

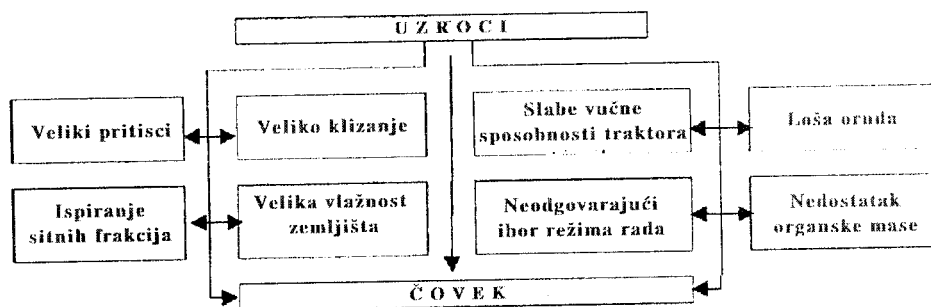
Pritisaci točka i gusenice deluju na zemljište po dubini i bočno. Pod dejstvom pritiska zemljište se sabija pri čemu se povećava zapreminska masa na račun smanjenja pora za vodu i vazduh, delujući do dubine van domašaja oruđa koja se koriste u pripremi zemljišta. Stoga se na dubini 30-50 cm formira zbijena zona koja se mora razbijati sa podriivačima svakih 3-5 godina. Pritisaci točkova na dubini 10 cm dostižu vrednosti od 105 N/cm² koji su do 30 puta veći (Pirija 1990) od

preporučenog 3 N/cm² (Baranovič 1983).



Sl. 1 Uticajni faktori na sabijanje zemljišta
Fig. 1. Influential factors on 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 oruda, 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.

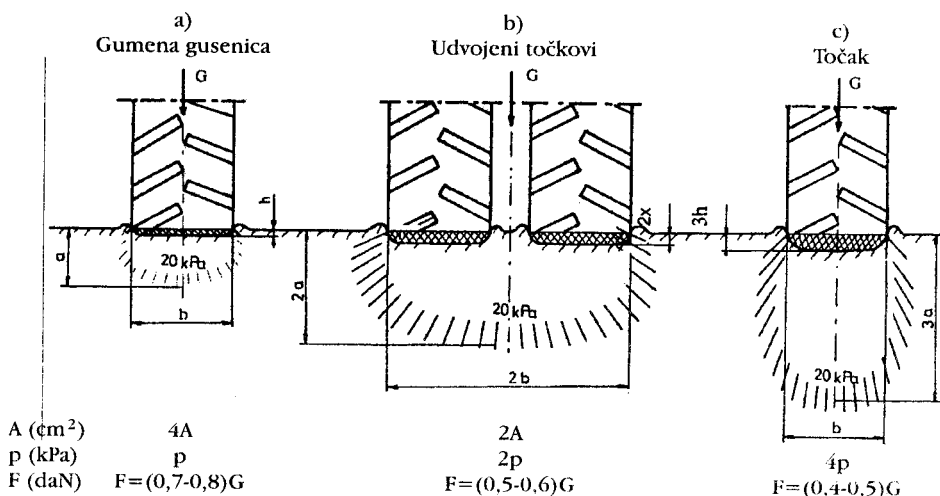


Sl. 2. Uzroci prekomernog sabijanja zemljišta
Fig. 2. Causes excessive soil compaction

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 agregatiraju 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 3 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 3 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. Naprimer manja brzina kretanja izaziva veće sabijanje zemljišta jer je vreme delovanja pritiska na zemljište duže. Veći broj obrtaja rotacionih elemenata mašina za pripremu zemljišta razbijaju zemljišne agregate i sitnije frakcije koje se potom ispiraju u dublje slojeve čije su posledice veće.



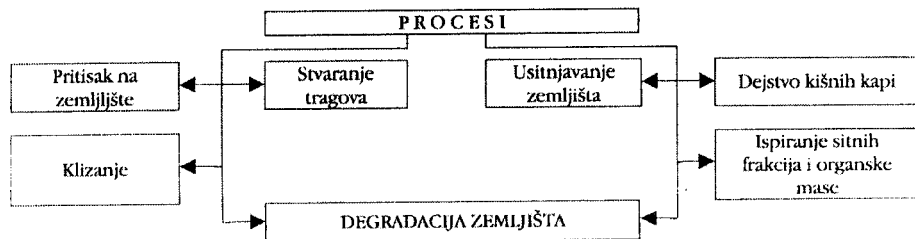
Sl. 3. Parametri traktora sa različitim hodnim sistemima
 Fig. 3. Parameters of tractors with different power train systems

Procesi i posledice sabijanja zemljišta

Procesi

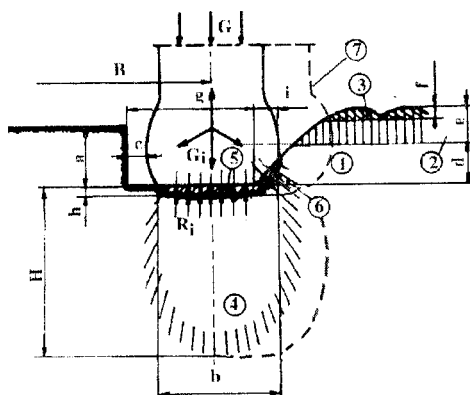
Pri degradaciji zemljišta, kao posledica kretanja točka ili gusenice, prenošenja obrtnog momenta, rada elemenata mašina za obradu zemljišta, navodnjavanja i delovanja kišnih kapi odvijaju se sledeći procesi: pritisak na zemljište, klizanje pogonskih elemenata, stvaranje tragova, usitnjavanje frakcija zemljišta i ispiranje sitnih frakcija u dublje slojeve, slika 4.

Pritisak na zemljište javlja se kao posledica prenosa težina preko točkova ili gusenica na zemljište. Na slikama dat je šematski prikaz delovanja točka na

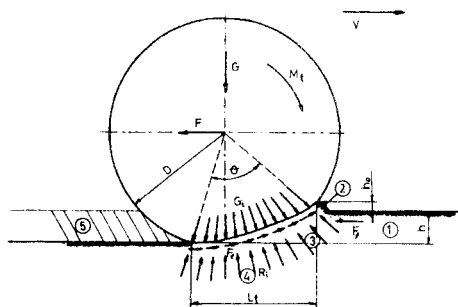


Sl. 4. Procesi degradacije zemljišta
Fig. 4. Processes of soil degradation

zemljište pri kretanje u brazdi ili van brazde. Slika 5 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 prevrnutе brazde koja se u operacijama pripreme zemljišta ne obrađuje, e - 2 zona prevrnutе 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 prevrnutе brazde od točka koja se neće razbiti naknadnim orudima pri pripremi zemljišta, g - širina dna brazde po prolazu točka, i - širina pogazene brazde, h - dubina traga točka, H - dubina delovanja pritiska točka, B - razmak točkova. Na slici 5 pozicija (7) pokazuje ponašanje širokih pneumatika pri kretanju u brazdi, kod traktora velikih snaga. U ovom slučaju točak pogazi do 50 % od prevrnutе brade.



Sl. 5. Točak u brazdi
Fig. 5. Wheel in the furrow

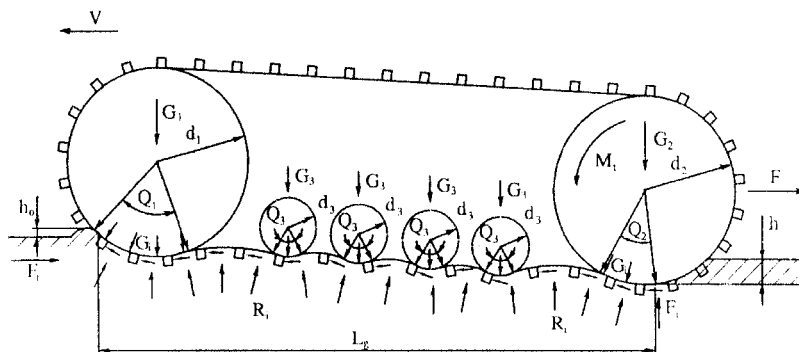


Sl. 6. Sile i momenti pogonskog točka na mekoj podlozi
Fig. 6. Forces and Torques of driven tyer an deformable the soil

Na slici 6 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 F_f . Težina koja se prenosi preko točka G_i deluje na zemljište na dužini l_t i širini b pri čemu se javlja reakcija zemljišta R_i . Obrtni moment točka M_t izaziva smicanje zemljišta čemu se suprotstavljaju sile F_t . Točak pri tome ostavlja trag dubine h i širine b .

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 7. 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 obradenosti i vrste zemljišta, širine i dužine kontakta i brzine kretanja.



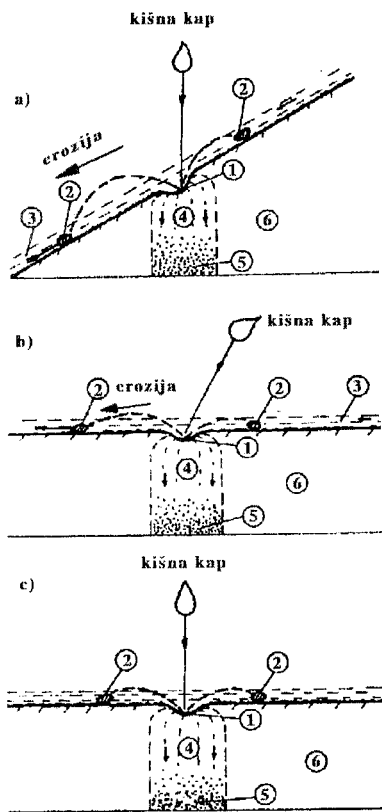
Sl. 7. Sile i momenti gumena gusenica na mekoj podlozi
Fig. 7. Forces and Torques rubber track on the deformable soil

Stvaranje tragova odvija se pri kretanju traktora, kombajna i priključnih mašina i transportnih mašina. Duboke tragove ostavljaju i pokretni sistemi za navodnjavanje.

Proces klizanja se odvija pri prenošenju obrtnog momenta na zemljište preko kontaktne površine širine b i dužine L_t i L_g (projekcija) slika 6 i 7.

Pri klizanju točak razbija zemljišne agregate i sabija površinski 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.

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 oruda koja dobijaju pogon preko priključnog vratila. Sitne frakcije nisu podobne za razvoj



Sl. 8. Šematski prikaz dejstva
kišnih kapi i erozije vodom
Fig. 8. Schematic review of falling
raindrop and water erosion activity

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.

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.

korenovog sistema, a ono što je najgore bivaju relativno lako isprane u dublje slojeve.

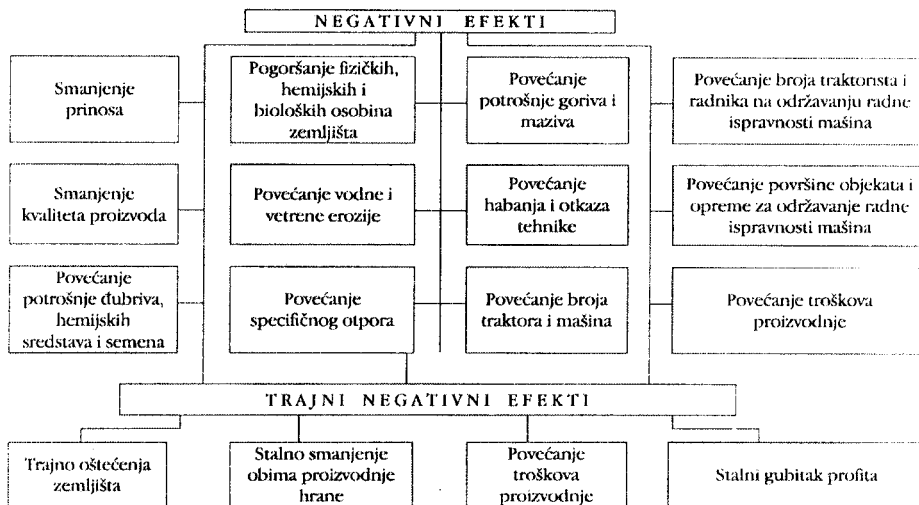
Šematski prikaz delovanja kišnih kapi na zemljište dat je na slici 8 i to: a) na nagnutom terenu, b) na ravnom ali pri dejstvu vetra i c) na ravnom terenu bez vetra. Kišne kapi padavina ili navodnjavanja su veličina do 7 mm, a najčešće 1-4 mm. Pri padanju kišnih kapi na zemljište odvija se: rušenje površine 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 cedenju vode u dublje slojeve. Na nagnutom zemljištu slika 8a, 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 8b. Na ravnom terenu slika 8c nema premeštanja delića zemljišta ali se odvijaju svi ostali procesi.

Infiltracija vode i dalje cedenje 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.

Negativni efekti sabijanja zemljišta dati su na slici 9. Utvrđeno je smanjenje prinosa za 10-50% sa povećanjem utroška mineralnih đubriva, hemijskih sredstava i semena.

Procenjuje se da je prinost u proseku smanjen za 15-20% a utvrđen je i uticaj na smanjenje kvaliteta proizvoda naročito onih kultura čiji se jestivi deo razvija u zemljištu, šećerna repa, krompir, neke tropske biljke i dr.

Povećanje sabijanja zemljišta uzrokuje pogoršanje fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta, što uslovljava intenziviranje erozije vodom i vetrom. Povećana sabijenost zemljišta izaziva povećanje specifičnog otpora pri obradi zemljišta. Procenjuje se da je otpor u poslednjih 30 godina povećan za 2,0 do 2,5 puta što izaziva povećanje utroška goriva i maziva za 20-30%, povećanje habanja i otkaza mehanizacije, povećanje potrebnog broja traktora, mašina, traktorista, radnika, objekata i opreme za održavanje radne ispravnosti mehanizacije.



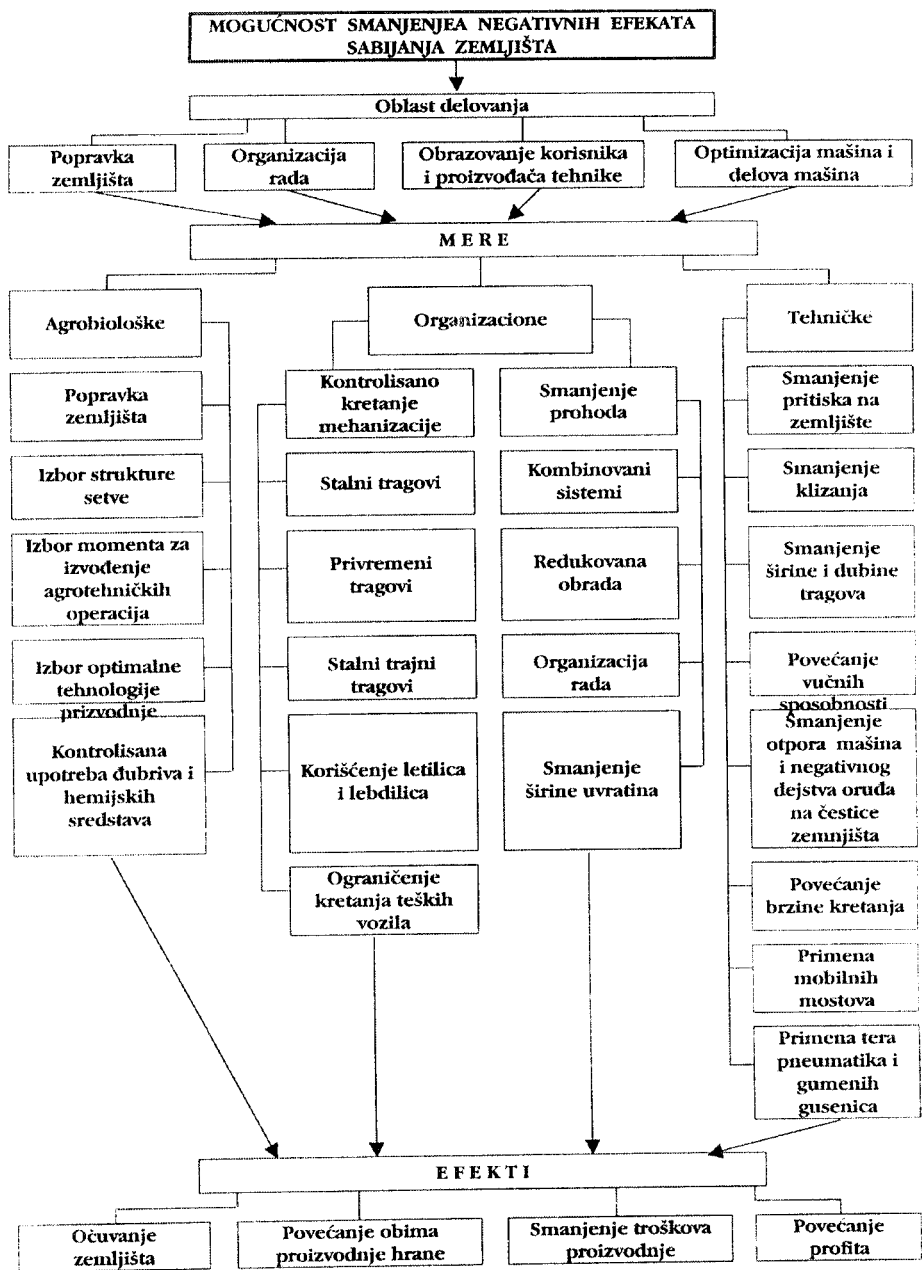
Sl. 9. Negativni efekti sabijanja zemljišta
Fig. 9. Negative effect of soil compaction

Na kraju prekomerno sabijanje zemljišta uslovljava povećanje troškova proizvodnje i smanjenje profita sa jedinice površine. Kao trajni negativni efekti su: oštećenje zemljišta, smanjenje obima proizvodnje hrane, povećanje troškova proizvodnje i stalni gubitak profita.

Mere 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, slika 10.

- Agrobiološke;
- Organizacione i
- Tehničke mere.



Sl. 10. Mogućnosti smanjenja negativnih efekata sabijanja zemljišta
 Sl. 10. Possibility of reduction of negative effects of soil compaction

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 agrotehnoških operacija;
 - izbora tehnologije proizvodnje prema klimatskim i zemljišnim uslovima i
 - kontrolisanoj upotrebi đubriva i hemijskih sredstava.
- Organizacione mere sastoje se u kontrolisanom kretanju mehanizacije i smanjenju prohoda po parceli.

- **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 i
- primena mobilnih mostova.

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;
- uređenje i organizacija zemljišne teritorije.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- utvrđeni uzroci i posledice prekomernog sabijanja zemljišta su složeni i ostavljaju trajne posledice na zemljištu za čiju revitalizaciju je potrebno uložiti velika sredstva i duže vreme.
- aktivnosti na ovoj problematici su složene i interdisciplinarne i dugotrajne te je neophodno angažovanje više subjekata kako bi efekti bili bolji i kompletniji.
- utvrđeni su prosečni gubici prinosa od 15-20%, povećanje potrošnje goriva za 20-30% i povećanje specifičnog otpora pri oranju za 2,0-2,5 puta u poslednjih 30 godina. Prosečni ukupni gubici dostižu 222 US\$/ha godišnje kao rezultat prekomernog sabijanja zemljišta.

Rad je urađen u okviru nacionalnih projekata br.: BTN.1.1.1.4161.B; BTN.1.1.2.4162.B i NP.113.4163.B.

LITERATURA

- Baranovič, M.B., Čudinovskij, M.V., Černoglazov, S.V. (1985): Sniženie uplotnenia počvi hodovim sistemami mašinno-traktornih agregatov, *Mehanizacija i elektrifikacija*, 5, s. 62-64.
- Bryan Davies, David Eagle, Brian Finney (1986): *Soil management*, Farming Press L.M. Norwich, Great Britain.
- Botta G., Jovajuvia D., Draghi L. (2002): Influence of the axleload, tyre size and configuration on the compaction of freshly filled clayey soil. *Journal of Terramechanics*, 39, 470-54
- Demo M. i kolektiv (1995): *Obrabanie pody*, V.P.Š. Nitra, 1995.
- Dvortsor F.E., Polyak Y.A. (1979): Teški traktori i wihova svojstva ukqyčujuči aspekte wihovog uticaja na zemqšte, *Izveštaj br.80 POQ./MEHAN. Ujediwene nacije*, Wujork, s.16.
- Gill, W. R. (1968): Van der Berg, G.E., *Soil Dynamics in Tillage and Traction*, ARS USDA Handbook No. 316.
- Guclu Yaruzcan H., Vatandas M., Gurkan R. (2002): Soil strength as affected by tillage system and wheel traffic in wheat-corn rotation in wheat-corn rotation in central Anatolia *Journal of Terramechanics* 39, 23-34.
- Hermann, J., Heege and Voskenvich, H.H.: *Soil cultivation: new methods and new technologies 9-to zasedawe Bolowskog kluba*, Roma - Italija
- Holloway R., Dexter A. (1990): Traffic intensity on Arable land on the Eyre peninsula of south Australia, *Journal of Terramechanics* vol 27, No3, 247-259
- Jožef, S. (1992): *Ekologične podmienky parametrov traktora*, *Zemedelska tehnika*, 2, s. 95-100.
- Konstantinović J. (1997): *Obrada zemljišta u ratarstvu*, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Ksenevič, I., Skotnikov, V., Lasko, M. (1985): *Hodova sistema počva-urožaj*, *Agropromizdat, Moskva*, p. 304.

- Nešić Lj., Hadžić V., Belić M., Vasin J. (1999): Uticaj sabijanja zemljišta na agregatni sastav i stabilnos makro i mikrostrukturnih agregata, Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, vol. 32., 253-261
- Nikolić R. i saradnici (1995): Studija razvoja gumene gusenice za poljoprivredu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Nikolić R. i saradnici monografija (2002): Istraživanje uzroka, posledica i mera za smanjenje i kontrolu sabijanja zemljišta, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Vodonik, I.I. (1990): Vozdejstvie hodovih sistem na počvu, Moskva, s. 171.

SOIL COMPACTION - CAUSES, CONSEQUENCES, MEASURES

Nikolić, R., Hadžić, V., Savin, L., Furman, T., Nešić, Ljiljana, Gligorić, Radojka, Belić, M., Tomić, M.

Faculty of Agriculture, Novi Sad, Yugoslavia

SUMMARY

The results of research of causes, processes, consequences and measures for decreasing and controlling soil compaction have been exposed in this paper. The influences of soil compaction on quality and yield of the agricultural crops were given and average losses of yield of 15-20 % were established in our conditions. The increase in fuel consumption of 20-30 % has been established as well as the increase in soil resistance at ploughing of 2.0-2.5 times for the last 30 years. The total loss of USD 222/ha/yr was established because of excessive soil compaction.

As result of complete research in soil compaction field the main factors and the main causes were systematized, afterwards the processes and consequences of excessive soil compaction were defined. The negative effects of excessive soil compaction were settled as well.

In addition, measures of fight to excessive soil compaction were systematized as they are: agro biological, organization and technical.

The most significant technical measures are:

- decreasing a pressure on the soil,
- decreasing a skidding of walking elements,
- reducing a depth of walking elements track,
- increasing pull abilities of mobile technique,
- reducing a traveled speed oh mobile systems and
- the use of mobile bridges, rubber tracks and permanent track technology

KEY WORDS: compression of cort, samples, processing, consequences, measures