

# Podrivanje i rahljenje tla

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

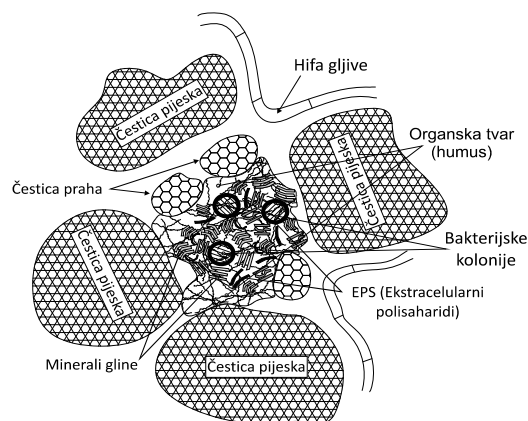
Intenzivan uzgoj usjeva, trajnih nasada i povrća, uz primjenu suvremene mehanizacije podrazumijeva korištenje visoko specijaliziranih, snažnih, širokozahvatnih i teških strojeva, opreme i transportnih vozila koja nerijetko teže i do 60 tona. Ali kad se strojevi koriste na neadekvatan način, neprimjeren stanju tla, posebice kod veće vlažnosti tla, većina tala, a naročito slabo strukturalna, podložna su zbijanju što izaziva daljnji porast *mehaničke impedancije* (otpora) pri obradi i potrebu za primjenom sve jačih i težih strojeva. Višestruko „gaženje“ tla teškim strojevima ima:

- izravni utjecaj na *strukturu i biotu* tla (živi organizmi tla; 5-20 t ha<sup>-1</sup> ili još više u plodnom tlu)
- posredni utjecaj na porast rizika od erozije, raspoloživost hraniva i pada plodnosti tla.

Osnovna obrada tla se u Republici Hrvatskoj pretežito provodi plugovima, veoma rijetko *rovilima* (*rahljenje*) ili *podrivačima* koji ne preokreću tlo kao plugovi i zahtijevaju manje snage. Nakon oranja tla plugom tlo je više izloženo djelovanju vjetra i vode, zbog izdizanja ima povećani volumen, golu i nepravilnu površinu te je rizik od erozije povećan, posebice na „lakšim“ tlima i nagnutim terenima. Također, oranjem se, naročito višekratnim tijekom jedne godine, zbija podoranični sloj zemljišta i formira tzv. „*taban pluga*“, a naknadnom primjenom tanjurača tlo se još dodatno zbija.

Zbijenost tla je ozbiljan i nepotreban oblik njegove degradacije koji utječe na visinu prinosa preko narušavanja fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla. Zbijanje komprimira čestice tla što smanjuje njegov volumen uz smanjivanje i narušavanje prostornog rasporeda pora, odnosno smanjuje se kapacitet tla za vodu i zrak. Kada u tlu nema velikih pora hidraulička provodljivost tla za vodu, kao i razmjena plinova s atmosferom, jako su usporeni, a korijenu je otežano probijanje kompaktnog sloja tla.

Prosječno tlo čini približno 50 % krutih čestica (pijesak, prah, glina i organska tvar), a drugu polovicu čine voda i zrak tla, a nakon zbijanja volumen pora potrebnih za zadržavanje vode, zraka i drenažu pada. Zbijanje je najčešće posljedica „gaženja“ tla poljoprivrednim strojevima, posebice kad tlo sadrži suvišak vode pa obradom vlažnog tla veća sila zbijanja može lako oštetiti ili zdrobiti *makroagregate tla* (Slika 1., strukturalni elementi tla promjera  $\geq 0,25$  mm) čime se narušava njegova *struktura* (prostorni raspored čestica tla). Obrada, premda lako može uništiti strukturu tla, ne može promijeniti njegovu *teksturu*, odnosno udio pojedinih mehaničkih elemenata (pijesak, prah i glina).



Slika 1. Organomineralni kompleks tla (prema Theng i Orchard, 1995.)

Zbijenost tla (površinska ili podpovršinska) ima niz negativnih učinaka na kvalitetu tla, profitabilnost i učinkovitost biljne proizvodnje jer:

- uzrokuje smanjivanje pora tla,
- smanjuje brzinu upijanja vode u tlo (*infiltraciju*),
- ograničava prolaz vode do korijena i podzemne vode (*procjeđivanje, drenaža*),
- povećava potencijal površinskog otjecanja vode (*runoff*), eroziju tla vodom, mogućnost poplava, ležanje vode na površini tla (*waterlogging*),
- smanjuje sposobnost tla da zadržava vodu i zrak neophodnih za rast bilja, ali i funkcije korijena (usvajanje vode i hraniva, disanje, održavanje rizosferne populacije mikroorganizama itd.),

- mijenja *fizikalna* (struktura, kapacitet za vodu i zrak, infiltracija, anaerobni uvjeti i dr.), *kemijska* (pH, kemijski oblici i raspoloživost hraniva i dr.) i *biološka svojstva* tla (biogenost, populacija mikroorganizama, fauna tla i dr.),
- smanjuje klijanje, nicanje i ukorjenjivanje usjeva (pokorica i/ili podpovršinsko zbijanje) i konačno
- smanjuje visinu prinosa zbog ograničenja u usvajanju vode, hranjivih tvari i metabolizma korijena.

Dakle, zbijanje tla uvijek rezultira biljnim stresom i gubitkom prinosa, a posljedice su jače u vlažnijim godinama. Naime, zbijanje tla redovito uzrokuje *hipoksiju* pa čak i *anaerobiozu* (odsustvo kisika u tlu) što izaziva pojačanu *denitrifikaciju*, odnosno gubitak dušika u kiselim (*reduktivnim*) uvjetima (*denitrifikacija* = redukcija od N-NH<sub>4</sub> sve do molekularnog, plinovitog dušika N<sub>2</sub> ili dušikovih oksida NO<sub>x</sub>). Denitrifikacija se redovito događa u kiselim tlima (pH ≤ 5,0) i anaerobnim uvjetima kada su pore tla uglavnom ispunjene vodom. Smanjena *aeracija* (prozračnost) tla utječe na slabiji rast korijena i njegove fiziološke funkcije, uz porast rizika od pojave bolesti usjeva.

U idealnom slučaju primarnom i dopunskom obradom tla postiže se povoljna struktura i njegova dobra biogenost, omogućava dobro miješanje žetvenih ostataka i gnojiva s tlom, brzo klijanje, nicanje i ukorjenjivanje te usvajanje vode i hraniva. Također, od dobre i pravovremene obrade se očekuje maksimalno uništavanje korova i smanjivanje rizika od pojave *patogena* i *štetnika*. Na žalost poljoprivrednika, obrada tla plugom (okretanje i rahljenje humusnog sloja) često izaziva oštećenje strukture tla, koja se proteže na više godina. Procjenjuje se kako je trenutno [33 mil. ha u Europi pogođeno zbijanjem tla](#) koje može prouzročiti nepovratnu degradaciju kvalitete tla, dok su neprikladne metode obrade tla odgovorne za ozbiljnu ugroženost 15 % njemačkog poljoprivrednog zemljišta, a na 35 % površina prijeti dugotrajnom gubitak plodnosti. Važno je istaći da [gotovo 70 % zbijanja tla uzrokuju kotači u prvom prolazu preko tla](#).

Zbijanje poljoprivrednog tla je složen problem u kojem su u interakciji tlo, vrijeme, strojevi i usjevi. Osim učinka na licu mjesta, kao što su otežani rast usjeva te pad prinosa i njegove kvalitete, prisutni su i *off-site učinci* kao što su povećane površinske vode, *erozija tla*, emisija *stakleničkih plinova*, *eutrofikacija* kopnenih i morskih voda, smanjene razine podzemnih voda i gubitak biološke raznolikosti. Važno je naglasiti da je podpovršinsko zbijanje tla nevidljivi fenomen pa je potrebno koristiti adekvatne metode za pronalaženje, identifikaciju, praćenje i upravljanje problemom zbijanja tla (penetrometri, dinamometri, otvaranje pedoloških profila, mjerenje volumne gustoće tla i dr.).

Zbijanje tla često se može izbjeći, a u slučaju kad je prisutno može se za uklanjanje i/ili ublažavanje problema koristiti više različitih mjera. To uključuje biološke, kemijske i tehničke mjere:

#### 1) Biološke metode:

- a) Uvođenje u plodosmjenu usjeva dubokog i snažnog korijena i
- b) Povećanje sadržaja organske tvari u tlu (primjena organskih gnojiva, sideracija, zaoravanje svih žetvenih ostataka i dr.).

#### 2) Kemijske metode:

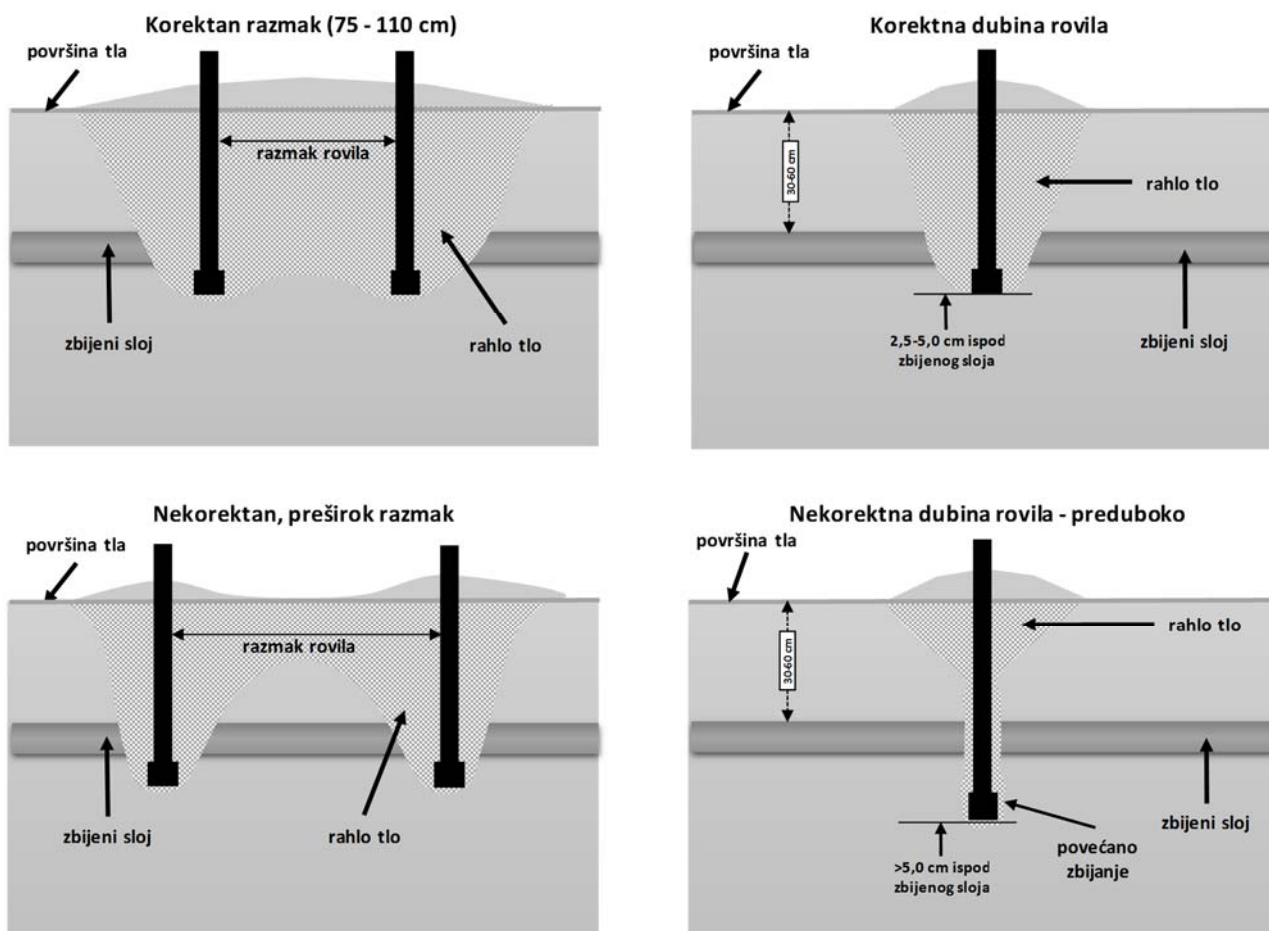
- a) Primjena stvarno potrebne količine mineralnog gnojiva temeljem analize tla i potrebe biljaka,
- b) Kalcijacijom spriječiti daljnju migraciju gline u dublje slojeve,
- c) Povećati biogenost tla (humizacija, primjena bakterijskih gnojiva itd.).

#### 3) Tehničke metode:

- a) Smanjiti osovinsko opterećenje (šire gume, manji tlak u gumama, primjena gusjenica i dr.),
- b) Reducirati broj prohoda mehanizacije,
- c) Kad god je moguće oranje zamijeniti rahljenjem (bez prevrtanja oraničnog sloj, reduciranom obradom ili koristiti no-till,
- d) Podrivati tlo u intervalu 3 - 5 god. i
- e) Striktno izbjegavati primjenu mehanizacije na vlažnom tlu.

Naravno, najbrže i najjednostavnije rješenje (ali ne uvijek najjeftinije i/ili najefikasnije) su tehničke mjere pri čemu treba imati na umu da učinkovito podrivanje treba provesti kada sadržaj vlage u tlu iznosi oko 40 - 45 %

poljskog kapaciteta vlažnosti, to jest kada je tlo dovoljno suho, ali ne posve suho („spečeno“). Podrivanje mokrog tla, koje se često zasićeno vodom, može imati samo za cilj smanjenje sadržaja razine vlage, ali je poboljšanje redovito kratkog vijeka. Dubina podrivanja, tzv. *kritična dubina*, mora biti neposredno ispod zbijenog sloja, a razmak radnih tijela pravilno podešen (Slika 2.). Također, primjena vibracije (*vibro-podriivači*) i ispravnog podešavanja kuta radnih tijela znatno smanjuje potrebnu snagu traktora. Ako je na podriivaču ili razrahljivaču montiran *deponator*, omogućeno je polaganje mineralnih gnojiva blizu korijena, što je veoma važno za trajne nasade s dubokim korijenjem.



Slika 2. Pravilan i nepravilan položaj (dubina i razmak) radnih tijela podriivača  
[https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Alleviating\\_compaction\\_from\\_construction\\_activities](https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Alleviating_compaction_from_construction_activities)

Danas u podne (07.04.2017.), na Kovačkim livadama (između Osijeka i Bilja) održana je demonstracija rada inovativnog dubinskog razrahljivača tla (patent P20140496A) koji je konstruirao dr. sc. Ivan Musa iz Osijeka. Prisustvovalo je više uglednih znanstvenika i sveučilišnih profesora iz Osijeka i Zagreba i više poljoprivrednih proizvođača.

Prikazani razrahljivač (Model 3-70-60, Metal konstruktor d.o.o. Osijek), čija je radna dubina do 50 cm, zahvat je širina traktora tako da nema zbijanja tla kotačima, pored vertikalnih noževa ima i teradinamičke horizontalne trozube noževe koji podižu i rahle cjelokupnu odrezanu plastiku tla, formirajući drenske kanale, a pridodatim valjkom s prstima pasivno se dodatno rahli površina i usitnjavaju biljni ostaci na površini tla (Slika 3.). Dubinski razrahljivač ekonomična i učinkovita je zamjena je za osnovnu obradu tla plugom jer pored rahljenja tla razbija i eventualno postojeći taban pluga, odnosno tanjurače. Budući da se tlo ne prevrće, humusno akumulativni sloj tla ostaje i dalje na površini, a ne zaoravaju se sjemenke korova niti površinska biljna masa (žetveni ostaci, malč i sl.). Autor kaže da ako bude zainteresiranih za njegovu kupovinu dograditi će i deponatore za gnojivo te će razrahljivač biti kompletna zamjena za osnovnu obradu tla.





Slika 3. Dubinski razrahljivač tla (Model 3-70-60) i njegov konstruktor dr. sc. Ivan Musa (gore)

#### Literatura:

1. Gospodarski list (2015.): Obrada tla i racionalizacija proizvodnje. <http://www.gospodarski.hr/Publication/2015/18/obrada-tla-i-racionalizacija-proizvodnje/8309#.WOXiq6llGUk>
2. Jug, D. (2013.): Obrada tla (Odabrani nastavni materijali). [http://lijesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/ATiSBP/01\\_Odabrani%20tekstovi%20iz%20obrade%20tla.pdf](http://lijesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/ATiSBP/01_Odabrani%20tekstovi%20iz%20obrade%20tla.pdf)
3. Jug, D. (2015.): Obrada tla (prezentacija). [http://lijesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/OBsAM/06-OBsAM\\_Obrada%20tla.pdf](http://lijesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/literatura/OBsAM/06-OBsAM_Obrada%20tla.pdf)
4. Savjetodavna služba (2014.): Strojevi i oruđa za osnovnu obradu tla. <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/19/517/strojevi-i-oruda-za-osnovnu-obradu-tla/>
5. Wikipedia (2017): Soil compaction (agriculture). [https://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_compaction\\_\(agriculture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_compaction_(agriculture))

U Osijeku, 7. travnja 2017. god.