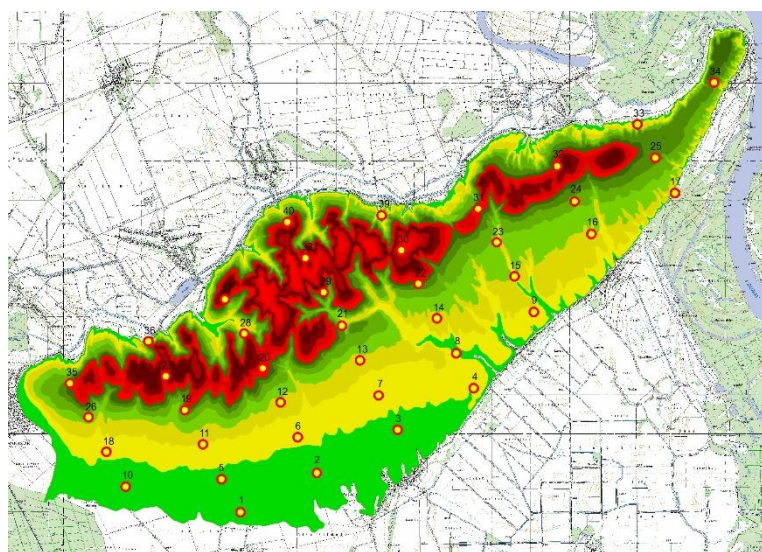


Metode uzorkovanja tla za fizikalno-kemijsku analizu

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović, 2016. god.

Pravilno prikupljanje, odnosno uzorkovanje uzoraka tla prvi je i najvažniji korak u sustavu kontrole plodnosti zemljišta jer fizikalno-kemijska analiza loše uzetog uzorka, koji dobro ne reprezentira proizvodnu parcelu, ne odgovara stvarnom stanju plodnosti, odnosno potrebama usjeva za gnojidbom, obradom, uklanjanju ograničavajućih čimbenika, popravkama njegovih svojstava, gospodarenju i planiranju proizvodnje. Premda o pravilnom uzimanju uzoraka ima dosta uputa, a postoji i opsežan pravilnik s više od 50 članaka ([Pravilnik o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta, N.N. broj 39/2013.](#)), još uvijek ima puno pogrešaka jer se uzimanje uzoraka često olako shvaća. Naime, uzorkivači su često neobučeni i nepripremljeni (npr. ne poznaju osnove tloznanosti, nemaju unaprijed pripremljene karte terena s planom uzimanja uzoraka, uzorci se uzimaju u bilo koje vrijeme, iz smrznutog, suhog ili pretjerano vlažnog tla, za vrijeme vegetacije dok još nisu iscrpljene rezerve hraniva unesene gnojidbom i sl.). Također, suvremena kontrola plodnosti tla zahtijeva precizno geopozicioniranje uzoraka, najčešće po tzv. mrežnom planu (Slika 1.) kako bi mogla provoditi *varijabilna rata gnojidbe* (VRF, dio precizne agrikulture), a nakon svakog ciklusa kontrole plodnosti moglo uzeti uzorke tla za analizu s istog mjesta, odnosno iste kontrolne plohe (tzv. *benchmark*). To je najbolji način da se najtočnije utvrditi trend fizikalno-kemijsko-bioloških promjena tla i konačno, temeljem velikog broja analiziranih uzoraka zemljišta moguće je kreirati GIS alatima pouzdane agrokemijske karte poljoprivrednog zemljišta za potrebe regionalne i lokalne razine unaprjeđivanja poljoprivredne proizvodnje, planiranje proizvodnje hrane (vrste i količine), sprečavanje onečišćenja okoliša itd.

Prije uzorkovanja tla potrebno je obaviti „snimanje“ (pregled ili *rekognosciranje*) zemljišta na temelju kojeg se određuje veličina analitičke jedinice, odnosno mreže uzorkovanja (ovisno o kulturi i homogenosti površine)



Slika 1. Mrežno uzorkovanje tla (Baranjska planina)

te potreban broj pojedinačnih uzoraka za dobivanje prosječnog uzorka tla. Dakle, uzorkovanje tla obavlja se planski prema unaprijed pripremljenim kartama s planovima površina i njihovim nazivima, vodi se evidencija svih značajki terena koje se ne mogu numerički označiti, a važni su za tumačenje rezultata analiza (Slika 2.)

Uzorkovanje tla treba prilagoditi načinu uzgoja usjeva ili nasada, posebno vodeći računa o vremenu i dubini uzorkovanja, *orografiji* (npr. dubina soluma, nagib, plavljenje, erozivne promjene i dr.), vremenu, intenzitetu i načinu gnojidbe (npr. zaoravanje, plitki unos, omaške, u trake, organska gnojidba, sideracija,

prethodni usjev i njegov prinos, količina zaoranih žetvenih ostataka i dr., vidi sliku 2.), tipu tla i vrsti obrade (konvencionalna, reducirana, minimalna do nulta ili konzervacijska obrada), suho ratarenje ili primjena navodnjavanja. Na homogenim parcelama, s jednim predusjevom, bez nagiba, istog tipa tla, ujednačene boje, bez mikrodepresija i većim od 10 ha, potrebno je uzeti jedan prosječni uzorak na svakih 3 - 5 ha (rešetka 200 × 200 m), sastavljen iz najmanje 20 - 25 uboda, obavezno agrokemijskom, a nikako pedološkom sondom (koja ima puno veći promjer i zahvaća suviše veliku količinu tla s jednog mjesta), s površine promjera 30 m (tzv. kontrolna ploha), čiji je centar obavezno geopozicioniran GPS-om (dovoljna je horizontala preciznost ±2,5 - 5,0 m ili HDOP, što na otvorenom polju postiže većina GPS uređaja s uključenom korekcijom signala, npr. EGNOS). Na manjim, ali homogenim površinama, uzima se samo jedan prosječni uzorak tla (također

obavezno koristeći GPS za geopozicioniranje centra kontrolne plohe), jer se susjedne parcelice uvijek razlikuju (bez obzira što nije očigledno) zbog višegodišnje različite plodosmjene, gnojidbe, obrade i dr.

Tlo je općenito vrlo heterogeno po svojim morfološkim, fizikalnim i kemijskim svojstvima, pa i onda kad naoko izgleda homogeno (po boji, nagibu i dr.), a uzorak tla je mala količina/dio prirodnog ili obrađenog koji mora reprezentirati cijelu površinu (oranični sloj 4 ha ima masu od ~15 mil. kg), pa se svaka pogreška učinjena pri uzorkovanju odražava na krajnji rezultat. Zbog toga je način uzimanja i broj uzoraka tla na heterogenim i nagnutim terenima različit u odnosu na mrežni plan. Uzorke tla potrebno je uzeti, bez obzira na veličinu parcele, tako da je obuhvaćen najviši, srednji i najniži dio parcele, odnosno geomorfološka različitost parcele (različita nadm. visina, tip i boja tla, nagib, oštećenja erozijom i sl.). Premda je i za ovu metodu potreban GPS, ova metoda je nepreciznije i manje sustavna od mrežnog uzorkovanja, a pouzdani rezultati se mogu postići samo ako su uzorci uzeti u skladu s terenskim varijacijama i dovoljno gusto da dobro reprezentiraju nehomogenost parcele.

Obrada tla, posebice oranje, ravnjanje, kultivacija i dr., mehaničko je zadiranje u pedosferu i dovodi do manjeg ili većeg premještanja površinskog sloja, pa inzistiranje na centimetarskoj preciznosti (npr. korištenjem diferencijalnog GPS-a) za uzorkovanje tla nema smisla. Također, reducirana obrada, grebenasto oranje (slogovi) ili izostavljanje oranja nakon nekog vremena značajno utječu na slojevitost tla (*stratifikacija*), npr. raslojavanje



Slika 3. Organomineralni kompleks tla kao temelj strukture

organske nerazložene tvari (korijenje, nerazloženi žetveni ostaci, organski gnoj i sl.) te suši na temperaturi nižoj od 40°C u sušnici ili u hladu, a zatim usitnjava u posebnom mlinu za tlo tako da čestice tla prolaze kroz sito od 2 mm. Mlin ne smije razbijati strukturne mikroagregate tla čiji je promjer $\leq 0,25$ mm (Slika 3.), već ih

Podaci o uzorku tla Kontrola plodnosti (2016.)		Oznaka uzorka i tip proizvodnje	
		(K) (I) (E)	Konvencionalna Integrirana Ekološka
MIBPG (matični identifikacijski broj OPG-a):			
1) Prezime i ime:			
2) Pošt. broj, mjesto i općina:			
3) Ulica i broj:			
4) Oznaka čestice (ID arkod):		5) Površina parcele (ha):	
6) Koordinate parcele (decim.): N _____ °		E _____ °	
7) Planirani usjev (0-49):		8) Planirani prinos (t/ha):	
9) Predusjev i prinos predusjeva:		0) Izrazito nizak 1) Ispod očekivanja 2) Očekivan	
10) Žetveni ostaci:		3) Visok 4) Vrlo visok	
11) Sideracija:		0) zaorano: _____ (t/ha) 1) odneseno 2) spaljeno	
12) Organski gnoj:		postrni usjev: (28) Zimski pokrovni usjev: (29) vrsta (80-27): _____ t/ha: _____	
13) Broj godina od primjene:		0 1 2 3 4	
14) Ekspozicija i nagib: (procjena uzorkivača)		0) bez nagiba 5) 5-10%, istok ili zapad 1) <5%, pretežno južno 6) 5-10%, pretežno sjeverno 2) <5%, istok ili zapad 7) >10%, pretežno južno 3) <5%, pretežno sjeverno 8) >10%, istok ili zapad 4) 5-10%, pretežno južno 9) >10%, pretežno sjeverno	
15) Navodnjavanje:		0) suho ratarenje 1) prema proračunu 2) samo kod pojave suše	
16) Urednost zemljišta (procjena vlasnika parcele)		Neuređeno: 0) nikad ne leži voda 1) ponekad leži voda 2) često leži voda Otvorena kanalska mreža: 3) nikad ne leži voda 4) ponekad leži voda 5) često leži voda Drenaža: 6) nikad ne leži voda 7) ponekad leži voda 8) često leži voda	
17) Biogenost tla (procjena vlasnika parcele)		Razgradnja žetvenih ostataka: 0) dobra 1) osrednja 2) loša	
18) Tekstura tla (procjena uzorkivača, Feel test)		0) Lako pjeskovito 3) Glinasta ilovača 1) Lako ilovasto 4) Srednje teška glina 2) Ilovasto 5) Vrlo teška glina	
19) Agrotehnika: (procjena vlasnika parcele)		0) Osnovna gnojidba i duboka obrada (>=30 cm) 1) Osnovna gnojidba i srednje duboka obrada (20-30 cm) 2) Osnovna gnojidba i oranje plitko (<=20 cm) 3) Osnovna gnojidba i proljetno oranje 4) Osnovna gnojidba i tanjuranje 5) "No till" i direktna sjetva: (a) NPK (b) gnojidba N)	
20) Zaštita: (procjena vlasnika parcele)		0) Bez kemijskih sredstava 1) Integralna (ako treba i kemijska) 2) Kemijska - samo kurativna 3) Kemijska - preventivna i kurativna	
21) Osnovna gnojidba: (procjena vlasnika parcele)		0) prema preporuci 1) reducirana 2) samo N	

Popunite čitljivo ili zaokružite sve podatke u listiću jer oni neposredno utječu na točnost i efikasnost gnojidbe preporuke!

Datum uzorkovanja: _____ . 2016. Uzorkivač: _____
Vlasnik parcele: _____

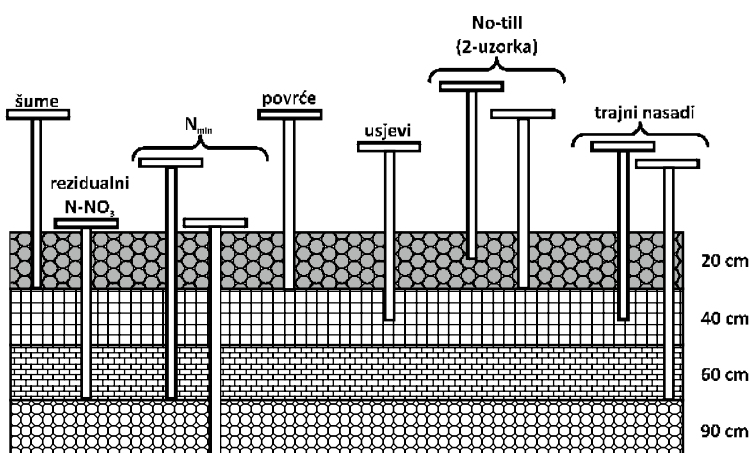
Slika 2. Anketni listić s podacima o proizvodnoj parceli

uzorak tla je mala količina/dio prirodnog ili obrađenog koji mora reprezentirati cijelu površinu (oranični sloj 4 ha ima masu od ~15 mil. kg), pa se svaka pogreška učinjena pri uzorkovanju odražava na krajnji rezultat. Zbog toga je način uzimanja i broj uzoraka tla na heterogenim i nagnutim terenima različit u odnosu na mrežni plan. Uzorke tla potrebno je uzeti, bez obzira na veličinu parcele, tako da je obuhvaćen najviši, srednji i najniži dio parcele, odnosno geomorfološka različitost parcele (različita nadm. visina, tip i boja tla, nagib, oštećenja erozijom i sl.). Premda je i za ovu metodu potreban GPS, ova metoda je nepreciznije i manje sustavna od mrežnog uzorkovanja, a pouzdani rezultati se mogu postići samo ako su uzorci uzeti u skladu s terenskim varijacijama i dovoljno gusto da dobro reprezentiraju nehomogenost parcele.

Obrada tla, posebice oranje, ravnjanje, kultivacija i dr., mehaničko je zadiranje u pedosferu i dovodi do manjeg ili većeg premještanja površinskog sloja, pa inzistiranje na centimetarskoj preciznosti (npr. korištenjem diferencijalnog GPS-a) za uzorkovanje tla nema smisla. Također, reducirana obrada, grebenasto oranje (slogovi) ili izostavljanje oranja nakon nekog vremena značajno utječu na slojevitost tla (*stratifikacija*), npr. raslojavanje organske tvari, pH i hranjivih tvari (osobito kod primjene gnojidbe i obrade u trakama). Stoga reducirana, grebenasta i nulta obrada zahtijevaju nešto dublje i gušće uzorkovanje kako bi se ustanovilo u kojoj se mjeri događa stratifikacija.

Uzorci tla se ne smiju uzimati s uvratina ili rubova parcela ili uz kanale zbog različite obrade, „gaženja“ i sastava tla. Prosječni uzorak sastoji se od 20 do 25 pojedinačnih uboda agrokemijskom sondom dubine 0 - 30 cm te ukupna težina prosječne je mase 1,5 - 2,0 kg svježeg tla. Ako se uzorci tla uzimaju za trajne nasade ili druge namjene dubina uzorkovanja je različita (Slika 4.). Svježe uzeti uzorci tla moraju se isti dan pretresti iz plastičnih vrećica u posebne četvrtaste posude za sušenje pazeći da se njihova identifikacija ne izgubi ili zamijeni. Ako je uzorak prevelik, smanjuje se prije sušenja "metodom četvrtanja", uklone se mehanički elementi (šljunak, skelet, metalni komadi) kao i

odvajati smicanjem. U suprotnom kemijska analiza pokazuje veće vrijednosti hranjivih elemenata od stvarno raspoloživih, jer biljni korijen (korijenske dlačice) ne može prodirati unutar mikroagregata, odnosno organomineralnog kompleksa tla. Suhi i samljeveni uzorci tla čuvaju se u papirnatim vrećicama ili kartonskim kutijama na prozračnom i tamnom mjestu.



Slika 4. Dubine sondiranja za fiziklano-kemijsku analizu tla

Česta je dilema kad treba uzorkovati tlo za kontrolu plodnosti zemljišta. Na to pitanje ne može se jednoznačno odgovoriti. Naime, u sustavu kontrole plodnosti najbolje je obavljati uzorkovanje jedne parcele uvijek u približno isto vrijeme, bez obzira je li to proljeće, ljeto ili jesen. Uzorke tla ne treba nikad uzimati nakon gnojidbe, kad je tlo smrznuto, prije kraja vegetacije ili kad iz tla još nisu iscrpljena sva hraniva iz gnojiva, nakon organske gnojidbe ili sideracije i kad je tlo vrlo suho ili suviše vlažno. Također, sezonske varijacije vrijednosti za pH i kalij mogu biti

velike pa je često raspoloživost kalija precijenjena na težim (glinastim) tlima kad se uzorci uzimaju u kasnu jesen, zimu ili rano proljeće (vlažno, ili čak smrznuto tlo). Zatim, pH vrijednosti tla može znatno varirati tijekom godine, ovisno o gnojidbi dušikom, fiziološki kiselim ili alkalnim gnojivima, količini oborina, navodnjavanju i kalcizaciji.

Utvrđivanje raspoloživosti hraniva iz tla, posebice dušika, za potrebe prihrane ili rješavanje akutnog nedostatka i drugih elemenata ishrane u kritičnim razdobljima ne ovisi o vremenu uzorkovanja (najčešće se to poklapa s najvećom potrebom pojedinog elementa), već o etapama razvića i stanju vegetacije. Dakle, uzimanje uzoraka za prihranu ozimih usjeva temeljem N_{min} metodu obavlja se zimi, a za jare usjeve u rano proljeće, bez obzira na temperaturu i vlažnost tla.