



# UZORKOVANJE TLA I BILJKE ZA AGROKEMIJSKE I PEDOLOŠKE ANALIZE





# UZORKOVANJE TLA I BILJKE ZA AGROKEMIJSKE I PEDOLOŠKE ANALIZE



Osijek, 2014.

---

## Urednik

prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

## Autori

prof. dr. sc. Zdenko Lončarić, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

prof. dr. sc. Domagoj Rastija, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

doc. dr. sc. Brigita Popović, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

doc. dr. sc. Krunoslav Karalić, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

dr. sc. Vladimir Ivezić, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

Vladimir Zebec, dipl. ing., Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku

## Recenzenti

prof. dr. sc. Aleksandra Bensa, Zavod za pedologiju,  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

prof. dr. sc. Lepomir Čoga, Zavod za ishranu bilja,  
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

dr. sc. Želimir Vukobratović, profesor visoke škole,  
Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

## Lektorica

doc. dr. sc. Dubravka Smajić, Učiteljski fakultet u Osijeku

## Izdavač

Poljoprivredni fakultet

Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Kralja Petra Svačića 1d, HR-31000 Osijek, Hrvatska

Dizajn i tisak: Grafika d.o.o., Osijek, 2014.

Naklada: 250 komada

ISBN 978-953-7871-17-8

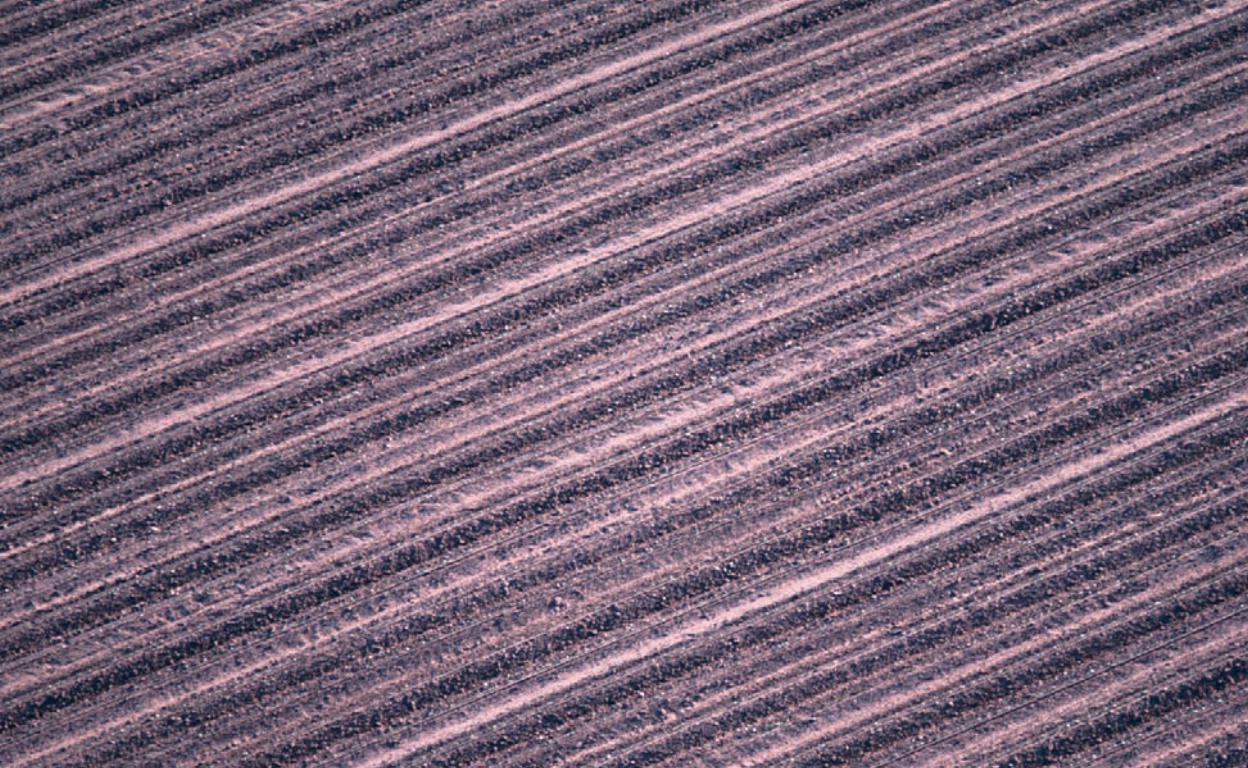
CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Gradske i sveučilišne  
knjižnice Osijek pod brojem 131003034

Izdavanje ovog priručnika odobrio je Senat Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u  
Osijeku odlukom broj 1/14 od 28. siječnja 2014.

---

## Kazalo

Predgovor .....	4
1. PEDOLOŠKA ISTRAŽIVANJA I UZORKOVANJE TALA .....	6
1.1. Pripremni rad .....	7
1.2. Rekognosciranje terena .....	7
1.3. Sondiranje istraživanoga područja .....	8
1.4. Izrada radne pedološke karte .....	11
1.5. Otvaranje pedoloških profila .....	11
1.6. Laboratorijska istraživanja .....	12
1.7. Kontrolno sondiranje terena .....	13
1.8. Izrada pedološke karte .....	13
1.9. Određivanje morfoloških svojstava tla .....	14
1.10. Uzorkovanje i priprema tla za laboratorijske analize .....	18
2. UZORKOVANJE TALA ZA AGROKEMIJSKE ANALIZE .....	24
2.1. Plan uzorkovanja .....	25
2.2. Pribor i oprema za uzimanje uzoraka .....	31
2.3. Poduzorci i prosječni uzorak .....	32
2.4. Dubina uzorkovanja .....	33
2.5. Postupak uzorkovanja .....	35
2.6. Označavanje uzoraka .....	37
2.7. Pakiranje uzoraka i slanje u laboratorij .....	41
2.8. Posebni postupci uzorkovanja .....	41
2.9. Vrijeme uzorkovanja .....	42
3. UZORKOVANJE USJEVA I POVRĆA .....	43
3.1. Uzorkovanje ratarskih usjeva tijekom vegetacije .....	43
3.2. Uzorkovanje ratarskih usjeva u žetvi .....	48
3.3. Uzorkovanje povrća .....	51
Opća literatura .....	54



## Predgovor

Priručnik *Uzorkovanje tla i biljke za agrokemijske i pedološke analize* praktična je cjelina za terenska istraživanja, prikupljanje i pripremu uzoraka u okviru IPA projekta *Doprinos poljoprivrede čistom okolišu i zdravoj hrani (Agriculture Contribution Towards Clean Environment and Healthy Food)*. Budući da je osnovni cilj projekta povećati doprinos poljoprivrede očuvanju okoliša i izgradnji sustava proizvodnje kvalitetnije hrane i poljoprivrednih proizvoda, pokušali smo u ovom priručniku prikazati značaj pravilnog izbora mjesta, vremena i načina uzorkovanja poljoprivrednih površina. Nadamo se da će sadržaj ovog priručnika pomoći poljoprivrednicima, savjetodavnim i stručnim službama, ali i istraživačkim institucijama, učenicima i studentima pri odlučivanju o uzorkovanju tala ili biljnog pokrova.

Prvi dio priručnika odnosi se na terenska pedološka istraživanja i uzorkovanje tala u narušenom i nenarušenom stanju. Sustavan prikaz postupaka od literaturnog upoznavanja s određenim područjem, preko planiranja i terenskog upoznavanja sa svojstvima tala, do laboratorijskih analiza i izrade konačnih pedoloških karata, sažeto je iskustvo pregaženih kilometara, otvorenih profila, sondiranih horizonata, prosijanog praha i pijeska, opipanih konkcija i iscrtanih karata autora. Možda će zaljubljenici u poljoprivredu i okoliš u ovom poglavlju pronaći nove podatke i motive očuvanja okoliša.

---

Drugi dio namjenjen je pravilnom uzorkovanju tala za kontrolu plodnosti i odlučivanje o optimalnoj gnojidbi. Prikazali smo neizbježne razloge i raspoložive načine sustavnog i svrsishodnog uključivanja u plemenitu misiju očuvanja prirodnih resursa kao nacionalnog blaga i djelotvornog održivog gospodarenja tlima. Vjerujemo da će prikazi načina i vremena uzorkovanja pomoći proizvođačima, savjetodavcima i hobistima.

Treći dio priručnika upućuje nas kako pratiti stanje ishranjenosti usjeva na našim poljima, kako provjeriti možemo li pomoći u određenim razdobljima vegetacije.

U ime autora zahvaljujem se svim članovima projektnog tima Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i Hrvatske agencije za hranu, našim partnerima u Republici Srbiji, članovima projektnog tima Srednje poljoprivredno-prehrambene škole Stevan Petrović Brile iz Rume, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu i Regionalne razvojne agencije Srem. Zahvaljujemo se na podršci i suradnji poljoprivrednim proizvođačima u Gajiću, Soljanima, Prkocima, Donjem Miholjcu, Petrijevcima, Dardi, Rakitovici, Antunovcu, Kopačevu, Karancu, Vođincima, Bolmanu, Ivankovu, Županji, Kućancima, Novom Bezdanu, Bockovcu, Zelčinu, Čepinu i svima drugima koji su se uključili u realizaciju projekta i svojim interesom nagradili naš rad.

Našu veliku zahvalnost iskazujemo recenzentima prof. dr. sc. Lepomiru Čogi, prof. dr. sc. Aleksandri Bensa i dr. sc. Želimiru Vukobratoviću, profesoru visoke škole, na savjesnom pristupu, nesebičnoj pomoći, ekspeditivnosti i sveobuhvatnom doprinosu kvaliteti i primjenjivosti priručnika.

urednik

Prof. dr. sc. Zdenko Lončarić

Domagoj Rastija,  
Vladimir Zebec

# 1. PEDOLOŠKA ISTRAŽIVANJA I UZORKOVANJE TALA



Pedološka istraživanja provode se u svrhu unaprjeđenja poljoprivredne i biljne proizvodnje, u svrhu zaštite i unaprjeđenja čovjekove okoline, prostornoga planiranja i sličnoga. Poznavanje pedoloških svojstava osnovna je pretpostavka za racionalno korištenje tala. Treba znati da je tlo ograničeni prirodni resurs te da je prisutna velika opasnost od trajnoga gubitaka posebno kvalitetnijih tala uslijed neopravdane i neracionalne prenamjene ili korištenja. Zato je vrlo važno da se prilikom namjenskoga korištenja zemljišta uporabljaju i uvažavaju pedološke karte jer će se samo na taj način osigurati odgovarajuća zaštita kvalitetnijih tala. Pedološka istraživanja u svrhu izrade pedološke karte određenoga područja odvijaju se u nekoliko faza koje slijede jedna drugu, te su povezane i čine jednu cjelinu. Razlikujemo sljedeće faze pedološkoga istraživanja:

- 1) pripremni radovi prije izlaska na istraživano područje
- 2) rekognosciranje istraživanoga područja
- 3) sondiranje istraživanoga područja
- 4) izrada radne pedološke karte
- 5) otvaranje pedoloških profila
  - i. utvrđivanje ektomorfoloških i endomorfoloških svojstava tla
  - ii. uzimanje uzoraka tla za laboratorijska istraživanja
- 6) laboratorijska istraživanja
- 7) kontrolno sondiranje terena
- 8) izrada pedološke karte.

## 1.1. Pripremni rad

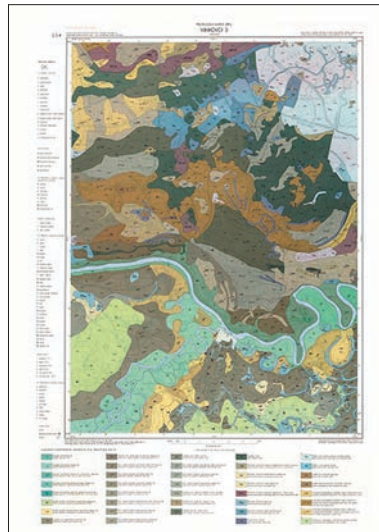
Pedološka su istraživanja složen, skup i odgovoran posao, što naglašava nužnost kvalitetnih pripremnih radova. U pripreмноj fazi prikuplja se potreban pribor i alat za terenska istraživanja te se proučavaju srodne znanstvene discipline radi dopunskih podataka korisnih u terenskim radovima, obradi i interpretaciji podataka:

- 1) podatci o reljefu kao činitelju tvorbe tla (dobivaju se iz topografskih karata, ali i iz aerofotosnimaka koje uz pomoć stereoskopa daju trodimenzionalnu sliku terena)
- 2) klimatski pokazatelji (podatci godišnjih hidrometeoroloških izvješća i klimatskih karata)
- 3) podatci o matičnom supstratu (geološke karte mjerila 1:100.000, slika 1.)
- 4) osnovni podatci o tlima (osnovna pedološka karta mjerila 1:50.000, slika 2.)
- 5) podatci o vodoprivrednim radovima na istraživanom području (na primjer: regulacija vodotoka, izgradnja akumulacija, kanala, nasipa, hidromelioracija i slično)
- 6) podatci o načinu korištenja zemljišta.

**Slika 1.** Osnovna geološka karta



**Slika 2.** Osnovna pedološka karta



## 1.2. Rekognosciranje terena

Nakon prikupljanja i analize početnih podataka pristupa se rekognosciranju istraživačkoga područja, tj. obilasku čitavoga područja uz zapažanja na prirodnim i otvorenim

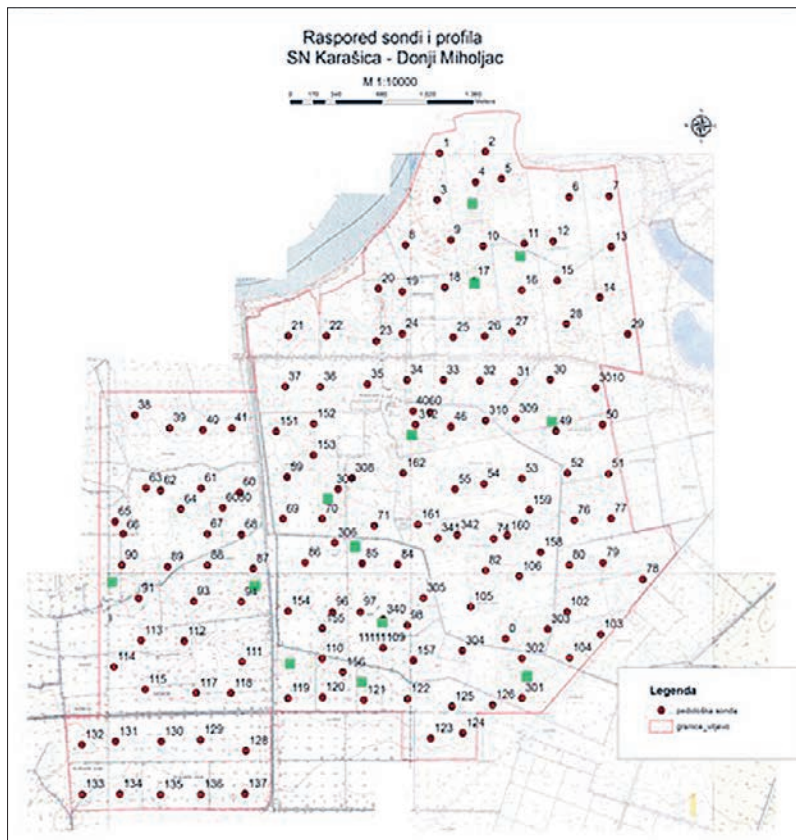


profilima uz ceste, gradilišta, ciglane itd. Sva se zapažanja bilježe, a na topografskoj karti označavaju se približno površine najvažnijih tipova tala. Topografske karte kojima se koristimo mogu biti različitoga mjerila, što ovisi o svrsi i detaljnosti pedološkoga istraživanja.

### 1.3. Sondiranje istraživanoga područja

Nakon rekognosciranja istraživanoga područja slijede daljnja terenska istraživanja u svrhu kojih na topografskoj karti izrađujemo tzv. "mrežu sondi", tj. određujemo lokacije (slika 3.) na kojima je potrebno napraviti sondažni izvadak kojim se obavlja determinacija tala u svrhu izrade radne pedološke karte.

Slika 3. Raspored sondi



Za sondiranje i uzorkovanje tla koristimo različita pomagala i pribor (slika 4.):

Slika 4. Pomagala i pribor za sondiranje i uzorkovanje tla



- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. štihača                                | 11. glava za ukucavanje cilindra I  |
| 2. lopata                                 | 12. glava za ukucavanje cilindra II |
| 3. mala štihača                           | 13. Munselov katalog boja           |
| 4. sonda za kontrolu plodnosti 0-30       | 14. opis sondažnoga izvatka/profila |
| 5. sonda za kontrolu plodnosti 30-60      | 15. metri                           |
| 6. Edelmanovo svrdlo s ergonomskom drškom | 16. pribor za pisanje               |
| 7. nastavak za Edelmanovu sondu           | 17. 10% HCl                         |
| 8. cilindri po Kopeckom                   | 18. papirići za označavanje         |
| 9. gumeni čekić (bat)                     | 19. posuda za uzorkovanje           |
| 10. nož                                   | 20. PVC vrećica                     |
|   | 21. kutija za prijenos opreme       |

Sondiranje tla obavljamo svrdlima različitih izvedbi, a za naša tla najčešća se upotrebljava Edelmanovo svrdlo. Sondiranje tla obavlja se postupno do dubine matičnoga supstrata ili do razine podzemne vode. Sukcesivnim slaganjem sondažnih izvadaka tla dobijemo pregled broja i redoslijeda genetskih horizonata, koji nam služe za determinaciju tla na prethodno odabranoj lokaciji. Sondažnim izvatkom tla (slika 5.) možemo

razmjerno brzo odrediti tip tla te upoznati statigrafske prilike. Svaki pojedini sondažni izvadak tla detaljno opisujemo u pripremljeni obrazac (slika 6.) tako da svakom izvatku tla pridružimo određeni broj, upišemo točne koordinate lokacije, datum sondiranja te osobu koja je obavila sondiranje. Zatim pristupamo opisu ektomorfoloških i endomorfoloških svojstava (više o njima u opisu svojstava profila). Ovdje napomenimo kako svaki determinirani horizont opisujemo dubinom na kojoj se javlja, bojom, teksture, strukturom te prisustvom kalcijeva karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) i pedodinamskih novotvorevina ( $\text{R}_2\text{O}_3$ ).

**Slika 5.** Sondažni izvadak



**Slika 6.** Obrazac za opis sondažnoga izvatka

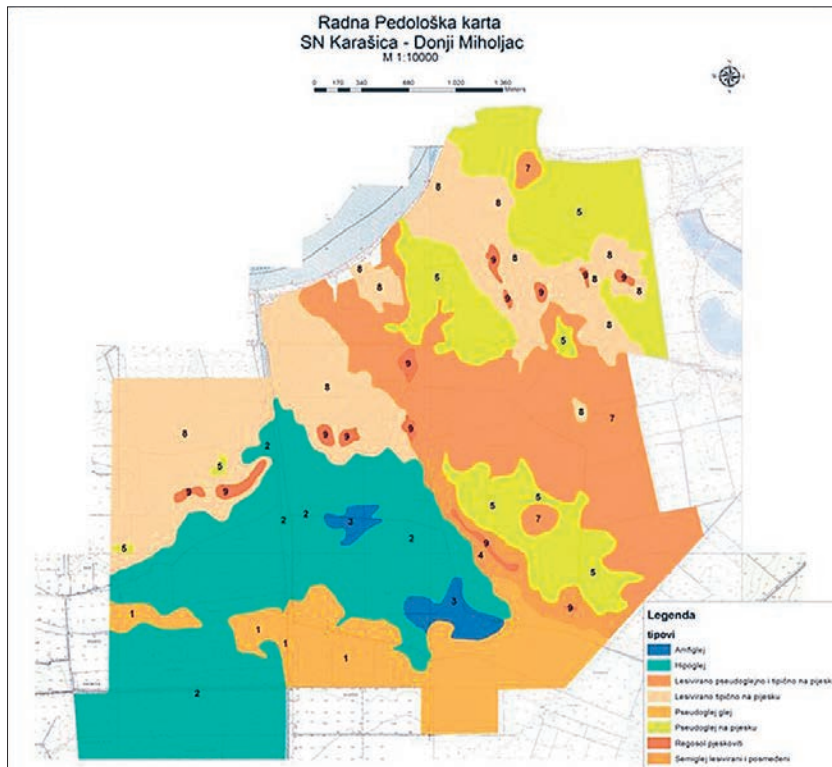
<b>BROJ SONDE</b>		<b>RELJEF</b>	<b>DATUM</b>			
<b>LOKALITET</b>		<b>VEGETACIJA</b>	<b>ISTRAŽIVAČ</b>			
<b>KOORDINATE</b>	_____ N	<b>DUB.POD.VODE</b>	cm	<b>SISTEMATIKA TLA</b>		
	_____ E	<b>SKELET</b>	%	_____		
<b>DUBINA</b>	<b>HORIZONT</b>	<b>BOJA</b>	<b>TEKSTURA</b>	<b>STRUKTURA</b>	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>TVOREVINE</b>
<b>ZABILJEŠKE</b> _____						
_____						

## 1.4. Izrada radne pedološke karte

Sondažom istraživanoga područja dobili smo pobliže uvid u rasprostranjenost pojedinih tipova, podtipova i varijeteta tla, nakon čega pristupamo izradi radne pedološke karte. Radna karta nam služi za određivanje približne površine pojedinih sistematskih jedinica tla te za određivanje specifičnih lokacija na kojima pristupamo otvaranju pedoloških profila. Radna pedološka karta sadrži:

- 1) naslov
- 2) mjerilo
- 3) kartirane jedinice
- 4) legendu ili kazalo.

**Slika 7.** Radna pedološka karta

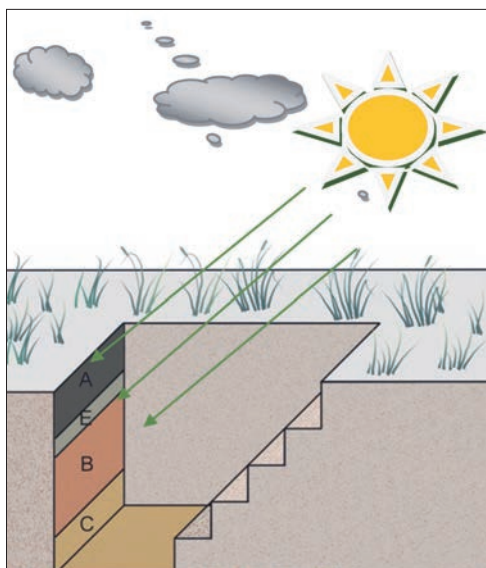


## 1.5. Otvaranje pedoloških profila

Pedološki profil služi za detaljna ispitivanja svojstava pojedinih tipova tala i uzimanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja. Pedološki profil otvaramo na mjestima na koji-

ma smo prethodno sondiranjem utvrdili da najbolje odgovaraju prosječnim svojstvima pojedine kartirane jedinice, odnosno pojedinom tipu tla. Profil tla otvara se do dubine matičnoga supstrata, odnosno do dubine djelovanja pedogenetskih procesa. Prije početka kopanja štiháčom se označe buduće dimenzije profila. Za profil dubine od 1,5 do 2 m označi se pravokutnik duljine 2 m i širine 0,8 m. Profil se sastoji od čeone strane i stepenica koje olakšavaju ulazak u profilnu jamu. Čeona strana profila nakon završenoga kopanja mora biti pod izravnim sunčevim osvjetljenjem (slika 8.) kako bi se profil mogao pravilno opisati i fotografirati. Čeona strana profila kao i površina tla iznad nje treba biti čista jer se na tom dijelu provode morfološka ispitivanja i uzorkovanje tla za laboratorijska istraživanja. Tijekom rada treba izbjegavati svako nepotrebno gaženje tla iznad čeone strane profila (slika 9.), kako bi se što bolje sačuvao prirodni izgled površine i prizemne vegetacije te kako ne bi došlo do zbijanja tla i narušavanja prirodno uspostavljene ravnoteže između pojedinih faza tla. Broj profila po jedinici površine različit je ovisno o vrsti istraživanja i heterogenosti ispitivanoga područja.

**Slika 8.** Položaj profila u odnosu na sunce



**Slika 9.** Čeona strana profila



## 1.6. Laboratorijska istraživanja

Laboratorijska istraživanja, kao dio pedoloških istraživanja, moraju biti klasirana prema njihovim namjenama. Potrebno je smišljeno odrediti popis i redosljed planiranih analize poznavajući njihovu vrijednost i svrhu analize. Optimalnim planiranjem analiza izbjegavamo suviše troškove vremena i sredstava.

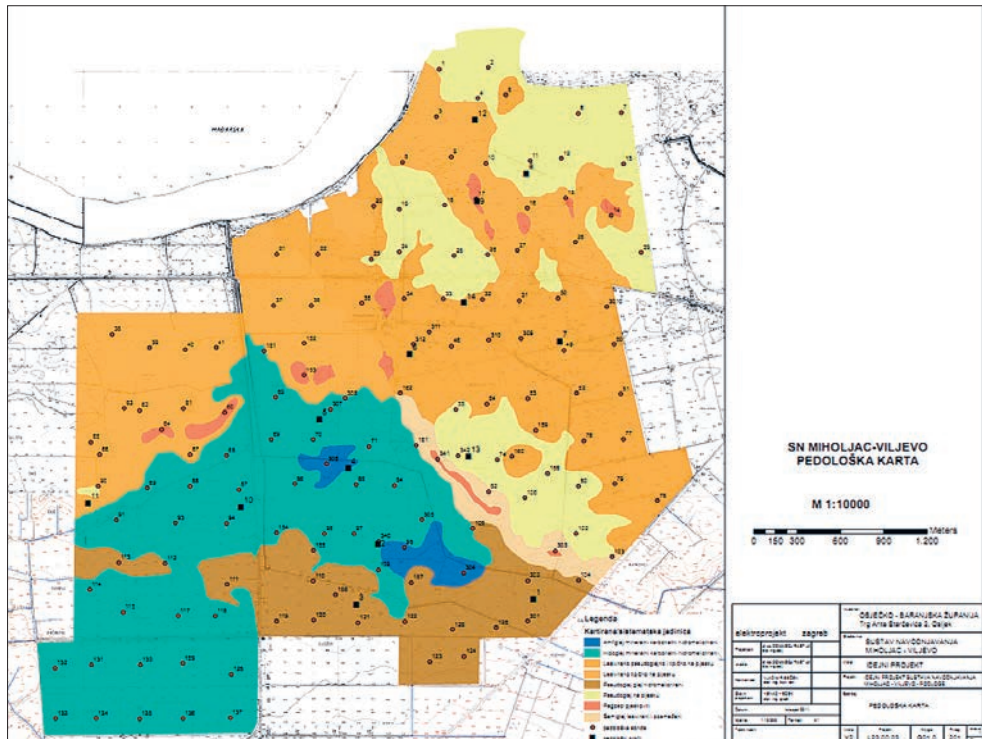
## 1.7. Kontrolno sondiranje terena

U prirodi je najčešći postupni prelazak jedne sistematske jedinice u drugu. Granice često koincidiraju s geomorfološkim, geološkim i vegetacijskim značajkama. Najčešća je veza između tla i topografije terena. Kontrolnom sondiranju terena pristupamo nakon provedenih laboratorijskih istraživanja i determinacije tipova tala, kako bismo utvrdili točne granice između pojedinih sistematskih jedinica. Ako se zbog zemljišne forme brzo smjenjuje više sistematskih jedinica u malim arealima, pribjegava se izdvajanju kompleksa zemljišta u kojem se približno utvrđuje postotni udio pojedine sistematske jedinice.

## 1.8. Izrada pedološke karte

Konačna verzija pedološke karte izrađuje se nakon kontrolnog sondiranja terena i utvrđivanja točnih granica između pojedinih sistematskih jedinica tala. Ovisno o cilju istraživanja određuje se mjerilo pedološke karte, kao i razina determinacije pedosistematskih jedinica, odnosno kartiranih jedinica.

**Slika 10.** Pedološka karta



## 1.9. Određivanje morfoloških svojstava tla

Različite kombinacije pedogenetskih činitelja i intenzitet pedoloških procesa rezultiraju stvaranjem tala koja se razlikuju po karakterističnim morfološkim znakovima. Za upoznavanje svojstava tla od posebne je važnosti proučavanje na terenu iz sondažnih izvadaka i na pedološkom profilu. Osnovnu informaciju o tlu dobivamo proučavanjem njegove vanjske (ekto) i unutrašnje (endo) morfologije.

### Ektomorfološka svojstva tla

Vanjska ili ektomorfološka svojstva ispitujemo bez kopanja profila, a u obrasce unosimo podatke o sljedećem:

- 1) o reljefu
- 2) o živom pokrovu
- 3) o mrtvom pokrovu.

**Reljef** je oblik i položaj Zemljine površine u prostoru. Plastikom zemljišne površine (ravninama, isponima i udubljenjima) stvara specifične uvjete za preraspodjelu tvari i energije koja pristiže iz atmosfere, biosfere, a dijelom i iz litosfere. Reljef svojim formama te vertikalnim i horizontalnim dimenzijama djeluje na intenzitet i vrstu vlaženja, na ispiranje unutar tla, na spiranja po površini te na zagrijavanje tla. Razlikujemo nekoliko formi reljefa:

- 1) ravnine
- 2) uzvišenja
- 3) udubljenja.

Ravnine su prostrana kopnena područja koja izgledaju potpuno ravna ili blago valovita. U ravnice ubrajamo područja gdje su neznatne razlike između pozitivnih i negativnih formi reljefa. S obzirom na apsolutnu visinu gdje se javljaju ravnice razlikujemo:

- 1) niske ravni (do 200 m nadmorske visine)
- 2) srednje visoke ravni (od 200 do 1500 m nadmorske visine)
- 3) visoke ravni (iznad 1500 m nadmorske visine).

Uzvišenja su reljefni oblici koji svojom visinom nadmašuju teren sa svih strana, a prema stupnju razvijenosti razlikujemo:

- 1) brežuljak
- 2) brdo
- 3) planinu.

Udubljenjima se smatraju sve negativne forme reljefa, između kojih se razlikuju:

- 1) doline
- 2) depresije.

Reljef ima posebno značenje za vodni režim tla, jer uvelike određuje količinu vode koja utječe na genezu tla i razvoj biljaka. Na ravnome tlu odgovarajućega stupnja infiltracije svu oborinsku vodu koja ne ispari upija tlo. Naprotiv, na nagnutom tlu dio vode otječe i akumulira se na nižim položajima. Zbog toga i niza drugih čimbenika vrijednost nekoga tla uvelike ovisi o njegovu položaju u reljefu:

- 1) **I klasa** - tereni nagiba od 0 do 3°  
To su ravne do vrlo blago položene površine. Prave su ravnice tereni kojih nagib ne prelazi 0.5°. Na njima ne nastaje erozija vodom, ali je moguća erozija vjetrom.
- 2) **II. klasa** - tereni nagiba od 3 do 7°  
Premda se pri takvu nagibu već može pojaviti erozija, to su još dobra poljoprivredna tla na kojima se mogu uzgajati sve kulture.
- 3) **III. klasa** - tereni nagiba od 7 do 15°  
Na tim su terenima već bitna ograničenja za uzgoj poljoprivrednih kultura jer su na njima, osobito ako nema prirodnoga i zaštitnog biljnog pokrova, erozijski procesi jaki.
- 4) **IV. klasa** - tereni nagiba od 15 do 30, odnosno 40°  
To su već jako strmi tereni na kojima su, ako nema biljnoga pokrova, prisutni procesi ekscesivne erozije, zbog čega je apsolutna dubina tla smanjena, a bonitetna mu je vrijednost niža.
- 5) **V. klasa** - tereni s nagibom većim od 40°  
Na tim su terenima razvijena plitka tla na kojima su prirodan pokrivač šume ili travnjaci.

**Živi pokrov** čini vegetacija koja obrasta tlo. Prirodni živi pokrov čine livade, makije i šume. Vegetacija može biti i rezultat čovjekove djelatnosti kao što su biljke na oranicama, umjetni travnjaci, vrtovi, voćnjaci i vinogradi. Ako su poznata ekološka svojstva pojedinih vrsta i biljnih zajednica, vegetacija nam može dati vrijedne podatke i o svojstvima tla.

**Mrtvi pokrov** čine uglavnom šljunkoviti, odnosno kameni skelet, mrtva organska tvar te tekuće i stajaće vode na pedosferi. S obzirom na udio čestica većih od 2 mm razlikujemo:

- 1) skeletoidna zemljišta
  - a. slabo skeletoidna – do 10 % čestica skeleta
  - b. skeletoidna – od 10 do 30 % čestica skeleta
  - c. jako skeletoidna – od 30 do 50% čestica skeleta



- 2) skeletna zemljišta
  - a. skeletna– od 50 do 70% čestica skeleta
  - b. jako skeletna– od 70 do 90% čestica skeleta
  - c. apsolutno skeletna– 90% čestica skeleta.

### **Endomorfološka svojstva tla**

Unutrašnje ili endomorfološke značajke tla izučavaju se iz pedoloških profila, a obuhvaćaju sljedeće:

- 1) sklop tla
- 2) boja
- 3) tekstura
- 4) struktura
- 5) sadržaj  $\text{CaCO}_3$
- 6) specifične pedodinamske tvorevine.

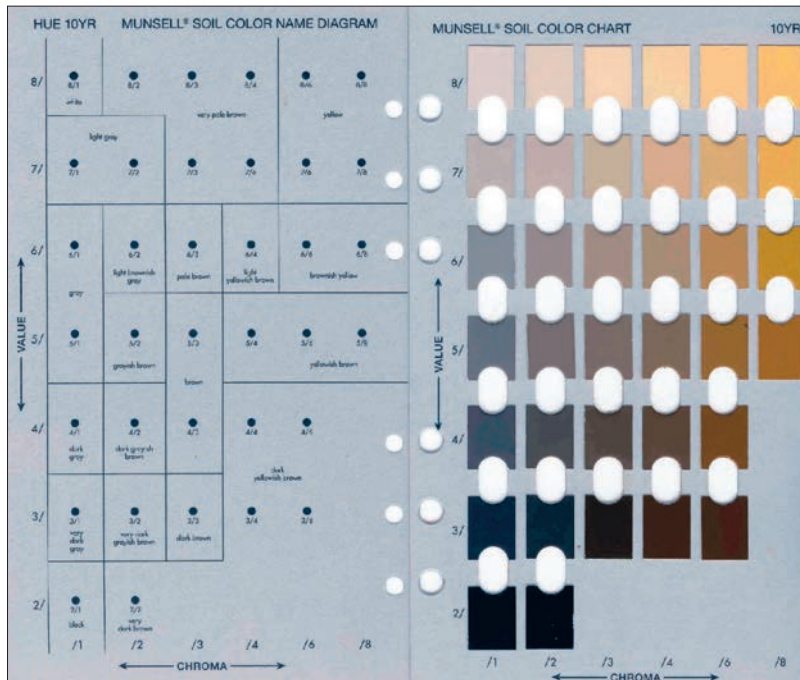
**Sklop tla** čine genetski horizonti, njihova debljina, prijelaz iz jednoga u drugi, njihov broj, slijed i izraženost. Genetski horizonti definirani su kao slojevi tla približno paralelni s površinom nastali pod utjecajem pedogenetskih procesa s karakterističnim fizikalnim, kemijskim i biološkim značajkama. Označavaju se velikim slovima abecede, a za obilježavanje pothorizonta i specifičnosti horizonta upotrebljavaju se mala slova. Pothorizonti su dijelovi istoga horizonta koji se međusobno razlikuju po karakteru procesa unutar istoga horizonta. Osim podhorizonta postoje prijelazni i složeni horizonti. Kod prelaznih se horizonta na prvo mjesto stavlja oznaka onoga horizonta čije su značajke dominantne (npr. AO), a kod složenih, gdje se istovremeno odvijaju dva procesa, velika se slova razdvajaju kosom crtom (npr. A/E). Slojevi kod nerazvijenih nanosa označavaju se rimskim brojevima, a za litološki diskontinuitet također se upotrebljavu rimske brojke (npr. IC, IIC...).

Od posebnoga ekološkog značenja, ali i za klasifikacijske potrebe važna je dubina tla. Razlikujemo ekološku, pedološku i tehničku dubinu tla. Pod ekološkom dubinom podrazumijeva se prostor u kojem se nalazi glavna masa korijenovoga sustava gdje biljka nalazi edafske vegetacijske čimbenike (vodu, hraniva, zrak, toplinu). Pedološka dubina je zbroj svih genetskih horizonta do matičnoga supstrata, a tehnička dubina je dubina do koje se tlo zahvaća agrotehničkim i hidrotehničkim zahvatima.

### **Boja tla**

Boju tla određujemo pomoću karte boja (Munsell Soil Color Charts) na terenu i u laboratoriju, obično se određuje boja tla u suhom i u vlažnom stanju.

Slika 11. Karte boja



### Tekstura tla

Tekstura tla je kvantitativni udio mehaničkih elemenata, odnosno čestica tla različitih dimenzija. Čestice veće od 2 mm čine skelet, dok manje od 2 mm čine sitno tlo ili sitnicu. Četiri su osnovne kategorije sitnih čestica:

- 1) krupni pijesak
- 2) sitni pijesak
- 3) prah
- 4) glina.

Tekstura tla ili mehanički sastav na terenu određuje se probom među prstima, dok se u laboratoriju određuje prosijavanjem kroz sita i sedimentacijom čestica u mirnoj vodi.

### Struktura

Struktura tla je način nakupljanja mehaničkih elemenata u veće ili manje nakupine, tj. strukturne agregate tla. Na terenu je također moguće utvrditi strukturu, i to u tri kategorije:

- 1) agregatna struktura - kada je masa tla raspodjeljena u strukturne agregate kojima lakim pritiskom možemo odrediti veličinu i oblik
- 2) koherentna struktura – kada je masa tla povezana u kompaktnu masu, odnosno nije izražena agregatna struktura
- 3) bezstrukturno tlo – nepovezani mehanički elementi.

### **Sadržaj $\text{CaCO}_3$**

Sadržaj zemnoalkalnih karbonata određuje se na terenu kavalitativno. Prelievanjem s 10 % HCl oslobađa se  $\text{CO}_2$  ukoliko tlo sadrži karbonate te se određuje intenzitet i duljina šumljenja i pjenušanja.

### **Specifične pedogenetske tvorevine**

Novi sastojci i tvorevine koje se uočavaju u profilu mogu se lako odrediti i zato su prikladne kao dijagnostički znakovi, te se uspješno koriste pri determinaciji. Od novotvorevina u našim tlima se najčešće javljaju:

- 1) nakupine lakotopljivih soli Na, Mg, Ca
- 2) konkreције gipsa
- 3) nakupine kalcijeva karbonata
- 4) izlučevine i nakupine seskvioksida, aluminiја i mangana
- 5) nakupine silicijskog dioksida
- 6) razne organske uklopine
- 7) različite tvorevine faune tla.

## **1.10. Uzorkovanje i priprema tla za laboratorijske analize**

Uzorkovanje tla iz pedološkoga profila treba obuhvatiti sve utvrđene horizonte. Ovisno o planiranim analizama uzorci se uzimaju u narušenom i nenarušenom stanju na čeonj strani profila na kojoj je prethodno obavljeno opisivanje endomorfoloških svojstava tla.

### **Uzorkovanje tla u narušenom stanju**

Uzorci u narušenom stanju uzimaju se tako da predstavljaju čitavu debljinu horizonta, ali da nikad ne prelaze njegovu granicu. Za svaki horizont uzima se određen broj uzoraka ovisno o planiranim vrstama laboratorijskih analiza, i sprema u plastične vrećice. Oznaka na vrećici, a i kontrolna oznaka u vrećici treba sadržavati:

- 1) broj profila
- 2) lokaciju



- 3) dubinu uzorkovanoga horizonta
- 4) datum uzorkovanja.

Uzorkovanje započinje od najnižega horizonta u profilu kako bi se izbjegla kontaminacija nižih horizonata. Masa jednoga uzorka ne smije biti manja od 1 kg.

### **Uzorkovanje tla u nenarušenom stanju**

Uzorci u nenarušenom stanju poznatoga volumena uzimaju se u svrhu ispitivanja fizikalnih svojstava tla. Za uzimanje uzorka tla služi metalni valjak po Kopeckom (slika 12.). Valjak ima volumen od  $100 \text{ cm}^3$ , a sastoji se od tijela valjka, na kojem se nalaze utisnuti brojevi, dva poklopca i mrežice. Uzorci se uzimaju utiskivanjem valjaka okomito u prethodno iskopanu stepenicu u visini horizonta na licu profila (slika 13.). Uzorkovanje u ovom slučaju započinje od najvišega horizonta, a za jedan prosječni rezultat analiza potrebno je uzeti najmanje tri cilindra iz jednoga horizonta. Visina stepenice određuje se tako da valjci nakon utiskivanja obuhvate središnji dio ispitivanoga horizonta. Oznake valjaka upisuju se na obrazac za opis profila uz prethodno opisani horizont iz kojega su uzeti (slika 14.).

Slika 12. Metalni valjci po Kopeckom



Slika 13. Utiskivanje valjaka



Slika 14. Obrazac za opis profila

<b>BROJ PROFILA</b>		RELJEF	DATUM	
LOKALITET		VEGETACIJA	ISTRAŽIVAČ	
KOORDINATE	_____ N	DUB.POD.VODE	cm	SISTEMATIKA TLA
	_____ E	SKELET	%	

DUBINA	HORIZONT	BOJA	TEKSTURA	STRUKTURA	CaCO <sub>3</sub>	TVOREVINE	UZORCI TLA (cilindri)	
							DUBINA	BROJ

ZABILJEŠKE \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Priprema tla za laboratorijske analize**

Prije početka laboratorijskih analiza uzorak tla u narušenom stanju (1 - 1,5 kg) treba pažljivo pripremiti, osušiti, usitniti, prosijati, homogenizirati i uskladištiti.

**Pribor:**

- 1) ladice sa staklenim dnom
- 2) uređaj za odstranjivanje prašine

- 3) električni mlin za tlo
- 4) porculanski tarionik za usitnjavanje uzorka
- 5) sito okruglih otvora promjera 2 mm
- 6) bubanj za homogenizaciju uzorka
- 7) papirnate vrećice, kartonske kutije, staklene boce.

### Postupak:

#### A. Uvođenje u knjigu uzoraka (kartoteku)

Neposredno nakon dolaska s terena uzorak treba uvesti u knjigu uzoraka (kartoteku) pod određenim laboratorijskim brojem pod kojim se vodi tijekom cijeloga analitičkog postupka.

Knjiga uzoraka sadrži sve podatke o uzorku:

- 1) datum uzimanja uzorka
- 2) lokaciju
- 3) broj profila
- 4) dubinu (horizont) iz koje je uzet uzorak.

#### B. Čišćenje uzorka

Uzorak staviti na ladice sa staklenim dnom (slika 15.), a zatim odstraniti sve primjese (korijenje, komadi skeleta, lišće i sl.). Tom prilikom uzorak usitniti prstima koliko je moguće (slika 16.).

**Slika 15.** Ladica za tlo sa staklenim dnom



**Slika 16.** Usitnjavanje uzorka

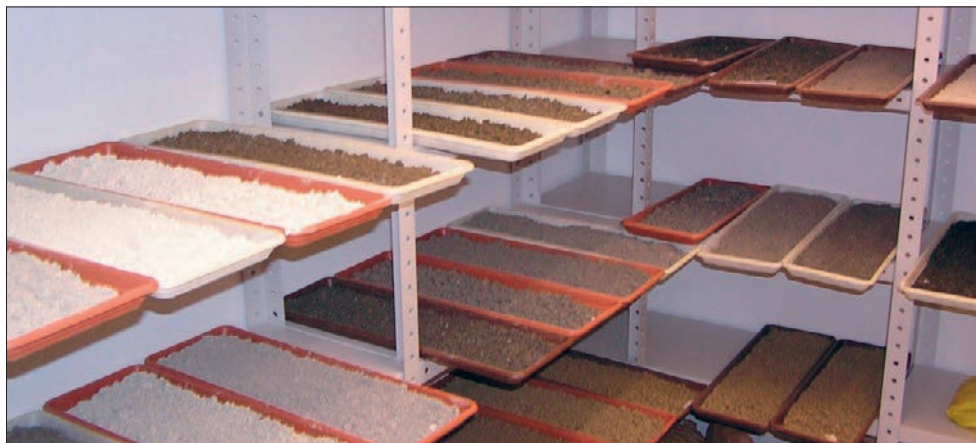


#### C. Sušenje uzorka

Sušenje uzorka valja obaviti na zraku u posebnim prostorijama (ili uređajima) da se izbjegne djelovanje laboratorijskih plinova, prašine i sl. Postupak sušenja traje 7 dana.

Uzorci se mogu sušiti i u uređajima s blagim strujenjem toploga zraka. Postupak je naročito pogodan ako je potrebno “brzo” analizirati uzorke (npr. kontrola plodnosti tla) jer sušenje traje 24 - 48 sati. Uzorak osušen na zraku (slika 17.) nazivamo zračno suhi uzorak tla, jer sadrži samo higroskopnu vlagu tla.

**Slika 17.** Sušenje uzoraka na zraku u posebnoj prostoriji



#### **D. Usitnjavanje uzorka tla**

Osušeni se uzorak tla usitnjava u porculanskom tarioniku prvo gumenim, a zatim porculanskim tučkom. Usitnjavamo dio po dio uzorka tla. Tim se postupak služimo u znanstveno-istraživačkom radu ili ako je mala količina uzorka. Za usitnjavanje uzoraka tla koriste se specijalizirani električni mlinovi za tlo (slika 18.)

**Slika 18.** Poseban mlin za usitnjavanje tla



### E. Prosijavanje uzorka tla

Usitnjeni uzorak tla prosijava se kroz sito okruglih otvora promjera 2 mm. Dio uzorka koji prođe kroz sito nazivamo sitnica ili sitna frakcija, a dio koji se zadrži na situ krupna frakcija ili skelet (odstranjuje se). Ako se u uzorku tla nalazi veća količina krupnoga skeleta on se prije usitnjavanja izdvaja, pere, suši i važe. Njegov udio se izražava u postotcima od ukupne mase uzorka tla.

### F. Homogenizacija uzorka tla

Homogenizacija se obavlja u posebnom bubnju za homogenizaciju, koji se zajedno s uzorkom tla ručno okrene 30 puta u minuti. Svrha je postizanje potpune homogenizacije uzorka tla.

### G. Čuvanje pripremljenoga uzorka tla

Pripremljeni uzorak tla se čuva u vrećicama (slika 19.), kartonskim kutijama ili staklenim bocama na posebnim policama. U vrećicu sa sitnicom stavlja se manja papirnata vrećica istoga laboratorijskog broja s nekoliko gruda neusitnjenoga tla (za određivanje boje tla i stabilnosti makrostrukturnih agregata tla).

**Slika 19.** Čuvanje pripremljenoga uzorka tla u vrećicama





Zdenko Lončarić,  
Vladimir Ivezić

## 2. UZORKOVANJE TALA ZA AGROKEMIJSKE ANALIZE



Primarna je svrha uzorkovanja i agrokemijske analize tla utvrđivanje prosječne raspoloživosti hraniva (N,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , P, K, Ca, Mg i mikroelementi) i ostalih svojstava tla (pH, humus, tekstura, kapacitet adsorpcijskog akompleksa) koja značajno utječu na hraniva u tlu i djelotvornost gnojiva i poboljšivača tla.

Analiza tla najvažnija je informacija za donošenje odluke o provedbi gnojidbe, stoga je promocija analize tla, naravno, u najosnovnijem interesu proizvođača, ali i ostalih dionika, od agronoma i ekologa, preko proizvođača gnojiva, do potrošača hrane. Pravilna gnojidba zasnovana na analizi plodnosti tla, osnovni je preduvjet:

1. povećanja prinosa
2. poboljšanja kvalitete hrane
3. smanjivanja troškova proizvodnje
4. smanjivanja utjecaja na okoliš.

Poznavanje prostorne i vremenske varijabilnosti statusa hraniva u tlu omogućuje aplikaciju gnojiva primjereniju potrebama biljke na određenoj proizvodnoj površini.

Površina i volumen tla za koje trebamo informaciju o statusu hraniva, mogu značajno varirati, od maloga vrta do velikih oranica, od korjenove zone jednoga drveta ili grma do nepreglednih višegodišnjih nasada vinove loze i voćaka. Jasno je da ne postoji univerzalni način izbora mjesta i rasporeda uzoraka, kao što ne postoji način da se agrokemijskom analizom ili interpretacijom rezultata neutraliziraju eventual-



ne pogreške pri uzorkovanju poljoprivrednih površina. Točnije rečeno, laboratorij ne može popraviti prikladnost uzorka koji ne predstavlja prosječan uzorak neke površine.

Izborom mjesta uzorkovanja određujemo horizontalno, a dubinom uzorkovanja vertikalno volumen tla na koji će se rezultati agrokemijske analize odnositi. Dakle, prostornim rasporedom uzoraka osiguravamo informacije o varijabilnosti tla, dok vremenskim rasporedom uzorkovanja pratimo dinamiku raspoloživosti hraniva i svojstava tla.

## 2.1. Plan uzorkovanja

Plan uzorkovanja podrazumijeva odlučivanje o prostornom rasporedu i broju uzoraka, a ovisi o čitavom nizu činitelja:

1. cilj uzorkovanja i analize (kontrola plodnosti tla, trajno praćenje stanja poljoprivrednoga zemljišta, plan i preporuka za gnojidbu u jednoj ili više vegetacija, preporuka prihrane usjeva, plan pripreme tla za podizanje višegodišnjega nasada, prelazak u sustav ekološke poljoprivredne proizvodnje i drugo)
2. veličina čestice
3. heterogenost čestice (različiti tipovi tala)
4. gospodarenje tlom (različiti usjevi, gnojidba)

5. mikroreljef (nagibi, depresije, uzvišenja, kanali)
6. vodopropusnost (zadržavanje vode na pojedinim dijelovima proizvodne površine)
7. teksturna neujednačenost (različita rahlost ili zbijenost, mjestimično stvaranje pokorice)
8. različita boja (svjetlije ili tamnije površine - različita vlažnost, udio organske tvari, tekstura, isoljavanja).

Na temelju evidentirane ili uočene heterogenosti površine, potrebno je podijeliti polje na područja uzorkovanja tako da svako područje ima što veću homogenost. Odlučenu podjelu površine na područja uzorkovanja treba evidentirati ucrtavanjem u kartu i/ili geopozicioniranjem te istu podjelu upotrebljavati za buduće kontrole i praćenje stanja plodnosti tla. Svako odvojeno područje uzorkovanja imat će reprezentativan prosječan uzorak (ili više uzoraka ako je površina veća).

Prosječni se uzorak tla uvijek sastoji od 20 do 25 pojedinačnih uzoraka (poduzoraka). Svaki je poduzorak izvađen s jednoga određenog mjesta unutar zone za koju uzimamo prosječni uzorak. Ako je riječ o manjim proizvodnim površinama ili heterogenim površinama, prosječni uzorak tla uzima se za svakih 1-2 ha. Na većim i homogenim površinama prosječni je uzorak za svakih 3-5 ha. Na vrlo neujednačenim površinama potrebno je uzeti prosječni uzorak za svaki različiti dio površine (manje se neujednačenosti kao mikrodepresije pri tome mogu zanemariti). Dakle, površina koju će predstavljati jedan prosječni uzorak najviše ovisi o veličini i homogenosti proizvodne čestice:

1. **površina prosječnoga uzorka < 1 ha** (ili svega nekoliko desetih dijelova ha) za vrlo usitnjene čestice (jedan prosječni uzorak za svaku česticu) ili za nešto veće heterogene čestice veličine 1-2 ha koje smo zbog heterogenosti podijelili na 2-3 područja uzorkovanja
2. **površina prosječnoga uzorka 1-2 ha** na homogenim česticama veličine 1-2 ha ili na heterogenim česticama 4-5 ha koje smo zbog heterogenosti podijelili na 2-3 područja uzorkovanja
3. **površina prosječnog uzorka 3-5 ha** na homogenim česticama veličine 3-5 ha ili na heterogenim česticama 6-10 ha koje smo zbog heterogenosti podijelili na 2-3 područja uzorkovanja ili na velikim homogenim česticama veličine 10-50 ha koje smo zbog veličine podijelili na 2-10 područja uzorkovanja
4. **površina prosječnoga uzorka 5-10 ha** na vrlo velikim (>50 ha) i vrlo homogenim površinama koje smo zbog veličine podijelili na 10 ili više područja uzorkovanja.

Prostorni raspored uzorkovanja ovisi o veličini i obliku čestice, ali i o cilju uzorkovanja. Nekoliko je različitih tipova i podtipova prostornoga rasporeda uzorkovanja (Pernar i sur., 2013.):

1. slučajno ili randomizirano uzorkovanje
2. nasustavno statističko uzorkovanje
3. sustavno statističko uzorkovanje
4. kontrolno kružno uzorkovanje.

**Slika 20.** Slučajno ili randomizirano uzorkovanje



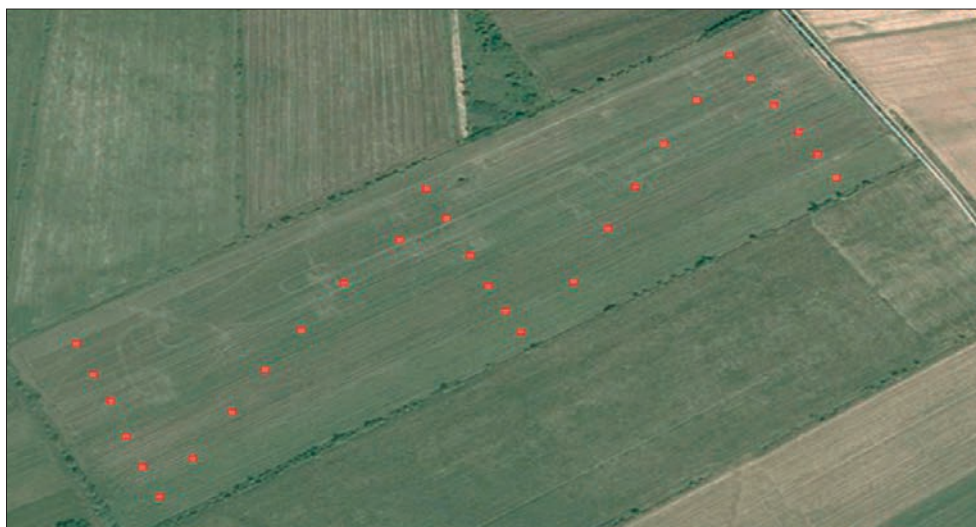
### Slučajno ili randomizirano uzorkovanje

Slučajno ili randomizirano uzorkovanje (slika 20.) podrazumijeva distribuciju uzoraka koja je potpuno slučajna, uvjetovana pristupačnošću ili pogodnošću terena koje utječu na subjektivno odlučivanje uzorkivača o mjestu uzorkovanja. Ovakav način uzorkovanja nema sistematičan pristup pa je uzorak nereprezentativan i neponovljiv. Ipak je sustav dovoljno prihvatljiv kod malih vrlo homogenih površina gdje reprezentativnost uzorka najviše ovisi o broju poduzoraka.

### Nesustavno statističko uzorkovanje

Nesustavno statističko uzorkovanje pogodno je za homogene oranice, livade, rasadnike i višegodišnje nasade. Praktično se radi o pojedinačnom uzorkovanju u obliku određenog slova (W, X, Z, N, S), po shemi šahovskih polja ili po cik-cak liniji radi uzimanja prosječnog uzorka (slika 21.). Ovakav način uzorkovanja tla često koriste poljoprivredni proizvođači na obiteljskim gospodarstvima i u manjim privrednim subjektima.

**Slika 21.** Nesustavno statističko uzorkovanje (W i Z sheme)

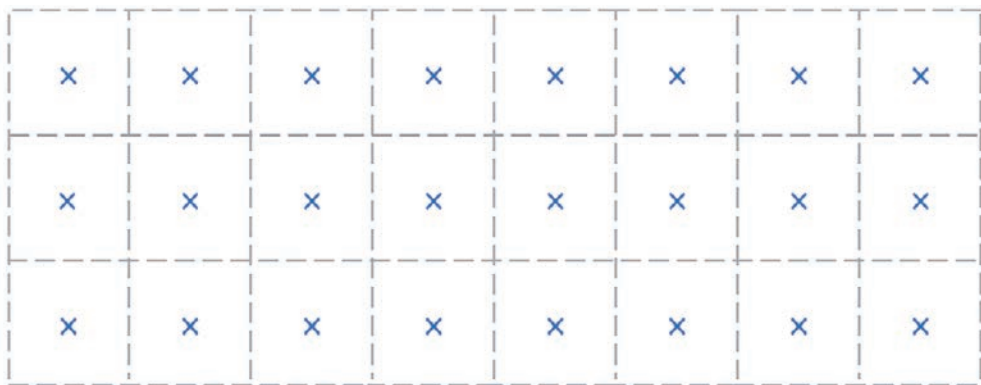


### **Sustavno statističko uzorkovanje**

Sustavno statističko uzorkovanje podrazumijeva primjenu mrežnoga rasporeda uzorkovanja, što rezultira jednakom udaljenošću između pojedinih uzoraka (slika 22.). Takav način ispunjava sve kriterije ponovljivosti, najpogodniji je sustav za geografske informacijske sustave i za kartografiju. Međutim, sustav zahtijeva precizne pripreme terenskoga rada i pogodan je za kvalitetno organizirane proizvodne sustave.



**Slika 22.** Uzorkovanje uz primjenu mrežnoga rasporeda



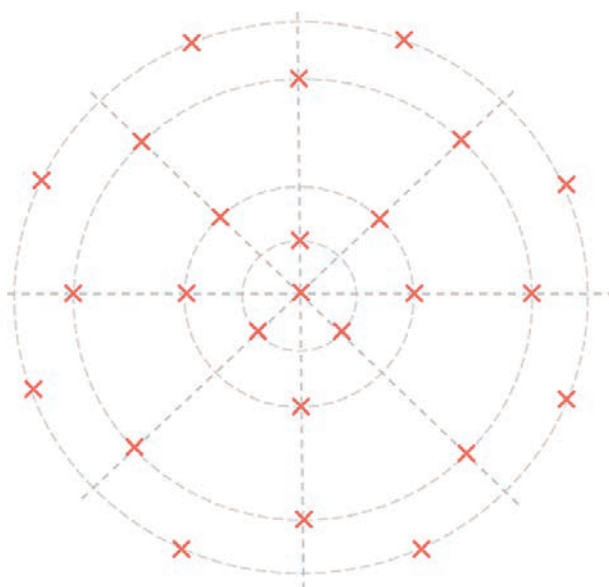
### **Kontrolno kružno uzorkovanje**

Kontrolnim kružnim uzorkovanjem koristimo se za pripremu prosječnoga uzorka s kontrolnih površina (slika 23.). U okviru kruga promjera 30 m (površina je kruga 707 m<sup>2</sup>) čije se središte geodetski fiksira, uzima se ukupno 25 poduzoraka, tj. pojedinačnih uzoraka tako da se od središta kruga (samo 1 poduzorak) povećavanjem radijusa

u svakom idućem prstenu uzima sve više uzoraka, do 8 poduzoraka u vanjskom prstenu:

1.	središte	1 poduzorak
2.	0-3 m	3 poduzorka
3.	3-6 m	5 poduzoraka
4.	6-12,25 m	8 poduzoraka
5.	12,25-15 m	8 poduzoraka
Ukupno:		25 poduzoraka

**Slika 23.** Kontrolno kružno uzorkovanje



Pravilnikom o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta (NN 60/10) propisan je način pozicioniranja pojedinačnih uzoraka i spajanja pojedinačnih uzoraka u prosječne uzorke na postajama trajnoga praćenja stanja poljoprivrednoga zemljišta.

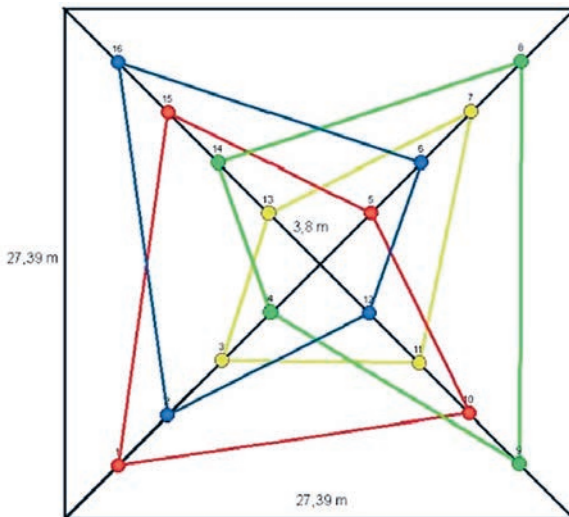
Propisano je 16 točaka za pojedinačno uzorkovanje tla sondom, na obje dijagonale nalazi se po 8 točaka, a međusobno su udaljene 3,80 m. Time je propisano da se pojedinačni uzorci uzimaju tako da se krene od središta kontrolne plohe dijagonal-

no u sva 4 smjera uzimajući po jedan uzorak na svakih 3,80 m, što ukupno čini po 4 pojedinačna uzorka udaljena od središta plohe 3,80, 7,60, 11,40 i 15,20 metara (slika 24.)

Svi pojedinačni uzorci spajaju se u 5 prosječnih uzoraka prema prikazanoj shemi (slika 24.):

1. za prvi prosječni uzorak spajaju se pojedinačni uzorci 1, 5, 10 i 15
2. za drugi prosječni uzorak spajaju se pojedinačni uzorci 2, 6, 12 i 16
3. za treći prosječni uzorak spajaju se pojedinačni uzorci 3, 7, 11 i 13
4. za četvrti prosječni uzorak spajaju se pojedinačni uzorci 4, 8, 9 i 14
5. za peti prosječni uzorak spajaju se svi pojedinačni uzorci od 1 do 16.

**Slika 24.** Shema pozicioniranja pojedinačnih uzoraka i njihova spajanja u prosječne uzorke (NN 60/10)



## 2.2. Pribor i oprema za uzimanje uzoraka

Za uzorkovanje tla za agrokemijske analize potreban je sljedeći pribor (slika 4.):

1. vodootporna vrećica za uzorke
2. obrazac podataka o uzorku
3. kutije za isporuku uzoraka
4. sonde ili svrdlo ili štihljača
5. nož



6. vodootporna olovka ili marker za označivanje vrećice s uzorkom
7. karta terena za označivanje rasporeda uzorkovanja.

Sonde, svrdla ili štihache trebaju biti od nehrđajućega čelika ili kromirani kako ne bi došlo do kontaminacije uzoraka. Nikako nije pogodna oprema od galvaniziranoga metala zbog moguće kontaminacije uzorka cinkom.

### 2.3. Poduzorci i prosječni uzorak

Prosječni uzorak sastavljen je od 20 do 25 pojedinačnih uzoraka, tj. poduzoraka. Poduzorci se pojedinačno uzimaju sukladno prostornom planu uzorkovanja i svi se poduzorci zajedno čuvaju u posudi ili plastičnoj vrećici.

Broj poduzoraka u prosječnom uzorku utječe na kvalitetu reprezentativnoga uzorka, a time i na analitičke rezultate. Što je manji broj poduzoraka, to je veće odstupanje analitičkih rezultata od stvarnih prosječnih vrijednosti uzorkovanoga dijela parcele. Uz 15 poduzoraka prosječna je pogreška nešto veća od 25%, a uz 25 poduzoraka prosječna je pogreška nešto manja od 15 %. Daljnje povećanje broja poduzoraka još bi smanjilo pogrešku (npr. uz 40 poduzoraka pogreška bi bila oko 10 %), ali to bi zahtijevalo gotovo dvostruko više rada pri uzorkovanju. Naravno, ti odnosi značajno se mijenjaju promjenom heterogenosti uzorkovanoga područja, pa je na homogenijim površinama i odstupanje manje.

Masa prosječnoga uzorka nakon prikupljanja svih poduzoraka trebala bi biti 0,5 – 1,0 kg. Za redovitu kontrolu plodnosti tla i utvrđivanje potreba u gnojidbi u analitičke laboratorije nije potrebno slati više od 1 kg. Međutim, ponekad su prosječni uzorci veći, npr. uz veći broj poduzoraka ili ako je sonda većega promjera, a posebice ukoliko se poduzorci uzimaju štihachom. U tom slučaju ukupnu masu prosječnoga uzorka treba smanjiti na konačnu masu 0,5 – 1,0 kg postupkom “četvrtanja”.

“Četvrtanje” se izvodi na sljedeći način:

1. masu prosječnoga uzorka dobro izmiješati
2. prenijeti na papir ili karton položen na ravnoj površini
3. od mase tla oblikovati pravokutnik ili krug ujednačene debljine
4. pravokutnik ili krug dijagonalno podijeliti na 4 trokuta ili isječka
5. odbaciti 2 nasuprotna trokuta ili isječka
6. 2 preostala trokuta ili isječka čine prosječni uzorak smanjene mase (slika 25.)

Čitav postupak ponavlja se dok se masa uzorka ne smanji do propisane veličine.

Slika 25. Smanjivanje mase prosječnoga uzorka "četvrtanjem"



## 2.4. Dubina uzorkovanja

Dubina uzorkovanja može biti ograničena svojstvima površinskoga sloja tla, što se posebice odnosi na plitka tla. Međutim, uglavnom je dubina uzorkovanja određena načinom gospodarenja tlom, tj. vrstom nasada ili biljne vrsta koja se već nalazi ili će biti na proizvodnoj površini. S tog je aspekta uzorkovanje poljoprivrednih tala na sljedećim dubinama:

1. za ratarske usjeve: 0-30 cm
2. za povrće: 0-20 (30) cm
3. za cvijeće: 0-20 cm
4. za livade i travnjake: 0-10 (15) cm
5. za višegodišnje nasade: 0-30 i 30-60 cm

Uzorkovanje i analiza podoraničnoga sloja tla (sloj 30-60 cm) nisu česti jer analizom oraničnoga sloja tla uglavnom dobivamo dostatne informacije. Međutim, većina poljoprivrednih usjeva razvija korijenov sustav i u podoraničnom sloju, tako da nepovoljna svojstva podoraničnoga sloja mogu ograničiti rast i prinos usjeva. To je posebno značajno kod višegodišnjih biljaka i nasada, ali i u jednogodišnjih biljaka s dubokim korijenovim sustavom. Podoranični sloj može ograničiti rast korijena u slučaju ekstremnih pH-vrijednosti, nedostatka ili toksičnih koncentracija nekoga elementa, zbijenosti ili saturiranosti vodom. U takvim slučajevima korijen će biti ograničen na oranični sloj tla što može prouzročiti stres uslijed nedostatka hraniva ili vode, stoga analiziranje podoraničnoga sloja tla i identifikacija eventualnoga problema može značajno pridonijeti povećanju plodnosti primjenom odgovarajućih agrotehničkih mjera. Naravno, moramo imati na umu da rješavanje problema u podoraničnom sloju može biti vrlo teško zbog onemogućenoga ili otežanoga izravnog pristupa tom sloju tla.

U našim je agroekološkim uvjetima najčešća praksa uzorkovanja i analize podoraničnoga sloja tla za potrebe preporuka gnojidbe i popravaka tla za višegodišnje nasade, tj. vinograde i voćnjake. Posebno je značajno provesti analizu oraničnoga (0-30) i podora-

ničnog (30-60 cm) sloja tla prije podizanja višegodišnjih nasada, kako bismo dobili potpunu informaciju i mogućnost pravovremene neutralizacije limitirajućih svojstava tla mjerama kalcizacije, humizacije, fosfatizacije, kalizacije, rigolanja, dubinskoga rahljenja.

Osim za višegodišnje nasade, uzorkovanje dva, pa čak i tri sloja tla u našim je uvjetima uobičajeno za provedbu Nmin analize tla. Nmin analizom tla utvrđujemo trenutačnu koncentraciju i ukupnu količinu mineralnih oblika dušika (nitratni i amonijski) u slojevima tla. Nmin analiza najčešće se koristi za utvrđivanje potreba u gnojidbi strnih žitarica i šećerne repe, a rjeđe kukuruza i povrća, iako je podatak o mineralnom obliku dušika u tlu koristan kod planiranja i prevdbe dušične gnojidbe svih usjeva. Za prihranu pšenice i ječma najčešće se uzorkovanje za Nmin analizu provodi:

1. za prvu prihranu slojevi tla 0-30 i 30-60 cm
2. za drugu prihranu sloj tla 60-90 cm.

Za predstjetvenu gnojidbu šećerne repe provodi se uzorkovanje i analiza Nmin na dubinama 0-30 i 30-60 cm, iako je često vrlo značajna količina dušika i u sloju 60-90 cm i u vrijeme pripreme tla za sjetvu i u vrijeme prihrane šećerne repe.

Tehnološkim uputama za integriranu proizvodnju ratarskih usjeva (Ministarstvo poljoprivrede, 2013.) propisana je obavezna Nmin analiza tla u proizvodnji pšenice i šećerne repe. Također, Tehnološkim uputama za integriranu proizvodnju povrća (Ministarstvo poljoprivrede, 2013.) propisana je obavezna Nmin analiza u proizvodnji najzastupljenije vrste povrća na gospodarstvu. Propisane su i maksimalno dopuštene količine mineralnoga dušika u tlu nakon ubiranja povrća na različitim dubinama ovisno o vrsti povrća. Time je, naravno, uvjetovano i uzorkovanje tla na navedenim dubinama:

1. 0-30 cm: rotkvica, rotkva, salata, endivija, matovilac
2. 0-60 cm: luk, špinat, celer, cikla, radič, poriluk, peršin, rajčica, paprika, tikve, hren, češnjak, mrkva, cvjetača, krastavci, grašak, brokula, grah
3. 0-90 cm: kupusnjače, rabarbara, šparoga, kelj pupčar, kukuruz šećerac.

**Slika 26.** Sonde za uzorkovanje oraničnoga i podoraničnoga sloja tla



S praktičnoga gledišta uzorkovanje tla do doređene dubine najlakše i najtočnije je osigurati zavarivanjem papučice kojom se potiskom noge sonda utiskuje u tlo na određenu visinu na sondi (slika 26.). Tada je vrlo jednostavno svaki pojedinačni uzorak precizno uzeti na određenoj dubini. Kada je potrebno uzorkovati više dubina, uvijek se prvo za oranični sloj tla upotrebljava najplića sonda najvećega promjera sondažne cijevi, slijedi za uzorkovanje podoraničnoga sloja (30-60 cm) s istoga mjesta nešto dublja i uža sonda te za uzorkovanje dubinskoga sloja (60-90 cm) najdublja i najuža sonda. Naravno, uzorci se mogu uzeti i jednom te istom sondom ili svrdlom sukcesivno iznoseći prvo oranični pa ostala dva sloja tla.

## 2.5. Postupak uzorkovanja

Sâm postupak uzorkovanja tla jednostavniji je upotrebljavamo li sondu, a ne štijaču. Uzorkovanje pojedinačnoga uzorka sondom (slika 27.) provodimo u 4 koraka:

1. uklanjanje biljnih ostataka s površine tla na kojoj ćemo upotrijebiti sondu
2. utiskivanje sonde u tlo
3. kružno okretanje sonde u tlu i izvlačenje iz tla
4. istiskivanje (šipkom ili nožem) uzorka tla u vrećicu za prosječni uzorak.

**Slika 27.** Uzorkovanje pojedinačnoga uzorka tla sondom



Uzorkovanje pojedinačnoga uzorka štijačom (slika 28.) nešto je zahtjevnije i duže:

1. uklanjanje biljnih ostataka s površine tla na kojoj ćemo se koristiti štijačom
2. otvaranje malog kopa u površinskom sloju tla
3. okomito izuzimanje 2-3 cm tankog sloja tla na lopati štijače
4. odsijecanje (nožem) suvišnih bočnih dijelova od srednjeg dijela uzorka širine 3-5 cm i dužine jednake planiranoj dubini uzorkovanja
5. prenošenje pojedinačnoga uzorka u vrećicu ili kantu za prosječni uzorak
6. usitanjavanje pojedinačnoga uzorka rukom.

**Slika 28.** Uzorkovanje pojedinačnoga uzorka tla štijačom





## 2.6. Označavanje uzoraka

Označivanje uzorka tla višestruko je jer se jedan prosječan uzorak označava najmanje tri puta:

1. vanjska oznaka ili identifikacijska kartica uzorka na vrećici
2. unutarnja oznaka ili identifikacijska kartica uzorka u vrećici
3. oznaka uzorka na popisu uzoraka.

Svi uzorci u jednoj pošiljci ili seriji uzorkovanja moraju biti jedinstveno označeni, tj. dva ili više uzoraka ne mogu imati istu oznaku. Nužno je da vanjska oznaka uzorka na vrećici sadrži redni broj uzorka u seriji te jedinstvenu oznaku serije, kao što je ime vlasnika i/ili mjesto i datum uzorkovanja. Najbolje je označivanje uzoraka kada se primjenjuje identično vanjsko i unutarnje označivanje (slika 29.) identifikacijskom karticom. Za tu je svrhu najbolje koristiti vrećice za uzorke s unaprijed otisnutim ili upisanim

obrascem koji popunjavamo u vrijeme uzorkovanja. Vrlo je značajno da identifikacijsku karticu na vrećici popunimo na isti način (duplikat) kao i identifikacijsku karticu koju ćemo staviti u vrećicu uz uzorak tla.

**Slika 29.** Identifikacijske kartice za označavanje uzoraka

UZORAK BROJ	1		
Vlasnik	Iko Zambata		
Parcela	Varošine	Arkod ID/K.Č.	1234567
Dubina	0-30		
UZORAK BROJ	2		
Vlasnik	Iko Zambata		
Parcela	Lenja	Arkod ID/K.Č.	156
Dubina	0-30		
UZORAK BROJ	3		
Vlasnik	Iko Zambata		
Parcela	Mikino	Arkod ID/K.Č.	218
Dubina	0-30		
UZORAK BROJ	4		
Vlasnik	Iko Zambata		
Parcela	Patena	Arkod ID/K.Č.	1024/5
Dubina	0-30		

Pri tome moramo voditi računa o sljedećem:

1. unutarinja kartica mora biti vodootporna ili ne smije biti u izravnom dodiru s tlom (postavljena između vanjskoga i unutarnjega sloja višeslojne vrećice ili umotana u dodatnu prozirnu vrećicu)
2. pri popunjavanju identifikacijskih kartica moramo upotrijebiti permanentni flomaster ili grafitnu olovku kako se slova i brojevi ne bi razlili ili obrisali i postali nečitki
3. vanjska bi identifikacijska kartica trebala biti otisnuta ili ispisana na vrećici jer pričvršćivanje nije dovoljno sigurno (u tom slučaju na vrećici obvezno mora biti napisan broj uzorka).

Svaka serija uzoraka koja se šalje u laboratorij mora sadržavati i zapisnik s popisom uzoraka. Ako serija sadrži više kutija ili kontejnera s uzorcima, popis uzoraka mora biti u svakoj kutiji.

Zapisnik sadrži:

1. popis uzoraka
2. skicu (ili kartu) terena s prikazom uzorkovanja.



Popis uzoraka sadrži sljedeće podatke za svaki uzorak (slika 30.):


1. broj uzorka
2. oznaka ili ime parcele (naziv parcele, k.č. i k.o i/ili ARKOD)
3. vlasnik površine (ime prezime, adresa, telefon, e-adresa)
4. dubina uzimanja uzorka
5. predusjev
6. prethodna gnojidba (ako je poznata)
7. planirani usjev ili nasad
8. zahtijevana vrsta analize i preporuke
9. datum i ime osobe koja je uzela uzorak tla.

Skica terena s prikazom uzorkovanja nije nužna, ali je sigurno vrlo korisna jer donosi čitav niz dopunskih informacija. Naravno, skica terena gotovo uopće nema značenja za samu analizu tla, ali je vrlo značajna za intepretaciju rezultata, a posebice za preporuke gnojidbe. Skica terena sadrži konture rubova parcele, oznaku strana svijeta, dimenzije parcele, shemu uzimanja uzoraka (brojevi uzoraka), te opis reljefa (nagib, depresija, uzvisina, kanal, put i slično).



Slika 30. Popis uzoraka tla

## POPIS UZORAKA TLA

IME: _____		POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU							
PREZIME: _____		ZAVOD ZA AGROKOLOGIJU							
ADRESA: _____		IPA PROJEKT AGRI-CONTO-CLEEN							
TEL: _____		www.agroekologija.eu							
_____		Kralja Petra Svačića 1d							
_____		31 000 Osijek							
_____		OIB: 9881679821							
_____		Tel: 031/554-984							
_____									
UZORAK BROJ	DUBINA	NAZIV PARCELE	DATUM UZORKOVANJA	KATASTRARSKA OPĆINA	KATASTRARSKA ČESTICA	ARKOD ID	PREDUSIJEV	PLANIRANI USIJEV	VRSTA ANALIZE/ PREPORUKA
1	0-30	Varošine	01.10.2013	OSIJEK	108/52	123456 7	suncokret	ječam	kontrola plodnosti
2	0-30	Lenija	05.10.2013	OSIJEK	156	123456 7	soja	pšenica	kontrola plodnosti, Nmin/integrirana
3	0-30	Mikino	05.10.2013	OSIJEK	218	123456 7	kukuruz	soja	kontrola plodnosti, Nmin/integrirana
4	0-30	Patena	15.10.2013	OSIJEK	1024/5	-	pšenica	orah	za podizanja nasada
5	30-60	Patena	15.10.2013	OSIJEK	1024/5	-	pšenica	orah	za podizanje nasada
6	0-30	Čačino	20.10.2013	-	-	123456 8	lucerna	jabuka	za podizanje nasada
7	30-60	Čačino	20.10.2013	-	-	123456 8	lucerna	jabuka	za podizanje nasada
8	0-30	Varošine	20.10.2013	-	-	123456 8	soja	pšenica	integrirana
Ukupno broj uzoraka 8									

DATUMI SLANJA 15.10.2013

UZORKE POSLAO ŽELJKA ZAMBATA

## 2.7. Pakiranje uzoraka i slanje u laboratorij

Uzorci za agrokemijske analize tla u svrhu kontrole plodnosti i izrada gnojidbenih preporuka spakirane su u svoju vrećicu s unutrašnjom i vanjskom identifikacijskom karticom. Vrećice s uzorcima slažu se u kartonske kutije ili druge spremnike pogodne za dostavu u laboratorij.

Ako kutija nije popunjena vrećicama s uzorcima, treba ju dopuniti laganim inertnim materijalima da se izbjegne klizanje, prevrtanje i oštećivanje uzoraka. U kutiju je obvezno položiti listu uzoraka s oznakama (brojem) svih uzoraka koji su u kutiji. Također, u kutiju treba priložiti i popunjeni obrazac zahtijevanih podataka ako je uzorkovanje i analiza dio nekoga posebnog programa, projekta ili zahtjeva za čiju su realizaciju takvi obrasci nužni.

## 2.8. Posebni postupci uzorkovanja

U posebnim proizvodnim uvjetima ponekad su potrebne dopunske aktivnosti ili promijenjeni načini uzorkovanja tla. Ako je uzorak dostavljen u laboratorij sa zahtjevom za izradu gnojidbene preporuke, značajni su i načini aplikacije gnojiva u prethodnim vegetacijama, tako da posebnom proizvodnom situacijom možemo označiti slijedeće:

1. reducirana obrada tla ili uzgoj bez obrade tla (“no-till”)
2. gnojidba u trake.

Reducirana obrada tla, a posebice “no-till” agrotehnika rezultiraju dopunskim zakiseljavanjem površinskoga sloja tla i značajnom razlikom pH vrijednosti na dubini 5-10 cm i 20-30 cm. Posljedica je reducirane obrade i slojevita akumulacija hraniva, posebice fosfora, kojega u površinskom sloju do 5 cm može biti i 4 puta više nego na dubini 10-15 ili 15-25 cm. Prema tome, uputno je posebno uzorkovati i analizirati dva dijela oraničnoga sloja tla:

1. površinski sloj 0-5 (10) cm
2. oranični sloj 5 (10) – 30 cm.

Gnojidba u trake u prethodnim vegetacijama rezultirat će horizontalnim razlikama, te treba obratiti pozornost na ravnomjernu zastupljenost pojedinačnih uzoraka iz gnojenih traka i iz negnojenih razmaka između traka (npr. 2 uzorka izvan trake i 3 uzorka unutar gnojidbene trake).

Pozornost moramo posvetiti i posebnim karakteristikama proizvodnih površina bez obzira jesu li one privremenoga ili trajnog karaktera. Pojedine dijelove proizvodnih

površina ne treba uzorkovati (na njima ne uzimati pojedinačne uzorke) ili ih uzorkovati kao poseban dio koji će imati svoj prosječni uzorak:

1. razore, naore i uvratine
2. zonu 20-ak metara uz kanale, ceste, lenije, živice, ograde
3. područja gdje se okupljaju goveda, ovce, svinje
4. slabo drenirane male površine na proizvodnim tablama
5. površine koje su gnojene ili kalcizirane tijekom manje od 60 dana.

## 2.9. Vrijeme uzorkovanja

Teorijski je uzorkovanje za analizu tla moguće tijekom cijele godine, ali ipak uzorkovanje ne treba nikako provoditi u ovim slučajevima:

1. nakon kalcizacije, mineralne ili organske gnojidbe ako nije proteklo najmanje 60 dana
2. kada je tlo presuho, prezbijeno i svojim stanjem znatno otežava ili čak mehanički onemogućuje uzorkovanje
3. kada je tlo prevlažno, tj. saturirano vodom, blatno i ljepljivo tako da je otežano i kretanje po površini i rukovanje priborom za uzorkovanje.

Tlo je optimalno uzorkovati kada je optimalne vlažnosti, tj. kada je pogodno za obradu. Najpogodnije je vrijeme uzorkovanja tla nakon žetve ili berbe pa do pripreme tla za novi usjev, tj. u razdoblju kada je tlo slobodno. Međutim, tlo se često analizira i tijekom vegetacije, odnosno u različitim stadijima razvoja usjeva, kada želimo utvrditi potrebu za prihranom ili korekcijom gnojidbe.

Budući da rezultati analize tla mogu biti različiti u slučaju proljetnoga, ljetnog ili jesenskog uzorkovanja i ako je u svim slučajevima površina bez usjeva i nije gnojena, to je najpovoljnije kontinuirano uzorkovanje i analizu na određenoj površini uvijek obavljati u približno isto doba godine, a svakih 3-5 godina radi izrade bilance hraniva i kontrole plodnosti tla. U našim je agroekološkim uvjetima najčešće uzorkovanje površina nakon skidanja ozimina, tj. strnih žitarica i uljane repice. To je razdoblje pogodno jer do pripreme tla i gnojidbe za sljedeći usjev u plodoredu ima dosta vremena. Drugo razdoblje intenzivnoga uzorkovanja tla jest nakon skidanja okopavina (kukuruza, sunčokreta, šećerne repe, soje) kada je manje raspoloživoga vremena, ali je tlo povoljnije vlažnosti za uzorkovanje.

Krunoslav Karalić,  
Brigita Popović



### 3. UZORKOVANJE USJEVA I POVRĆA

#### 3.1. Uzorkovanje ratarskih usjeva tijekom vegetacije

Kemijska analiza biljaka uzorkovanih tijekom vegetacije ukazuje na status hraniva, odnosno na opskrbljenost biljaka pojedinim elementom u određenoj fenološkoj fazi kada je provedeno uzimanje uzoraka. Rezultati analize cijele biljke ili određenoga lista pokazuju trenutačnu koncentraciju elemenata u biljci, a usvojena količina elemenata odraz je prethodne raspoloživosti hraniva u tlu i posebnosti biljne vrste i/ili kultivara.

##### **Uzorkovanje strnih žitarica tijekom vegetacije**

Strne žitarice imaju dugo razdoblje vegetacije koje može potrajati i 270 dana uz specifičan vegetativni razvitak, te je potrebno osigurati dovoljne količine pristupačnoga mineralnog dušika tijekom najvećega dijela vegetacije. Budući da je dušik vrlo mobilan u tlu, nije moguća primjena na zalihu, te je dušik potrebno aplicirati u više navrata, odnosno u osnovnoj gnojidbi i dvije (ili ponekad tri) prihrane, ovisno o stanju usjeva i zalihii hraniva u tlu. Teorijski je pogodno vrijeme uzorkovanja pšenice bilo koje vrijeme tijekom vegetacije kada želimo provjeriti status ishranjenosti usjeva. Međutim, kritična razdoblja ishranjenosti pšenice i njezine potrebe za dušikom te agrotehnička praksa rezultirali su praksom gnojidbe pšenice tijekom vegetacije s dvije (vrlo rijetko

tri) prihrane. Potreba u prihranama usjeva tijekom vegetacije utvrđuje se pomoću tri do četiri vrijednosti:

1. količina raspoloživoga hraniva u sloju tla određene dubine
2. status ishranjenosti usjeva u trenutku prihranjivanja
3. procijenjena potreba usjeva do kraja vegetacije ili do slijedeće prihrane i
4. procijenjena mobilizacija hraniva iz organskih rezervi tla.

Prvu je prihranu potrebno provoditi u trenutku kada započinje meristemska aktivnost umnožavanja organa, što se poklapa s fenološkom fazom busanja. Prva je prihrana važna za sve ozime žitarice jer se u II. i III. etapi razvoja izdužuje i segmentira budući klas. Ona utječe na koncentraciju klorofila u listu (boja usjeva), intenzivniju fotosintezu i na brži rast biljaka u vlatanju.

Radi utvrđivanja ishranjenosti biljke dušikom u fenofazi busanja potrebno je prije prve prihrane uzeti uzorak cijele biljke. Za provedbu agrokemijskih analiza nužno je uzorkovati minimalno 50-60 cijelih biljaka s korijenom dijagonalno po proizvodnoj površini kako bi prikupili dovoljnu masu svježe biljne tvari za agrokemijske analize. Uzorak je potrebno očistiti od tla (odstraniti korijen) i staviti u plastičnu vrećicu te navesti vrstu i naziv sorte, podatke o proizvodnoj površini i datum uzorkovanja.

**Slika 31.** Ozima pšenica u busanju



**Slika 32.** Uzorkovanje pšenice u busanju



Drugu prihranu provodimo u trenutku zametanja klasića (IV. etapa razvoja), što nastupa početkom vlatanja. Taj trenutak određuje se isključivo na temelju stanja razvoja pšenice, odnosno kad se zametak klasa primjetno odvoji od čvora busanja (oko 2 cm).

Prije duge prihrane potrebno je uzeti uzorak cijele biljke te uzorkovati minimalno 50-60 cijelih biljaka s korijenom dijagonalno po proizvodnoj površini, što predstavlja



odgovarajuću masu svježe biljne tvari za agrokemijske analize. Uzorak je potrebno očistiti od tla (odstraniti korijen) i staviti u plastičnu vrećicu te navesti vrstu i naziv sorte, podatke o proizvodnoj površini, datum uzorkovanja.

**Slika 33.** Pšenica početkom vlatanja



**Slika 34.** Uzorci pšenice u vlatanju



Treća prihrana N vrlo se rijetko provodi jer prihrana u oplodnji ima slabo značenje za visinu prinosa, ali često utječe na porast hektolitarske mase i veću koncentraciju N u zrnu. Ipak, prije možebitne treće prihrane dušikom uzorkujemo prvi list ispod klasa, tzv. list zastavičar, budući da je koncentracija N u zastavičaru pokazatelj stanja ishranjenosti biljke. Nužno je uzorkovati minimalno 40-50 listova dijagonalno po proizvodnoj površini te uzorke lista zastavičara staviti u plastičnu vrećicu i navesti vrstu i naziv sorte, podatke o proizvodnoj površini, datum uzorkovanja. Međutim, rijetko ćemo se na temelju koncentracije N u listu zastavičaru odlučiti na treću prihranu pšenice.

### **Uzorkovanje kukuruza tijekom vegetacije**

Potreba za prihranom kukuruza javlja se u ranim fazama razvitka te kasnije tijekom vegetacije ako se na usjevu uoče specifični simptomi nedostatka hraniva.

Iako se prilikom uzgoja kukuruza veći dio hraniva aplicira predsetveno ili startno, primjena dušičnih gnojiva povoljnija je što je vremenski bliža fiziološkim potrebama kukuruza. Prihranu kukuruza potrebno je provesti u ranim fazama razvitka, a primjena dušičnih gnojiva u redove ili trake može povećati učinkovitost dodanoga dušika. Prihrana se najčešće provodi prilikom međuredne kultivacije usjeva kukuruza.

Za procjenu potrebne količine N u prihrani kukuruza potrebno je obaviti uzorkovanje i analizu biljke kukuruza u fenološkoj fazi 3-5 listova. Za analizu lista uzorkujemo 15-25 cijelih biljaka dijagonalno po proizvodnoj površini. Prikupljene uzorke potrebno je staviti u papirnatu vrećicu te navesti podatke o nazivu hibrida, proizvodnoj površini i datumu uzorkovanja.

**Slika 35.** Biljke kukuruza u fenološkoj fazi 3-5 listova



Drugo razdoblje provjere statusa ishranjenosti kukuruza uz možebitnu prihranu obavljamo u fenološkoj fazi 7-9 listova kada uzorkujemo 15-25 cijelih biljaka dijagonalno po proizvodnoj površini. Uzorke kukuruza stavljamo u papirnatu vrećicu na kojoj je potrebno navesti podatke o nazivu uzorkovanoga hibrida, proizvodnoj površini, datumu uzorkovanja.

Uzorke cijelih biljaka moguće je uzimati od trenutka nicanja do fenološke faze metličanja, a nakon metličanja potrebno je uzorkovati samo list ispod klipa. Ako se tijekom vegetacije na usjevu kukuruza pojave simptomi nedostatka hraniva, potrebno je tijekom svilanja kukuruza za agrokemijske analize uzorkovati prvi list ispod klipa na 15-25 slučajno odabranih biljaka. Uzorke lista treba staviti u papirnatu vrećicu i označiti navođenjem naziva hibrida, podataka o proizvodnoj površini i datuma uzorkovanja.

**Slika 36.** Uzimanje uzoraka lista kukuruza u svilanju



### Uzorkovanje soje tijekom vegetacije

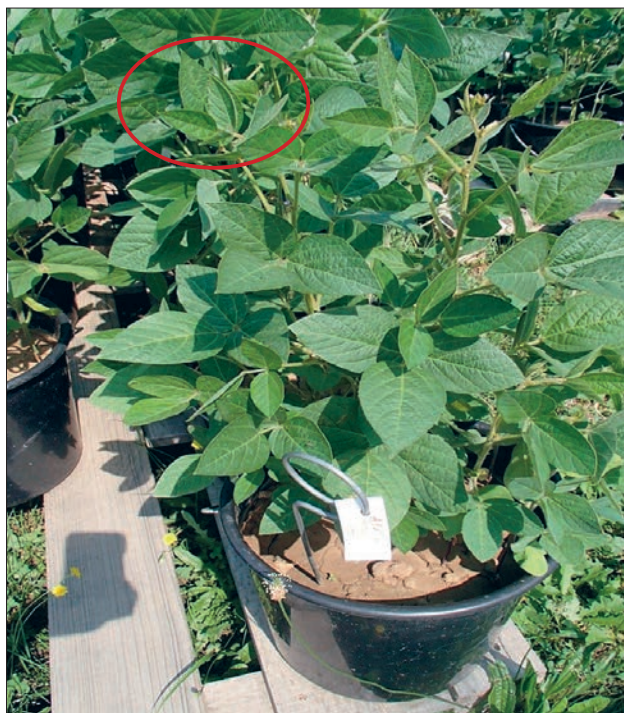
Kemijskom analizom ukupne nadzemne mase biljne tvari moguće je utvrditi količinu makroelemenata te mikroelemenata koje je biljka usvojila do trenutka uzorkovanja. Odgovarajući trenutak za procjenu ishranjenosti soje, odnosno za uzimanje uzorka biljne tvari jest pojava prvih cvjetova na početku fenofaze cvatnje. Potrebno je uzorkovati potpuno razvijeni vršni trolist bez peteljki s 30 – 35 biljaka.



### Uzorkovanje šećerne repe tijekom vegetacije

Za utvrđivanja statusa ishranjenosti šećerne repe tijekom vegetacije potrebno je uzeti uzorak lista zajedno s peteljkom iz reda biljaka unutar 10 dužnih metara. Za analizu koncentracije dušika može se koristiti uzorak cijelog lista ili samo petaljka budući da se u peteljkom akumulira nitratni oblik dušika. Uzorkovanje lisne mase tijekom vegetacije šećerne repe radi provjere koncentracija nitrata ili ukupnoga dušika u listu teorijski je moguće od fenofaze četiri lista pa sve do zriobe.

Slika 37. Vršni trolist soje



## 3.2. Uzorkovanje ratarskih usjeva u žetvi

Laboratorijska analiza biljaka uzorkovanih u žetvi značajan je alat za utvrđivanje utjecaja statusa ishranjenosti biljke na ostvareni prinos i kvalitetu. Uporabom koncentracije hraniva i mase analiziranoga dijela biljke, lako možemo izračunati koliko je hraniva izneseno iz tla ostvarenim prirodnom. Budući da se koncentracije hraniva razlikuju u pojedinim organima biljaka, i tijekom vegetacije, a i pri žetvi, posebno se uzorkuju i analiziraju dijelovi biljke koji čine poljoprivredni prinos (zrno žitarica i uljarica ili ko-

rijen šećerne repe), a posebno organi koji čine ostatak biološkoga priroda (slama i listovi, stabljike i listovi, kukuruzovina ili glave korijena s listovima). Prikupljanjem i analizom navedenih dijelova biljke možemo izračunati ODNOŠENJE hraniva s poljoprivrednih površina (količina hraniva u masi poljoprivrednoga prinosa) i ukupno IZNOŠENJE hraniva biološkim prinosom. Obje su vrijednosti značajne kod utvrđivanja ukupne BILANCE hraniva u poljoprivrednim proizvodnjama.

Za utvrđivanje bilance hraniva moramo raspolagati sljedećim podacima:

1. ukupna masa poljoprivrednoga prinosa (npr. zrna) u kg/ha
2. koncentracija hraniva (npr. N) u zrnu u g/kg
3. ukupna masa ostatka nadzemnoga biološkog priroda (npr. slama s listovima i dijelovima klasa) u kg/ha
4. koncentracija hraniva (npr. N) u uzorku slame u g/kg
5. količina nadzemnoga ostatka koja je nakon žetve odnesena s polja te količina slame koja je nakon žetve zaorana.

### **Uzorkovanje strnih žitarica u žetvi**

Uzimanje uzoraka strnih žitarica u žetvi obuhvaća različite načina uzorkovanja u svrhu utvrđivanja prinosa i priroda po jedinici površine, komponenti prinosa i agronomskih svojstava te koncentracije hraniva u zrnu i vegetativnim dijelovima.

Najprecizniji način utvrđivanja prinosa jest stvarna žetva (ili berba) kombajnom uz odvage mase zrna (ili korijena) požnjevenog (ubranog) s određene površine. Sve su ostale metode alternativne i uglavnom rezultiraju određenim odstupanjima od realnih proizvodnih prinosa. Za utvrđivanje prinosa, priroda, žetvenoga indeksa i za usporedbu različitih sorta ili sustava proizvodnje dovoljno preciznim i praktičnim pokazala se metoda ručne žetve nadzemne mase metodom kvadrata. Žetva se provodi pomoću metalnoga kvadrata površine 1 m<sup>2</sup> ili 0,5 m<sup>2</sup>. Metalni je kvadrat potrebno položiti na dio usjeva strnih žitarica prosječne bujnosti te škarama ili srpom pokositi sve biljke unutar metalnoga kvadrata. Uzorke nadzemne mase potrebno je staviti u vreću od natron papira i označiti navođenjem naziva sorte, podataka o proizvodnoj površini i datuma uzorkovanja. U navedenom se uzorku odvagama utvrđuje ukupan biološki prirod, a nakon vršidbe i prinos zrna. Iz te dvije vrijednosti izračunava se žetveni indeks, tj. udio prinosa zrna u ukupnom biološkom prirodu nadzemne mase. Vrlo lako i točno mogu se razdvojiti uzorci pojedinih dijelova biljke pšenice za agrokemijsku analizu.

Za određivanje komponenata prinosa dovoljno je dijagonalno po površini uzorkovati 20 prosječnih biljaka. Uzorke biljaka stavljamo u papirnatu vrećicu te navodimo naziv sorte, podatke o zemljišnoj površini i datum uzimanja uzoraka.

**Slika 38.** Uzorkovanje u žetvi pokusa pšenice



Analizom komponenata prinosa utvrđujemo:

1. broj vlati (klasova) po jedinici površine
2. broj zrna po vlati
3. masu 1000 zrna.

Navedeni su podatci dostatni za izračun prinosa zrna u kg/ha, a odstupanje od prinosa utvrđenoga žetvom posljedica je nehomogenosti usjeva u proizvodnim uvjetima i nepreciznosti ili nedosljednosti pri izboru i uzorkovanju prosječnih biljaka pšenice.

Pored navedenih komponenata, status usjeva često opisujemo i agronomskim svojstvima:

1. dužina vlati
2. dužina klasa
3. masa vlati
4. masa klasa
5. broj fertilnih klasića
6. broj sterilnih klasića
7. masa zrna
8. masa slame
9. žetveni indeks.

### **Uzorkovanje ostalih usjeva u žetvi**

Uzorkovanje u žetvi drugih ratarskih usjeva provodimo na vrlo sličan način, bilo uzorkovanjem u stvarnoj žetvi kombajnom ili izborom određenoga broja biljaka ili određene površine.

Kod kukuruza mjerimo prirod, prinos i žetveni indeks ručnom berbom klipova kukuruza u 2-4 reda na 10-20 dužnih metara te odsjecanjem i vaganjem mase kukuruzovine.

Uzorkovanje soje u žetvi provodimo košenjem biljaka unutar četiri reda škarama u dužini od 5 do 10 m radi uzorkovanja biljaka s površine od 5 do 10 m<sup>2</sup>.

Kod šećerne repe uzorkujemo biljke unutar reda u dužini 10 – 20 m. Pri tome ručno vadimo korijen šećerne repe te nožem odvajamo glave repe s listom od korijena.

**Slika 39.** Uzimanje uzoraka šećerne repe



**Slika 40.** Odvajanje glave s listom



### 3.3. Uzorkovanje povrća

Komercijalna je proizvodnja povrća najintenzivniji segment poljoprivredne proizvodnje s vrlo visokim zahtjevima prema tlu i hranivima. Proizvodnju povrća određuju sljedeće značajke:

1. rast povrća vrlo je intenzivan i zahtijeva kontinuiranu opskrbu hranivima i vodom
2. često je ciklus od sadnje do berbe vrlo kratak (2-3 mjeseca)
3. berba povrća najčešća je u vrijeme rane zrelosti (za razliku od ratarskih usjeva)
4. prinos i kvaliteta povrća značajno ovise o brzom kontinuiranom rastu
5. sustavi proizvodnje povrća mogu biti vrlo različiti i presudno utjecati na visinu ciljnoga prinosa i
6. ciljni prinosi u proizvodnji povrća vrlo su visoki, te je za njihovo ostvarivanje potrebna velika količina raspoloživih hraniva.

Usvajanje hraniva tijekom intenzivnoga vegetacijskog ciklusa povrća značajno je brže u odnosu na usvajanje hraniva kod većine ratarskih i ostalih kultura. Zato bilanciranje hraniva u proizvodnji povrća ima izravan utjecaj na njegovu vrijednost. Važnu ulogu

pri tome ima sustav uzorkovanja koji uzima u obzir dinamiku usvajanja hraniva i metabolizam biljke.

### **Uzorkovanje povrća tijekom vegetacije**

Odabir odgovarajućega trenutka uzorkovanja ključan je za kvalitetnu proizvodnju povrća. Biljke je potrebno analizirati u različitim fazama rasta, a ovisno o vrsti povrća optimalno razdoblje uzorkovanja može biti:

1. rani porast
2. sredina vegetacije
3. kraj vegetacije (prije berbe).

U povrtlarskoj proizvodnji uobičajeno je uzorkovati list kao pokazatelj ishranjenosti biljke makroelementima i mikroelementima do trenutka uzorkovanja ili eventualno kada su uočeni simpotmi deficita mineralne ishrane. Općenito možemo reći da je prilikom uzorkovanja potrebno prikupiti 25-30 potpuno razvijenih listova pri čemu treba voditi računa o sljedećem:

1. ne uzorkovati najmlađe i najstarije lišće
2. ne uzorkovati odumrlo ili bolesno lišće
3. ne uzorkovati lišće oštećeno od strane štetočina i
4. ne uzorkovati lišće pod utjecajem stresa uslijed temperature ili vlage.

Ukupna masa svježe tvari lista treba iznositi minimalno 50 g. Uzorak je potrebno pohraniti u papirnatu vrećicu i otpremiti u laboratorij na analizu koncentracije makroelemenata i mikroelemenata: dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, željezo, mangan, cink, bakar, bor te potencijalno toksičnih teških metala kao što su olovo i kadmij. Na vrećici je potrebno navesti podatke o vrsti uzorkovanoga povrća, fazi rasta i datumu uzorkovanja. Plastične vrećice nisu pogodne za spremanje uzoraka zbog brzoga propadanja biljnoga tkiva!

### **Uzorkovanje korjenastoga povrća**

#### *Mrkva*

Radi utvrđivanja količine hraniva u mrkvi potrebno je obaviti uzorkovanje 60 dana nakon sjetve. Za potrebe agrokemijskih analiza uzorkujemo posljednji potpuno razvijeni list.

#### *Rotkvica, cikla*

Uzorkovanje obavljamo sredinom vegetacije, 9 tjedana nakon sjetve. Za potrebe agrokemijskih analiza uzorkujemo posljednji potpuno razvijeni list.

### *Krumpir*

Uzorkovanje obavljamo početkom cvatnje, te uzorkujemo četvrti list s peteljkom od vrha stabljike.

### **Uzorkovanje lisnatoga povrća**

#### *Kupus*

Radi utvrđivanja statusa hraniva kod kupusa uzorkovanje obavljamo 8 tjedana nakon sadnje presadnica. Pri tome uzorkujemo gornji list koji omata glavu kupusa.

#### *Salata*

Salatu je potrebno uzorkovati u trenutku kada glavica dostigla polovinu pune veličine. Uzorkuje se posljednji razvijeni list koji omata glavicu salate.

#### *Špinat*

Špinat uzorkujemo za potrebe agrokemijskih analiza, 30 dana nakon sjetve pri čemu uzimamo posljednji potpuno razvijeni list.

### **Uzorkovanje plodovitoga povrća**

#### *Krastavac – uzgoj u zaštićenim prostorima*

Za potrebe analize koncentracije hraniva u biljnom materijalu potrebno je uzimati dobro razvijene listove. Najčešće je to treći ili četvrti list od vrha stabljike. Za svaki uzorak potrebno je uzeti 8-10 listova. U svrhu praćenja dinamike ishranjenosti biljke krastavca uzorkovanje je potrebno činiti češće, najbolje svakih 7-10 dana, počevši minimalno 2-3 tjedna prije cvatnje.

#### *Krastavac – uzgoj na otvorenom*

Za potrebe analize koncentracije hraniva u biljnom materijalu potrebno je uzeti uzorke potpuno razvijениh listova, obično se radi o četvrtom ili petom listu od vrha stabljike. Za jedan prosječan uzorak potrebno je sakupiti 15-20 listova. Prvo uzorkovanje potrebno je obaviti najmanje 2-3 tjedna prije cvatnje te nastaviti uzimati uzorke svakih 14 dana tijekom proizvodnoga ciklusa.

#### *Rajčica u zaštićenim prostorima*

Rajčicu tijekom većega dijela godine uzgajamo u zaštićenim prostorima, od ranoga proljeća do kasne jeseni. Prinosi ploda veliki su te je zbog ograničenoga prostora uzgoja (mali razmaci sadnje) posebnu pozornost potrebno posvetiti planiranju gnojidbe.

Kao biljni materijal uzimaju se zdravi, dobro razvijeni listovi, obično četvrti ili peti list od vrha stabljike. Ako na lišću ima zaostataka zaštitnih sredstava, listove je potrebno oprati pod mlazom vode te potom listove staviti na sušenje. Radi praćenja potrebe za hranivima, uzorke je potrebno uzimati svakih 7-10 dana te na osnovi podataka analize provesti korekciju gnojidbe. Prvo uzorkovanje mora biti provedeno najkasnije 2 tjedna prije cvatnje.

### *Paprika*

Za potrebe analize biljnoga materijala uzimaju se zdravi, dobro razvijeni listovi. Količina hraniva u tkivima paprike značajno se mijenja u pojedinim fazama razvoja. Uzorci listnoga materijala uzimaju se u više navrata. Posebno su važni uzorci neposredno prije cvatnje i u vrijeme otvaranja prvih cvjetova.

Važno je naglasiti da je za uzorkovanje prilično kasno u trenutku kada su jasno vidljivi simptomi deficita! Stoga je cilj uzorkovanja povrća monitoring i određivanje statusa hraniva u biljci radi pravovremene korekcije poremećaja mineralne ishrane prije utjecaja na pad kakvoće i pad prinosa.

## Opća literatura

- AZO - Agencija za zaštitu okoliša (2006). Priručnik za trajno motrenje tala Hrvatske.
- Carter, M. R., Gregorich, E. R. (2006.): Soil sampling and methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Državni zavod za statistiku: (2003.): Popis poljoprivrede 2003.
- European Council (1991.): Nitrates Directive. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources as amended by Regulations 1882/2003/EC and 1137/2008/EC.
- European Council (2000.): Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EZ. Odredbe ove Direktive prenjete su u Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11 i 56/13).
- Richard B. Ferguson, Gary W. Hergert, Charles A. Shapiro and Charles S. Wortmann (2007.): Guidelines for Soil Sampling. University of Nebraska – Lincoln Extension. Lincoln. SAD.
- Hrvatski Sabor (2009.): Zakon o vodama (NN 153/09)
- ISO/FDIS (2002.): Soil quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes. ISO/FDIS 10381-1:2002(E).



ISO/FDIS (2002.): Soil quality - Sampling - Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites. ISO/FDIS 10381-4:2002(E).

Ivezić, V. (2011.): Trace metal availability in soils under different land uses of the Danube basin in Croatia. Doktorski rad. Norwegian University of Life Sciences. Ås, Norway.

Joint Research Centre (2013.); European Soil Portal – Soil Data and Information Systems (<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/som/som.cfm>)

Mason, B. J. (1992.): Preparation of soil sampling protocols: Sampling techniques and strategies. Environmental monitoring systems laboratory office of research and development U.S. environmental protection agency, Las Vegas, Nevada. SAD

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2008.): Pravilnik o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva (NN 56/08)

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009.): Načela dobre poljoprivredne prakse.

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2010.): Pravilnik o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta (NN 60/10).



---

Ministarstvi poljoprivrede (2013.): Tehnološke upute za integriranu proizvodnju povrća za 2013. godinu.

Ministarstvi poljoprivrede (2013.): Tehnološke upute za integriranu proizvodnju ratarskih kultura za 2013. godinu.

Pernar, N., Bakšić, D., Perković, I. (2013.): Terenska i laboratorijska istraživanja tla. Priručnik za uzorkovanje i analizu. Šumarski fakultet Zagreb.

Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Jones, A., Gallego, J., Grassi, G. (2007.): Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soil of the European Union. European Commission. Joint Research Centre. EUR 21576 EN/2.

Škorić, A. (1977.): Tla Slavonije i Baranje. Posebna izdanja, knjiga 1. Projektni savjet pedološke karte SR Hrvatske. Zagreb.

Škorić, A. (1982.): Praktikum iz pedologije, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Škorić, A. (1990.): Postanak, razvoj i sistematika tla, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Škorić A. (1991): Sastav i svojstva tla., Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Vidaček, Ž., Bogunović, M., Bensa, A. (2004.): Aktualno stanje zaštite tla u Hrvatskoj. *Gazophylacium* Vol. 9, 3/4, pp: 95-107

Vukadinović, V., Lončarić, Z, (1998.): Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek, Hrvatska.

Internet stranice:

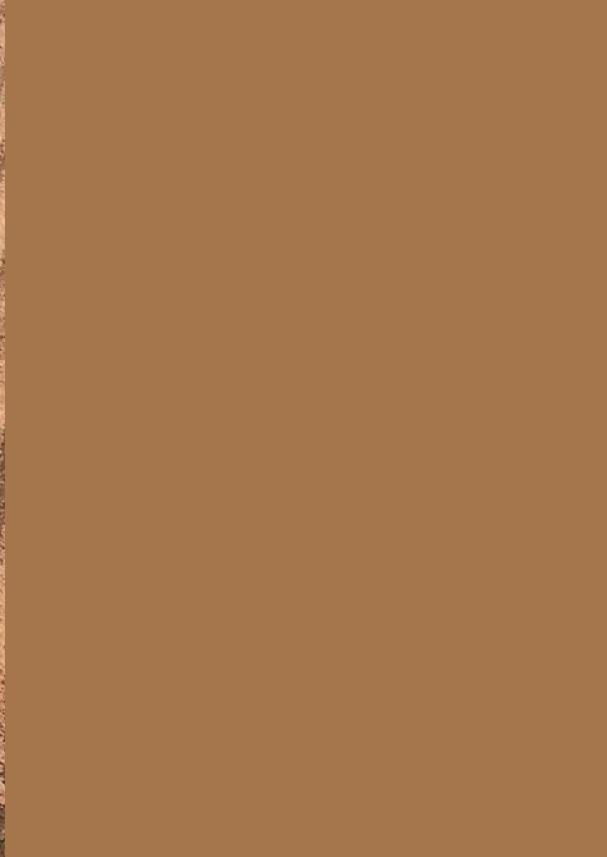
<http://www.inspection.gc.ca/food/fresh-fruits-and-vegetables/food-safety/sampling-fresh-fruit-and-vegetables/eng>

<http://hubcap.clemson.edu>

<http://www.dairyone.com>

<http://ianrpubs.unl.edu/pages/publicationD.jsp?publicationId=831>

<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/som/som.cfm>



Europsku uniju čini 28 zemalja članica koje su odlučile postupno povezivati svoja znanja, resurse i sudbine. Zajednički su, tijekom razdoblja proširenja u trajanju više od 50 godina, izgradile zonu stabilnosti, demokracije i održivog razvoja, zadržavajući pritom kulturalnu raznolikost, toleranciju i osobne slobode. Europska unija posvećena je dijeljenju svojih postignuća i svojih vrijednosti sa zemljama i narodima izvan svojih granica.

*Ova publikacija izrađena je uz pomoć Europske unije. Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost nositelja projekta i ni na koji se način ne može smatrati da odražava gledište Europske unije.*



Projekt financira Europska unija  
This project is funded by the European Union