

**UZROCI PROPADANJA TRAVNJAKA I  
UKRASNOG BILJA NA MEMORIJALNOM GROBLJU  
ŽRTAVA DOMOVINSKOG RATA – VUKOVAR**

**CAUSES OF LAWN AND ORNAMENTAL PLANTS DEGRADATION  
AT THE PATRIOTIC WAR MEMORIAL CEMETERY IN VUKOVAR**

**T. Čosić, L. Čoga, N. Potočić, Mirjana Herak Čustić,  
M. Poljak, M. Petek, Tea Horvat**

**SAŽETAK**

Provedena istraživanja imala su za cilj utvrditi razloge propadanja travnjaka i ukrasnog bilja na Memorijalnom groblju žrtava Domovinskog rata u Vukovaru. U tu svrhu otvorena su tri reprezentativna pedološka profila iz kojih su uzeti uzorci tla za fizikalne i kemijske analize te sedam prosječnih uzoraka tla u kojima su određena kemijska svojstva tla te biljno hranidbeni kapacitet tla. Određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla obavljeno je u Zavodu za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu standardnim analitičkim metodama.

Na temelju provedenih istraživanja fizikalno-kemijskih svojstava tla utvrđeni su značajni propusti u pripremi tla i uzgojnog supstrata za biljke. To se prvenstveno odnosi na slabu dreniranost tla što uzrokuje površinsko stagniranje oborinskih i drugih voda, zbog pojave nepropusnog sloja tla i zbijenost tla u vrijeme sušnog razdoblja. Također su utvrđena vrlo nepovoljna fizikalna i kemijska svojstva tla (visoka pH vrijednost), a relativno niski biljno-hranidbeni kapacitet tla.

Zbog vrlo slabe propusnosti tla, potrebno je postaviti sustav cijevne drenaže koji će omogućiti odvođenje suvišne vode u pojedinim razdobljima godine. Unošenjem većih količina organske tvari (treseta cca 4-5 L/m<sup>2</sup> i zrelog stajskog gnojiva cca 4-5 kg/m<sup>2</sup>) i pijeska te dobrim miješanjem s postojećim tlom, povećat će se propusnost, kapacitet tla za zrak i vodu i stabilnost strukture, a umanjit će se

specifična masa tla volumna i zbijenost tla. Povoljna pH reakcija tla za određenu kulturu može se postići unošenjem različitih količina treseta odgo-varajuće pH vrijednosti. Osnovnom gnojidbom s većim količinama mineralnih gnojiva, poglavito fosfornih, povećava se fond pristupačnih hraniva u tlu.

Ključne riječi: kemijska i fizikalna svojstva tla, organska i mineralna gnojiva, trava i ukrasno bilje.

#### ABSTRACT

The aim of the research was to find the reasons for lawn and ornamental plants degradation at the Patriotic War Memorial Cemetery in Vukovar. For this purpose, three representative pedological profiles were opened, from which soil samples were taken for physical and chemical analyses. Seven average soil samples were also taken for determining soil chemical properties and the plant nutrition capacity. Physical and chemical properties of the soil were analyzed in the Department of Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, by standard analytical methods.

Analyses of the soil physical and chemical properties revealed considerable oversights in the soil and substrate preparation for cultivation. This primarily applies to poor soil drainage, which caused surface retention of precipitation and other waters because of the formation of a soil layer impervious to water and compactness during the dry period. Excessively high soil reaction (pH value) was also recorded as well as a relatively low plant nutrition capacity.

Due to very poor soil permeability, a pipe drainage system should be installed to enable draining of surplus water that appears in some parts of the year. Higher amounts of organic matter (cca 4-5 L/m<sup>2</sup> peat and ca 4-5 kg/m<sup>2</sup> ripe manure) and sand well mixed with the existing soil will increase the soil permeability, air capacity and structure stability. Specific soil volume and compactness will also be reduced. Acid Lithuanian peat will lower the pH value, while higher mineral fertilizer (mainly phosphorus) rates will raise the levels of available nutrients in soil.

Key words: physical and chemical properties soil, organic and mineral manure, grass, ornamental plants.

UVOD

Provedena istraživanja imala su za cilj utvrditi razloge propadanja travnjaka i ukrasnog bilja te na temelju utvrđenih fizikalno kemijskih svojstava tla dati rješenje uređenja uzgojnog supstrata koji će osigurati normalan rast i razvoj trave i ukrasnog bilja na Memorijalnom groblju žrtava Domovinskog rata u Vukovaru.

Poznato je da se za uzgoj biljaka danas mogu koristiti različiti mediji, no tlo je još uvijek najvažniji trofazni disperzni sustav sastavljen od krute (mineralna i organska tvar), tekuće (vjerojatno najvažnija komponenta, jer jako utječe na ostala fizička i kemijska svojstva tla i procese koji se u njima zbivaju) i plinovite faze. Raščlanjivanjem pojedinih sustava uočava se vrlo heterogena, ali istovremeno i posve specifična građa tla koja se razlikuje od građe čvrstih stijena i njihovih troševina od kojih su tla nastala (Racz, 1981).

Ukrasne biljke na uzgoju u grobljima vrlo su različite i zahtijevaju specifične uvjete tla za uspješan rast i razvoj. Na grobljima se uzgaja vrlo veliki broj biljnih vrsta od lončanica, ljetnica, trava, grmova, bjelogoričnih i crnogoričnih stabala. Pri izboru vrsta često puta se naprave greške, koje se najčešće odnose na krivi odabir biljaka u odnosu na tlo, odnosno nepoznavanje potreba pojedinih biljnih vrsta za fizičkim i kemijskim svojstvima tla (teksturi i strukturi tla te reakcija tla) i njihovim zahtjevima za biljnim hranivima (organska tvar u tlu, količini pristupačnog dušika, fosfora, kalija, magnezija, aktivnog vapna i mikroelemenata).

Osim mineralnih tvari, koje po količini prevladavaju, čvrstu fazu tla čine i organske tvari (najčešće 1 do 10 %). Za organsku tvar (humus) možemo reći da je regulator plodnosti antropogenog tla. To se posebice odnosi na stvaranje povoljne strukture tla te reguliranje vodozračnih odnosa. Humus je izvor biljnih hraniva i stimulator rasta i izvor je energije za mikroorganizme tla. Humus je rezerva hraniva vezanih u organskom obliku koja nakon mineralizacije postaju biljci pristupačna. Povećanje i održivost plodnosti tla u uskoj je svezi sa sadržajem i prometom organske tvari u tlu. Za biljke je najpovoljniji oblik humusa tzv. blagi ili zreli humus uskog C:N odnosa 20-25:1 i bogat raznim hranivima Anić (1973). Butorac (1999) navodi da minimalni sadržaj humusa, koji bi se trebao nalaziti u tlu, iznosi 1 do 2 % da bi se spriječilo stvaranje pokorice na tlima koja su toj pojavi sklona. Viša razina organske tvari korespondira s većim kapacitetom tla za vodu.

Hohnke (1968) kaže, citat Butorac (1999), da humus u prosjeku sadrži lignina do 45 %, aminokiselina do 35 %, ugljikohidrata do 11 %, celuloze do 4 %, masti, voskova i smola do 3 % te ostalih tvari do 6 %. Organska tvar tla izvor je najvećeg dijela dušika za biljku, zatim fosfora, čak do 60 %, sumpora vjerojatno do 80 %, a od mikroelemenata gotovo svega bora i molibdena.

Od kemijskih svojstava tla posebno važno mjesto pripada reakciji tla (pH) jer značajno utječe na pristupačnost biogenih elemenata. Tako Finck (1982) navodi da je pH od 5,5 do 6,0 najpovoljniji za većinu ukrasnog bilja, a za trave pH od 5,5-6,5. Isti autor navodi da većina drveća više voli pH od 5,0-5,5 ovisno o tome radi li se o pjeskovitom ili glinovitom tlu. Autor također navodi da je za *Piceu abies* optimalno 4,5-5,5. Iste podatke potvrđuje Kelly (2004) koji za *Juniperus* sp. iznosi pH 5,5-6,5 kao poželjan, a za *Buxus* sp. 6,5-7,5.

Dušik se u tlu nalazi u različitim oblicima. Tako se prema Mengel i Kirkby (1987) 95 do 98 % dušika nalazi u organskom, a 2 do 5 % u anorganskom obliku. Biljkama je dušik pristupačan u  $\text{NO}_3^-$  (nitratni ion) i  $\text{NH}_4^+$  (amonijski ion) iz otopine tla. Za razliku od ostalih makrohraniva u tlu se ne mogu stvoriti veće rezerve mineralnog dušika. Sadržaj nitratnog dušika u tlu iznosi samo nekoliko miligrama na 100 g tla jer je on vrlo lako topljiv, mobilan i ne veže se na koloide tla te se lako ispiru, posebice u humidnim područjima (Nielsen i MacDonalds, 1978). Amonijevi ioni vežu se na adsorpcijski kompleks tla i višeslojne minerale gline i ne ispiru se, zbog čega njihov sadržaj tijekom godine znatno manje oscilira u odnosu na sadržaj nitratnih iona.

Fosfor je vrlo važan biogeni element kojem je izvorište u tlu. Spada u «glavna hraniva». Za intenzivan rast biljaka često ga u tlu nema u dovoljnim količinama. Ima važnu ulogu u fiziološko-biokemijskim procesima biljaka. Sastojak je fosfadida, nukleinskih kiselina, nukleotida, enzima.

Značajan izvor fosfora za biljku predstavlja organska tvar u tlu (ukoliko je viša od 2 %). Mineralizaciju organske tvari obavljaju bakterije tla i uz djelovanje enzima fosfataze, kojeg stvaraju mikroorganizmi tla.

Biljci pristupačan fosfor dolazi iz labilnog «*poola*», a to su lako topljivi fosfati i fosfatni ioni adsorbirani u zamjenjivom obliku. U odnosu na dušik, kod kojeg dolazi do stalnog kruženja iz slobodnog u vezani oblik, u fosfora prevladava ireverzibilni proces (Mengel i Kirkby, 1987). Naime, on se nagomilava u heterotrofnim organizmima, najviše u kostima i tu ostaje u spojevima. Najveći je problem ugrađivanja fosfora u ljudske kosti čime je povratni krug praktički prekinut. Zbog toga bi od tri glavna hraniva fosfor najprije mogao postati kritičan element za uzgoj biljaka u budućnosti.

Temeljni čimbenik koji određuje pristupačnost fosfora za biljku je reakcija tla (Mengel i Kirkby, 1987). Što je pH vrijednost niža, to je veza između fosfatnog iona i adsorpcijskog kompleksa čvršća, odnosno pristupačnost fosfora biljci manja. Pored toga, u kiselim tlama fosfor prelazi u teško topljive željezne, manganove i aluminijeve fosfate, dok u karbonatnim tlama fosfor u prisutnosti kalcijevih iona prelazi u teško topljive dikalcijeve, a s vremenom i u tetrakalcijeve fosfate. Pristupačnost fosfora biljci ovisi i o vlažnosti tla i brzini obnavljanja fosfatne kiseline u vodenoj fazi tla (Mengel i Kirkby, 1987).

Kalij je vrlo važno biljno hranivo unatoč tome što nije sastavni dio organske tvari. Biljke ga trebaju u velikim količinama tako da je on često dominantan ion u biljci. Njegova fiziološka uloga u biljci je raznovrsna. Prema Bergmannu (1992) kalij ima važnu ulogu pri gospodarenju biljke vodom, smanjuje transpiraciju, potreban je za tvorbu ATP-a i aktivira čak 40 različitih enzima, pospješuje fotosintezu, poboljšava kakvoću priroda i otpornost biljaka na bolesti i stres. Biljke ga intenzivno usvajaju tijekom vegetacijskog razvoja.

Rezerve kalija u tlu su velike, kreću se od 0,2 do 0,3 % pa čak do 7 %. Kalija ima u otopini tla u niskoj koncentraciji (od 1 do 10 % od izmjenjivog kalija), zatim dolazi vezan u izmjenjivu obliku na adsorpcijskom kompleksu tla, te se nalazi u teško pristupačnom obliku za biljku vezan u kristalnoj rešetki raznih primarnih i sekundarnih minerala. Pristupačnost kalija biljci ovisi o obliku u kojem se kalij nalazi u tlu. Kalij iz otopine tla, kao i onaj s adsorpcijskog kompleksa biljci su pristupačni, dok je pristupačnost kalija fiksiranog u međulamelamim prostorima sekundarnih minerala gline ovisna o vlazi tla. Kalija vezanog u izmjenjivom obliku ima obično više u glinenim, a manje u pjeskovitim tlama. Organski vezanog kalija u tlu ima malo.

Valja istaknuti da se količina raspoloživog kalija mijenja tijekom vegetacije ovisno o klimatskim uvjetima, pedodinamskim procesima u tlu, agrotehničkim zahvatima, napose gnojidbi, vrsti biljke itd. Dinamika kalija u tlu i intenzitet njegove fiksacije neposredno ovise o količini, svojstvima i vrsti minerala gline. Fiksacija je jača u oraničnom sloju, jer je podvrgnut alternativnom sušenju i vlaženju. Intenzitet fiksacije kalija raste od teksturno lakših prema teškim glinovitim tlama. Zahvaljujući fiksaciji i defiksaciji kalij se minimalno ispiri iz tla, osim u lakim pjeskovitim tlama s vrlo slabom snagom adsorpcije i u humidnoj klimi s prevladavajućim descendentnim tokovima, gdje može doći do značajnog gubitka kalija ispiranjem.

Do nedostatka kalija najčešće dolazi na lakim pjeskovitim tlima, zatim u teškim glinovitim tlima s izraženom fiksacijskom sposobnošću ili tlima koja imaju suvišak kalcija ili magnezija jer su oni antagonisti kalija. Manjak kalija u tlu česta je pojava jer ga biljke iznose u velikoj količini pa je gnojidba kalijem redovna agrotehnička mjera.

## METODIKA ISTRAŽIVANJA

### Terenska istraživanja

Nakon pregleda terena i uočavanja propadanja pojedinog ukrasnog bilja na groblju (slike 1, 2 i 3) otvorili smo tri reprezentativna pedološka profila i uzeli po sedam prosječnih uzoraka tla iz oraničnog (0-30 cm) i podoraničnog sloja (30-60 cm).



*Slika 1. Sušenje Picea abies*

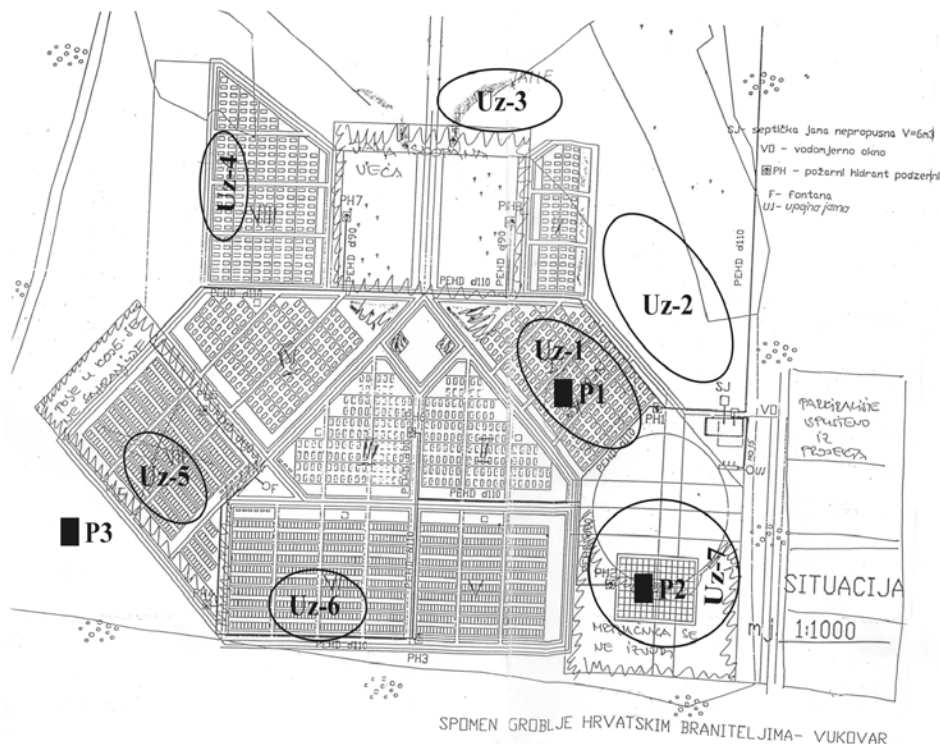


*Slika 2. Sušenje Juniperus sp.*



*Slika 3. Sušenje Buxus sp.*

Raspored profila i prosječnih uzoraka prikazan je na skici groblja (skica 1).



Skica 1. Raspored profila i prosječnih uzoraka uzetih na Memorijalnom groblju žrtava Domovinskog rata u Vukovaru

### Laboratorijska istraživanja

Uzorci tla uzeti u neporušenom stanju za određivanje hidropedoloških svojstava odmah su po dopremi u laboratorij saturirani vodom i obrađeni. Za potrebe određivanja dijela fizikalnih svojstava tla, zrakosuhi uzorci tla uzeti u porušenom stanju prosijani su kroz sito promjera 0,2 i 2 mm i pospremljeni do obrade.

Priprema uzoraka tla za određivanje kemijskih svojstava i biljno-hranidbenog kapaciteta tla obavljena je klasičnim putem koji obuhvaća sušenje, mljevenje tla u električnom mlinu i prosijavanje.



Za određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava tla korištene su standardne metode (Priručnik JDPZ, 1971.):

- mehanički sastav tla određen je metodom s Na-pirofosfatom, a klasifikacija i razvrstavanje tala prema testuri obavljeno je prema američkoj klasifikaciji (Soil Survey Staff, 1951),
- ukupni porozitet, apsolutni kapacitet za zrak i retencijski kapacitet tla za vodu prema metodi Gračanina,
- specifična gustoća volumna pomoću cilindara,
- specifična gustoća čvrstih čestica prema metodi Gračanina,
- reakcija tla u suspenziji s vodom i 1 M KCl-om potencijometrijski na pH-metru s kombiniranom elektrodom "Iskra",
- količina humusa po metodi Tjurina,
- količina pristupačnog fosfora i kalija prema metodi Egner-Riehem-Domingo, fosfor je očitana na spektrofotometru PYE UNICAM 8600 UV/VS, a kalij plamen-fotometrijom, na Plamenfotometru Ma 6,
- ukupni karbonati određeni su Scheiberovim kalcimetrom.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na temelju terenskih (mikroreljefa, morfoloških karakteristika i stratigrafije tla) i laboratorijskih istraživanja (fizikalna i kemijska svojstva tla), uz uvažavanje postojeće klasifikacije tala (Škorić, 1986), tla Memorijalnog groblja žrtava Domovinskog rata u Vukovaru mogu se svrstati u klasu tehnogenih tala s vrlo nepovoljnim fizikalnim i kemijskim svojstvima.

### **Mehanički sastav tla u profilima**

Rezultati istraživanja mehaničkog sastava tla prikazani su na tablicama 1, 2 i 3.

Na temelju rezultata mehaničke analize razvidno je da se radi o tlima relativno homogene stratigrafske građe. U svim analiziranim profilima, po cijeloj dubini dominira praškasta ilovača, osim u profilu P-1, gdje je na dubini 80-100 cm utvrđena praškasto-glinasta ilovača. Visoki udio čestica krupnog i sitnog praha čini ova tla nestabilnim, slabo propusnim za vodu i sklonim zbijanju. Glede mehaničkih svojstava tla, tlo je vrlo nepovoljno za uzgoj čak i trave, a posebice višegodišnjeg ukrasnog bilja i drveća.



Slika 4. Profil 1 (P-1)

Slika 5. Profil 2 (P-2)

Slika 6. Profil 3 (P-3)

Tablica 1. Mehanički sastav tla u profilu P-1

Table 1. Soil mechanical composition in profile P-1

Dubina cm	% čestica u mm					Teksturna oznaka*
	2,0-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
0-30	0,7	36,5	60,8	0,9	1,1	PrI
30-50	0,3	1,8	47,6	27,9	22,4	PrI
50-80	0,2	0,6	46,9	29,5	22,8	PrI
80-100	0,0	0,3	43,2	29,5	27	PrGI

\*PrI - praškasta ilovača; PrGI - praškasto glinasta ilovača

Tablica 2. Mehanički sastav tla u profilu P-2

Table 2. Soil mechanical composition in profile P-2

Dubina cm	% čestica u mm					Teksturna oznaka*
	2,0-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
0-30	0,6	2,4	47,1	27,8	22,1	PrI
30-60	0,1	0,3	46,6	27,7	25,3	PrI
60-90	0,2	2,9	47,1	33,3	16,5	PrI
90-120	0,3	2,1	53,6	31,8	12,2	PrI

\*PrI - praškasta ilovača

Tablica 3. Mehanički sastav tla u profilu P-3  
 Table 3. Soil mechanical composition in profile P-3

Dubina cm	% čestica u mm					Teksturna oznaka*
	2,0-0,2	0,2-0,05	0,05-0,02	0,02-0,002	<0,002	
0-30	0,1	0,3	46,1	32,1	21,4	PrI
30-60	0,2	0,7	48,6	30,3	20,2	PrI
60-90	0,3	2,4	49,1	27,2	21	PrI
90-120	0,1	0,2	48,2	28,2	23,3	PrI

\*PrI - praškasta ilovača

### Fizikalna svojstva tla

Fizikalna svojstva tla prikazana su na tablici 4.

Tablica 4. Fizikalna svojstva tla  
 Table 4. Soil physical properties

Oznaka profila	Dubina cm	Volumen pora	Kz	Kv	Stv	Stp	K ms-1
		%	% vol.	gcm-3			
P-1	30-35	38,0	4,0	34,0	1,65	2,68	1,22x10-5
		41,0	4,0	37,0	1,57	2,65	1,22x10-5
	55-60	39,0	4,0	35,0	1,64	2,69	1,22x10-5
		38,0	3,0	35,0	1,66	2,66	2,04x10-5
P-2	30-35	32,0	1,0	31,0	1,84	2,7	1,22x10-5
		34,0	2,0	32,0	1,8	2,72	1,22x10-5
		36,0	2,0	34,0	1,71	2,68	1,22x10-5
P-3	5-10	45,0	4,0	38,0	1,45	2,64	1,22x10-5
		44,0	3,0	38,0	1,5	2,69	1,63x10-5

Poznavanje ukupnog poroziteta tla kao i odnosa između makro i mikropora u tlu od iznimne su važnosti za ukupnu plodnost tla, tj. za sagledavanje problema u rastu i razvoju korijenovog sustava, kao i ishrane pojedinih kultura. Pore u tlu predstavljaju slobodne prostore između agregata tla i unutar njih. Za ocjenu poroznosti nekoga tla treba poznavati više parametara, kao što su: ukupna količina pora, sadržaj pojedinih kategorija pora po veličini, njihov oblik i

raspored po dubini profila. Odnosno, moramo znati jesu li pore povezane i prohodne ili isprekidane. Jedino se na osnovi svih tih podataka može dobiti pouzdan odgovor o tome što su zapravo uzroci povoljne ili nepovoljne propusnosti tla za vodu i vodozračnih odnosa u tlu.

Usporede li se utvrđene vrijednosti ukupnog poroziteta u analiziranim profilima (tablica 4) s općom ocjenom poroznosti tala razvidno je da se radi o malo poroznim tlima. Najmanji ukupni porozitet tla utvrđen je u profilu P-2. Ukupni porozitet u profilu P-1 kreće se u rasponu od 38 do 41 % volumnih (malo porozna tla), a u profilu P-3 od 44-45 % volumnih, što se nalazi na granici slabo poroznih i poroznih tala.

U odnosu na ukupni porozitet tla znatno veći utjecaj na rast i razvoj korijenovog sustava ima odnos između makro i mikropora. Poznato je da su najbolja ona tla koja imaju 45 do 60 % volumnih postotaka ukupnih pora, te približno jednaku količinu krupnih, srednjih i sitnih pora, koje imaju različitu funkciju u tlu. Na temelju utvrđenih vrijednosti kapaciteta tla za vodu analizirana se tla mogu svrstati u klasu tala s malim do osrednjim kapacitetom za vodu. Najmanji kapacitet tla za vodu (34 -36 % vol.) utvrđen je u profilu P-2, a najveći (38 -39 % vol.) u profilu P-1.

U terestričkim tlima, količina vode koja je ostala u mikroporama odgovara poljskom kapacitetu tla za vodu, a količina zraka u makroporama odgovara kapacitetu tla za zrak (Kz) ili efektivnoj poroznosti tla. Prema kriterijima ocjene tla za kapacitet za zrak većina autora navodi da Kz ispod 5 % vol. ukazuje na anaerobne uvjete i slabu propusnost tla za vodu. Kapacitet tla za zrak od 5-10 % je problematičan, dok su količine zraka od 10 do 15 % zadovoljavajuće.

Analizirana tla imaju vrlo mali kapacitet tla za zrak. Manji kapacitet tla za zrak od 10 % volumnih smatra se kritičnom granicom zbog prestanka difuzije plinova i smanjenja hidrodinamičke propusnosti tla za zrak, što ima za posljedicu slabiji rast i razvoj korijenovog sustava. U tlu postoji stalna tendencija povećanja količine ugljičnog dioksida na račun smanjivanja količine kisika. Do tih promjena dolazi zbog procesa disanja biljnog korijenja i mikroorganizama u tlu, zatim mineralizacije organske tvari i drugih oksidacijskih procesa u tlu. Navedenu konstataciju najbolje potkrepljuje prestanak rasta korijena trave u dubinu, veću od 5-10 cm zbog vrlo malog kapaciteta tla za zrak.

Na temelju rezultata specifične gustoće tla (prave i volumne) razvidno je da se radi o vrlo velikoj gustoći, što je vrlo nepovoljno za rast i razvoj biljaka. Ona je posebice velika u profilu P-2, nešto malo manja u profilima P-1 i P-3.

Zbog velike specifične mase tla nije moguć intenzivan uzgoj drvenastih kultura i ukrasnog grmlja, pa čak i trave a da se ono ne popravi unošenjem većih količina kiselog treseta, hoblovine i zrelog stajskog gnojiva.

Propusnost tla za vodu složen je proces, koji se u prirodi odvija u nekoliko faza. Tlo prima dio oborinske vode upijanjem ili infiltracijom, nakon čega dolazi do filtracije, vertikalnog i bočnog procjeđivanja. Brzina vode kroz tlo ovisi o propusnosti horizonata ili geoloških naslaga, te o njihovoj debljini. Zastoj vertikalnog i bočnog kretanja vode u tlu nastaje kada voda naiđe na nepropusne slojeve. Prema brojnim istraživanjima utvrđena je vrlo jaka i pozitivna korelacija između propusnosti tla za vodu i kapaciteta tla za zrak, te jaka ali negativna veza sa zbijenošću tla. To je logično jer većem Kz odgovara veća količina drenažnih makropora, dok povećanjem zbijenosti tla opada poroznost i propusnost tla za vodu. Analizirana tla su vrlo slabo propusna.

### Kemijska svojstva tla

Rezultati kemijskih svojstava tla prikazani su na tablici 5, a prosječnih uzoraka na tablici 6.

Tablica 5. Kemijska svojstva tla iz profila  
Table 5. Chemical properties of profile soil

Oznaka profila	Dubina cm	pH		%		mg/100 g		%
		H <sub>2</sub> O	1MKCl	humusa	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
P-1	0-30	8.79	8.41	0.78	0.03	4.40	6.80	6.17
	30-50	8.35	7.51	1.03	0.04	0.50	12.80	11.11
	50-80	8.13	7.21			0.50	14.00	9.46
	80-100	7.44	6.54			1.80	13.50	
P-2	0-30	8.18	7.12	2.07	0.09	7.50	18.70	4.94
	30-60	7.89	6.83	0.83	0.04	1.10	14.00	
	60-90	8.28	7.80			2.00	8.90	20.16
	90-120	8.53	7.62			0.50	7.60	19.75
P-3	0-30	8.05	7.27	2.47	0.11	3.10	25.00	4.53
	30-60	8.22	7.35	1.67	0.09	10.40	18.00	7.82
	60-90	8.15	7.33			14.60	23.50	5.76
	90-120	7.24	6.36			1.70	13.00	

Na temelju rezultata kemijskih analiza, razvidno je da se radi o tlu alkalne reakcije, slabo do vrlo slabo humoznom tlu, vrlo slabo opskrbljenom ukupnim dušikom i pristupačnim fosforom po cijeloj dubini profila, osim u dubljim slojevima profila P-3 (30-90 cm) gdje je razina pristupačnog fosfora umjerena.

Razina pristupačnog kalija za biljku uglavnom je umjerena do dobra, osim u površinskom sloju profila P-1 (nasipano tlo) i u dubljim slojevima (60-120 cm) profila P-2, gdje je niska.

Na koncu razmatranja mehaničkog sastava, fizikalnih i kemijskih svojstava tla iz profila možemo zaključiti da je zbog nepovoljnih fizikalno-kemijskih svojstava tla potrebno izvršiti kvalitetnu pripremu tla. To podrazumijeva korekciju nepovoljnih vodozračnih odnosa u tlu. U svrhu popravka fizikalnih svojstava tla potrebno je izvršiti dubinsko rahljenje tla do dubine 60-120 cm uz unošenje većih količina organske tvari. Na dijelovima, gdje postoji opasnost od stagniranja vode potrebno je postaviti drenažu.

Tablica 6. Kemijska svojstva tla prosječnih uzoraka  
Table 6. Chemical properties of average soil samples

Oznaka uzorka	Dubina cm	pH		%		mg/100 g		%
		H <sub>2</sub> O	1MKCl	humusa	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
uz-1, oko profila P1	0-30	8.25	7.62	1.21	0.06	2.72	21.00	6.99
uz-1, oko profila P1	30-60	8.09	7.37	1.53	0.07	1.30	11.40	9.46
uz-2, desno od ulaza	0-30	8.16	7.56	2.24	0.09	2.70	19.50	9.05
uz-2, desno od ulaza	30-60	8.32	7.44	1.93	0.08	0.80	9.80	6.99
uz-3, iznad križeva	0-30	8.30	7.56	1.22	0.05	1.00	17.00	19.34
uz-3, iznad križeva	30-60	8.27	7.59	0.95	0.04	0.80	8.90	17.27
uz-4, aleja nepokopanih	0-30	8.42	7.82	0.90	0.03	0.90	16.70	7.82
uz-4, aleja nepokopanih	30-60	8.14	7.50	1.22	0.04	0.50	8.00	6.2
uz-5, oko profila P3	0-30	8.25	7.28	2.38	0.1	0.70	16.70	9.46
uz-5, oko profila P3	30-60	8.20	7.48	2.07	0.09	0.40	11.00	16.87
uz-6, groblje civila	0-30	8.39	7.46	1.34	0.06	0.80	22.50	8.64
uz-6, groblje civila	30-60	8.51	7.59	1.07	0.04	0.60	9.40	9.05
uz-7, oko profila P2	0-30	8.45	7.67	0.90	0.04	1.20	28.50	13.98
uz-7, oko profila P2	30-60	8.35	7.66	0.76	0.03	1.30	10.20	9.05

Na temelju rezultata kemijskih analiza prosječnih uzoraka tla razvidno je da su ona alkalne reakcije koja nije najprikladnija za intenzivan uzgoj većine vrsta ukrasnog bilja i drvenastih kultura. Naime, na tlima alkalne reakcije smanjena je topljivost i pristupačnost biljci svih mikroelemenata osim molibdena, a može doći i do smanjene pristupačnosti i nekih makroelemenata, posebice fosfora.

Razina humusa u oraničnom sloju prosječnim uzorcima tla varira u rasponu od 0,90 -2,38, a u podoraničnom sloju od 0,76 -2,07 %. Dakle, razina humusa varira uglavnom u klasi vrlo slabe i slabe opskrbljenosti, a imajući u vidu njegovu izuzetnu važnost u tlu, smatramo da analizirano tlo nije dostatno opskrbljeno humusom za intenzivan uzgoj trave, ukrasnog grmlja i drvenastih kultura. Svjesni smo i činjenice da je razinu organske tvari u tlu vrlo teško povećati, posebice unošenjem stajskog gnojiva, jer ga je vrlo malo na tržištu. Međutim, sugeriramo da razinu humusa u tlu treba povećati pod svaku cijenu unošenjem većih količina zrelog stajskog gnojiva (najmanje 5-6 kg/m<sup>2</sup>) i kiselog treseta (najmanje 4 -5 L/m<sup>2</sup>).

Sadržaj ukupnog dušika varira u granicama vrlo niske opskrbljenosti. Razvidno je da mu sadržaj s dubinom tla opada, što je i logično, imajući u vidu da se 95-98 % dušika u tlu u pričuvi nalazi u organskoj tvari (humus). Međutim, ukoliko se unesu preporučene količine organskih gnojiva, razina ukupnog dušika u tlu će se značajnije povećati.

Razina fosfora u svim analiziranim prosječnim uzorcima veoma je niska. Bez obzira na to što u brojnim istraživanjima kod drvenastih kultura najčešće nije utvrđena jača korelacijska veza između sadržaja fosfora u tlu i njegove razine u biljci, ipak smatramo da istraživano tlo nije dostatno opskrbljeno fosforom za intenzivan uzgoj trave, ukrasnog grmlja i drveća. Stoga, pri pripremi tla za sadnju novog i pri zamjeni stradalog bilja tlo treba pognojiti većim količinama fosfora, odnosno melioracijskom gnojivom treba dodati najmanje 700-800 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, odnosno 70-80 g/m<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tamo gdje se budu sadila pojedinačna stable, a duboka obrada tla nije moguća.

Glede kalija, možemo konstatirati da je njegova razina u analiziranim prosječnim uzorcima dobra do visoka, te da ovom hranivu ne treba posvećivati posebnu pozornost.

Sadržaj ukupnog vapna u analiziranim tlima je umjeren do povišen i uz alkalnu reakciju tla sigurno nepovoljno utječe na primanje željeza u biljaka osjetljivijih na vapno.

**ZAKLJUČCI I PREPORUKA ZA RAD**

Na temelju rezultata istraživanja (fizikalnih i kemijskih analiza tla), te opažanja prilikom terenskih istraživanja mogu se izvesti zaključci i dati preporuke za sanaciju postojećeg stanja. Utvrđeno je da se ovdje radi o slabo poroznom tlu te se stoga mogu očekivati veliki problemi sa stagniranjem oborinskih voda. Kapacitet tla za zrak (Kz) u svim je profilima vrlo malen, što je vrlo nepovoljno za rast i razvoj korijenja biljaka. Kapacitet tla za vodu (Kv) je malen, posebice u profilu P-2, što je također vrlo nepovoljno. Gustoća tla volumna (Stp) i prava (Stv) velika je u svim profilima i vrlo nepovoljna za rast trave i ukrasnog bilja. Propusnost tla za vodu u svim profilima vrlo je mala. Svi prosječni uzorci tla alkalne su reakcije koja nije najpovoljnija za ishranu bilja. Analizirano tlo uglavnom spada u klasu vrlo slabo i slabo humoznog, a razina organske tvari nedostatna je za uspješan uzgoj ukrasnog bilja. Razina pristupačnog fosfora vrlo je niska i zasigurno predstavlja jedan od ograničavajućih čimbenika uspješnog uzgoja većine ukrasnog bilja. Razina pristupačnog kalija uglavnom je dobra do visoka, te kalijem nije potrebno gnojiti. Dapače, svako daljnje povećanje njegove koncentracije u tlu može djelovati nepovoljno na primanje magnezija.

Zbog vrlo slabe propusnosti tla za vodu, potrebno je postaviti sustav cijevne drenaže, koji će omogućiti odvođenje suvišne vode. Unošenjem većih količina organske tvari (treseta cca 4-5 L/m<sup>2</sup> i zrelog stajskog gnojiva cca 4 -5 kg/m<sup>2</sup> ili hoblovine) i pijeska, te dobrim homogeniziranjem s postojećim tlom, povećat će se propusnost, kapacitet tla za zrak i vodu i stabilnost strukture, a smanjit će se specifična težina volumna i zbijenost tla. Propadanje sve tri navedene vrste (*Picea abies*, *Juniperus* sp. i *Buxus* sp.) između ostaloga uzrokovano je i previsokom reakcijom tla, pa će unošenje značajnih količina kiselog treseta pored povećanja količine organske tvari sniziti i reakciju tla. Osobito je to značajno za rod *Picea* čiji je optimalni pH 4,5-5,5. Osnovnom gnojidbom većim količinama mineralnih gnojiva, poglavito fosfornim (oko 70 grama P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/m<sup>2</sup>), povećat će se fond pristupačnih hraniva u tlu.

## LITERATURA

- Anić, Jelka** (1973): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet, Zagreb.
- Bergmann W.** (1992): Nutritional Disorders of Plants, Development, Visual and Analytical Diagnosis, Gustav Fisher Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Butorac A.** (1999): Opća agronomija, Školska knjiga, Zagreb.



- Finck A.** (1982): *Fertilizers and Fertilization, Introduction and Practicae Guide to Crop Fertilization*, Weinhei – Deerfield Beach, Florida – Basel.
- Kelly J.** (2004): *The Gardener's Guide to Trees & Shrubs*, A David & Charles Book, Devon.
- Mengel K. i Kirkby E. A.** (1978): *Principles of Plant Nutrition*, 4th Edition, International Potash Institute Bern, Switzerland.
- Nielsen D. R. i MacDonald J. G.** (1978): *Nitrogen in the Environment*, Vol. 2, Soil Plant Nitrogen Relationship, Academic Press London, New York, San Francisco.
- Racz Z.** (1981): *Meliorativna pedologija*, II. dio, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.
- Škorić A.** (1986): *Postanak, razvoj i sistematika tla*, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb.

Adresa autora – Authors' addresses

Prof. dr. sc. Tomislav Ćosić

Dr. sc. Lepomir Čoga

Prof. dr. sc. Mirjana Herak Ćustić

Prof. dr. sc. Milan Poljak

M. Petek

Tea Horvat

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za ishranu bilja

Svetošimunska cesta 25

10 000 Zagreb, Hrvatska

N. Potočić

Šumarski institut

Cvjetno naselje 41, p.p. 40

10 450 Jastrebarsko

Primljeno – Received:

12. 03. 2005.