

Vrbek Boris<sup>1</sup>, Pilaš Ivan<sup>1</sup>

## PRILOG POZNAVANJU TALA ŠTIROVAČE NA VELEBITU

### CONTRIBUTION ON KNOWLEDGE OF ŠTIROVAČA SOILS ON VELEBIT

#### SAŽETAK

Na području Štirovače na Velebitu pristupilo se istraživanju fiziografskih značajki tala kao i njihovoj sistematskoj pripadnosti. Na većem dijelu istraživa-  
nog područja rasprostranjeni su prema geološkim podacima vapnenci i dolomiti,  
brečokonglomerati i tufitični klastiti. Najrasprostranjenije tlo je smeđe tlo na do-  
lomitima i vapnencima, crnice na vapnencima, kisela smeđa tla te smeđa podzo-  
lasta tla. U manjem dijelu Štirovače prevladavaju koluvijalna tla koja su nastala  
recentnim premještanjem zemljišnog materijala tijekom jačih bujičnih vodotoka  
te pod djelovanjem leda i snijega, i lesivirana tla koja su na zaravnjenim dubokim  
matičnim supstratima te u vrtačama. Ovisno o litološkoj podlozi na području Šti-  
rovače, tla su kisela (distrično smeđa tla, smeđa podzolasta, podzoli i luvisoli) i  
neutralna do alkalična (smeđa tla na vapnencima i dolomitima, crnice na vapnen-  
cima rendzine i eutrično smeđe tlo).

**Ključne riječi:** Tipovi tala, Štirovača, Velebit

#### UVOD

##### INTRODUCTION

„Između središnjeg i istočnog grebena srednjeg Velebita, u njegovoj sjevernoj  
polovini, nalazi se golema udolina koritastog oblika, koja počinje ispod Mrkvišta i  
pruža se na jug sve do Sundeža u dužinu od približno 8 km. Ovo uzdužno kraško  
polje, zatvoreno sa svih strana strmim pošumljenim gorskim kosama, predstavlja  
posebnu regiju kojoj nema slične na čitavom Velebitu. Na njenom ravnom dnu,

---

<sup>1</sup> Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska, e-mail: borisv@sum-  
ins.hr

koje se mjestimično širi više od 1 km, nalazi se jedna od najljepših crnogoričnih šuma, kako po rasprostranjenosti tako i po razvijenosti pojedinih stabala. Usred te guste šume nalazi se nekoliko većih proplanaka pokrivenih bujnom travom, koji svojom izoliranošću, tišinom i posebnim ugođajem čine zaseban svijet ovijen romantikom planinske prirode.“ Poljak (1969).

Istraživanje Štirovače na Velebitu već je davno prije zainteresiralo šumarsku struku, no do sada nisu detaljnije rađena pedološka istraživanja. Među prvim radovima u istraživanju tala ovog područja djelomično nalazimo podatke objavljene u radovima Šumarskog instituta, Jastrebarsko (Cestar i dr 1977). Istraživanja su se odnosila samo na dio područja kroz koje je prolazio profil Štirovača-Lešće. Nešto detaljniji pedološki radovi obavljani su u sklopu Osnovne pedološke karte 1:50000 Senj 3 (Vranković, 1979). U sklopu tipologije šuma vršena su pedološka istraživanja i na nekoliko trajnih pokusnih ploha. U dijelu Štirovače na području uprave šuma Senj šumarije Krasno kao i cijelo područje Štirovače u Nacionalnom parku „Sjeverni Velebit“ započeto je sustavno istraživanje tala tijekom 2006. godine.

## MATERIJAL I METODE

### MATERIAL AND METHODS

Iz pedoloških jama iz genetskih horizonata uzimani su uzorci tala za analizu fizikalnih i kemijskih svojstava i određeni su tipovi tala na 12 lokaliteta. Obavljeno je također 36 opažanja pomoću prikopki dubine do 60 cm i provjera dubine tla



Slika 1. Štirovača na Velebitu  
*Figure 1 Štirovača on Velebit*

holandskim svrdlom gdje je to bilo moguće. Prilikom istraživanja korišteni su podaci istraživanja Šumarskog instituta (Cestar i dr.1977) te osnovne pedološke karte OPK 1:50000 list Senj 3 (Vranković 1974).

U laboratoriju Šumarskog instituta urađene su sljedeće analize:

- reakcija tla elektrometrijski u H<sub>2</sub>O i M-KCl
- kvantitativni sadržaj karbonata Scheiblerovim kalcimetrom u slučaju kada je pH u H<sub>2</sub>O bio veći od 7
- sadržaj humusa određen je metodom Tjurina
- ukupni dušik određen je metodom po Kjeldahu
- sadržaj fiziološki aktivnog fosfora i biljkama pristupačnog kalija određen je po metodi Al, tj. ekstrakcijom amonij-laktat-octenom kiselinom
- mehanička analiza pipet-metodom; priprema u Na-pirofosfatu
- sadržaj teških metala određen je na atomsko-apsorpcijskom spektrofotometru AAS Perkin Elmer 3110, metodom Brune-Ellinghaus (1981), ekstrakcijom sa 2N HCl. Teški metali utvrđivali su se u površinskom horizontu tla na 11 lokaliteta.

## REZULTATI

### RESULTS

Prema hidrogeološkim istraživanjima područja Štirovače (Pavičić i dr. 2003) i prema osnovnoj geološkoj karti 1:100.000 (Velić i dr. 1974) u užem dijelu Štiro-

Tablica 1. Popis pedosistematskih jedinica (prema Martinović 1997)  
*Table 1 Soil types list (according Martinović 1997)*

Tip	Podtip	Varijetet	Forma
Rendzina	Na dolomitu	Karbonatna Posmedena	Laka glina
Vapneno-dolomitna crnica (Kalkomelanosol)	Organomineralna Organogena Posmedena	Litična Skeletno koluvijalna	Molična
Koluvij	Eutrični Distrični Karbonatni	S prevagom detritusa stijena S prevagom sitnice tla	Laka glina
Smede tlo na vapnencu i dolomitu (Kalkokambisol)	Tipično Ilimerizirano	Na dolomitu Na vapnencu	Plitko Srednje duboko
Kiselo smeđe (Distrični kambisol)	Tipično Lesivirano Humusno Podzolirano	Na pješčenjacima	Srednje dub. Duboko
Eutrično smeđe	Na klastitima	Tipično Lesivirano	Laka glina
Smeđe podzolasto (Brunipodzol)	Na kiselim silikatnim stijenama	Litično Regolitično	Srednje duboko Duboko
Podzol (Podzol)	Vlažni (hidromorfni)	Prema debljini E horizonta: slabi (< 10 cm), umjereni (10-20 cm) i jaki (> 20 cm)	Na kvarcnim pješčenjacima
Ilimerizirano ili lesivirano tlo (Luvisol)	Na vapnecima Na silikatnim supstratima	Tipično Opodzoljeno	U vrtači Na ravnom

Tablica 2. Kemijske karakteristike uzoraka tla  
Table 2 Chemical characteristics of soils samples

Tip tla (k)lasifikacija HR Soil type (Croatian classification)	Tip tla WRB* Soil type (WRB classification)*	Profil tla Soil profile	Dubina uzorka Soil depth	pH u	CaCO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	hu- mus	C	C/N	
				H <sub>2</sub> O	M-KCl	%	mg/1 00g	%	%	%		
Podzol na aluvi- jalno-koluvijal- nom nanosu	Stagnic <b>Podsol</b> Skeletic	P16	5-15	4,19	3,64		8,47	21,34	1,14	27,75	16,13	14,15
			20-50	4,87	4,11		15,29	18,14	0,09	2,64	1,53	17,00
			60-100	5,26	4,32							
Smeđe tlo na dolomitu, koluvijalno	Leptic <b>Cambisol</b> Colluvic Skeletic	P17	1-8	5,90	5,27		4,18	16,45	0,67	18,42	10,71	15,99
			15-45	6,40	6,06		1,21	6,20	0,11	2,99	1,74	15,82
			60-100	7,78	7,44	5,90						
Smeđe podzolasto tlo	<b>Cambisol</b> Humic Dystric	P18	2-5	3,88	2,90		7,04	22,00	0,79	16,67	9,69	12,27
			10-20	4,70	3,70		2,31	6,86	0,14	2,44	1,42	10,14
			25-40	4,75	3,96		3,30	6,11	0,08	1,22	0,71	8,88
			70-100	4,65	3,87							
Smeđe tlo na dolomitu, koluvijalno	<b>Cambisol</b> Colluvic Skeletic	P19	1-5	5,68	4,53		1,98	12,88	0,68	14,75	8,58	12,62
			10-30	6,96	6,21		0,88	6,49	0,26	6,54	3,80	14,62
			40-70	7,72	7,61	87,69						
Smeđe na dolomitu, plitko	Leptic <b>Cambisol</b> Skeletic	P20	1-5	5,07	3,85		5,61	15,98	1,04	25,69	14,94	14,37
			12-25	5,89	4,18		0,88	6,96	0,19	4,11	2,39	12,58
Rendzina na dolomitu	Rendzic <b>Leptosol</b> Skeletic	P22	2-8	7,01	6,23	0,28	3,41	23,31	1,44	31,56	18,35	12,74
			10-35	7,65	7,14	38,79	1,43	6,67	0,44	7,94	4,62	10,50
Smeđena dolomitu, plitko	Leptic <b>Cambisol</b> Skeletic	P23	10-35	5,52	3,82		0,44	7,99	0,08	1,85	1,08	13,50
Smeđe tlo na dolomitu, duboko	<b>Cambisol</b> Skeletic	P26	1-5	4,92	4,06		3,19	17,01	0,89	17,83	10,37	11,65
			10-30	5,54	4,35		0,33	8,84	0,22	4,47	2,60	11,82
			30-50	6,79	6,12		0,99	16,26	0,21	3,44	2,00	9,52
Kiselu smeđe, koluvijalno	<b>Cambisol</b> Humic Dystric Colluvic	P28	1-10	4,59	3,65		3,19	10,62	0,42	9,16	5,33	12,69
			12-30	4,71	3,22		0,44	5,55	0,09	18,80	1,09	12,11
			35-50	4,91	3,46							
Eutrično smeđe na trijaskim klastitima	<b>Cambisol</b> Eutric Clayic	P25	0-5	6,3	5,6		1,2	22,2	0,47	13,3		16
			25-40	6,4	5,1		0,4	15,2	0,08	1,5		11
			55-70	6,8	5,4		0,8	13,4		1,9		
			80-100	6,9	5,6							
Lesivirano opodzoljeno tlo	<b>Luvisol</b> Epidystric skeletic	P29	1-5	3,48	2,62		1,43	26,88	0,07	0,96	0,56	8,00
			10-30	4,21	3,61		2,09	8,37	0,19	4,43	2,58	13,58
			40-80	4,45	3,77							
Crnica koluvijalna	Lithic <b>Leptosol</b> Umbric	P31	15-60	7,16	6,76	1,05	4,07	11,94	1,47	30,64	17,81	12,12
Smeđe podzolasto tlo	<b>Cambisol</b> Humic Dystric	P34	0-25	4,08	3,32		3,62	13,61	0,44	12,71		16,80
			40-70	4,71	4,11		4,71	6,52	0,22	7,33		19,10

\*prema World Reference Base for soil resources 2006

Tablica 3. Sadržaj teških metala i mehanički sastav uzoraka tla  
*Table 3 Heavy metals content and mechanical composition of soil samples.*

Tip tla (k)lasifikacija HR <i>Soil type (Croatian classification)</i>	Tip tla WRB* <i>Soil type (WRB classification)*</i>	Dubina uzorka <i>Soil depth</i>	Teški metal <i>Heavy metal</i>				Mehanički sastav <i>Mechanical composition</i>				Tekstura <i>Texture</i>
			Pb	Cu	Zn	Cd	Krupni pijesak 2,0-0,2	Sitni pijesak 0,2-0,02	Prah 0,02-0,002	Glina < 0,002	
			mg/kg								
Podzol na aluvijalno-koluvijalnom nanosu <b>P16</b>	Stagnic <b>Podsol</b> Skeletic	5-15					9,8	34,7	31,9	23,6	glin. Ilovača
		20-50	20	8	16	0,70	13,6	25,9	26,8	33,7	laka glina
		60-100					20,1	24,1	19,8	36,0	pjeskov. glina
Smede tlo na dolomitu, koluvijalno <b>P17</b>	Leptic <b>Cambisol</b> Colluvic Skeletic	1-8					9,9	28,8	34,6	26,7	laka glina
		15-45	45	5	24	1,40	14,1	27,9	30,9	27,1	laka glina
		60-100					10,2	56,2	17,5	16,1	pjesk.glin. ilov.
Smede podzolato tlo <b>P18</b>	<b>Cambisol</b> Humic Dystric	2-5					7,1	20,7	41,8	30,4	laka glina
		10-20					15,7	24,9	27,0	32,4	laka glina
		25-40	38	6	13	0,30	19,9	28,6	20,8	30,7	laka glina
		70-100					17,2	23,4	29,0	30,4	laka glina
Smede tlo na dolomitu, koluvijalno <b>P19</b>	<b>Cambisol</b> Colluvic Skeletic	1-5					2,1	18,6	42,8	36,5	laka glina
		10-30	43	6	21	1,10	3,0	22,7	40,3	34,0	laka glina
		40-70					38,0	26,1	24,2	11,7	Ilovača
Smede na dolomitu, plitko <b>P20</b>	Leptic <b>Cambisol</b> Skeletic	1-5					6,0	27,9	35,3	30,8	laka glina
		12-25	61	5	33	0,80	3,0	10,4	47,2	39,4	Prašakasta glina
Rendzina na dolomitu <b>P22</b>	Rendzic <b>Leptosol</b> Skeletic	2-8									
		10-35	38	8	30	2,60	4,3	35,9	32,0	27,8	laka glina
Smedena dolomitu, plitko <b>P23</b>	Leptic <b>Cambisol</b> Skeletic	10-35	12	2	5	0,30	16,2	30,7	27,6	25,5	laka glina
Smede tlo na dolomitu, duboko <b>P26</b>	<b>Cambisol</b> Skeletic	1-5					7,1	28,2	39,9	24,8	Glinasta ilov.
		10-30	35	5	21	0,70	10,0	21,2	41,6	27,3	laka glina
		30-50					8,4	14,8	27,2	49,6	teška glina
Kiselo smede, koluvijalno <b>P28</b>	<b>Cambisol</b> Humic Dystric Colluvic	1-10					31,8	24,2	27,4	16,6	Glinasta ilov.
		12-30	27	2	14	0,40	33,0	28,7	21,8	16,5	Glinasta ilov.
		35-50					26,7	26,2	23,5	23,6	Glinasta ilov.
Eutrično smede na trijaskim klastitima <b>P25</b>	<b>Cambisol</b> Eutric Clay	0-5					3,7	36,7	34,8	24,8	Glinasta ilov.
		25-40					5,3	28,5	28,2	38,0	laka glina
		55-70					3,8	33,0	30,2	33,0	laka glina
		80-100					1,3	29,3	30,8	38,6	laka glina
Lesivirano opodzoljeno tlo <b>P29</b>	<b>Luvisol</b> Epidystric Skeletic	1-5				3,00					
		10-30	35	3	14		2,0	15,4	43,9	38,7	laka glina
		40-80				0,60	7,3	16,8	38,5	37,4	laka glina
Crnica koluvijalna <b>P31</b>	Lithic <b>Leptosol</b> Umbric	15-60	34	5	29		14,1	27,9	30,9	27,1	laka glina
Smede	<b>Cambisol</b> Humic Dystric	0-25					7,9	30,6	31,1	30,4	Glinasta ilov.
		40-70					29,1	15,1	29,7	26,1	laka glina

vače teren izgrađuju naslage srednjeg i gornjeg trijasa i lijasa. Na dijelu dna polja i na padinama kvartarne su naslage promjenjive debljine i litološkog sastava. U dnu polja nalaze se pretežno vapnenci, dok su dolomiti rasprostranjeni na bokovima u višim predjelima. Klastične naslage su zastupljene u većem dijelu na istočnom boku Štirovače i izgrađuju ih tufitični lapori i pješčenjaci koji su izrazito crvene boje.

Utvrđeno je 9 glavnih tipova tala sa svojim podtipovima, varijetetima i forma. Pedosistematska pripadnost utvrđena je prema klasifikaciji (Martinović 1997). Popis pedosistematskih jedinica prikazan je u tablici 1.

## RASPRAVA

### DISCUSSION

Na području Štirovače je evidentno da se razvoj tala odvijao u dva smjera. Tla na dolomitima i vapnencima koja su raspoređena na zapadnim obroncima doline Štirovače i tla na klastitima i pješčenjacima koja su u centralnom dijelu doline te na istočnim obroncima. Na zaravnjenim dijelovima su najdublja i najkiselija tla. Njihov razvoj uvjetovao je kiseli matični supstrat. Kisela tla javljaju se u pravilu pod šumom smreke, dok su ostala tla rasprostranjena u bukovim i bukovo-jelovim šumama. Na matičnom supstratu klastita na kiselim pješčenjacima tla su se razvijala u slijedu: kiselo smeđe tlo - lesivirano smeđe tlo - lesivirano opodzoljeno tlo - podzolasto smeđe tlo - podzol. Na dolomitima tla su se razvijala u slijedećem nizu: rendzina na dolomitu – smeđe tlo na dolomitu – smeđe lesivirano tlo na dolomitu – lesivirano tlo, a na vapnencima: crnica na vapnencu – posmeđena crnica na vapnencu – smeđe tlo na vapnencu – lesivirano smeđe tlo na vapnencu – luvisol na vapnencu – luvisol opodzoljeni na vapnencu. Reakcija tla (pH u vodi) za površinski horizont serije kiselih tala je od 3,98 do 4,19. Na dubini od 30-50 cm pH u vodi iznosi oko 4,5. U M-KCl reakcija tla je za površinski horizont od 2,62 do 3,64 dok su u dubljim horizontima nešto manje kisela od 3,77 do 4,11 pH. Prema Gračaninu xxx tla na području smrekovih šuma Štirovače pripadaju u jako do ekstremno kisela. Na matičnom supstratu dolomita gdje su pretežno kambisoli, tla su slabo kisela do kisela. Crnice i rendzine su neutralno do slabo kisela tla. (tablica 2.) Sadržaj humusa kod većine tala prelazi 10% te sva tla pripadaju u vrlo jako humozna. Kod crnica taj postotak doseže do 30%. To su organogene crnice na vapnencima a rasprostranjene su na višim položajima oko Štirovače. Ta su tla bogata dušikom, sadržaj fiziološki aktivnog fosfora je siromašan, a dovoljno su opskrbljena i kalijem. Prema analizama mehaničkog sastava, ova tla po teksturi pripadaju u lake gline do glinaste ilovače.

#### **Koluvijalno tlo (koluvium, colluvium), (WRB-Regosol [leptic, skeletal])**

Sklop profila (A)-C. Tvorba koluvijalnog tla nastaje u podnožju padina gdje se nakupljaju čestice tla i stijena nanese iz gornjih dijelova padine. Transport materijala događa se pretežno bujičnim tokovima koji imaju veliku prijenosnu snagu. U nanosu su izmiješane sitnije čestice (sitnica tla) s česticama šljunka i kamena.

Čimbenici koji utječu na tvorbu koluvijalnog tla su: uništavanje prirodne vegetacije, erozijski učinak kiše i neodgovarajuće gospodarenje. Reljef karakterističan za koluvijalno tlo predstavljaju zaravnjeni tereni ili ravnice koje naliježu na područja padina. Koluvijalno tlo, s obzirom na uvjete tvorbe ima širok raspon variranja fizičkih i kemijskih svojstava.

**Vapnenačko-dolomitna crnica** (kalcomelanosol) (WRB-Leptosol [lithic, mollic])

Sklop profila **Amo-R**. Crnica se stvara na tvrdim vapnencima i dolomitima koji imaju više od 98 %  $\text{CaCO}_3$ . Crnica je primarni razvojni stadij na vapnencu: javlja se u različitim klimatskim uvjetima, najčešće na strmim gorskim i pretplaninskim predjelima. Tipski pedogenetski procesi u razvoju vapnenačko-dolomitne crnice su akumulacija humusa i gline. Inicijalni razvojni stadiji imaju visoki sadržaj humusa i pripadaju podtipu organogene crnice. Dugotrajnom evolucijom povećava se nakupljanje gline a smanjuje akumulacija humusa pa organogena crnica prelazi u podtip organomineralne crnice a daljnjom evolucijom i u podtip posmeđene crnice. Dominantan je organomineralni podtip i to najčešće u kombinaciji s kalkokambisolom. Crnice su zastupljene na višim i strmijim dijelovima padina oko Štirovače.

**Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu** (kalkokambisol, calcocambisol) (WRB-Cambisol [skeletal, humic])

Sklop profila **Aoh-(B)rz-R**. Kalkokambisol nastaje isključivo na tvrdim i čistim vapnencima ili dolomitima koji imaju manje od 1 % nerastvorenog ostatka. Najzastupljeniji je varijetet plitkog tla (25-35 cm). U području rasprostranjenosti kalkokambisola, značajna je stjenovitost (30-50 %). U humusno-akumulativnom horizontu, struktura je mrvičasta do graškasta, a u (B)rz horizontu poliedrična do orašasta. Po teksturi, tlo pripada ilovastim glinama i glinama. Tlo je u pravilu slabo opskrbljeno rastopljivim fosforom (oko 1 mg/100 g tla), a srednje opskrbljeno rastopljivim kalijem (10-20 mg/100 g tla). Zasićenost bazama u adsorpcijskom kompleksu u pravilu je viša od 50 %. To je najrasprostranjenije šumsko tlo u ovom području.

**Distrično smeđe tlo** (distrični kambisol, dystric cambisol) (WRB-Cambisol [skeletal, dystric])

Sklop profila **A-(B)v-C-R** ili **A-(B)v-R**. Distrična smeđa tla dolaze na kremen-silikatnim supstratima s malom količinom bazičnih kationa (pješčenjaci, škriljci, kiseli eruptivi itd.). Dominantan je proces braunizacija (raspadanje primarnih minerala, argilofiksacija, argilosinteza i akumulacija oksida željeza). Nizak sadržaj baza u supstratu i intenzivna ispiranja u humidnoj klimi dovode do osjetne acidifikacije i mobilizacija aluminija ( $\text{Al}^{3+}$ ). Distrični kambisoli najrasprostranjeniji su u nižim predjelima Štirovače vezani uz matični supstrat pješčenjaka. Razlikuju se podtipovi, odnosno prijelazni razvojni stadiji: tipični, humozni (u pretplaninskom području), lesivirani, pseudoglejni i podzolirani. U pravilu to su pjeskovite ilovače propusne za vodu i dobro prozračne. Na području Štirovače pretežno su glinaste ilovače. Sadržaj humusa jako varira. U bukovom pojasu sadrži u A horizontu najčešće 5 do 10 % humusa. Reakcija distričnog kambisola je kisela (pH od 4,5-5,5), zasićenost bazama je najčešće od 30-50 %. Tlo je gotovo uvijek



opskrbjeno rastopljivim fosforom, dok pristupačnog kalija ima dovoljno (u pravilu 10-25 mg/100 g).

**Eutrično smeđe tlo** (eutrični kambisol, eutric cambisol) (WRB-Cambisol [skeletal, eutric])

Sklop profila **A-(B)v-R** i **A-(B)v-C-R**. Matični supstrat od velike je važnosti za nastanak eutričnog kambisola. Dominantan je pedogenetski proces argilosinteza, kod kojeg se formiraju pretežno troslojni minerali gline, a ugljični dioksid je glavni agens raspadanja primarnih minerala. Eutrični kambisoli većinom su ilovasti s nešto povećanim sadržajem gline a u (B)v horizontu tlo ima dobru dreniranost, osrednji vodni kapacitet i povoljan zračni režim. Kemijske su osobine eutričnog kambisola na ilovastim supstratima također vrlo povoljne: slabo kisela do neutralna reakcija (pH oko 6,5), šumska tla sadrže 4-7 % humusa (odnos huminskih i fulvokiselina oko 1,0). Sadržaj bioelemenata dosta ovisi o matičnom supstratu. Karakterističnim obilježjem može se smatrati smanjena količina rastopljivog  $P_2O_5$ . Na području istraživanja pojavljuju se samo na nekoliko lokaliteta gdje je dublje tlo na tufitičnim supstratima.

**Lesivirano tlo** (ilimerizirano tlo, luvisol) (WRB-Luvisol [dystric, humic])

Sklop profila **Aoh-E-Bt-C**. Lesivirana tla (luvisoli) nastaju na ilovastim supstratima ili stijenama čijim se raspadanjem može stvoriti dublji ilovasti profil. Luvisoli su vezani za humidna područja u kojima su prisutni descendentni tokovi vode. Za njih je karakteristično ispiranje (lesivaža) čestica gline iz E horizonta te akumuliranje u Bt horizontu. Eluvijalno-iluvijalna migracija gline odigrava se u uvjetima umjerene kiselosti (pH 5-6). Teksturno diferenciranje luvisola često može biti potencirano pritjecanjem eolskog nanosa u površinske slojeve. Eolski proces je naročito intenzivno zahvatio luvisole stvorene na vapnencima i dolomitima ("dvoslojni profili"). Luvisoli na vapnencima imaju u površinskim slojevima lakšu praškastu teksturu, dok je Bt horizont najčešće glinovit. Ti luvisoli imaju normalnu drenažu, pH je obično u rasponu 5,0 – 6,0, a stupanj zasićenosti bazama ispod 35 %. Izrazito je siromaštvo svim hranjivima u mobilnom obliku. Luvisoli na silikatima su duboka tla povoljnih fizikalnih svojstava. Dubina A horizonta varira od 5 – 15 cm. Površinski horizonti su po mehaničkom sastavu pjeskoviti ili praškaste ilovače. Sadržaj humusa pod šumom iznosi 3–10 %. Reakcija je slabo do umjereno kisela (pH 5-6, rijetko ispod 5,0). Tlo je srednje opskrbjeno dušikom i kalijem, dok je sadržaj pristupačnog fosfora vrlo nizak.

**Podzol** (podzol) (WRB-Podsol [umbric, stagnic])

Sklop profila **O-A-E-Bh-Bfe-C**. Podzol je tlo hladnijih i vlažnih staništa. Supstrati na kojima nastaje su pjeskoviti i s visokim sadržajem kremenca (pješčenjaci, rožnjaci, kisele eruptivne stijene itd.). Dominantan proces je kisela destrukcija alumno-silicijske jezgre i ispiranje iz E horizonta Fe, Al i humusa koji se nakupljaju u B horizontu. Podzol nastaje evolucijom neposredno iz distričnog kambisola ili humusnog kiselog smeđeg tla i smeđeg podzolastog tla. U prirodnom stanju O horizont sa sirovim humusom dostiže debljinu 5-15 cm. E horizont ima pepeljastu boju i različitu debljinu zavisno o stupnju razvoja. Rezultat je iluvijacije povećanja koloidne frakcije i kompaktnosti u B horizontu. Uz veliku kiselost (pH < 5,0) za



podzole je karakteristično siromaštvo svih bioelemenata, uključujući i mikroelemente (Mn, Co, Cu, Zn). Podzol ima vrlo mali kapacitet adsorpcije naročito u E horizontu. U B horizontu dolazi do iluvijalnog nakupljanja humusa i do 4 %, a zapaža se i porast sadržaja fosfora, te povećanje kapaciteta adsorpcije. Stoga je trofičnost i proizvodnost podzola, osim humusnog horizonta u velikoj mjeri zavisna o svojstvima B horizonta. Podzol je izrazito šumsko tlo. U Štirovači on je zastupljen u manjem postotku samo na zaravnjenim ili udubljenim dijelovima pod smrekovim šumama.

**Smeđe podzolasto tlo (brunipodzol) (WRB-Cambisol [dystric, spodic, umbric])**

Sklop profila **O-A/E-Bh-C**. Brunipodzol se nalazi u sličnim uvjetima kao i podzol, a u našim uvjetima često se nalazi u asocijaciji s podzolom. Pri tome brunipodzol uvijek zauzima mjesta na kojima pedogenetski faktori uvjetuju blaži stupanj opodzoljavanja. O horizont ima najčešće svojstva polusirovog (moder) humusa i debljinu 4-10 cm. Proces opodzoljavanja ima slabiji intenzitet, pa se u pravilu ne formira E horizont. Humusno-eluvijalni horizont (A/E) je najčešće pjeskovito-ilovastog sastava, dok B horizont ima nekoliko postotaka gline više. Čitav profil je propustljiv za vodu i ima dobru aeraciju. Brunipodzol je kiselo tlo s niskim stupnjem zasićenosti bazama. Najkiseliji je A/E horizont s pH 4,3-4,6. Bogatstvo humusom čitavog profila je jedna od karakterističnih osobina brunipodzola. Sadržaj humusa se kreće u O horizontu od 30-40 %, a u Bh do 2 %. Odnos C i N oko 20 a dominacija fulvokiselina indicira nepovoljan sastav humusa. Brunipodzol ima slične vodozračne osobine kao i podzol i nešto višu razinu trofičnosti nego podzol. Proizvodna vrijednost brunipodzola je nešto viša nego u podzola, a melioracija je slična. Brunipodzol također pripada šumarstvu i raširenost u Štirovači mu je kao i kod podzola. Poseban oblik antropogenih utjecaja, koji se u zadnje vrijeme prati u vezi očuvanja životne sredine, predstavlja onečišćenje tala teškim metalima putem atmosfere. Pošto su u literaturi poznate granične vrijednosti za teške metale (GV) one nam iskazuju najveće dopuštene koncentracije iznad kojih je rizik koncentracije teških metala neprihvatljiv zbog depresivnog i toksičnog učinka na biljke i druge organizme. Pri tome je važno poznavanje prirodno stečenog ("geogeno", "pedogeno") stanja teških kovina u tlu. Prema podacima Martinović (1997), Gračanin i Ilijanić (1977) najčešće se uzimaju prirodne vrijednosti za olovo manje od 10 mg kg<sup>-1</sup>, bakar 5-20 mg kg<sup>-1</sup>, cink 10-50 mg kg<sup>-1</sup>, kadmij 2 mg kg<sup>-1</sup>. Vries i Baker (1996) su uveli i pojam zanemarive koncentracije koja iznosi 1% od granične vrijednosti. Prema istim autorima, postoji kritična, prirodna i zanemari-va koncentracija teških kovina, a prema Brüne-Ellighausu (1981) možemo rangirati stupanj onečišćenja tla pojedinim teškim kovinama (Tablica 4.), kod čega se pridržavamo graničnih vrijednosti za olovo 150 mg kg<sup>-1</sup>, bakar 100 mg kg<sup>-1</sup> i cink 300 mg kg<sup>-1</sup> i kadmij 2 mg kg<sup>-1</sup>

Prema Tablici 4. na području Štirovače (analize u tablici 3) u A-horizontu onečišćenje olovom je visoko na jednom lokalitetu oko 61 mg/kg (P20/06), a kadmij ima prekogranične vrijednosti na 2 lokaliteta 2,60 mg/kg i 3,00 mg/kg (P22/06, P29/06). Sadržaj bakra i cinka je u granicama normale. Neke analize dokazuju da postoji taloženje teških metala putem daljinskog transporta vjetrom i trebalo bi detaljnije istražiti ovu pojavu.

Tablica 4. Stupnjevi onečišćenja prema Brüne-Ellighausu (1981)  
*Table 4 Pollution degree according Brüne-Ellighausu (1981)*

Stupanj onečišćenja	% granične vrijednosti
Vrlo nizak	1-5
Nizak	5-10
Srednji	10-25
Visok	25-50
Vrlo visok	50-100
Iznad GV	Više od 100

Tablica 5. Redosljed tipova i podtipova tala prema produktivnosti (Prema Martinović 1997)  
*Table 5 The sequence of soil types and subtypes according to the productivity (Martinović 1997)*

Tip tla	Podtip	M	S	P	D	Hu	Hr	UBB
Podzol	Humusno-željezni	7	5	4	13	4	3	<b>36</b>
Crnica	Na vapnencu	6	8	3	3	8	9	<b>37</b>
Smede na dolomitu plitko	Plitko	7	8	5	4	6	7	<b>37</b>
Crnica	Na dolomitu	7	8	2	4	12	11	<b>44</b>
Smede na vapnencu	Srednje duboko	7	8	8	12	7	7	<b>49</b>
Kiselo smeđe	Tipično	7	10	8	15	6	8	<b>54</b>
Lesivirano (vapnenac)	Tipično	9	11	7	26	7	8	<b>61</b>
Smede podzolasto	Na pješčenjaku	9	9	12	18	8	6	<b>62</b>
Kiselo smeđe	Lesivirano	9	12	6	27	8	7	<b>69</b>

Oznaka simbola u tablici: M (mehanički sastav tla), S (struktura tla), P (propusnost za vodu), D (dubina tla), Hu (debljina humusa), Hr (opskrbljenost hranivima), UBB (ukupni broj bodova)

Produktivnost tala za rast i razvoj pojedine šumske zajednice na području Štirovače varira i ovisi o ekološkim uvjetima koji vladaju. Pri tome treba uzeti u obzir da smreka treba drugačije ekološke uvjete nego npr. bukva ili bukva i jela. Najpoznatija mjera proizvodne sposobnosti nekog šumskog tla, kada se govori konkretno u šumarstvu, je veličina prinosa šumskog drveća. On ovisi o klimatskim uvjetima, biološkom potencijalu vrste drveća i antropogenom djelovanju. U ukupnoj produktivnosti staništa, šumsko tlo sudjeluje različito. Produktivnost nekog tla je veličina udjela tla u produktivnosti šumskog staništa. Uspoređujući razne tipove tala međusobno možemo utvrditi koje je tlo produktivnije ako uspoređujemo određene vrste drveća u jednakim klimatskim, reljefnim i sastojinskim uvjetima. U takvim uvjetima jedno tlo je produktivnije od drugog i tada govorimo o plodnosti tala. Prema tome, plodnost tala je važna i ona se razlikuje od pojma produktivnosti. Plodnost tala je njihova sposobnost snabdijevanja biljaka vodom, mineralnim materijama, kisikom. Procjena plodnosti tala određuje se na temelju njegovih pojedinačnih svojstava, kao što su mehanički sastav, struktura, dubina tala, sadržaj N, P, K i humusa, stjenovitost, kamenitost itd., te se prikazuje bodovima. U klasifikacijama tala prema bonitetu najplodnija tla se ocjenjuju sa najvećim brojem bodova, do 100 bodova, a najmanje plodno tlo sadrži teoretski 0 ali je to u prirodi teško naći pa imamo donju granicu do 10 bodova. Na ljestvici od 10 do 100 širok je raspon bodovanja u koje se može smjestiti svako tlo.

Na temelju prosječnih vrijednosti svojstava tala (mehanički sastav, struktura tla, propusnost za vodu, dubina tla, sadržaj humusa i hranjiva) u Tablici 5. je prikazano bodovanje tala na području Štirovače.

Na temelju ocjene bonitetnog broja, svrstavaju se tipovi tala u bonitetne razrede. Na području Štirovače raspon bonitetnih bodova iznosi od 36 do 69 bodova. Bodovanje je obavljeno na temelju podataka laboratorijskih analiza i terenskih istraživanja. (Tablica 5). Pošto podaci nisu statistički potvrđeni može se smatrati kako je to privremena bodovna lista za istraživano područje. Za detaljnije bodovanje je potrebno istražiti i analizirati više pedoloških profila tako da je svaki tip i podtip tla zastupljen u više mjerenja. Prema tablici 5 najproduktivnija tla za šumu su kisela smeđa lesivirana tla smeđe podzolasto i lesivirana tla na vapnencima.

## ZAKLJUČCI

### CONCLUSIONS

Na području Štirovače zastupljeno je devet tipova tala i dvadeset podtipova tala koji su usko vezani uz litološke, geomorfološke i klimatske značajke tog dijela Velebita. Zajedno s vegetacijom ovdje su stvoreni posebni stanišni uvjeti koji se rijetko negdje drugdje mogu u takvom obliku pojaviti. Vrijednost Štirovače nije samo u drvnj masi nego u sveopćem biološkom bogatstvu tj. biodiverzitetu tog područja.

Tla su imala razvoj u dva smjera: Na vapnencima i dolomitima i na klastitima koji su pretežno kiseli osim u nekoliko manjih područja s tufitičnim klastitima. Najzastupljenija tla su po redoslijedu: smeđe tlo na vapnencima i dolomitima, kiselo smeđe tlo na pješčenjacima, lesivirana tla, crnice na vapnencima, kiselo smeđe podzolasto tlo, rendzine, podzoli i koluvijalna tla.

Onečišćenje tala uslijed taloženja putem atmosfere nije detaljnije istraživano. Za provjeru sadržaja teških metala uzimani su uzorci iz površinskih horizonata. Povećanje olova ustanovljeno je na jednom lokalitetu, a kadmija na dva lokaliteta. Istraživanja sadržaja teških metala kao suhog i mokrog taloženja (mjerenje sadržaja sumpornih, dušičnih i ostalih spojeva) potrebno je detaljnije istraživati.

Najproduktivnija tla za šumske ekosustave su na području Štirovače kisela smeđa lesivirana duboka tla, duboka kisela podzolasta tla i lesivirana tlana na pješčenjacima. Ovi tipovi tala u pravilu su u udolini Štirovače gdje je rasprostranjena šuma smreke. Na vapnencima i dolomitima su najproduktivnija lesivirana tla, smeđa tla na vapnencima, lesivirana i duboka smeđa tla na vapnencima i dolomitima.

## LITERATURA

### REFERENCES

Cestar, D., Hren, V., Kovačević, Z., Martinović, J., Pelcer, Z. 1978. Tipološke značajke šuma na profilu Štirovača-Lešće Rad. -Šumar. inst. Jastrebar. Br. 33

- Vranković, A. 1979. Tla sekcije Senj 3. Projektni savjet za izradu pedološke karte SRH, Zagreb.
- Poljak, J. 1969. Velebit. Planinarski savez Hrvatske, Zagreb
- Brüne, H., Ellinghaus, R. 1981. Schwermettargehalte in landwirtschaftlich genutzten Ackerböden Hessens. Landw. Forschung 38:338-349.
- Pavičić, I., Kuhta, M. 2003. Hidrogeološka istraživanja na području lokaliteta Štirovača. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- Velić, I., Bahun, S., Sokač, B., Galović, I. 1974. Osnovna geološka karta SFRJ list Otočac: 100 000. Sav. geološ. Zavod.
- Martinović, J. 1997. Tloznanstvo u zaštiti okoliša. Priručnik za inženjere, Zagreb.
- Gračanin, M., Ilijanić, LJ. 1977. Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga, Zagreb.
- Wries, W., Bakker D. J. (1996): Manual for Calculating Critical Loads of Heavy Heterogeneous Root Zone. Soil Sci. Plant Nutr., 39 (4), 737-743.
- Martinović, J., Čolak, A. 1979: Tlo kao faktor ekološkog valoriziranja primorskog krša, Zemljište i biljka, Vol. 22, No 1-2, 87-98.

## CONTRIBUTION ON KNOWLEDGE OF ŠTIROVAČA SOILS ON VELEBIT

### *Summary*

*In the area of Štirovača on Velebit a research of soil physiographic characteristics, as well as their systematic affiliation was undertaken. According to geological data, the major part of the research area consists of limestone and dolomite, breccia - conglomerates and tuffitic clastites.*

*The most widespread soil types are calcocambisol, leptosol on limestone, dystric cambisol and dystric humic cambisol. In a small part of Štirovača colluvial soils are predominant, developed due to recent movement of soil material as the result of stronger torrents, ice and snow, and luvisols on flat, deep parent material and in karst sinkholes. Depending on the parent rock, in the area of Štirovača soils can be acid (dystric cambisols, dystric humic cambisols, podzols and luvisols) or neutral to alcalic (calcocambisols, leptosols, rendzina and eutric cambisols).*

**Key words:** Soil types, Štirovača, Velebit