

PROMJENE PEDOLOŠKIH ZNAČAJKI  
ĐURĐEVAČKIH PIJESAKA UZROKOVANE  
REVITALIZACIJOM

CHANGES OF SOIL PROPERTIES  
CAUSED BY REVITALIZATION OF THE  
ĐURĐEVAC SANDS

**A. Špoljar, V. Kušec, D. Kamenjak, Ivka Kvaternjak,  
Tomislava Peremin-Volf**

SAŽETAK

Provedena su pedološka istraživanja na području Đurđevačkih pijesaka koji su još od 1963. registrirani u Registru zaštićenih objekata prirode kao Posebni geografsko botanički rezervat. Krajem 19. i početkom 20. stoljeća eolski pijesci Podravine od Đurđevca do Virovitice pošumljavaju se crnim i bijelim borom te bagremom. Na ovaj su način «krvavi pijesci hrvatske Sahare» umireni, ali je ovim mjerama smirivanja pijesaka Rezervat u velikoj mjeri doživio promijene. Zakonom zaštićeno područje obuhvaća površinu od 19,5 ha, a na cca 6 ha u cilju revitalizacije eolskih «živih» pijesaka provedene su mjere uređenja odstranjivanjem nepoželjne vegetacije ili strojnim skidanjem humusno akumulativnog horizonta. Na osnovi usporedbe stanja fizikalnih i kemijskih značajki tla na uređenom i devastiranom dijelu površine procijenjena je učinkovitost provedenih mjera sanacije pijesaka. Također su dane odgovarajuće preporuke za daljnje gospodarenje Rezervatom u cilju njegovog vraćanja u prvobitno stanje u smislu očuvanja sveukupnog bogatstva biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske. Provedene mjere smirivanja pijesaka uvjetovale su promjene fizikalnih i kemijskih značajki tla. Na devastiranom dijelu površine u odnosu na uređeni dio utvrđeno je općenito povoljnije stanje fizikalnih i većine kemijskih značajki tla. Rezultat toga je gubitak karakterističnih biljnih i životinjskih vrsta čime je osiromašena biološka raznolikost pijesaka. Važniji pedološki podaci statistički su obrađeni t-testom.

Provedene mjere uređenja dijela površine Rezervata u cilju njegove obnove bile su učinkovite te se preporučuje njihova daljnja primjena na čitavom području.

Ključne riječi: Đurđevački pijesci, fizikalne i kemijske značajke tla, promjene

#### ABSTRACT

Pedological research has been conducted in the region of the Đurđevac sands, which was registered, in 1963., in the Register of protected objects of nature as a special geographic and botanical reserve. At the end of the nineteenth and the beginning of the twentieth century the aeolic sands of Podravina region, from Đurđevac to Virovitica, were afforested with Scottish pine, black pine and false acacia. In that way «the bloody sands of Croatian Sahara» were calmed down, but the measures also meant a great deal of devastation of the area of the geographic and botanical reserve. The protected area covers 19.5 ha of land, and on 6 ha recovery measures have been carried out in order to revitalize aeolic «live» sands by removing undesirable vegetation or by removing humus accumulative layer of the soil by means of mechanization. The effectiveness of the conducted recovery measures was estimated by comparing the state of physical and chemical properties of the soil of the revitalized part and the devastated part of the area. Certain recommendations have been given for further managing the Đurđevac sands reserve with the aim to restore the previous condition in order to preserve the richness of biological and landscape diversity of Croatia. The conducted measures caused the changes in physical and chemical properties of the soil. Better state of physical and most of the chemical properties of the soil were established in the devastated part of the area compared to the recovered part of the area. The result of it is the loss of characteristic floristic and animal species which reduced the biological diversity of the sands. The relevant pedological data were statistically processed using t-test. The conducted measures for recovery of the part of the reserve in order to revitalize it were effective and further implementation in the whole nature reserve area is recommended.

Key words: Đurđevac sands, physical and chemical properties of soil, changes

## UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Zavod za zaštitu prirode u Zagrebu donio je još 1963. godine Rješenje po kojem Đurđevački pijesci imaju značajke zaštićenog objekta prirode i registrirani su kao posebni geografsko-botanički rezervat u Registru zaštićenih objekata prirode. Kako navodi Kranjčev 1999., krajem 19. i početkom 20. stoljeća eolski pijesci Podravine od područja Đurđevca do Virovitice pošumljavaju se crnim i bijelim borom te bagremom. Na ovaj su način «krvavi pijesci hrvatske Sahare», kako naglašava autor u svom Izvješću, do kraja tridesetih godina prošlog stoljeća uglavnom umireni. Preostale nepošumljene površine korištene su u poljoprivrednoj proizvodnji. Blašković 1964. također navodi da je na ovim prostorima izvršen jak utjecaj čovjeka na prirodu čime je pustinja pretvorena u plodno tlo. Đurđevački pijesci su sekundarne eolske tvorevine vjetrom premještanijh pijesaka, odnosno to su naslage riječnog korita Paleo-Drave i dijelom su to poplavni sedimenti koje je taložila rijeka. Zbog tektonskih poremećaja i izdizanja Bilogore, rijeka Paleo-Drava napustila je korito i postupno se premjestila na sjever, a nepovezani riječni sedimenti bili su izloženi djelovanju jakih vjetrova, pa su na taj način formirane pješčane dine i međudinske udoline (Galović, 1999). Eolski sedimenti, kako navodi isti autor, prekrivaju područje od Koprivnice, Đurđevca, Pitomače, Virovitice, sjeverne padine Bilogore do Donjeg Miholjca, Valpova i Belišća. Zakonom zaštićeno područje arenosola (eolskih «živih» pijesaka) obuhvaća površinu od ukupno 19,5 ha, a nalazi se s južne strane prometnog pravca Đurđevac-Kalinovac. Jedan dio površine (cca 6 ha) uređen je skidanjem površinskog (humusno-akumulativnog) horizonta i raslinja ili odstranjivanjem nepoželjne vegetacije te je time djelomice vraćen u prvobitno stanje. Usporedba fizikalnih i kemijskih značajki tla na saniranoj (slika 1) i devastiranoj površini (slika 2) dat će uvid u stupanj devastacije tla zbog antropogenog utjecaja.

Na osnovi ovih podataka procijenit će se dosadašnje aktivnosti poduzete u cilju vraćanja rezervata u prvobitno stanje u smislu cjelovite zaštite ovog područja kao sastavnog dijela sveukupnog bogatstva krajobrazne i biološke raznolikosti Hrvatske. U tom smislu, ciljevi istraživanja obuhvatili su utvrđivanje stanja pedoloških značajki na uređenoj i pošumljavanjem i zatravljivanjem devastiranoj površini te na osnovi dobivenih podataka davanje daljnjih smjernica za upravljanje i konačno uređenje rezervata.



foto. V. Kušec

*Slika 1. Kambični arenosol  
(prema FAO, 1990)*

*Fig. 1. Cambic arenosol  
(according to FAO, 1990)*



foto. V. Kušec

*Slika 2. Kalcarični arenosol  
(prema FAO, 1990)*

*Fig. 2. Calcarični arenosol  
(according to FAO, 1990)*

## MATERIJAL I METODE

Metode pedoloških istraživanja odgovaraju opće prihvaćenim standardima (JDPZ, 1966, 1967, 1971; FAO, 1976; Škorić et al., 1985, Škorić, 1986; FAO, 1990). Na istraživanom području na reprezentativnim lokalitetima otvorena su četiri pedološka profila (dva na devastiranoj i dva na saniranoj površini) iz kojih su uzeti pojedinačni uzorci za laboratorijske analize fizike i kemije tla. Profili P-1 i P-2 otvoreni su na saniranom, a profili P-3 i P-4 na devastiranom dijelu površine. Radi veće preciznosti uzorci za analize fizike tla uzeti su u paralelama. Paralelno su na istim lokalitetima uzeta četiri prosječna uzorka tla iz kojih je određena količina humusa po Tjurinu, ukupni sadržaj dušika, fiziološki

aktivni fosfor i kalij, te reakcija tla mjerena u vodi i 1M KCl-u. Iz pojedinačnih uzoraka određeni su: mehanički sastav tla u vodi i natrijevom pirofosfatu, retencijski kapacitet tla za vodu, higroskopicitet po Mitscherlichu, stupanj stabilnosti mikroagregata, volumna gustoća i gustoća čvrstih čestica, kapacitet tla za zrak i ukupni porozitet. Također se daju podaci o gustoći pakiranja čestica (PD) i koeficijentu pora ( $e$ ). Podaci o gustoći pakiranja čestica izračunati su prema jednadžbi i interpretirani na osnovi graničnih vrijednosti koje daju Beneck i Renger (cit. Prema SSEW, 1976). Koeficijent pora izračunat je prema jednadžbi koju daje Hillel (cit. Racz, 1981). Od kemijskih značajki tla iz pojedinačnih uzoraka određene su: reakcija tla u vodi i 1M KCl-u, hidrolitska kiselost, adsorpcijski kompleks tla po Kappenu, ukupni sadržaj dušika po Kjeldalu, količina humusa po Tjurinu, fiziološki aktivni fosfor i kalij te kod silikatno karbonatnog arenosola ukupni sadržaj zemnoalkalnih karbonata.

Za razdoblje od deset godina (od 1995. do 2004.) za klimatsku postaju Đurđevac na temelju podataka o srednjim mjesečnim temperaturama zraka i mjesečnim količinama padalina dobivenih od Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske izračunata je potencijalna korigirana i stvarna evapotranspiracija te bilanca vode po Thornthwaiteu. Za potrebe karakterizacije klime također je izračunat kišni faktor prema Langu i mjesečni kišni faktor prema Gračaninu (cit. Bašić, 1981).

Važniji rezultati fizikalnih značajki tla (retencijski kapacitet tla za vodu, točka venuća, kapacitet tla za zrak, fiziološki aktivna vlaga i gustoća pakiranja čestica) statistički su obrađeni t-testom.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Raspodjela mjesečnih količina padalina, te srednje mjesečne temperatura zraka za Đurđevac u razdoblju od 1995. do 2004. godine prikazuje klimadijagram po Walteru 1. Za isto razdoblje u tablici 1. daju se rezultati potencijalne korigirane i stvarne evapotranspiracije, rezultati bilance vode u tlu izrađeni po Thornthwaiteu, te godišnjeg kišnog faktora prema Langu (LKf) i mjesečnog kišnog faktora prema Gračaninu (KFm).

A. Špoljar i sur.: Promjene pedoloških značajki đurđevačkih pijesaka uzrokovane revitalizacijom

Tablica 1. Bilanca vode po Thornthwaiteu za Đurđevac u razdoblju od 1995 do 2004 i klimatski pokazatelji.  
Table 1. Water balance according to Thornthwaite for Đurđevac in the period 1995-2004 and climatic factors

1995. - 2004.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	SUMA TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PET, kor	0,1	6,1	23,0	51,7	97,9	124,2	132,9	120,7	69,7	44,0	17,1	0,6	688,0
SET	0,1	6,1	23,0	51,7	97,9	124,2	112,9	74,0	69,7	44,0	17,1	0,6	621,3
M, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7
V, mm	49,9	37,9	20,0	20,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	67,4	229,7
Mjesečni kišni faktor po Gračaninu (KFm), Monthly rain factor according to Gračanin													
-	-	17,6	7,0	6,6	3,9	4,2	4,2	3,6	8,3	5,8	13,2	-	-
Oznaka klime, Climatic mark	-	ph	h	h	sa	sa	sa	sa	h	sh	h	-	-
Kišni faktor po Langu (Lkf), Rain factor according to Lang													
78,79													

Tumač kratica:

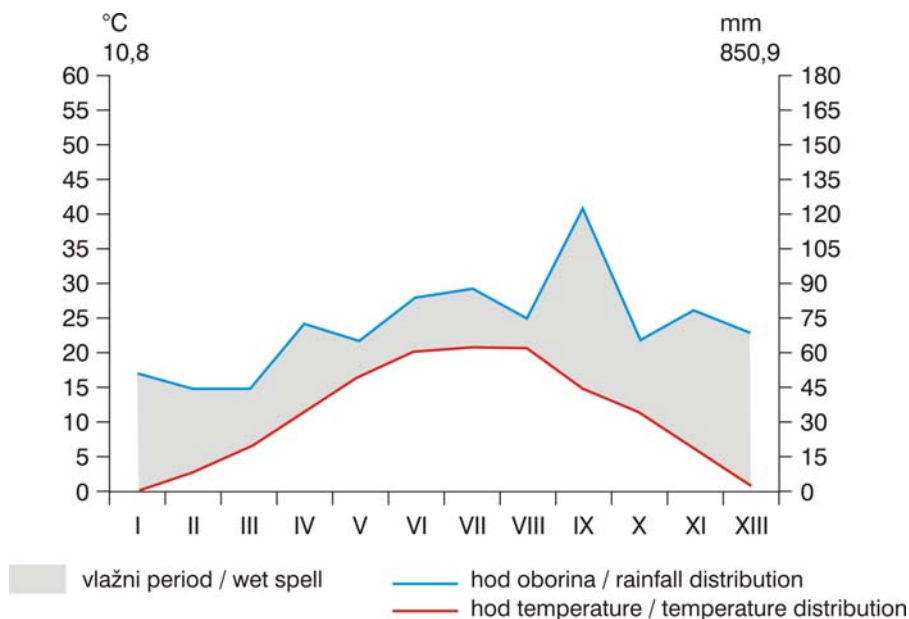
PETk – potencijalna korigirana  
evapotranspiracija  
SET – stvarna evapotranspiracija  
M – manjak vode u tlu  
V – višak vode u tlu

sa – semiaridna klima  
sh – semihumidna klima  
h – humidna klima  
ph – perhumidna klima

Legend:

PETk – potential corrected evapotranspiration  
SET – real evapotranspiration  
M – lack of water  
V – surplus water

sa – semiaridic climate  
sh – semihumidic climate  
h – humidic climate  
ph – perhumidic climate



*Grafikon 1. Klimadijagram po Walтеру*  
*Graph. 1. Climatic diagram according to Walter*

U razdoblju od 1995. do 2004. godine prosječna količina padalina iznosila je 851 mm, a srednja godišnja temperatura zraka 10,8 °C. Najviše temperature zraka zabilježene su u srpnju i za spomenuto razdoblje srednja mjesečna temperatura zraka za srpanj iznosila je 20,8 °C. Najveće količine padalina registrirane su u rujnu i za razmatranih deset godina u rujnu je u prosjeku palo 123 mm kiše. Na osnovi podataka o mjesečnom kišnom faktoru prema Gračaninu (KFm) zabilježene su za ovo razdoblje semiaridne (od svibnja do kolovoza) do perhumidne (u veljači) klimatske prilike. Langov kišni faktor (LKf) za desetogodišnje razdoblje iznosi 78,79. Arenosoli se, kako navode Grissino-Mayer i Henry 1999., pojavljuju u svim klimatskim prilikama, od artičkih do tropskih područja, ali najčešće u aridnoj klimi. Područje Đurđevca imalo je, na osnovi Langovog kišnog faktora, semihumidne klimatske prilike. Potencijalna korigirana vrijednost evapotranspiracije kao izraz potrebe biljaka

za vodom u razmatranom desetogodišnjem razdoblju iznosila je 688 mm, a vrijednost stvarne evapotranspiracije bila je 621,3 mm. U ovom razdoblju manjak vode zabilježen je u tijeku srpnja i kolovoza u iznosu od 66,7 mm, a višak vode pojavio se izvan vegetacije i u travnju. Registriran je višak vode u iznosu od 229,7 mm.

Na istraživanom području izdvojeni su na razini podtipa: silikatni i silikatno- karbonatni eolski «živi» pijesci. Na slici 3. prikazano je područje koje je nakon provedenih mjera uređenja vraćeno u gotovo prvobitno stanje, a slika 4. prikazuje devastiranu površinu s pretežno nepoželjnom vegetacijom.



*foto. V. Kušec*

*Slika 3. Područje nakon provedenih mjera uređenja*

*Fig. 3. Recovery area*

Silikatni eolski pijesci mogu se prema FAO klasifikaciji tala iz 1990. na razini tipološke jedinice tla staviti u odnos s kambičnim arenosolima (Cambic Arenosols), dok se silikatno-karbonatna jedinica tla može interpretirati kao kalcarični arenosol (Calcaric Arenosols). Silikatno karbonatni arenosol u potpovršinskom horizontu sadrži 3,52 % ukupnih karbonata. Na osnovi analize





*foto. V. Kušec*

*Slika 4. Devastirano područje zatravljivanjem i pošumljavanjem*

*Fig. 4. Devastated area*

mehaničkog sastava tla u natrijevom pirofosfatu i u vodi iz dva pedološka profila (P-1 na uređenoj površini i P-3 na devastiranoj površini) tlo je u površinskom i potpovršinskom horizontu sitno ilovasto pjeskovite teksture, tablica 2. Na uređenoj površini u površinskom horizontu utvrđena je mala stabilnost strukturnih mikroagregata, a na devastiranoj mikroagregati su dosta stabilni. U potpovršinskom horizontu na oba lokaliteta utvrđena je vrlo mala stabilnost strukturnih mikroagregata.

Rezultati fizikalnih analiza tla daju se na tablici 3., a podaci o sadržaju fiziološki aktivne vlage do 100 cm dubine na tablici 4.

A. Špoljar i sur.: Promjene pedoloških značajki đurđevačkih pijesaka uzrokovane revitalizacijom

**Tablica 2. Mehanički sastav tla**  
**Table 2. Analysis of soil texture**

Broj profila, Profile number	Dubina, Depth (cm)	% - tni udio kategorija čestica, particle size percentage				Teksturnoaznaka, Texture mark Škorić, 1986
		2,0 – 0,2 (mm)	0,2 – 0,02 (mm)	0,02 – 0,002 (mm)	< 0,002 (mm)	
u vodi, in water						
P – 1	0 – 20	8,22	88,88	1,25	1,65	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 1	20 - 103	8,09	90,06	0,55	1,30	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 3	0 – 30	9,68	88,32	1,15	0,85	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 3	30 - 85	9,24	88,66	1,10	1,00	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
u Na - pirofosfatu, in Na - pirophosphate						
P – 1	0 – 20	7,12	89,18	1,25	2,45	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 1	20 - 103	8,60	88,90	0,75	1,75	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 3	0 – 30	8,66	87,54	1,50	2,30	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam
P – 3	30 - 85	8,89	89,31	0,55	1,25	ilovasti sitni pijesak, fine sandy loam

Na uređenoj površini do 100 cm dubine tla srednja vrijednost kapaciteta tla za vodu manja je za 10,36 mm u odnosu na devastiranu površinu. Srednja vrijednost sadržaja fiziološki aktivne vlage za istu dubinu tla veća je na devastiranom dijelu površine za 12,14 mm. Također je utvrđena veća srednja vrijednost kapaciteta tla za zrak u površinskom horizontu na devastiranom dijelu u odnosu na uređeni dio površine (za 3,56 % vol.). Na uređenoj površini tlo je u površinskom i potpovršinskom horizontu malo porozno do porozno, a na devastiranom dijelu u oba horizonta porozno. Podaci o gustoći pakiranja čestica ukazuju na srednje zbijeno tlo u oba horizonta, kod sva četiri pedološka profila. Ipak je utvrđena manja srednja vrijednost zbijenosti tla u površinskom i u potpovršinskom horizontu na devastiranoj površini u odnosu na saniranu (za 0,1 g/cm<sup>3</sup>). Veće vrijednosti sadržaja fiziološki aktivne vlage do 100 cm dubine tla, kapaciteta tla za zrak u površinskom horizontu kao i nešto manje srednje vrijednosti gustoće pakiranja čestica na devastiranoj površini prvenstveno su rezultat ranije provedenih mjera smirivanja pijesaka i radi toga povećane količine humusa.

A. Špoljar i sur.: Promjene pedoloških značajki đurđevačkih pijesaka uzrokovane revitalizacijom

Tablica 3. Rezultati fizikalnih analiza tla  
Table 3. Physical properties of soil

Broj profila, Profile number	Dubina, Depth (cm)	Gustoća tla, Soil density		Retencij. kap. tla za vodu, Water capacity of soil (Kv, % vol.)	Ukupni porozitet, Total Porosity (P, % vol.)	Kapacitet tla za zrak, Air capacity of soil (Kz, % vol.)	Točka Venuća, Wilting point (Tv, % vol.)	Stupanj stabilnosti mikroagregata, Stability degree of microagregates		Gustoća pakiranja čestica, Packing density (Gp, g/cm <sup>3</sup> )	Koefficient pora, Coefficient of pores (e)
		Volumna gustoća, Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Gustoća čvrstih čestica, Specific density (g/cm <sup>3</sup> )					S <sub>s</sub>	Ocjena stabilnosti, Value of stability		
P-1	0-20	1,59	2,81	37,26	43,42	6,16	3,52	32,65	malo stabilni less stable	1,61	0,75
	20-103	1,54	2,80	39,16	45,00	5,84	2,92	25,71	vrlo malo stabilni, least stable	1,56	0,82
P-2	0-15	1,50	2,84	32,83	47,18	14,35	3,06	-	-	1,52	0,89
	15-80	1,50	2,86	35,74	47,55	11,81	2,20	-	-	1,52	0,92
P-3	0-30	1,48	2,79	36,78	46,95	10,17	2,37	63,04	dosta stabilni, stable	1,50	0,89
	30-85	1,49	2,85	41,92	47,72	5,8	0,72	20,00	vrlo malo stabilni, least stable	1,50	0,92
P-4	0-17	1,41	2,78	31,82	49,28	17,46	5,26	-	-	1,43	0,96
	17-80	1,37	2,75	36,59	50,18	13,59	3,50	-	-	1,38	1,00

A. Špoljar i sur.: Promjene pedoloških značajki đurđevačkih pijesaka uzrokovane revitalizacijom

**Tablica 4. Sadržaj fiziološki aktivne vlage (FAv) do 100 cm dubine tla**  
**Table 4. Physiological active moisture down to 100 cm soil depth**

Broj profila, Profile number	Dubina, Depth (cm)	Sadržaj vlage, moisture content (mm)			
		Za dubinu, For depth (cm)	Kv	Tv	FAv
P - 1	0 - 20	0 - 50	192,00	15,80	176,20
	20 - 103	0 - 100	387,80	30,40	357,40
P - 2	0 - 15	0 - 50	174,34	12,29	162,05
	15 - 80	0 - 100	353,04	23,29	329,75
P - 3	0 - 30	0 - 50	194,18	8,55	185,63
	30 - 85	0 - 100	403,78	12,15	391,63
P - 4	0 - 17	0 - 50	174,84	20,49	154,35
	17 - 80	0 - 100	357,79	37,99	319,80

Tumač kratica:

Kv - retencijski kapacitet tla za vodu

Tv - točka venuća

FAv - fiziološki aktivna vlaga

Legend:

Kv - water capacity of soil

Tv - wilting point

Fav - physiological active moisture

Utvrđene razlike između uređenog i devastiranog dijela površine na osnovi provedenog t-testa za sadržaj fiziološki aktivne vlage do 100 cm dubine, retencijski kapacitet tla za vodu, točku venuća, kapacitet tla za zrak i gustoću pakiranja čestica nisu statistički opravdane.

Rezultati kemijskih analiza tla iz pojedinačnih i prosječnih uzoraka tla daju se na tablicama 5 i 6.

Tablica 5. Rezultati kemijskih analiza tla iz pojedinačnih uzoraka  
Table 5. Results of chemical analysis

Broj profila, Profile number	Dubina, Depth (cm)	pH, u pH, in		Humus, Humous (%)	Ukupni, Total N, (%)	Fiziološki aktivni, Physiologically active (mg/100g tla)		Hidrolitiška kiselost, Hydrolytic acidity Y <sub>1</sub>	Adsorpcijski kompleks tla po Kappenu Absorption complex according to Kappen				Ukupno vapno, Total lime (%)
		H <sub>2</sub> O	1M KCl			K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		S (m.mol.ekv)	(T-S) (m.mol.ekv)	T (m.mol.ekv)	V (%)	
P-1	0-20	6,80	4,79	0,42	0,07	18,33	1,83	4,38	12,00	2,85	14,85	80,80	-
P-1	20-103	6,28	4,77	-	-	-	-	2,75	9,50	1,79	11,29	84,15	-
P-2	0-15	4,99	4,09	0,49	0,07	21,19	0,99	6,63	5,00	4,31	9,31	53,71	-
P-2	15-80	5,66	4,37	-	-	-	-	3,13	6,50	2,03	8,53	76,20	-
P-3	0-30	5,96	4,82	1,15	0,11	19,70	6,20	6,13	19,50	3,98	23,48	83,05	-
P-3	30-85	8,04	7,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,52
P-4	0-17	4,67	3,72	4,47	0,24	8,97	6,34	30,50	13,50	19,83	33,33	40,50	-
P-4	17-80	4,78	4,01	-	-	-	-	12,38	7,50	8,05	15,55	48,23	-

**Tablica 6. Rezultati kemijskih analiza tla iz prosječnih uzoraka**  
**Table 6. Results of chemical analysis of soil from mean samples**

Broj uzorka, Sample number	pH, u pH, in		Količina humusa, Amount of humous (%)	Ukupni, Total N (%)	C/N	Fiziološki aktivni, Physiologically active (mg/100g tla)	
	H <sub>2</sub> O	1MKCl				K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Pu – 1	5,67	4,43	0,32	0,11	1,70	21,30	1,41
Pu – 2	5,08	4,15	0,46	0,09	2,96	18,22	1,41
Pu – 3	6,00	4,72	1,23	0,10	7,13	17,82	5,35
Pu – 4	4,64	3,63	2,27	0,15	8,80	11,26	3,66

Tumač kratica:

Pu – 1, Pu – 2: prosječni uzorci uzeti na uređenom dijelu površine

Pu – 3, Pu – 4: prosječni uzorci uzeti na devastiranom dijelu površine

Legend:

Pu – 1, Pu – 2: mean samples from recovery area

Pu – 3, Pu – 4: mean samples from devastated area

Na osnovi podataka o reakciji tla mjerenoj u 1 M KCl-u do 30 cm dubine na uređenoj površini tlo je kiselo, a na devastiranoj jako kiselo do kiselo. Stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama na saniranoj površini je srednji do velik u površinskom horizontu i velik u potpovršinskom horizontu, a na devastiranoj je površini u potpovršinskom srednji do potpun te srednji do velik u površinskom horizontu. Maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze u površinskom horizontu veći je na devastiranom dijelu površine u odnosu na uređeni za 16,33 mmol. ekv. i suma baza sposobnih za zamjenu veća je za 8,0 mmol. ekv. Na devastiranoj površini također su utvrđene veće vrijednosti količine humusa do 30 cm dubine tla (za 1,36 %). Na osnovi podataka o količini humusa do 30 cm dubine na uređenom dijelu tlo je vrlo slabo humozno na oba lokaliteta, a na devastiranom slabo humozno. Veći stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama, maksimalni adsorpcijski kapacitet tla za baze kao i veća suma baza sposobnih za zamjenu na devastiranom dijelu površine prvenstveno su rezultat povećane količine humusa koji se akumulirao tijekom godina zbog provedenih mjera umirivanja pijesaka. Na devastiranom dijelu površine do 30 cm dubine tla utvrđen je također veći prosječni sadržaj

fiziološki aktivnog fosfora (za 3,09 mg/100 g tla), a prosječni sadržaj fiziološki aktivnog kalija manji je za 5,22 mg/100 g tla. Za istu dubinu tla prosječni ukupni sadržaj dušika na devastiranoj površini veći je za 0,03 %.

Kako se iz podataka vidi, umirivanje eolskih «živih» pijesaka zatravljanjem i pošumljavanjem u znatnoj je mjeri utjecalo na promjene većine fizikalnih i kemijskih značajki tla. Prvenstveno se to odnosi na povećanje količine organske tvari u tlu, što je glavni razlog povećanja vododržnosti tla, sadržaja fiziološki aktivne vlage u tlu i kapaciteta tla za zrak, a utvrđena je i nešto veća stabilnost strukturnih mikroagregata. Iz istih je razloga, na osnovi gustoće pakiranja čestica, također je ustanovljena u površinskom horizontu, manja zbijenost tla.

Provedene mjere umirivanja pijesaka uvjetovale su i promjene pedokemijskog kompleksa. Utvrđeno je povećanje sadržaja ukupnog dušika, stupnja zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama, sume baznih kationa, maksimalnog adsorpcijskog kompleksa tla za baze te sadržaja fiziološki aktivnog fosfora. Ovo općenito povoljno stanje fizikalnih i kemijskih značajki tla dovelo je i do promjena u vegetacijskom pokrovu. Tvrtković et al., 2004., navode da je pošumljavanje dovelo do gubitka karakterističnih biljnih i životinjskih vrsta čime je osiromašena biološka raznolikost pijesaka.

Kako je u uvodu rečeno, na cca 6 ha, u cilju vraćanja Đurđevačkih pijesaka u prvobitno stanje strojno je na manjem dijelu površine skinut humusno akumulativni horizont ili je ručno odstranjena nepoželjna vegetacija. Provedene mjere uređenja, kako se iz podataka vidi, bile su učinkovite i preporučuje se njihova daljnja primjena na čitavom području Rezervata. Nužno bi bilo paralelno pratiti promjene značajki tla i vegetacijskog pokrova. Dovođenjem Đurđevačkih pijesaka u prvobitno stanje i izgradnjom popratnih objekata Rezervat bi mogao postati sastavni dio turističke ponude Podravine i županije.

## ZAKLJUČCI

Na temelju izloženoga može se zaključiti sljedeće:

- Provedene mjere uređenja dijela površine Rezervata povoljno su djelovale na gotovo sve istraživane značajke tla u smislu njegove obnove.

- Preporučuje se na preostaloj površini, ali i na dijelu gdje to nije provedeno, strojno skidanje humusno akumulativnog horizonta i nepoželjnog raslinja.
- Nužno je u cilju zaštite Rezervata trajno pratiti promjene stanja značajki tla, te paralelno vršiti floristička i faunistička opažanja.
- Provođenjem ovih mjera obnove i zaštite Đurđevački pijesci mogu postati sastavni dio turističke ponude Podravine i županije.

#### LITERATURA

- Bašić, F.** (1981): Pedologija. Knjiga, drugo dopunjeno izdanje, Poljoprivredni institut u Križevcima, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Blašković, V.** (1964): Prirodne oznake Đurđevačkih pijesaka. Geografski glasnik No 25, Geografsko društvo Hrvatske i Sveučilište u Zagrebu, str. 1 – 35.
- FAO.** (1976): Guidelines for Soil Profile Description. Soils bull 32, Rome.
- FAO.** (1990): Guidelines for Soil Description. Soil Resources, Management and Conservation Service Land and Water Development Division, Rome.
- FAO.** (1990): FAO-Unesco Soil map Of the World: Revised Legend. World Soil Resources Report 60, FAO/Unesco/ISRIC, Rome.
- Galović, I.** (1999): Geologija Đurđevačkih pijesaka-Izvješće Javnoj ustanovi za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Koprivničko-križevačke županije. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 5 str.
- Grissino-Mayer, Henry D.** (1999): Introduction to Soil Science. Geology 3710, Valdosta State University, A Regional University of the University System Of Georgia, Georgia.
- JDPZ.** (1966): Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Priručnik, Knjiga 1, Beograd.
- JDPZ.** (1967): Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrade pedoloških karata. Priručnik, Beograd.



- JDPZ.** (1971): Metodika ispitivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik, Knjiga 5, Beograd.
- Kranjčev, R.** (1999): Podravski pijesci i Geografsko-botanički rezervat nekad i danas-Izvješće Javnoj ustanovi za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Koprivničko-križevačke županije, Koprivnica, 7 str.
- Racz, Z.** (1981): Meliorativna pedologija , II dio. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- SSEW.** (1976): Soil Survey field Handbook, Tech, Monograph No5. Edited by J.M. Hodgson, Harpenden.
- Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M.** (1985): Klasifikacija zemljišta Jugoslavije, Akademija nauka i umjetnosti B i H, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 13, Sarajevo.
- Škorić, A.** (1986): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Tvrtković, N., Vuković Marijana., Šašić Martina., Klipa Marijana.** (2004): Dosadašnja faunistička opažanja na podravskim pijescima-Izvješće. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.

**Adresa autora – Author s address:**

Andrija Špoljar  
Vlado Kušec  
Drago Kamenjak  
Ivka Kvaternjak  
Tomislava Peremin-Volf

Visoko gospodarsko učilište u Križevcima  
e-mail: referada@vguk.hr

**Primljeno – Received:**

30.06.2006.

