

ISTRAŽIVANJE PROMJENA NEKIH KEMIJSKIH I FIZIKALNIH OSOBINA U TLU POD ŠUMOM BORA I BAGREMA NA PODRUČJU ĐURĐEVAČKIH PIJESAKA

RESEARCHES OF SOIL CHANGES IN THE PINUS AND ROBINIA FOREST
ON ĐURĐEVAČKI SANDS AREA

Boris VRBEK, Ivan PILAŠ*

SAŽETAK: Na području Đurđevačkih pijesaka u sjevernoj Hrvatskoj pri kraju 19. stoljeća pošumljeni su pijesci s običnim i crnim borom. Nakon nekog vremena na području pijesaka počeo je pridolaziti i obični bagrem. Pošumljavanje je rađeno u svrhu smirivanja pijesaka u tadašnjoj "Hrvatskoj pustinji" te kako bi se pripremili ekološki uvjeti za prirodnu obnovu i rast šuma na tom području. Srednja godišnja količina padalina je 950 mm, srednja godišnja temperatura 10,1 Co. Matični supstrat sadrži 78–80 % SiO₂ i 2–4 % CaO + MgO. U ovome radu istražuje se utjecaj vegetacije na tla tijekom 27 godina rasta šume crnog i običnog bora te bagrema. Istraživano područje po vegetacijskim obilježjima pripada u šumsku zajednicu hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*, Anić 1956 ex. Rauš 1969). Prema podacima istraživanja može se zaključiti kako postoji utjecaj šumske vegetacije na arenosole na području Đurđevačkih pijesaka. Na pijescima je rasprostranjen tip tla Arenosol, a recentna pedogeneza i evolucija tala odvija se progresivno prema tipovima tala: sirozemima (*Regosol*) i dalje prema rankerima.

Gljučne riječi: Đurđevački pijesci, arenosol, šumska vegetacija, pedogeneza

UVOD – Introduction

Na sjevernim padinama Bilogore i u dijelu Dravske nizine početkom stoljeća još su postojali živi pijesci, pokretne pješčane dine koje su povremeno zasipavale polja i naselja. Naziv "Hrvatska sahara" poprilično je pristajao tom dijelu naše domovine zbog visine pješčanih humaka (dina), koje su iznosile i do 8 metara s dužinom od desetak do stotinu metara. Smirivanje pijesaka započelo je potkraj 19. i tijekom početka 20. stoljeća (Sl. 1.) radovima na pošumljavanju oko 1891. godine na inicijativu Mirka pl. Hapleka Sigetskog. Pošumljavanje je obavljeno sadnicama crnog i običnog bora te je podignut vjetrobran dužine 150 m i širine 30 m za zaštitu. Kasnije 1899. godine smirivanje pijesaka obavljeno je sadnjem bagrema nakon ravnjanja površine ručnim alatom.

Dalje u sveobuhvatnom procesu melioracije značajna faza bilo je njihovo smirivanje na terenu polaganjem ze-

čjaka, brijesta, hrasta, borovice i johe u jarke. Na taj su način dobiveni dovoljno dobri zaštitni vjetrobrani poja-sevi. Današnja slika je potpuno drukčija. Najveći dio Đur-



Radovi oko smirivanja živog pijeska u Đurđevcu (polaganje grana u iskopane jarke) (Foto: F. Šandar oko 1910.g.)

Slika 1. Radovi na smirivanju pijesaka u Đurđevcu (Foto: F. Šandar 1910)

Figure 1 Improvement works on Đurđevac sands (Photo: F. Šandar 1910)

* Dr. sc. Boris Vrbeč, dr. sc. Ivan Pilaš
Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41,
10450 Jastrebarsko, e-mail: borisv@sumins.hr

đevačkih pijesaka u površini od 422 ha prekriven je šumom crnog i običnog bora te bagrema. Dio pijesaka zaštićen je i zauzima površinu od 19,5 ha kao posebni Geografsko-botanički rezervat, Sl. 2 i Sl. 3.

Prema Kučan (1925), Blašković (1964), Crnjaković (1995) minerali u podravskim pijescima pokazuju da su se u izvornom području trošile vrlo raz-



Slika 2. Crni i obični bor
Figure 2 Austrian and Scotch pine

nolike stijene, ponajprije metamorfiti i eruptivi, ali i taložne klastične te karbonatne stijene. Svojim sastavom podravski pijesci pokazuju da su nastali trošenjem Alpa. Kršje stijena je nakon otapanja alpskih ledenjaka donosila rijeka Drava (Paleo Drava) koja je u to doba bila mnogo veća od današnje Drave. Često je mijenjala svoje korito, a na njezine sedimente su u vrijeme suhe klime utjecali vjetrovi premještanjem i stvaranjem dina. Pijesak na području istraživanja je dobro sortiran i u sastavu prevladavaju kvarc i feldspati, a manje je čestica stijena i karbonatnih zrna. Po kemijskom sastavu u postotku imaju raspon: SiO_2 70,9–80,4; Fe_2O_3 7,9–13,1; Al_2O_3 7,6–11,4; CaO 1,0–1,8; MgO 0,8–1,6;

ZADATAK I CILJ ISTRAŽIVANJA – Goal of research

Tijekom 1981. godine obavljena su detaljna terenska pedološka istraživanja na području Đurđevačkih pijesaka (Martinović i dr. 1986). Kod toga se utvrđivala proizvodnost šumskih kultura i njihov utjecaj na tvorbu tla. Nakon 27 godina, točnije 2008. pristupilo se

MATERIJALI I METODE – Material and methods

Na topografskoj karti locirani su pedološki profili obrađeni 1981. godine i snimljene su koordinate GPS-om (Garmin Etrex Summit), a nadmorske visine očitane su iz topografskih karata mjerila 1 : 25.000 (slika 4). Na terenu su na istim lokalitetima ponovo otvoreni pedološki profili po mogućnosti što bliže starom pedološkom profilu. Tla su opisana i klasificirana te je obavljeno uzorkovanje iz svakog pedološkog profila prema dubinama kako je obavljeno uzorkovanje prije



Slika 3. Rezervat Đurđevački pijesci
Figure 3 Đurđevački pijesci protected area

P_2O_5 0,09–0,14; i K_2O 0,6–0,7. Cijeli niz rijetkih minerala, kao što su granat, epidot, amfiboli, titanit, apatit, rutil, turmalin, cirkon, klorit, biotit, staurolit, kijanit i drugi, mjestimično također čine i do 38 % sastava, što je posljedica njihovog nakupljanja, prvo u riječnim nanosima, a zatim još u eolskoj sredini.

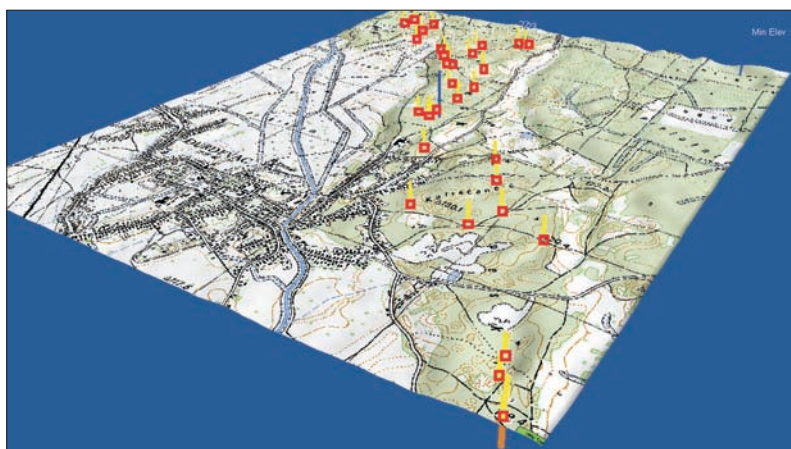
Područje istraživanja nalazi se kraj Đurđevca na nadmorskoj visini između 110 i 135 m. Srednja temperatura zraka u proljeće iznosi 10,2 °C u ljeti 19,2 °C, a u jesen 10,3 °C i zimi 0,7 °C, dok je srednja godišnja temperatura 10,1 °C. Godišnja količina oborina je oko 950 mm i prema Köppenovoj klasifikaciji, ima oznaku Cfbwx". Prema Thornthwait-ovoj klasifikaciji, područje je humidno, jer je vrijednost P/E na tom području 88. U vegetacijskom smislu područje Đurđevačkih pijesaka nalazi se u zoni klimatogene zajednice (*Carpino betuli-Quercetum roboris*, Anić 1956 ex. Rauš 1969).

ponovnom uzorkovanju na istim lokalitetima gdje su bili obrađeni stari pedološki profili. U svrhu utvrđivanja mogućih promjena u tlu nakon duljeg niza godina, ponovljeno je uzorkovanje na istim dubinama.

27 godina (0–5 cm; 5–15 cm; 20–40 cm i 50–90 cm). Osim uzoraka iz pedoloških profila u humusnom površinskom horizontu, uzorci su uzimani na desetak mjesta oko pedološkog profila kako bi se oformio kompozitni, prosječni, humusni horizont na svakom lokalitetu. Na taj se način se smanjuju varijabilnosti u količini i kvaliteti humusa. Prema (Green i dr. 1993), podaci za humus, kao i debljina humusnog horizonta promjenljivi su na malim površinama.

U laboratoriju Hrvatskog šumarskog instituta određivan su:

1. Priprema uzorka za analizu makro elemenata (Škorić, A., 1973.: *Pedološki praktikum, Poljoprivredni fakultet, Zagreb*)
2. Određivanje pH u H₂O i 1 M-KCl (*ISO 10390, 1995: Soil Quality – Determination of pH*)
3. Određivanje sadržaja humusa po Tjurrinu (Škorić, A., 1973: *Pedološki praktikum, Poljoprivredni fakultet, Zagreb*)
Određivanje ukupnog dušika na CNS 2000 (*ISO 13878, 1995: Soil Quality – Determination of total nitrogen content by dry combustion ("elemental analysis")*)
4. Određivanje teksture tla (Škorić, A., 1973: *Pedološki praktikum, Poljoprivredni fakultet, Zagreb*)



Slika 4. Lokacije pedoloških profila u Đurđevačkim pijescima
Figure 4 Soil pit locality of Đurđevački pijesci area

Obrada podataka

Testirana je reakcija tla u H₂O, sadržaj C %, sadržaju N % i odnos C:N za prosječni površinski horizont dubine od 0 do 5 cm. Karakteristike tla obrađene su deskripcijom T-testom.

REZULTATI – Results

U tablici 1 prikazani su rezultati kemijskih i fizikalnih značajki iz 1981. godine (Martinović i dr. 1986) kada su analizirani uzorci tla iz 16 pedoloških jama na tri dubine (0–5, 5–15 i 15–50 cm). Obradeno je 8 pedoloških jama u kulturi crnog bora i 8 u sastojini bagrema. Također su za usporedbu analizirani i čisti

pijesci u rezervatu (3 pedološke jame). Na istim lokalitetima uzorkovanje je ponovljeno 2007. godine sa istih dubina u pedološkim profilima te su ponovljene neke laboratorijske analize (tablica 2). Nisu ponovljene analize na čistim pijescima u rezervatu.

Tablica 1. Prosječni rezultati nekih kemijskih i fizikalnih analiza u 1981. godini.

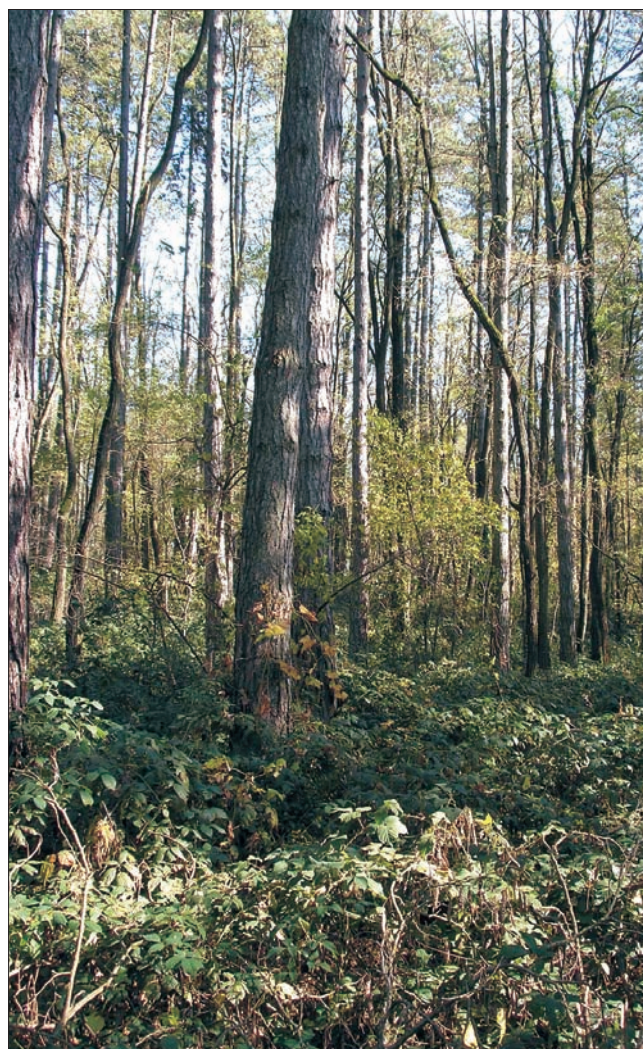
Table 1 Average results of chemical and physical analyses in the year 1981

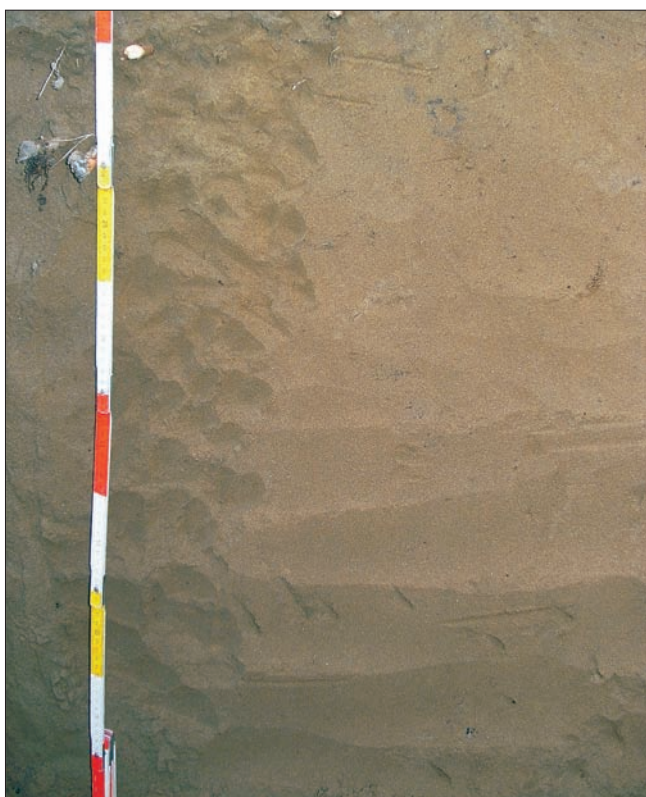
Debljina horizonta u cm <i>Horizon deep in cm</i>	Vegetacija/broj uzoraka <i>Vegetation/ No of Sample</i>	pH u pH in		Humus % <i>Humus %</i>	Ukupni N % <i>Total N %</i>	C/N	2,0-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	<0,002
		H ₂ O	M-KCl				Mehanički sastav % <i>Mechanical composition</i>			
(A) 0 – 5	Pijesak/ (n=3) <i>Sand</i>	4,6	4,3	0,4	0,02	12,8	41,5	54,6	1,9	2,0
	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	4,2	4,0	1,4	0,06	16,5	50,6	41,9	1,3	6,2
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	4,5	4,1	1,1	0,06	17,8	57,7	35,5	2,5	4,3
C I 5 – 15	Pijesak/ (n=3) <i>Sand</i>	5,1	4,5	0,3	-	-	41,4	54,6	2,4	1,6
	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	4,6	4,2	0,7	-	-	50,8	43,7	1,3	4,2
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	4,9	4,6	0,5	-	-	61,8	34,2	1,4	2,6
C II 15 – 50	Pijesak/ (n=3) <i>Sand</i>	5,7	4,8	0,3	-	-	43,8	52,2	2,5	1,5
	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	5,0	4,5	0,7	-	-	51,6	40,8	2,7	4,9
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	5,2	4,9	0,3	-	-	59,6	35,6	2,1	2,7

Tablica 2. Prosječni rezultati nekih kemijskih i fizikalnih analiza u 2007. godini.

Table 2 Average results of chemical and physical analyses in the year 2007

Debljina horizonta u cm <i>Horizon deep in cm</i>	Vegetacija/broj uzoraka <i>Vegetation/ No of Sample</i>	pH u pH in		Humus % <i>Humus %</i>	Ukupni N % <i>Total N %</i>	C/N	2,0-0,2	0,2-0,02	0,02-0,002	<0.002
		H ₂ O	M-KCl				Mehanički sastav % <i>Mechanical composition</i>			
(A) 0 – 5	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	4,8	3,9	4,8	0,23	14,6	43,3	44,1	5,1	7,5
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	5,4	4,2	3,5	0,25	13,2	55,6	32,6	5,7	6,1
C I 5 – 15	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	4,9	4,0	1,2	-	-	48,2	44,7	2,9	4,2
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	5,6	4,9	1,1	-	-	49,45	44,35	3,2	3,0
C II 15 – 50	Bor/ (n=8) <i>Pinus</i>	5,2	4,3	0,4	-	-	47,4	45,5	2,5	4,6
	Bagrem/(n=8) <i>Black Locust</i>	5,7	4,9	0,4	-	-	39,5	55,6	2,7	2,2

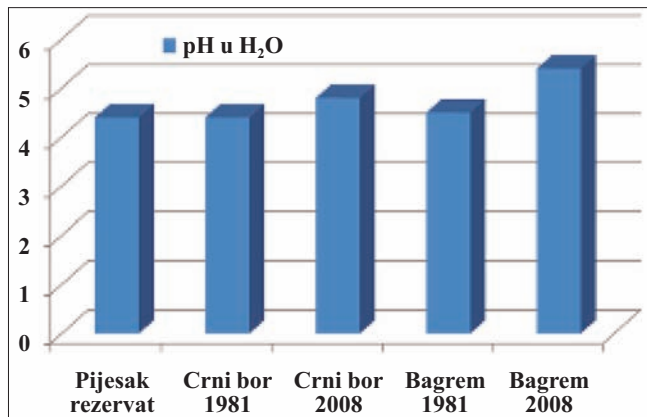
Slika 5. Rubic, Folic ARENOSOL (Dystric, Transportic)
Figure 5 Rubic, Folic ARENOSOL (Dystric, Transportic)Slika 6. Kultura crnog bora
Figure 6 Austrian pine plantation area



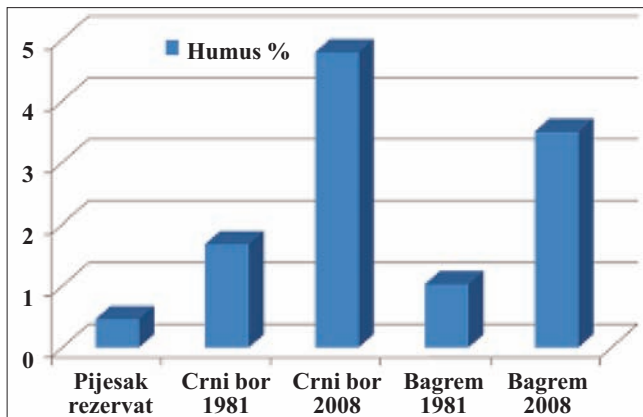
Slika 7. Folic ARENOSOL (Dystric, Greyic)
Figure 7 Folic ARENOSOL (Dystric, Greyic)



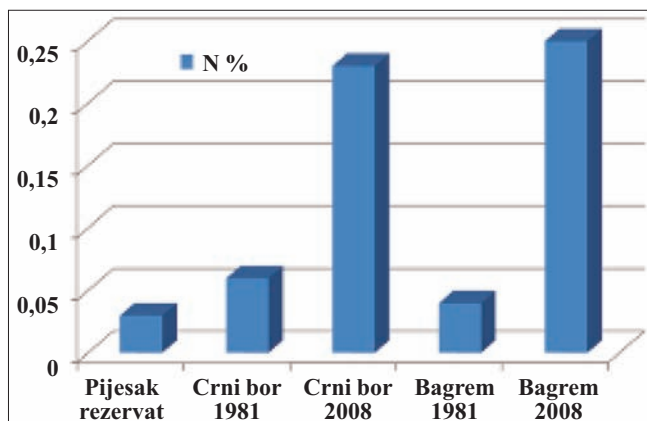
Slika 8. Kultura bagrema
Figure 8 Black Locust plantation



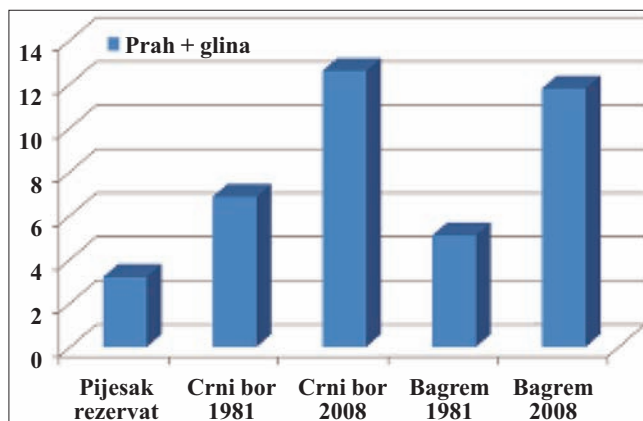
Graf. 1. Reakcija tla u vodi
Graph 1 Soil acidity in water



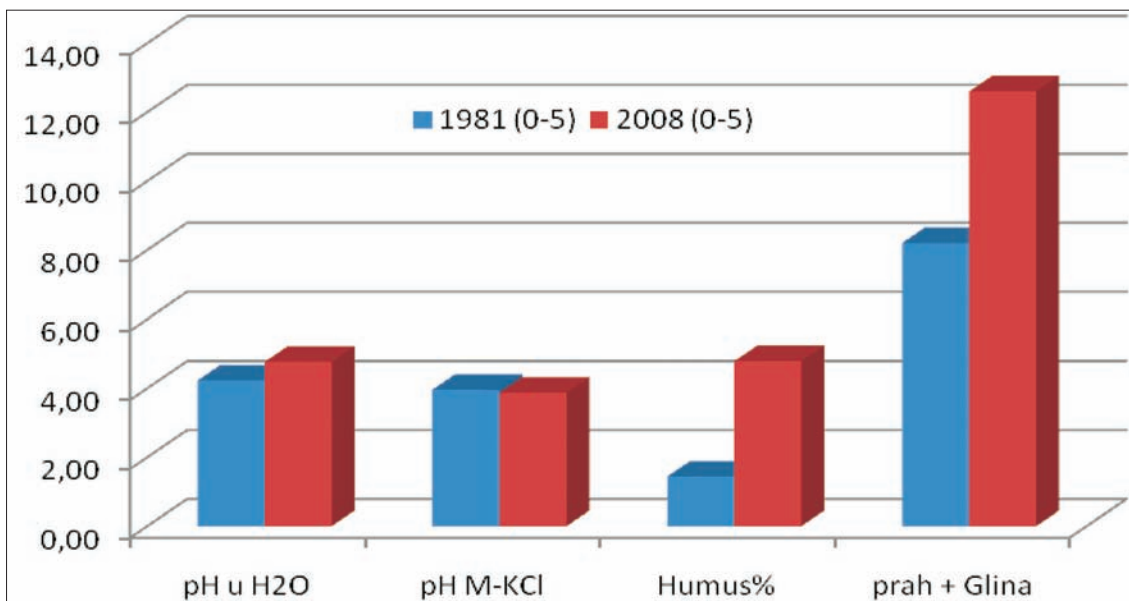
Graf. 2. Sadržaj humusa %
Graph 2 Humus content in %



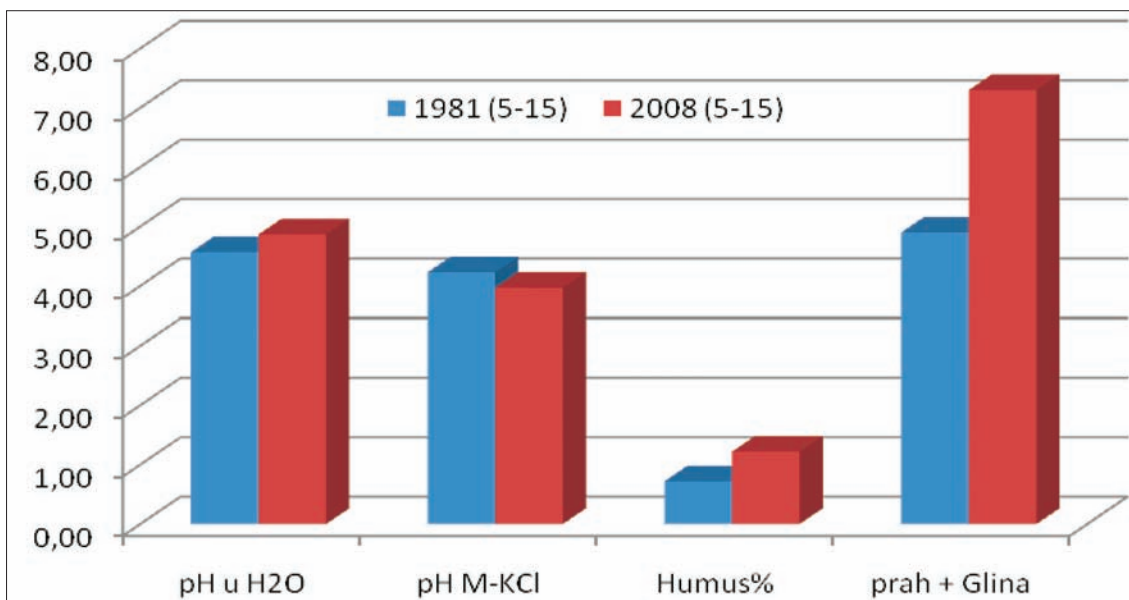
Graf. 3. Ukupni sadržaj dušika (N%)
Graph 3 Total amount of nitrogen (N%)



Graf. 4. Sadržaj praha i gline u %
Graph 4 Content of silt and clay in %



Graf. 5. Razlike u reakciji tla (pH u H₂O i M-KCl), % humusa i ukupnom sadržaju praha i gline za površinski horizont od 0–5 cm dubine na svim istraživanim profilima (pod šumom bora i bagrema) godine 1981 u odnosu na godinu 2008
 Graph 5 Acidity differences in soil (pH in H₂O and M-KCl), humus content and total content of silt and clay for surface from 0–5 cm deep from all researched soil profiles (forest of Pinus and black Locust) in the year 1981 compare to the year 2008.

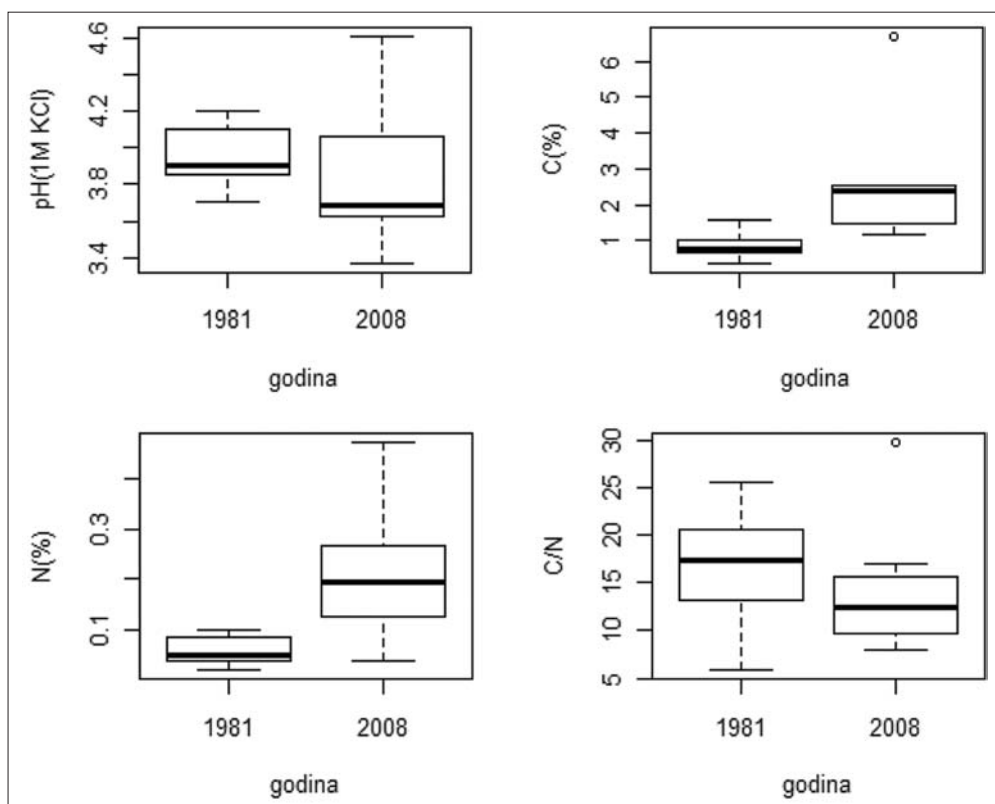


Graf. 6. Razlike u reakciji tla (pH u H₂O i M-KCl), % humusa i ukupnom sadržaju praha i gline horizont dubine od 5–15 cm na svim istraživanim profilima (pod šumom bora i bagrema) godine 1981 u odnosu na godinu 2008
 Graph 6 Acidity differences in soil (pH in H₂O and M-KCl), humus content and total content of silt and clay for surface from 5–15 cm deep from all researched soil profiles (forest of Pinus and black Locust) in the year 1981 compare to the year 2008.

Graf. 5: Razlike u reakciji tla (pH u H₂O i M-KCl), % humusa i ukupnom sadržaju praha i gline za površinski horizont od 0–5 cm dubine na svim istraživanim profilima (pod šumom bora i bagrema) godine 1981. u odnosu na godinu 2008. g.

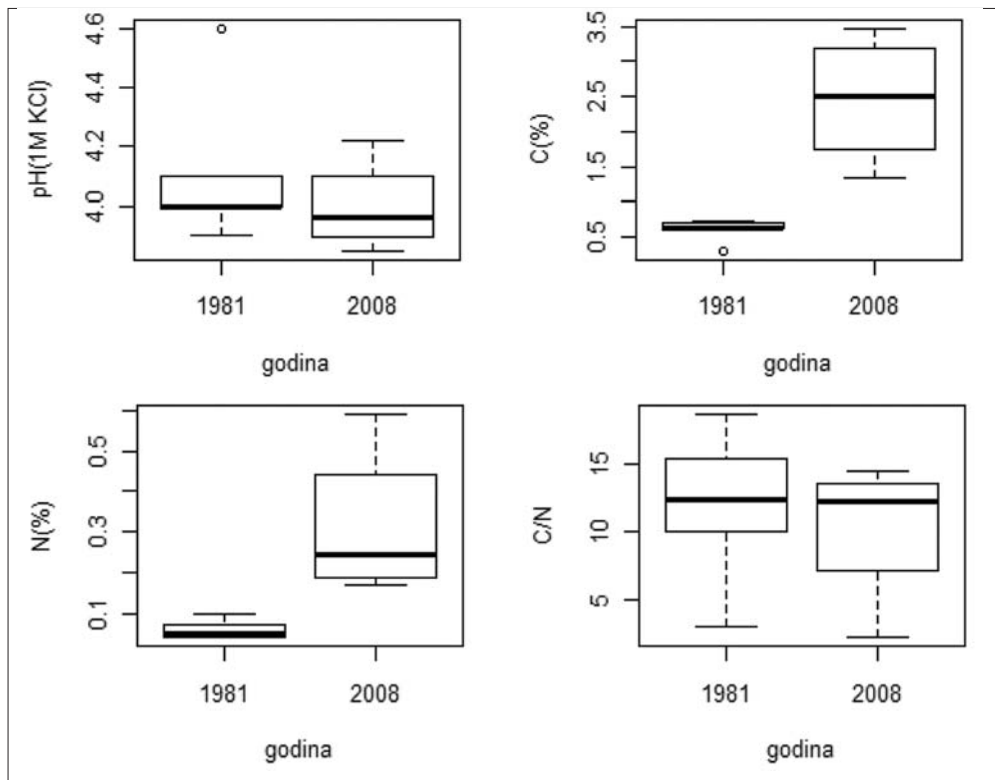
Razlike u reakciji tala u odnosu na prethodno uzorkovanje nisu signifikantne na dubinama od 0-5cm, i od 5 – 15 cm profila tla. Na grafikonu 4 prikazane su usporedne prosječne vrijednosti reakcije tla u vodi, i M-KCl, humusu (%) te praha i gline pod šumom bora i bagrema

zajedno. Podaci se odnose za prosječni površinski uzorak (0–5 cm) na svim uzorkovanim mjestima. Isto tako su prikazane vrijednosti na grafikonu 5 za uzorke uzete na dubini od 5–15 cm. Najveće razlike dokazane su u sadržaju humusa, čiji se sadržaj u postotnom iznosu povećao i do 100 %. Raspadanje listinca i njegova razgradnja tijekom 27 godina pogodovala je povećanju humusa u tlu. Isto tako postotni udio praha i gline povećao se do dubine od 30 cm, a to bi trebalo još detaljno istražiti.



Graf. 7 – 10. Statistička obrada T-testom reakcije tla u 1 M KCl, sadržaja ugljika, sadržaja dušika i C/N odnosa za prosječni površinski horizont tla 0–5 cm pod crnim borom

Graph 7 – 10 Statistic treatment with T-test for acidity of soil in 1M KCl, carbon content, nitrogen content and C/N ratio for surface average horizon of soil 0–5 cm deep with Austrian pine trees.



Graf. 11 – 13. Statistička obrada T-testom reakcije tla u 1M KCl, sadržaja ugljika, sadržaja dušika i C/N odnosa za prosječni površinski horizont tla 0–5 cm pod bagremom

Graph 11 – 13 Statistic treatment with T-test for acidity of soil in 1M KCl, carbon content, nitrogen content and C/N ratio for surface average horizon of soil 0–5 cm deep with black Locust trees.

RASPRAVA – *Discussion*

Prve podatke pedoloških istraživanja na području Podravske pijesake možemo naći još iz 1911. godine od Šandor (1911), a kasnije je Mayer (1971) istraživao to područje i postavio genetsko-evolucijski niz koji je i ujedno ekološki, a prema njemu evolucija je prema samo jednom stadiju A-C. Smatra kako su na tom području rasprostranjeni sirozemi na pijesku, organogene pararendzine, prijelazne rendzine i prava rendzina na pijesku. Prema Špoljar (1999) i klasifikaciji FAO (1998) i WRB (2006) na području Đurđevačkih pijesaka rasprostranjen je Arenosol (slika 5. i slika 7) sa svojim značajkama (qualifiers): prefiksima – Rubic, Folic, Protic, Endogleyic, Haplic i sufiksima – (Dystric, Greyic, Novic, Transportic). Klasifikacija tala navedenih tipova na pijescima u nacionalnoj klasifikaciji (Škorić i

dr.1985) trebaju se i dalje koristiti, ali prema WRB (2006) postoji samo jedan tip tla – Arenosol kojemu se dodaju “prefiksi” i “sufiksi”, a oni označavaju genetski razvoj tala te kemijske i fizikalne karakteristike tala. Reakcija tala u A horizontu (0–5 cm) je jako do ekstremno kisela. U prosjeku, slojevi pijesaka pod šumskom vegetacijom imaju višu reakciju tla za prosječno 1,0 pH do dubine od 30 cm. Sadržaj humusa u tlu pod šumskim kulturama, u A horizontu (0–5 cm) 1981 godine je u rasponu od 0,5–2,7 %, a nakon 27 godina taj raspon se povećao pa iznosi 2,2–4,4. Na grafikonu 2 prikazane su razlike u sadržaju humusa tijekom 27 godina. Povećanje humusa je višestruka za kulturu crnog bora, a isto tako i za bagrem. Kontrolni uzorci na čistom pijesku imaju raspon humusa od 0,3–0,6 %.

ZAKLJUČCI – *Conclusions*

Na području Đurđevačkih pijesaka tijekom 27 godina pod kulturama crnog bora, običnog bora i bagrema dogodile su se pozitivne promjene u smislu povećanja humusa i formiranja A horizonta.

Humusa ima prosječno od 3,5 do 4,8 %, što je prema klasifikaciji Gračaninu (1950) dosta humozno tlo. Prema dubini količina humusa opada i do 30 cm ga ima prosječno, oko 1,1 do 1,2 % tj. tlo je vrlo slabo do slabo humozno.

Ustanovljeno je blago povećanje reakcije tla podjednako u dubini do 5 cm i u dubini do 30 cm, ali prema statističkoj obradi ona nije signifikantna. Reakcija tla na većim dubinama ostala je približno na istim vrijednostima nakon 27 godina utjecaja vegetacije. Prema rezultatima i statističkom obradom podataka na arenosole povoljnije utječu nasadi bagrema nego kulture običnoga i crnog bora.

ZAHVALA – *Acknowledgement*

Terenski dio posla obavljen je uz veliku pomoć djelatnika Hrvatskih šuma, a posebice šumarije Đurđevac pod voditeljstvom ravnatelja šumarije dipl. ing. Zlatka Lista.

Također se zahvaljujem Draganu Jakšiću tehničaru Hrvatskog šumarskog instituta, koji je sve pedološke profile uz djelatnike šumarije iskopao i pripremio te obavio uzorkovanje.

LITERATURA – *References*

- Mayer, B. 1971: Prilog klasifikaciji pošumljenih Đurđevačkih pijesaka, Šumarski list, br. 5-6, st. 158–162.
- Crnjaković, M. 1995: Na Podravske peskima, katalog izložbe fotografija R. Kranjčeva 26. rujna do 23. listopada, Hrvatski prirodoslovni muzej, p 1–2.
- Šandor, F. 1911: Ekskurzija u podravske pijeske, vijesti Geološkog povjereništva Kraljevine Hrvatske i Slavonije, Zagreb.
- Green, r. N., R. L. Trowbridge, K. Klinka (1993): Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms. Forest Science Monograph 29, pp 49.
- Gračanin, M. (1950). Metodika ekoloških istraživanja tla. Priručnik za tipološko istraživanje i kartiranje vegetacije, 89–207, Zagreb.
- Martinović, J., D. Cestar, K. Bezak, 1986: Proizvodnost šumskih kultura i njihov utjecaj na tlo na Đurđevačkim pijescima. Radovi 70. 7–33, Jastrebarsko.
- Kučan, F. 1925: Pijesak u Hrvatskoj. Glasnik Hrv. Prirodoslovnog društva, god.XXV, Sv. 4, Zagreb.
- Blašković, V. 1964: Prirodne oznake Đurđevačkih pijesaka, doktorska disertacija, Geografski glasnik br 25, Zagreb
- FAO (Editor), 1998. World reference base for soil resources. World soil resources reports. FAO, ISRIC, ISSS, Rome, 87 pp
- Škorić, A., G. Filipovski and M. Ćirić, 1985. Classification of Yugoslav soils (in Croatian). Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, 71 pp.

- Škorić, A., 1973: Pedološki praktikum, Sveučilište u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet-Zagreb pp 41
- Špoljar, A., 1999. FAO Classification with a database for Soil map of Croatia at small scale (in Croatian). MSc Thesis, University of Zagreb, Zagreb, 121 pp.
- World Reference Base for Soil Resources (2006) World Soil Resources Reports 103. 132 p (FAO Rome).

SUMMARY: In the area of Đurđevački pijesci (Northern Croatia), at the end of 19th ct, forestation with the Scotch and Austrian pine has been carried out; later on it has been performed with the black Locust as well, the aim of which was to calm the active sands down and to stop the “Croatian desert” to spread, together with improving of the ecological life conditions.

After about 100 years, this work analyses the forest vegetation influence on some soil characteristics and crop productivity. The investigated vegetation spread in an area of forest community of Peduncled Oak and Common Hornbeam (Carpino betuli-Quercetum roboris, Anić 1956 ex. Rauš 1969). The average annual precipitation quantity is 950 mm; the average annual air temperature is 10,1 oC. The parent material of soils contains 78–80 % SiO₂ and 2–4 % CaO + MgO. The most important results of these researches are:

On sand area in north Croatia (Đurđevački Pijesci) in the period of 90–110 years under the forest of Austrian pine, Scotch pine and Black Locust there has been formed – Rubic, Folic, Protic, Endogleyic, Haplic Arenosols (Dystric, Greyic, Novic, Transportic). From the mentioned research and soil data it can be concluded that the forest vegetation had a strong influence on a progressive direction of the soil evolution. The sands represent a very recent pedogenetic formation belonging mainly to the genetic-evolutionary stage of leached sirozem (grey desert soils) with a tendency of future development towards the initial Leptosol (Ranker).

Key words : Đurđevački pijesci, arenosol, forest vegetation, pedogenezis