

**PRILOG POZNAVANJU EKOLOŠKIH ODNOSA U
ZAGREBAČKOM GRADSKOM RASLINSTVU**

**ECOLOGICAL RELATIONSHIPS IN THE ZAGREB
URBAN VEGETATION**

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov

IZVOD

U radu se iznose neki ekološki pokazatelji primjereni za ocjenu uspijevanja gradskog raslinstva na području grada Zagreba. U tu svrhu ispitivane su osnovne pedogenetske i fizikalno kemijske značajke tla te neki biogeni elementi i teške kovine u tlu i lišću šumskog drveća, kao i postotak periodičkog plošnog prirasta glavnih vrsta šumskog drveća za posljednja tri petogodišnja razdoblja (1976-1990). Istraživanja su obavljena na 18 lokaliteta (primjernih objekata) raspoređenih u prostoru tako da su obuhvaćeni glavni tipovi tla, glavne parkovne vrste šumskog drveća različite starosti i vrste nasada. Dobiveni rezultati uz sva ograničenja (mali broj podataka uz jednokratna mjerenja) upućuju da većina ispitanih vrsta šumskog drveća pokazuje jaku varijabilnost radijalnog rasta i u više slučajeva zbog edafski nepovoljnih uvjeta (nizak kapacitet tla za zrak) mali postotak prirasta (< 1,5%).

Ključne riječi: aeropolucija, parkovi i drvoredi, tlo.

ABSTRACT

In this work some ecological indicators suitable for the growth of urban vegetation in the city of Zagreb are given. For this purpose, the principle pedogenetic, physical and chemical properties of the soil, including main biogenetic elements and heavy metals in the soil and forest tree leaves, as well as the percentage of periodical plane increase of main species of forest trees in the last three five-year periods (1976-1990) have been studied. These researches have been carried out on 18 localities (appropriate facilities) distributed in the way to include

main types of soil, main species of forest trees of different age in parks and main types of cultivated plants. In spite of all the limiting factors (small number of data with single measurements), the obtained results indicate that most forest tree species studied show a high variability of radial growth and in some cases, due to unfavourable conditions (the low soil capacity for air), a low increase percentage (< 1.5 %).

Key words: aeropollution, parks and tree – lined paths, soil.

UVOD

Suvremena strategija unapređenja i zaštite gradskog zelenila (arborikulture) podrazumijeva proučavanje i primjenu znanja u najmanje četiri smjera i to:

- a) ekološki, napose tehnogeni utjecaj na vitalitet raslinstva,
- b) genetsko oplemenjivanje (selekcija i hibridizacija adaptabilnih genotipova),
- c) sjemenarstvo i rasadnička proizvodnja te
- d) podizanje arborikulture na antropogenim staništima.

Ciljevi i svrha takve strategije nedavno su iscrpno prikazani i u nama pristupačnim radovima (Devide 1990, Borzan 1990, Martinović, Vranković 1989, Klepac 1990, Ricov 1990, Kiš 1990, Vidaković 1990), stoga ih ovdje ne ponavljamo.

Oslanjajući se na te spoznaje izradili smo (Martinović, Vranković 1991) i predložili Gradskom poglavarstvu Zagreba model istraživanja ekoloških utjecaja na gradsko i prigradsko raslinstvo grada Zagreba. Taj je model obuhvatio više međusobno povezanih pokazatelja (fizikalne značajke tala, koncentracije biogenih elemenata i teških kovina u tlu i biljci, periodski rast drveća za posljednjih 15 godina, stanje kloroze i nekroze lišća, stanje lišajeva te nazočnost insekata i gljiva kao uzročnika biljnih bolesti) i ta se istraživanja postupno ostvaruju.

Za ovu priliku izlažemo prve podatke o vrijednostima nekih od navedenih pokazatelja, i to značajke tala, koncentraciju elemenata u tlu i u biljci te radijalni rast šumskog drveća analiziranih u 1991. godini.

OPIS MATERIJALA I METODE RADA

Istraživanja su obavljena na 18 lokaliteta (primjernih objekata) raspoređenih u prostoru tako da su obuhvaćeni glavni tipovi tala, glavne parkovne vrste šumskog drveća različite starosti i vrste nasada (tablica 1).

Svi primjerni objekti nalaze se u istom klimatsko zonalnom vegetacijskom

području. Prema Bertoviću 1983. to je središnje potpodručje šume hrasta kitnjaka i običnog graba sa sljedećim klimatskim pokazateljima: godišnji srednjak temperature zraka 10,5°C; srednjak temperature zraka u toploj polovici godine 16,9°C; godišnji srednjak količine oborina 918 mm; ljetni srednjak količine oborina 275 mm; zimski srednjak količine oborina 199 mm i Langov godišnji kišni faktor 88, što po M. Gračaninu spada u humidnu klimu.

Tablica 1

Opis primjernih objekata

Table 1

Description of samples objects

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Vrsta nasada i starost Plantation type and age	Vrsta drveća Tree species	Tip tla (ili genetsko porijeklo tla) Soil type (or genetic origin of soil)
1	Baštijanova (zapad)	Drvored 60 godina	<i>A. hypocastanum</i> (divlji kesten)	Antropogeno, tehnogeno tlo - deposol (do 55 cm)
2	J. Rakuše (drvored)	Drvored 25 godina	<i>C. occidentalis</i> (kopriivić)	Rendzina alohtona, karbonatna na antropogenom karbonatnom supstratu (deposolu)
3	J. Rakuše (živica)	Drvored 25 godina	<i>C. occidentalis</i> (kopriivić)	Antropogeno, karbonatno tlo - deposol
4	Ulica platana	Drvored 25-30 godina	<i>P. x hybrida</i> (platana)	Mineralno močvarno hidromeliorirano tlo, djelomično tehnogenog porijekla
5	M. Gavazzia (Dubrava)	Drvored 25-30 godina	<i>P. x hybrida</i> (platana)	Semiglej, hidromeliorirani
6	Zaprude	Drvored, park 25 godina	<i>F. americana</i> , <i>P. x hybrida</i> (američki jasen, platana)	Hipoglej, hidromeliorirani
7	Baštijanova (istok)	Drvored 60 godina	<i>A. hypocastanum</i> (divlji kesten)	Tehnogeno tlo-deposol (do 60 cm)
8	Vrapče (bolnica)	Velika aleja (drvored) 100 godina	<i>A. hypocastanum</i> (divlji kesten)	Mineralno močvarno tlo - hidromeliorirano

Nastavak na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

9	Gajnice (škola)	Parkovni nasad 25-30 godina	P. x hybrida, P. nigra (platana, crni bor)	Tehnogeno tlo - deposol
10	Zelengaj	Mješavina prir. sast. i kulture 70 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	Pseudoglej, obronačni, plitki, distrični
11	Tuškanac	Prirodna sastojina > 100 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	Pseudoglej, obronačni, srednje duboki
12	Jarun	Prirodna sastojina 40 godina	P. nigra (crna topola)	Humofluvisol, karbonatni srednje duboki do duboki, pjeskoviti
13	Zrinjevac	Drvored 90-100 godina	P. x hybrida (platana)	Antropogenizirano tlo, plitko
14	Laščinska (vodovod)	kultura 80 godina	T. cordata T. grandifolia (lipa)	Pseudoglej, ravničarski, srednje duboki do duboki
15	Brezovica	Drvored breze 40-50 godina	B. pendula (obična breza)	Aluvijalno, beskarbonatno, pseudoglejno antropogenizirano tlo
16	Savski Gaj - Trnsko	Drvored, park 25-30 godina	B. pendula P. x hybrida, P. strobus (obična breza, platana, borovac)	Aluvijalno, karbonatno, srednje duboko ilovasto pjeskovito tlo
17	Ribnjak (sredina)	Parkovi, nasadi-skupine 70-100 godina	Q. petraea, A. hypocastanum (hrast kitnjak, divlji kesten)	Močvarno glejno, hidromeliorirano tlo
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Parkovi, nasadi-skupine 70-100 godina	Q. petraea, A. hypocastanum (hrast kitnjak divlji kesten)	Aluvijalno, antropogeno, karbonatno, pseudoglejno tlo
19	Budakova	Drvored 20-25 godina	A. platanooides (javor mliječ)	Tehnogeno tlo - deposol
20	Maksimir (vidikovac)	Prirodna sastojina > 100 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	pseudoglej, ravničarski, srednje duboki, na pleistocenskim ilovinama
21	Maksimir (glavni ulaz)	Mješavina prir. sast. i kulture > 100 godina	Q. robur (hrast lužnjak)	Pseudoglej, ravničarski, duboki na aluvijalno pleistocenskom supstratu

Laboratorijske analize: fizikalne značajke, mehanički sastav, sadržaj humusa i dušika, te pH vrijednosti određene su u laboratoriju Katedre za pedologiju Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a biogeni elementi i elementi teških kovina u tlu i lišću u Zavodu za kemiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Za određivanje retencijskog kapaciteta tla za vodu primijenjen je postupak prema Kopeckom, modifikacija prema M. Gračaninu, mehanički sastav u $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10 \text{H}_2\text{O}$ pipet metodom, aktivna i supstitucijska kiselost elektrometrijski u suspenziji s H_2O i M KCl (odnos 1:2,5), sadržaj humusa prema Tjurinu, ukupni dušik (N) u tlu prema Kjeldahlu. Mobilni fosfor (P) i kalij (K) u tlu određeni su Al-metodom prema M. L. Jacksonu.

Za određivanje dušika, fosfora i kalija uzorci biljnog materijala (lišće šumskog drveća) spaljeni su prema Kjeldahlu. Koncentracija ukupnog dušika određena je titrimetrijski, fosfor molibdat metodom spektrofotometrijski, a kalij plamenom fotometrijom. Sumpor je u biljnom materijalu određen metodom: Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 1975. Uzorak se spaljuje uz dodatak $\text{Mg}(\text{NO})_3$ kod čega se sumpor oksidira do sulfata i nakon taloženja s BaCl_2 odredi gravimetrijski.

Spaljivanje uzoraka biljnog materijala i uzoraka tla za određivanje ukupne koncentracije pojedinih metala izvršeno je prema N. R. Mc Quaker, D. F. Brown, P. D. Kluckner, Anal. Chem 51 (7), 1979. Koncentracija metala određena je AAS metodom, Zeiss AAS 3.

Tečajni plošni prirast svih glavnih vrsta šumskog drveća zastupljenih na primjernim objektima za tri posljednja petogodišnja razdoblja (1976-1990) određena je prema Presslerovoj formuli:

$$p - (200/n) \times (G - g) / (G + g)^*.$$

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I TUMAČENJE

1. Osnovne značajke tala

Osnovni podaci o tlima zagrebačkog raslinstva iskazani su u tablicama 2, 3 i 4. Na temelju tih podataka vidljivo je da se parkovi i drvoredi zagrebačkog gradskog i prigradskog područja rasprostiru na tlima različitog genetskog podrijetla i evolu-

* Za svesrdnu pomoć na ostvarenju ovih istraživanja autori su zahvalni voditeljstvu Ekološkog projekta Zagreb, J.P. "Zrinjevac" u Zagrebu, ing. Stjepanu Nikoliću i ing. Anti Lediću.

cije. To naročito potvrđuju podaci o reakciji tla (tablica 4) kod kojih se pH vrijednosti nalaze u veoma širokom rasponu (od 3,2 - 7,1 u M KC1 i od 4,0 - 7,9 u vodi) ili, drugim riječima, od jako kiselih do praktički neutralnih tala.

Temeljem mjerenja (tablica 3) može se konstatirati da podaci o kapacitetu tla za zrak pokazuju njihovu veliku ekološku varijabilnost. Općenito se može reći da su analizirana tla u površinskim horizontima porozna, a u dubljim horizontima ili porozna ili malo porozna. Iz tih podataka vidljivo je također da su, u pravilu, sva tla razvijena na sedimentima lakšeg mehaničkog sastava (npr. profil 12, 15, 16 i 17) porozna po cijeloj dubini profila. To se odnosi i na tla koja imaju stabilnu strukturu (npr. profili 5 i 8).

Što se tiče kapaciteta za vodu, on je uglavnom osrednji, a samo iznimno je velik u pojedinim površinskim horizontima, kao i u nekim dubljim, što je odraz slojevite građe profila vidljive iz stratigrafije profila (tablica 2).

Tablica 2 Popis tala zagrebačkih parkova i drvoreda sa stratigrafijom profila
Table 2 List of soils in parks and treelined paths with profile stratigraphy in Zagreb

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Tip tla i stratigrafija profila Soil type and profile stratigraphy	
			(cm)
1	Baštijanova (zapad)	Antropogeno, tehnogeno tlo - deposol (do 55 cm)	A (0-10); Ig(10-30); II(30-55); III (55-70)
2	J. Rakuše (drvored)	Rendzina alohtona, karbonatna na antropogenom karbonatnom supstratu (deposolu)	A (0-20); C/I(17-60); II(50-70)
3	J. Rakuše (živica)	Antropogeno, karbonatno tlo - deposol	A(0- 25); I(25-60); II(>60)
4	Ulica platana	Mineralno močvarno hidromeliorirano tlo, djelomično tehnogenog porijekla	A (0-10); I(10-30); II(25-70)
5	M. Gavazzia (Dubrava)	Semiglej, hidromeliorirani	A (0-20); G1(20-40); G2 (40-75)
6	Zaprude	Hipoglej, hidromeliorirani	A(0-18); G1(18-75); G2(75- 85)

Nastavak na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

7	Baštijanova (istok)	Tehnogeno tlo - deposol (do 60 cm)	A(0-17); I(17-55); IIg(60-70)
8	Vrapče (bolnica)	Mineralno močvarno tlo - hidromeliorirano	A(0-12); Gso(12-48); Gr(48-70)
9	Gajnice (škola)	Tehnogeno tlo - deposol	AI(0-15); II(15-45); III(45-70)
10	Zelengaj	Pseudoglej, obronačni, plitki, distrični	Aoh(0-8); Eg(8-25); Bg(25-55); g (>55)
11	Tuškanac	Pseudoglej, obronačni, srednje duboki	A(0-3); AEg(3-25); Bg(25-70); g1(70-90)
12	Jarun	Humoflovisol, karbonatni, srednje duboki do duboki, pjeskoviti	A(0-25); AC(25-60); C(60-90); D(>90)
13	Zrinjevac	Antropogenizirano tlo, plitko	Ap(0-18); I(18-45); II/D(>45)
14	Lašćinska (vodovod)	Pseudoglej, ravničarski, srednje duboki do duboki	A(0-10); Eg(10-30); B1g(30-55); g(55-110)
15	Brezovica	Aluvijalno, beskarbonatno, pseudoglejno, antropogenizirano tlo	Ap(0-18); Ag(18-42); Ig(42-90)
16	Savski Gaj - Trnsko	Aluvijalno, karbonatno, srednje duboko ilovasto pjeskovito tlo	A(0-10); I(10-30); II(30-70); II(70-90)
17	Ribnjak (sredina)	Močvarno glejno, hidromeliorirano tlo	A(0-12); AGso(12-35); Gr(35-85)
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Aluvijalno, antropogeno, karbonatno, pseudoglejno tlo	P(0-30); Pg(30-52); IIg(52-90)
19	Budakova	Tehnogeno tlo - deposol	A(0-10); I(10-55)
20	Maksimir (vidikovac)	Pseudoglej, ravničarski, srednje duboki, na pleistocenskim ilovinama	O1-1,5 cm; Of-0,5 cm; A(0-5); Eg(5-27); Bg(27-68); Bg2(68-95)
21	Maksimir (glavni ulaz)	Pseudoglej, ravničarski, duboki na aluvijalno pleistocenskom supstratu	(A)1(0-17); IIg(17-42); IIIg(42-69); IVg(69-100)

Količine humusa i dušika u istraživanim tlima pokazuju veoma veliku raznolikost. Ona ne ukazuju niti na neku opću pravilnost što je odraz različitih uvjeta tvorbe organske tvari u istraživanim prostorima.

Tablica 3
Table 3
Mehanički sastav i važnije fizikalne značajke tala zagrebačkih parkova i drvoreda
Texture and some soil physical properties in parks and tree-lined paths in Zagreb

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth (cm)	Količina čestica Content of particles					Teksturna oznaka Texture	Poroznost Porosity		Ret. kapacitet za vodu Water capacity		Kapacitet za zrak Air capacity (vol. %)
			2.0-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05-0.02 mm	0.02-0.002 mm	< 0.002 mm		(vol. %)	Ocjena Mark	(vol. %)	Ocjena Mark	
1	Baštijanova (zapad)	0-10 10-25 (30)	17.8	16.8	27.3	26.4	11.7	praš. ilovača	54.19	porozno	48.90	velik	7.29
2	J. Rakuše (drvored)	0-17 (20) 20-60	8.5	16.5	26.0	34.5	14.5	praš. ilovača	51.74	porozno	43.05	osrednji	8.69
3	J. Rakuša (živica)	0-25 25-35 (60)	10.5	8.0	31.7	33.6	16.2	praš. ilovača	47.96	porozno	41.64	osrednji	6.32
4	Ulica platana	0-10 10-25 (30)	4.8	5.2	15.0	50.6	24.4	praš. ilovača	44.89	malo porozno	44.49	osrednji	4.40
5	M. Gavazzia Dubrava	0-20 20-40 40-70	5.9	9.0	32.1	38.1	14.9	praš. ilovača	45.73	porozno	42.52	osrednji	3.21
6	Zaprude	0-18 18-70 70-85	1.7	9.9	30.2	43.7	14.5	praš. ilovača	50.83	porozno	47.26	velik	3.57
7	Baštijanova (istok)	0-17 17-55	21.9	20.5	18.0	34.2	5.4	praš. ilovača	46.57	porozno	42.84	osrednji	3.73
			1.9	3.2	16.5	43.4	35.0	pr. g. ilovača	43.94	malo porozno	43.38	osrednji	.56

Nastavlja se na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth (cm)	Količina čestica Content of particles					Teksturna oznaka Texture	Poroznost Porosity		Ret. kapacitet za vodu Water capacity		Kapacitet za zrak Air capacity (vol. %)
			2.0-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05-0.02 mm	0.02-0.002 mm	<0.002 mm		(vol. %)	Ocjena Mark	(vol. %)	Ocjena Mark	
8	Vrapče (bolnica)	0-12	3.9	2.7	26.9	44.1	22.4	praš. ilovača	50.96	porozno	47.99	velik	2.97
		12-48	12.4	10.2	21.0	37.3	19.1	praš. ilovača	46.35	porozno	44.78	osrednji	1.57
		48-70	.6	.2	11.2	54.2	33.8	pr. g. ilovača	47.90	porozno	43.02	osrednji	4.88
9	Gajnice (škola)	0-15	8.0	9.3	28.2	36.7	17.8	praš. ilovača	48.82	porozno	43.72	osrednji	5.10
		45-70	8.4	12.0	11.1	42.9	25.6	praš. ilovača					
10	Zelengaj	0-8	1.0	6.8	30.9	36.2	16.0	praš. ilovača	67.50	vrlo porozno	46.25	velik	21.25
		8-20 (25)	6.5	8.1	25.8	29.0	30.6	pr. g. ilovača	63.10	vrlo porozno	44.13	osrednji	18.97
11	Tuškanac	0-25	2.9	.0	39.5	38.9	18.7	praš. ilovača	53.77	porozno	45.58	velik	8.19
		25-70	2.0	2.0	36.5	42.5	17.0	praš. ilovača	44.11	malo porozno	38.93	osrednji	5.18
		70-90	2.4	.8	15.3	19.1	62.4	glina	43.33	malo porozno	38.71	osrednji	4.73
12	Jarun	0-25	.9	19.9	42.8	19.5	16.9	praš. ilovača	58.70	porozno	44.03	osrednji	14.67
		25-60	1.1	24.8	36.9	17.4	19.8	praš. ilovača	58.37	porozno	41.38	osrednji	16.99
		60-90	.5	7.3	43.6	29.4	19.2	praš. ilovača	57.44	porozno	40.25	osrednji	17.19
13	Zrinjevac	0-18	12.9	8.4	25.3	36.2	17.2	praš. ilovača	49.35	porozno	38.80	osrednji	10.55
		18-45	11.6	10.6	28.0	28.0	21.8	praš. ilovača	46.76	porozno	36.84	osrednji	9.92
14	Lašćinska (vodovod)	0-10	10.4	4.6	31.2	31.8	22.0	praš. ilovača	61.61	vrlo porozno	41.25	osrednji	20.16
		10-30	5.6	2.2	27.1	37.1	28.0	pr. g. ilovača	46.72	porozno	40.87	osrednji	5.85
		30-55	3.5	3.1	25.2	33.4	34.8	pr. g. ilovača	41.77	malo porozno	39.12	osrednji	2.65
		55-110	1.2	.5	29.2	41.5	27.6	praš. ilovača	42.45	malo porozno	39.98	osrednji	2.47
15	Brezovica	0-18	6.0	4.8	39.1	32.3	17.8	praš. ilovača	53.72	porozno	42.35	osrednji	11.37
		18-42	6.0	4.1	32.9	38.2	18.8	praš. ilovača	46.44	porozno	40.61	osrednji	5.83
		42-90	3.0	2.8	37.6	34.8	21.8	praš. ilovača	47.86	porozno	39.98	osrednji	7.88

Nastavlja se na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth (cm)	Količina čestica Content of particles				Teksturna oznaka Texture	Poroznost Porosity		Ret. kapacitet za vodu Water capacity		Kapacitet za zrak Air capacity (vol. %)	
			2.0-0.2 mm	0.2-0.05 mm	0.05-0.02 mm	0.02-0.002 mm		< 0.002 mm	(vol. %)	Ocjena Mark	(vol. %)		Ocjena Mark
16	Savski Gaj - Trnsko	0-10	6.5	31.3	23.8	28.0	10.4	praš. ilovača	46.35	porozno	39.26	osrednji	7.09
		10-30	13.2	50.2	16.6	16.4	3.6	praš. ilovača	45.33	porozno	39.21	osrednji	6.12
		30-70	3.1	39.6	15.1	35.9	6.3	praš. ilovača	48.42	porozno	39.89	osrednji	9.53
17	Ribnjak (sredina)	0-12	7.4	6.1	22.2	41.3	23.0	praš. ilovača	52.71	porozno	43.65	osrednji	9.06
		12-35	3.1	4.3	12.7	35.5	44.4	praš. glina	48.44	porozno	43.19	osrednji	5.25
		35-85	.9	.6	11.1	26.4	61.0	glina	51.08	porozno	47.11	velik	3.97
18	Ribnjak (gornji ulaz)	0-30	13.6	8.6	47.2	14.5	16.1	praš. ilovača	52.26	porozno	46.72	velik	5.54
		30-52	9.3	7.9	22.0	41.4	19.4	praš. ilovača	42.48	malo porozno	39.98	osrednji	2.50
		52-90	11.8	8.4	21.7	36.9	21.2	praš. ilovača	46.51	porozno	41.22	osrednji	5.29
19	Budakova	0-10	16.8	11.7	17.1	38.0	16.4	praš. ilovača	51.07	porozno	44.27	osrednji	6.80
		10-55	16.2	1.3	30.0	34.0	18.4	praš. ilovača					
20	Maksimir (vidikovac)	0-5	2.7	.0	40.1	37.1	20.1	praš. ilovača	56.12	porozno	40.50	osrednji	15.62
		5-27	2.8	1.2	30.4	46.0	17.6	praš. ilovača	50.42	porozno	39.33	osrednji	11.09
		27-68	1.0	.9	35.5	30.6	32.0	pr. g. ilovača	43.98	malo porozno	42.61	osrednji	1.37
		68-95	.7	.1	27.2	38.1	33.9	pr. g. ilovača	36.68	malo porozno	36.12	osrednji	.56
21	Maksimir (glavni ulaz)	0-17	3.8	9.3	40.9	29.2	16.8	praš. ilovača	52.62	porozno	39.22	osrednji	13.44
		17-42	3.7	12.8	39.4	27.4	16.7	praš. ilovača	43.87	malo porozno	38.12	osrednji	5.75
		42-69	1.0	8.1	43.4	25.7	21.8	praš. ilovača	46.55	porozno	39.43	osrednji	7.12
		69-100	6.1	4.1	43.5	24.5	21.8	praš. ilovača	41.20	malo porozno	39.78	osrednji	1.42

Premda još nema dovoljno spoznaja o odnosu tla i gradskog raslinstva, proučavana tla mogu se sa stajališta njihova predvidivog utjecaja na to raslinstvo razvrstati u četiri skupine:

I. SKUPINA tala razvijena je na aluvijalnom supstratu pjeskovitoilovastog mehaničkog sastava ujednačenog po cijeloj dubini profila. Predstavljena su profilima: Jarun 12, Brezovica 15. Savski gaj 16 i Ribnjak 18. Kulturnom obradom tih tala ne stvara se mehanički diskontinuitet soluma.

II. SKUPINA tala razvijena je na tercijskim glinama i mramoriranim ilovima pleistocena, glinasto-ilovaste teksture. Predstavljena su profilima: Zelengaj 10, Tuškanac 11. Laščinska c. 14, Maksimir 20 i Maksimir 21. Ova tla nemaju ujednačen mehanički sastav po dubini profila kako zbog Bg horizonta tako i zbog često prisutnih proslojaka šljunka i kamenih valutica.

III. SKUPINA tala je glinaste teksture, a razvijena su pod utjecajem prekomjernog vlaženja. Predstavljena su profilima na sljedećim lokacijama u gradu Zagrebu: M. Gavazzia 5, Zapruđe 6, Vrapče 8 i Ribnjak 17. Ova tla, kao ni ona iz prve skupine, tehnogenim premještanjem nemaju diskontinuitet u teksturi.

IV. SKUPINU čine tla neujednačenog mehaničkog sastava koja su nastala pod veoma radikalnim tehnogenim premještanjem zemljišnih masa različitog mehaničkog sastava. Ona su obogaćena skeletom kao i industrijskim građevinskim otpacima (šljaka, drozga, kamen, opeka i dr.) koji dolazi izmiješan sa "sitnicom tla" ili čini odvojene proslojke u profilu. Predstavljena su profilima: Baštijanova 1 i 7 Rakuševa 2 i 3, Retkovac 4, Gajnice 9, Zrinjevac 13 i Budakova 19.

Tablica 4 Važnije kemijske značajke tala zagrebačkih parkova i drvoreda
Table 4 Some soil chemical properties of parks and treelined paths in Zagreb

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth	Kol. humusa Humus content	N Nitrog.	pH - vrijednost pH-value	
		(cm)	(%)	(%)	H ₂ O	1M KCl
1	Baštijanova (zapad)	0-10	12.28	.60	7.2	6.4
		10-25(30)			7.8	6.8
		30			7.5	6.4
2	J. Rakuše (drvored)	0-17(20)	5.28	.64	7.7	7.0
		20-60			7.9	7.0

Nastavak na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth	Kol. humusa Humus content	N Nitrog.	pH - vrijednost pH-value	
		(cm)	(%)	(%)	H ₂ O	1M KCl
3	J. Rakuše (živica)	0-25	3.90	.39	7.8	7.0
		25-35(60)			7.9	7.0
4	Ulica platana	0-10	4.90	.39	7.7	6.8
		10-25(30)			7.8	6.6
5	M. Gavazzia (Dubrava)	0-20	4.84	.51	7.7	6.9
		20-40			7.8	6.8
		40-70			7.8	6.9
6	Zaprude	0-18	5.07	.40	7.7	6.8
		18-70			7.8	6.9
		70-85			7.8	7.0
7	Baštijanova (istok)	0-17	8.38	.48	7.6	6.6
		17-55			7.6	6.6
8	Vrapče (bolnica)	0-12	6.13	.62	7.4	6.5
		12-48			7.7	6.7
		48-70			7.8	6.4
9	Gajnice (škola)	0-15	4.86	.43	7.6	6.9
10	Zelengaj	0-8	10.73	.67	5.4	4.1
		8-20 (25)			4.3	3.2
		>25			5.2	3.6
11	Tuškanac	0-25	6.05	.47	6.3	5.2
		25-70			6.6	5.2
		70-90			6.4	5.7
12	Jarun	0-25	7.68	.39	7.3	6.6
		25-60			7.5	6.6
		60-90			7.7	6.6
13	Zrinjevac	0-18	4.32	.42	7.6	6.8
		18-45			7.7	6.6
14	Laščinska (vodovod)	0-10	6.18	.39	7.4	6.5
		10-30			7.6	6.5
		30-55			7.8	6.4
		55-110			7.4	6.1
15	Brezovica	0-18	6.03	.54	7.2	6.2
		18-42			7.4	6.6
		42-90			7.5	6.4

Nastavak na idućoj stranici

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Dubina tla Soil depth	Kol. humusa Humus content	N Nitrog.	pH - vrijednost pH-value	
		(cm)	(%)	(%)	H ₂ O	1M KCl
16	Savski Gaj - Trnsko	0-10	3.39	.47	7.4	6.6
		10-30			7.8	6.6
		30-70			7.9	7.1
17	Ribnjak (sredina)	0-12	9.13	.39	7.4	6.8
		12-35			7.4	6.0
		35-85			7.0	5.6
18	Ribnjak (gornji ulaz)	0-30	7.09	.36	7.2	6.3
		30-52			7.6	6.6
		52-90			7.6	6.6
19	Budakova	0-10	6.31	.42	7.4	6.8
		10-55			7.9	6.8
20	Maksimir (vidikovac)	0-5	13.11	.62	4.1	3.4
		5-27			4.0	3.5
		27-68			4.5	3.4
		68-95			5.0	3.5
21	Maksimir (glavni ulaz)	0-17	3.18	.55	4.9	3.8
		17-42			6.2	5.2
		42-69			6.6	5.4
		69-100			6.6	5.3

2. Sadržaj elemenata u tlu

Podaci o sadržaju bioelemenata i nekih teških kovina u površinskom (humusno-akumulativnom horizontu) prikazani su u tablici 5. Prikazane vrijednosti imaju ove važnije posebnosti:

a) Što se tiče biogenih elemenata tla, ona su na svim lokalitetima bogato opskrbljena ukupnim dušikom i kalcijem. Tla su, međutim, općenito slabo opskrbljena pristupačnim fosforom, dok je opskrbljenost kalijem neujednačena.

b) Ukupni sadržaj željeza primjeren je tipskoj fiziografiji tala. Sve se vrijednosti koncentracije mangana nalaze iznad srednje prirodne (400 ppm), ali i ispod granične vrijednosti (1 500 ppm). Sva istraživana tla imaju višu koncentraciju olova od geogene (< 10 ppm). Najveća kontaminacija tala teškim kovinama odnosi se na kadmij, ali taj nalaz trebat će dalje istraživati.

Ostale teške kovine (bakar, cink, nikal) pokazuju od slučaja do slučaja različitu koncentraciju u pravilu iznad prirodno stečenog stanja.

Sadržaj elemenata u tlu
Content of elements in soil

Tablica 5
Table 5

Redni br. Ordi- nal nr.	Lokacija Locality	Tlo Soil	Dubina tla Soil depth cm	N*** %	P mg/100g	K %	Ca %	Mg %	ppm							Cd***
									Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb		
1	Baštijanova (zapad)	Antropogeno, tehnočno tlo - deposal (do 55 cm)	0-10	.60	9.6	15.5	8.9	1.0	24018	485	59.7	90.4	54.6	286.0	2.9	
2	J. Rakuše (drvodred)	Rendzina alohtona, karbonatna na antropogenom karbonatnom supstratu (deposolu)	0-17(20)	.64	5.7	15.5	8.4	1.0	14928	465	26.2	71.8	39.4	74.8	3.1	
3	J. Rakuše (živica)	Antropogeno, karbonatno tlo - deposal	0-25	.39	3.4	17.8	12.0	1.3	21125	546	20.0	65.8	37.7	37.9	3.3	
4	Ulica platana	Mineralno močvarno hidromeliorirano tlo, djelomično tehnočno porijekla	0-10	.39	26.7	15.9	4.1	.6	22658	571	34.2	52.2	38.4	23.6	1.8	
5	M. Gavazzia	Semigleji, hidromeliorirani	0-20	.51	3.6	14.1	4.2	.6	23585	658	23.4	52.5	47.4	14.2	2.0	
6	Zaprude	Hipogleji, hidromeliorirani	0-18	.40	1.7	9.5	11.5	1.2	19410	511	22.6	57.1	37.2	29.5	3.4	
7	Baštijanova (istok)	Tehnočno tlo - deposal (do 60 cm)	0-17	.48	4.4	9.5	8.0	1.1	18915	433	66.4	77.5	41.3	101.0	2.9	
8	Vrapče (bolnica)	Mineralno močvarno tlo - hidromeliorirano	0-12	.62	5.6	20.3	2.2	.9	31394	765	45.3	82.5	74.5	30.1	3.0	
9	Gajnice	Tehnočno tlo - deposal	0-15	.43	2.9	14.9	13.0	.9	19935	521	17.3	47.6	41.4	22.2	4.0	
10	Zelengaj	Pseudogleji, obronačni, plitki, distrični	0-8	.67	1.8	10.8	3.0	.7	40305	1240	44.7	57.6	48.4	26.3	3.3	
11	Tuškanac	Pseudogleji, obronačni, srednje duboki	0-25	.47	1.1	13.9	1.0	.5	23430	405	13.7	46.3	34.9	27.4	2.4	
12	Jarun	Humofluisol, karbonatni, srednje duboki do duboki, pjeskoviti	0-25	.39	2.0	13.1	12.1	1.3	18255	452	26.9	63.2	36.3	34.1	4.3	
13	Zrinjevac	Antropogenizirano tlo, plitko	0-18	.42	14.9	11.2	5.5	.9	29090	775	34.2	72.2	47.8	34.2	3.0	
14	Laščinska (vodovod)	Pseudogleji, ravničarski, srednje duboki do duboki	0-10	.39	1.7	8.1	2.4	.7	24500	443	25.7	50.0	38.9	28.0	3.2	
15	Brezovica	Aluvijalno, beskarbonatno, pseudoglejno, antropogenizirano	0-18	.54	10.9	8.3	1.2	.6	21550	622	16.9	60.2	40.9	21.2	2.9	

Nastavlja se na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordin nal nr.	Lokacija Locality	Tlo Soil	Dubina tla Soil depth	N*** %	P mg/100g	K %	Ca %	Mg %	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd***
16	Savski Gaj - Trnsko	Aluvijalno, karbonatno, srednje duboko ilovasto pjeskovito tlo	0-10	.47	16.1	7.8	12.9	1.3	18335	479	21.7	65.2	41.5	30.9	4.5
17	Ribnjak (sredina)	Močvarno glejno, hidromeliorirano tlo	0-12	.39	10.5	22.8	4.6	.9	37730	821	60.4	82.1	61.6	42.3	3.9
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Aluvijalno, antropogeno, karbonatno, pseudoglejino tlo	0-30	.36	86.5	18.3	5.9	.8	25805	670	49.9	76.8	48.2	40.3	3.3
19	Budakova	Tehnogeno tlo - deposol	0-10	.42	6.3	13.1	4.5	.8	25610	716	41.6	73.1	52.1	55.6	3.3
20	Maksimir (vidikovac)	Pseudoglej, ravničarski, srednje duboki, na pleistocenskim ilovinama	0-5	.62	2.1	11.2	.4	.4	21590	433	11.8	44.5	37.0	33.3	2.9
21	Maksimir (glavni ulaz)	Pseudoglej, ravničarski, duboki na aluvijalno pleistocenskom supstratu	0-17	.55	.7	4.1	2.0	.4	20540	560	14.0	38.2	33.2	20.0	3.0
Dobra opskrbljenost - Good supply				>0.30	>12	>14	1-3	>0.5							
Geogeno stanje - Geogenic state*									-	<400	5-20	10- 50	10- 50	<10	0.5
Granična vrijednost - Critical load **									-	-	100	250	100	100	2.5

* Srednja prirodna rasprostranjenost (najčešći sadržaj) elemenata u tlu - Middle natural diffusion of elements in soil Bockris 1982, Gračanin 1977).

** Najniža koncentracija u tlu koja ima toksični (depresivni) učinak - The lowest concentration in soil that have the toxic output (Brune, H. Ellinghaus, R. 1981).

*** Vrijednosti ne korespondiraju s literaturnim podacima - The values don't correspond with literary facts.

Tablica 6
Table 6

Količina bioelemenata u lišću drveća
Content of bioelements in tree leaves

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Vrsta drveća Tree species	N	P	K	Ca	Mg
			(% / suha tvar - % / dry matter)				
1	Baštijanova (zapad)	<i>A. hypocastanum</i> (divlji kesten)	1.20	.10	.31	8.59	.08
2	J. Rakuše (drvored)	<i>C. occidentalis</i> (koprivić)	1.35	1.17	1.19	12.53	.08
4	Ulica platana	<i>P. x hybrida</i> (platana)	1.27	.17	.31	5.53	.07
5	M. Gavazzia (Dubrava)	<i>P. x hybrida</i> (platana)	1.13	.10	.28	4.95	.07
6	Zaprude	<i>F. americana</i> (američki jasen)	1.35	.09	.51	6.04	.08
		<i>P. x hybrida</i> (platana)	.92	.10	.68	4.67	.07
8	Vrapće (bolnica)	<i>A. hypocastanum</i> (divlji kesten)	1.42	.14	.33	6.31	.08
9	Gajnice (škola)	<i>P. x hybrida</i> (platana)	1.38	.19	.37	5.25	.07
		<i>P. nigra</i> (crni bor)	1.35	.09	.33	2.45	.06
10	Zelengaj	<i>Q. petraea</i> (hrast kitnjak)	.99	.02	.12	2.80	.07
11	Tuškanac	<i>Q. petraea</i> (hrast kitnjak)	.92	.03	.17	2.80	.07
12	Jarun	<i>P. nigra</i> (crna topola)	1.13	.06	.38	5.35	.08
13	Zrinjevac	<i>P. x hybrida</i> (platana)	.99	.10	.49	4.30	.08
14	Laščinska (vodovod)	<i>T. cordata</i> (malolisna lipa)	1.20	.17	.55	7.79	.08
15	Brezovica	<i>B. pendula</i> (obična breza)	1.42	.35	.31	4.27	.09
16	Savski Gaj - Trnsko	<i>B. pendula</i> (breza)	.99	.23	.65	3.45	.08
		<i>P. x hybrida</i> (platana)	1.49	.19	.58	4.92	.07
		<i>P. strobus</i> (borovac)	1.42	.18	.45	1.30	.06

Nastavak na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Vrsta drveća Tree species	N	P	K	Ca	Mg
			(% / suha tvar - % / dry matter)				
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Q. petraea (hrast kitnjak)	.92	.10	.17	3.81	.08
		A. hypocastanum (divlji kesten)	.49	.18	.46	5.83	.08
19	Budakova	A. platanoides (javor mliječ)	.99	.15	.31	6.86	.08
20	Maksimir (vidikovac)	Q. petraea (hrast kitnjak)	.96	.09	.17	2.49	.07
21	Maksimir (glavni ulaz)	Q. robur (hrast lužnjak)	.99	.11	.21	3.53	.08
Konzentracija za zdravog i dobrog uspijevanja širokolisnog drveća u arborikulturama - Concentration at time of good growing of deciduous trees in arborikulture (In-sley 1981)			2.0+	0.2+	1.0+	1.5+	0.2+

Tablica 7
Table 7

Sadržaj teških kovina i sumpora u lišću drveća
Content of heavy metals and sulphur in tree leaves

Red. br. Ordinal or.	Lokacija Locality	Vrsta drveća Tree species	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	S
			(ppm/suha tvar - ppm/dry matter)							
1	Baštijanova (zapad)	A. hypocastanum (divlji kesten)	311	40	19.40	16.20	3.80	17.30	0	.21
2	J. Rakuše (drvored)	C. occidentalis (koprivić)	920	39	12.30	26.40	9.80	24.20	.83	.21
4	Ulica platana	P. x hybrida (platana)	228	35	18.30	19.80	6.20	9.50	0	.46
5	M. Gavazzia (Dubrava)	P. x hybrida (platana)	202	51	8	23.60	4.90	7.30	0	.44
6	Zaprude	F. americana (američki jasen)	380	32	7.20	10.50	5.30	9.80	0	.41
		P. x hybrida (platana)	312	37	7.60	1.90	19.50	8.80	.84	.45
8	Vrapče (bolnica)	A. hypocastanum (divlji kesten)	363	44	14.40	9.20	4.70	11.50	.22	.21
9	Gajnica (škola)	P. x hybrida (platana)	275	84	14.30	6.10	17.90	7.30	.94	.70
		P. nigra (crni bor)	231	24	9.60	5.20	4.20	8.90	0	.21
10	Zelengaj	Q. petraea (hrast kitnjak)	164	1608	22.60	43.10	11.30	6.80	0	.20

Nastavak na idućoj stranici

A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Red. br. Ordinal or.	Lokacija Locality	Vrsta drveća Tree species	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	S
			(ppm/suha tvar - ppm/dry matter)							
11	Tuškanac	Q. petraea (hrast kitnjak)	314	1601	6.70	18.80	12	6.90	.06	.16
12	Jarun	P. nigra (crna topola)	322	31	6.80	86	7.60	7.10	1.77	.21
13	Zrinjevac	P. x hybrida (platana)	298	45	6.40	4.20	9.60	11.70	.36	.17
14	Lašćinska (vodovod)	T. cordata (malolisna lipa)	543	225	9.60	13.80	12.20	16.20	.92	.30
15	Brezovica	B. pendula (obična breza)	291	243	14.10	59.90	12.60	7.70	.38	.22
16	Savski Gaj - Trnsko	B. pendula (breza)	348	58	13.40	38.40	13.80	16.40	.65	.27
		P. x hybrida (platana)	572	1000	13	41.40	13	11.60	.44	.61
		P. strobus (borovac)	276	8	10.90	26	12.90	10.90	.22	.26
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Q. petraea (hrast kitnjak)	612	43	6.80	20.30	14.40	16.30	.39	.20
		A. hypocastanum (divlji kesten)	1139	30.40	14.40	17.50	15.90	37.90	.69	.32
19	Budakova	A. platanoides (javor mliječ)	1300	52	18.70	24.30	16.60	43	.91	.16
20	Maksimir (vidikovac)	Q. petraea (hrast kitnjak)	750	1681	10.50	15.60	18.10	8.10	.58	.25
21	Maksimir (glavni ulaz)	Q. robur (hrast lužnjak)	572	532	8	16.30	15.80	31.60	.41	.21
Maksimalna koncentracija u lišću (ppm/suha tvar) - Maximum concentration in leaves (ppm/dry matter), (Baker & Chesnin, 1975)			700	300	150	300	3	10	3	-

3. Sadržaj biogenih elemenata i teških kovina u zreloom lišću drveća

Podaci su prikazani na tablici 6 i 7.

a) Prema iskazanom mjernom štapu (tablica 6, Insely 1981) sve istraživane vrste drveća imaju sadržaj dušika ispod granične vrijednosti za dobro stanje ishrane. Podaci o sadržaju kalija i magnezija pokazuju s biljno-fiziološkog gledišta nisku razinu i kreću se do vrlo niske razine. Sve listopadno drveće pokazuje sadržaj kalcija iznad granice dobre opskrbljenosti, što je svakako povezano s visokim sadržajem kalcija u tlu. Općenito se može konstatirati da utvrđeno stanje prehrane šumskog drveća zahtijeva detaljnija istraživanja, ali već na temelju ovih rezultata smatramo da je nužna popravka toga stanja.

b) Za željezo gotovo sve analize pokazuju značajno niži sadržaj od maksimalno dopuštenih. Sadržaj mangana pokazuje vrlo neujednačeno stanje. Sadržaj bakra pokazuje povoljno stanje. Gotovo svi analizirani uzorci imaju dovoljnu opskrbljenost biljaka bakrom (6-12 ppm. Bergmann 1988) i daleko su ispod

maksimalne vrijednosti (160 ppm, Baker. Chesnin 1975). Slično vrijedi i za količinu cinka što ima više slučajeva sa sadržajem nižim od dovoljne (15-50 ppm). Utvrđeni sadržaj olova u 50% slučajeva je iznad graničnih (dopuštenih) vrijednosti (10 ppm). Svi analizirani uzorci pokazuju viši sadržaj kadmija od granične vrijednosti, što potvrđuje našu sumnju u iskazani proces akumulacije kadmija. Koncentracija nikla u gotovo svim uzorcima premašuje granične vrijednosti. Taj nalaz je veoma zanimljiv i treba ga provjeriti i razjasniti u nastavku istraživanja. Koncentracija sumpora može se označiti povećanom i vrlo povećanom i pripisati akumulaciji uvjetovanoj aeropolucijom. Ovaj nalaz za listopadno drveće daje sličnu situaciju kao i raniji nalaz (Komlenović 1990) za konifere na zagrebačkom području.

4. Radijalni rast drveća

Na primjerenim objektima utvrđen je postotak (%) tečajnog plošnog prirasta glavnih vrsta šumskog drveća za tri posljednja petogodišnja razdoblja (1976-1990). Težili smo odgovoriti na pitanje postoje li relevantne promjene rasta drveća koje se mogu pripisati analiziranim ekološkim uvjetima posebno tehnogenetskom utjecaju (aeropolucija i dr.). Podaci su predočeni u tablici 8. Tumačenje prikazanih rezultata ograničavaju mnogi čimbenici prvenstveno činjenica što ne raspolažemo podacima o prirodnom tijeku plošnog prirasta promatranih vrsta drveća u uvjetima gradskih arborikultura. Ipak su zanimljive ove pojedinosti:

a) Crni bor na dva primjerna objekta (Gajnice, Zapruđe) u starosti do 30 godina pokazuje veliki pad postotnog plošnog prirasta. Ta se pojava može pripisati nepovoljnim uvjetima sredine.

b) Platana na pet primjernih objekata (Dubrava, Dubrava-jug, Zapruđe, Gajnice, Savski gaj) u starosti do 30 godina pokazuje također veliki pad postotnog plošnog prirasta. Ta se pojava većim dijelom može pripisati nepovoljnim uvjetima sredine, a dijelom i biološkim značajkama vrste (rana kulminacija plošnog prirasta?). Zanimljivo je da stare platane na Zrinjevcu još ne pokazuju većih promjena u postotku plošnog prirasta.

c) Divlji kesten na tri primjerna objekta (Baštijanova, Vrapče, Ribnjak) pokazuje u starosti 60 - 100 godina jak pad postotka plošnog prirasta. Najjače se to očituje u starom drvoredu divljeg kestena u Vrapču i kod starih stabala u Ribnjaku. Izgleda da se i u ovom slučaju dio smanjenja prirasta može pripisati nepovoljnim uvjetima sredine.

d) Hrastovi općenito (Tuškanac, Ribnjak, Maksimir, Zelengaj), u odnosu na već spomenute vrste, pokazuju znatno manje promjene u plošnom prirastu. Stara

Tablica 8
Table 8
Periodični plošni prirast drveća zagrebačkih parkova i drvoreda
Periodical basal increment of trees of Zagrebian parks and treelined paths

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Vrsta nasada i starost Plantation type and age	Vrsta drveća Tree species	Prirast						Increment		(n)	
				1976-1980		1981-1985		1986-1990		x(%)	s		v(%)
				x(%)	s	v(%)	x(%)	s	v(%)				
1	Baštijanova (zapad)	Drvored 60 godina	A. hypocastanum (divlji kesten)	.69	.43	62.3	.62	.28	45.1	.47	.21	44.7	8
2	J. Rakuše (drvored)	Drvored 25 godina	C. occidentalis (koprivić)	4.68	1.08	23.1	5.03	1.40	27.8	3.18	.91	28.6	8
4	Ulica platana	Drvored 25-30 godina	P. x hybrida (platana)	6.02	1.49	24.7	4.59	.69	15.0	2.65	.84	31.7	8
5	M. Gavazzia (Dubrava)	Drvored 25-30 godina	P. x hybrida (platana)	5.01	1.79	35.7	4.55	2.02	44.4	2.82	.33	11.7	8
6	Zaprude	Drvored, park 25 godina	F. americana (američki jasen)	3.96	1.37	34.6	3.47	1.85	53.3	2.09	1.23	58.8	3
			P. x hybrida (platana)	3.19	1.16	36.4	2.87	.19	6.6	1.39	.50	36.0	3
			P. nigra (crni bor)	4.26	.81	19.0	2.74	.58	21.2	1.78	.43	24.2	3
8	Vrapće (bolnica)	Velika aleja (drvored) 100 godina	A. hypocastanum (divlji kesten)	1.14	.77	67.5	.97	.36	37.1	.53	.24	45.3	8
9	Gajnice (škola)	Parkovni nasad 25-30 godina	P. x hybrida (platana)	4.07	1.26	31.0	5.02	.45	9.0	2.86	.69	24.1	5
			P. nigra (crni bor)	4.75	.10	2.1	3.52	.21	6.0	2.52	.44	17.5	2
10	Zelengaj	Mješavina prir. sast. i kulture - 70 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	.99	.25	25.2	.72	.30	41.7	.65	.27	41.5	8
11	Tuškanac	Prirodna sastojina > 100 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	.41	.23	56.1	.49	.32	65.3	.36	.23	63.9	8
13	Zrinjevac	Drvored 90-100 godina	P. x hybrida (platana)	.53	.26	49.1	.68	.19	27.9	.54	.22	40.7	8

Nastavlja se na idućoj stranici

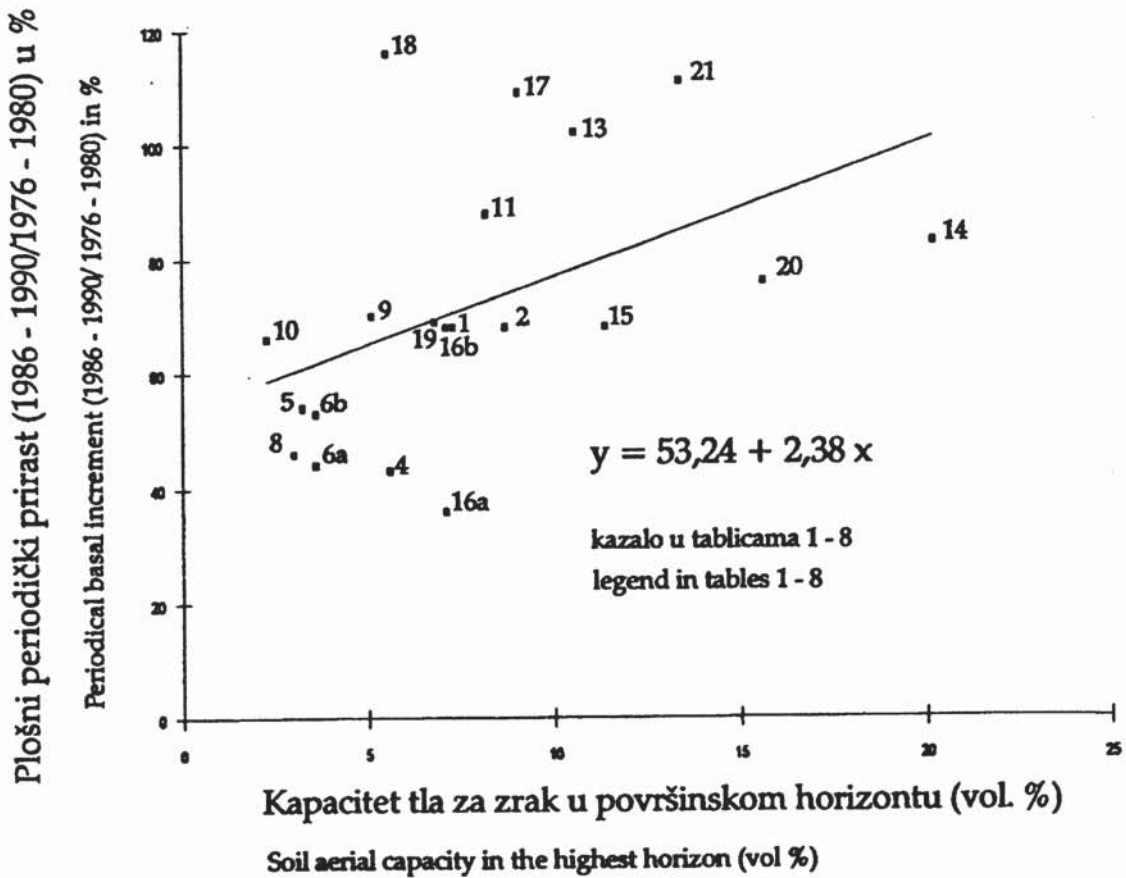
A. Vranković, N. Pernar, J. Martinović, Š. Ricov: Prilog poznavanju ekoloških odnosa u zagrebačkom gradskom raslinstvu

Redni br. Ordinal nr.	Lokacija Locality	Vrsta nasada i starost Plantation type and age	Vrsta drveća Tree species	Prirast						Increment			
				1976-1980			1981-1985			1986-1990			
				x(%)	s	v(%)	x(%)	s	v(%)	x(%)	s	v(%)	
14	Laštinska (vodovod)	Kultura 80 godina	T. cordata (malolisna lipa)	1.46	.79	54.1	1.36	.25	18.4	1.21	.26	21.5	8
15	Brezovica	Drvored breze 40-50 godina	B. pendula (obična breza)	1.89	.77	40.7	1.33	.32	24.1	1.29	.66	51.2	8
16	Savski Gaj - Trnsko	Drvored, park 25-30 godina	B. pendula (breza)	2.31	1.12	48.5	1.74	.42	24.1	1.56	.32	20.5	5
			P. x hybrida (platana)	4.14	1.49	36.0	2.21	1.18	53.4	1.50	.71	47.3	3
			P. strobus (borovac)	3.03	.51	16.8	2.29	.38	16.6	1.46	.17	11.6	3
17	Ribnjak (sredina)	Parkovi nasadi - skupine 70-100 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	1.37	.99	72.3	1.80	.66	36.7	1.59	.21	13.2	2
			A. hypocaustanum (diviji kesten)	1.15	.14	12.2	.85	.40	47.1	.48	.11	22.9	3
18	Ribnjak (gornji ulaz)	Parkovi nasadi - skupine 70-100 godina	F. americana (američki jasen)	1.08	.18	16.7	1.19	.31	26.0	1.18	.26	22.0	6
19	Budakova	Drvored 20-25 godina	A. platanoides (javor mljiječ)	4.56	1.53	33.5	3.46	.62	17.9	3.14	1.31	41.7	9
20	Maksimir (vidikovac)	Prirodna sastojina > 100 godina	Q. petraea (hrast kitnjak)	.41	.21	51.2	.43	.24	55.8	.31	.08	25.8	8
			Q. robur (hrast lužnjak)	.19	.06	31.6	.22	.06	27.3	.21	.12	57.1	4
21	Maksimir (glavni ulaz)	Mješavina prir. sast. i kulture > 100 godina	P. silvestris (obični bor)	.67	.28	41.8	.79	.19	17.7	.88	.17	19.3	4

x - aritmetička sredina - arithmetical mean
s - standardna devijacija - standard deviation
v - koeficijent varijacije - coefficient of variability

Slika 1 Odnos plošnog periodičnog prirasta listopadnog drveća i kapaciteta tla za zrak (zagrebačke arborikulture)

Figure 1 Relationship between periodical basal increment of deciduous trees and soil aerial capacity (Zagreb arboriculturs)



lužnjakova stabla u Maksimiru ne pokazuju promjene u postotku plošnog prirasta. Na istom staništu i 60-godišnji obični bor ne pokazuje pad, već malo povećanje postotka plošnog prirasta.

Posebno važnim smatramo nalaz o odnosu plošnog prirasta listopadnog drveća i kapaciteta tla za zrak (slika 1). Izgleda da u istraživanim uvjetima postoji visok stupanj podudarnosti između niskih i edafskih nepovoljnih vrijednosti kapaciteta za zrak u tlu i pada radialnog (plošnog) prirasta navedenih vrsta šumskog drveća.

ZAKLJUČAK

Rezultati početnih istraživanja ekoloških prilika na staništima u zagrebačkom gradskom raslinstvu izloženi u ovom radu dopuštaju izdvojiti sljedeće zaključke:

1. Pedološke i klimatske prilike zagrebačkog područja pogoduju širokom izboru vrsta šumskog drveća pri podizanju arborikultura kao i njihovu dobrom održavanju. Tla su u površinskom horizontu dobro opskrbljena humusom i dušikom te kalcijem i magnezijem, slabo pristupačnim fosforom i neujednačeno kalijem. Ekološki utjecaj tala različitog genetskog podrijetla na gradsko raslinstvo nedovoljno je proučen i zahtijeva daljnja istraživanja, prvenstveno stacionarna.

2. Sva istraživana tla imaju višu koncentraciju olova od geogenog stanja (< 10 mg/kg) i kreću se u granicama od 14 do 101 mg/kg, iznimno u jednom slučaju 286 mg/kg. Bakar, cink i nikal pokazuju, od slučaja do slučaja, različitu koncentraciju, u pravilu iznad prirodnog stanja, ali ispod graničnih vrijednosti. Najviši stupanj akumulacije u tlu s obzirom na geogeno stanje kao i granicu toksičnosti ima kadmij, ali tu pojavu valja provjeriti.

3. Stanje biogenih elemenata (N, P, K, Ca i Mg) u zreom lišću (na kraju vegetacije) lišćarskih vrsta drveća pokazuje, izuzev kalcija, nižu koncentraciju od one koja se općenito smatra pogodnom za uzgoj drveća u uvjetima arborikultura. Gotovo svi analizirani uzorci imaju dovoljnu opskrbljenost biljaka bakrom. Slično vrijedi i za koncentraciju cinka. Utvrđeni sadržaj olova u 50% slučajeva je iznad graničnih vrijednosti (<10 mg/kg tla). Sadržaj sumpora pokazuje povećane i vrlo povećane vrijednosti pa se to može pripisati utjecaju aeropolucije.

4. Radikalni rast šumskog drveća pokazuje jaku varijetetnost i u više slučajeva nizak postotak prirasta (<1,5%).

5. Utvrđeni sadržaj teških kovina u tlu i lišću drveća ne pokazuje linearnu vezu s postotkom plošnog periodičnog prirasta drveća.

6. Utvrđen je visoki stupanj podudarnosti između niskih i edafski nepovoljnih vrijednosti kapaciteta za zrak u tlu i pada plošnog periodičnog prirasta.

SUMMARY

The initial researches of ecological relations in the Zagreb urban vegetation reported in this work allow, with some understandable limitations the following conclusions:

Generally, the pedological and climatic conditions of Zagreb region are favourable for a wide selection of forest trees in establishment of arbocultures, as well as for their good growth. Soils in their surface layer are well supplied with humus,

nitrogen, calcium and magnesium, poorly supplied with phosphorus, and ununiformly supplied with potassium. The ecological influence of soils of various genetic origin on urban vegetation has been insufficiently studied and requires further researches.

The lead concentrations in all studied soils are higher than in the geogenic state (<10 mg/kg) and range between 14 and 101 mg/kg except in one case when this concentration is 286 mg/kg. Copper, zinc, and nickel show, from case to case, a different concentration which is generally above the naturally acquired state but below the allowed limit values, too. The highest degree of accumulation in the soil refers to cadmium (tab. 5), but this phenomenon remains to be verified.

As for biogenic elements (N, P, K, Ca and Mg) in mature leaves (at the end of vegetation) of deciduous tree species, they show, with the exception of calcium, the lower concentration than the one usually considered as suitable for healthy and well growing trees in arboriculture condition. Almost all analyzed samples show an sufficient supply of copper to plants. As regards the concentration of zinc the situation is similar. The determined lead concentrations in 50% of cases are higher than the limit values (<10 mg/kg of soil). The sulphur concentrations show increased and very increased values that may be attributed to the effects of aeropollution.

The radial growth of forest trees shows a high variability and in several cases a low increase percentage (<1.5%). The determined concentrations of heavy metals in the soil and tree leaves do not indicate any linear connection with the periodical tree plane increase rate. However, the high degree of coincidence between the low and edaphically unfavourable values of capacities for air in the soil and the periodical plane increase drop is remarkable.

LITERATURA

- Baker, D. E., Chesnin L.** (1975): Chemical monitoring of Soil for Environmental Quality and Animal and Human Health, *Advances in Agronomy*, Vol. 27.
- Bertović, S.** (1983): Klima i klimatologija, *Šumarska enciklopedija II sv.* Zagreb.
- Bockris, O. M.** (1982): *Himija okružajušćej sredi* (prijevod), Moskva.
- Borzan, Ž.** (1990): Rasadničarska proizvodnja kao osnova za šumarstvo i arborikulturu, Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Brune, H., Ellinghaus, R.** (1981): Schwermetallgehalte in landwirtschaftlich-genutzten Ackerboden Hessens, *Landwirtsch. Forsch. Kongressband Trier*, 38.
- Devide, Z.** (1990): Biljka i životni okoliš u gradu (IV - to uzaludno upozorenje), Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Gračanin, M., Ilijanić, Lj.** (1977): *Uvod u ekologiju bilja*, Zagreb.

- Insley, H.** (1981): Nutrients and the Tree. Ed. Research for practical Arboriculture, Proceedings of the Forestry Commission, Preston.
- Klepac, D.** (1990): Šumsko-uzgojni tretman u zaštićenim šumama s osvrtom na šume grada Zagreba, Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Kiš, D.** (1990): Bioekološke i fizionomsko-estetske značajke zelenila uz prometnice (s osvrtom na zagrebačku situaciju), Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Komlenović, N.** (1990): Opterećenosti vegetacije grada Zagreba sumporom i mjere zaštite, Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Martinović, J., Vranković, A.** (1989): Studija opterećenja aeropolucijom gradskog i prigradskog zelenila područja Zagreba i mjere melioracije (Znanstveni projekt) Fond dokumentacije J.P. "Zrinjevac", Zagreb.
- Martinović, J., Vranković, A., Glavaš, M., Pernar, N.** (1992): Studija opterećenja aeropolucijom gradskog i prigradskog zelenila i mjere melioracije, Fond dokumentacije J.P. "Zrinjevac" Zagreb.
- Racz, Z.** (1992): Značaj tla u prirodnim i agroekosustavima i suvremeni problemi njegove zaštite, Soc. Ekol. Vol. 1, No 1, Zagreb.
- Ricov, Š.** (1990): Pejzaž i zelene površine - tretman i zakonsko reguliranje, Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU, Zagreb.
- Stigliani, W.M.** (1991): Chemical Time Bombs: Definition, Concepts and Examples, Executive Reports 16. IIASA. Luxemburg.
- Vidaković, M.** (1990): Značenje genotipa u arborikulturi i urbanom šumarstvu, Znanstveno savjetovanje "Zelenilo grada Zagreba", JAZU; Zagreb.
- Vranković, A.** (1968): Tla samoborskih parkova (rukopis)
- Young G.W.T.** (1977): External signs of decay in trees, Arboricultural Leaflet No 1, HMSO, London.

Adresa autora - Author's address:

Primljeno: 8. 12. 1992.

Mr. sc. Andrija Vranković

Mr. sc. Nikola Pernar

Šumarski fakultet Zagreb,

Dr. sc. Jakob Martinović

Šumarski institut Jastrebarsko

Šime Ricov, dipl. ing.

J. P. Zrinjevac, Zagreb