

NAUČNI INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NOVI SAD
ZAVOD ZA ZEMLJIŠTE, AGROEKOLOGIJU I ĐUBRIVA
Laboratorija za agroekologiju
Maksima Gorkog 30
NOVI SAD

BROJ : **XX-XXX/XXX**
01.03.2005.

IZVRŠNO VEĆE
AUTONOMNE POKRAJINE VOJVODINE

P R O J E K A T

KONTROLA KVALITETA ŽIVOTNE
SREDINE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- NEPOLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE -

Novi Sad, mart, 2005. godine

**NAUČNI INSTITUT ZA RATARSTVO I POVRTARSTVO NOVI SAD
ZAVOD ZA ZEMLJIŠTE, AGROEKOLOGIJU I ĐUBRIVA
Laboratorija za agroekologiju
Maksima Gorkog 30
NOVI SAD**

P R O J E K A T

KONTROLA KVALITETA ŽIVOTNE SREDINE NA TERITORIJI AP VOJVODINE

- NEPOLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE -

AUTORI:

**Prof. dr Petar Sekulić
Prof. dr Vladimir Hadžić
Prof. dr Darinka Bogdanović
Mr Jovica Vasin
Dr Mira Pucarević
Dr Nada Milošević**

**direktor Naučnog insituta za ratarstvo
i povrtarstvo Novi Sad**

Prof. dr Miroslav Malešević

Novi Sad, mart, 2005. godine

UVOD

Zemljište predstavlja jedan od najvažnijih prirodnih resursa, neprocenjivo dobro celog čovečanstva, a nikako jedne generacije, jedne nacije, grupe ili pojedinca. Ono je ograničeno i uništivo dobro, sporo se obrazuje, a u procesu destrukcije brzo uništava.

Naučni radnici Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u toku 1992-1993 godine izvršili su prvu globalnu procenu stanja plodnosti i sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištima Vojvodine. Istraživanja su obuhvatila 1600 uzoraka, gde je jedan uzorak reprezentovao cca 1000 ha. Istraživanja su pokazala da zemljišta Vojvodine predstavljaju neprocenjivo blago sadašnjih i budućih generacija. Isto tako, istraživanja su pokazala da je zemljište i jedna od žrtava tehnološkog razvoja i trke za profitom.

U toku 1999. godine Vojvodina je bila izložena snažnom bombardovanju NATO pakta, pri čemu je došlo do razaranja industrijskih postrojenja. Razaranja fabrika manifestiralo se akcidentnim situacijama izlivanja opasnog i štetnog otpada (Pančevo) ili gorenja petrohemijskog kompleksa (Novi Sad i Pančevo). Izlivanje opasnih i štetnih materija uticalo je na nadzemne i podzemne vodotokove, preko kojih će indirektno uticati na zemljište. Gorenje rafinerije u Novom Sadu i petrohemijskog kompleksa u Pančevu i čitavog niza manjih industrijskih kapaciteta u vazduh su dospele čestice čađi i na njima kondenzovane štetne materije. U toku 1999. godine imali smo enormnu količinu padavina, tako da su sve čestice putem padavina dospele u zemljište po celokupnoj teritoriji Vojvodine.

Navedena događanja uslovlila su potrebu da se ponovno ispita svih 1600 uzoraka na celoj teritoriji Vojvodine da bi se utvrdilo stanje kvaliteta vojvođanskog zemljišta. Izvršno Veće AP Vojvodine je 2001. godine našlo snage da pripremi projekat «Kontrola kvaliteta poljoprivrednog zemljišta i vode za navodnjavanje Vojvodine» kada je analizirano 50 uzoraka zemljišta i 10 uzoraka vode za navodnjavanje. Istraživanja su obuhvatila sve parametre koji su ispitivani u 1992-1993 godini, s tim što su ratna razaranja 1999. godine kao imperativ nametnula istraživanja prisustva produkata gorenja nafte i naftnih derivata - policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH-ova) u zemljištu.

Ovaj projekat ima za cilj nastavak prethodno navedenih istraživanja. Metodologija je adekvatna prethodnim istraživanjima, s tim da je ovog puta predmet istraživanja kvalitet nepoljoprivrednog zemljišta. Ispitivano nepoljoprivredno zemljište je obuhvatalo zemljišta na teritorijama pod različitim vidovima zaštite prirode i zemljišta u industrijskim zonama većih gradova Vojvodine.

METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Rad na projektu "Monitoring kvaliteta životne sredine na teritoriji AP Vojvodine – nepoljoprivredno zemljište" odvijao se u dve faze:

- terenska istraživanja sa uzimanjem uzoraka i
- analitička istraživanja u laboratoriji.

U prvoj fazi stručnjaci Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad izabrali su lokalitete nepoljoprivrednog zemljišta koje je pod različitim vidovima zaštite (Nacionalni park Fruška Gora, specijalne rezervate prirode, park prirode) i zemljište koje se planira da bude zaštićeno prirodno dobro (Titelski breg, Subotičko-Horgoška peščara, Koviljsko-Petrovaradinski rit, Biserno ostrvo i Jegrička). Takođe, za monitoring kvaliteta nepoljoprivrednog zemljišta izabrani su lokaliteti industrijskih zona većih gradova Vojvodine (Novog Sada, Pančeva, Subotice, Zrenjanina, Sombora i Vrbasa).

Po izboru lokaliteta, opisu lokacije i utvrđivanju koordinata GPS sa tačnošću vraćanja na isto mesto 1-2 m, radi monitoringa kvaliteta nepoljoprivrednog zemljišta, pristupilo se uzimanju uzoraka.

Uzeto je 37 prosečnih uzoraka nepoljoprivrednog zemljišta sa lokaliteta koji su pod različitim vidovima zaštite – zaštićena prirodna dobra i 7 prosečnih uzoraka iz industrijskih zona većih gradova (slika 1 i tab.1).

Uzorci zemljišta uzeti su iz površinskog sloja 0-30 cm dubine.

Druga faza rada na projektu su laboratorijska ispitivanja. Laboratorijska ispitivanja osnovnih hemijskih svojstava zemljišta, sadržaja opasnih i štetnih materija neorganskog i organskog porekla urađena su u Laboratoriji za agroekologiju, Zavoda za zemljište, agroekologiju i đubriva, Naučnog Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

U okviru Studije Sekretarijata za zaštitu životne sredine i održivi razvoj Monitoring radioaktivnosti životne sredine AP Vojvodine „*Gamaspektrometrijsko ispitivanje koncentracije radionuklida u zemljištu (50 uzoraka zemljišta i 50 uzoraka mulja)*“ vršeno je ciljano detaljno ispitivanje nagomilavanja radona u 25 najkritičnijih kuća u Sremu (gamaspektrometrijsko određivanje urana i radijuma u zemljištu, merenje emanacije radona iz zemljišta, terensko merenje radona u kućama) i ispitivanje koncentracije radona u zatvorenim prostorijama sa difuznim komorama i detektorom CR-39 na 1000 lokacija. U cilju utvrđivanja porekla radona izvršeno je uzorkovanje zemljišta na navedenim lokacijama (uzorci 44-68) i dodatna ispitivanja osnovnih hemijskih svojstava i teških metala (Tabela 2). Mesta sa kojih su uzimani uzorci zemljišta su bila u neposrednoj blizini prostorija gde je utvrđivano prisustvo radona, pored zidova kuća, u dvorištu, bašti, okućnici ili podrumu kuće.

Uzorci su uzimani ašovom u nekoliko ponavljanja do dubine od 30 cm, a nakon odstranjivanja biljnih ostataka, usitnjavanja i mešanja u kofi, potrebna količina (1 kg) zemljišta je korišćena za laboratoriska istraživanja. Iz prosečnog uzorka nije odstranjivan materijal koji je u njega dospelo nakon nasipavanja terena ili građevniskih radova.

Tab.1 Izabrani lokaliteti nepoljoprivrednog zemljišta pod različitim vidovima zaštite i zemljište industrijskih zona

Red.br.	Lokalitet	Lokacija
1	Nacionalni park Fruška gora	TV toranj, Elektrovojvodina
2		Beočinske livade (Brankovac)
3		Čortanovačka šuma
4		Dubočaš - Vrdnik
5		Crveni čot
6	Fruška gora (van Nacionalnog parka)	Beli kamen
7		Beočin (Filijala BFC)
8	Specijalni rezervat prirode «Obedska bara»	Krčevine
9		Kupinik
10		Čenjin-Revenica
11	Specijalni rezervat prirode «Stari Begej-Carska bara»	Tegelica
12		Mali Sikilj - Carska bara
13		Botoški rit
14	Specijalni rezervat prirode «Ludoš»	Čurgo
15		Ptičarska koliba
16	Specijalni rezervat prirode «Deliblatska pešćara»	Lipar - prema Crnom vrhu
17		Šušarski pašnjaci
18	SRP «Karadorđevo»	Guvnište
19	Specijalni rezervat prirode «Zasavica»	Donja Zasavica
20		Ravnje
21	Specijalni rezervat prirode «Gornje Podunavlje»	Bački Monoštar - Štrbac
22		Srebrenica (Duboki jendek)
23	SRP «Velike droplje»	Milina bara
24	SRP «Selevenjska pustara»	Degelica
25	Specijalni rezervat prirode «Slano Kopovo»	Između Kopova
26		Slano Kopovo
27	Regionalni park «Vršačke planine»	Padina prema Mesiću
28		Vršačka kula
29	Park prirode «Begečka jama»	Tatarnica
30	Park prirode «Palić»	Iza ZOO vrta
31	Park prirode «Ponjavica»	Banatski Brestovac
32	Titelski breg	Iznad Vodica
33	Subotičko-Horgoška pešćara	Daščanska šuma
34	Koviljsko-Petrovaradinski rit	Arkanj - kod čarde «Na kraj sveta»
35		Petrovaradin - ispod crkve na Tekijama
36	Biserno ostrvo	Čurug
37	Jegrička	Žabalj - kod spomenika na Tisi
38	Industrijska zona Novi Sad	Albus - levo od glavnog ulaza
39	Industrijska zona Pančevo	Azotara - ispred ograde azotare, ulaz u krug

40	Industrijska zona Subotica	HI «Zorka» - livada iza fabrike
41	Industrijska zona Zrenjanin	«Dijamant» - 100 m od glavnog ulaza u fabriku
42	Industrijska zona Sombor	«Ind.akumulatora» - uz desnu ogradu fabričk.kruga
43	Industrijska zona Novi Sad	Rafinerija nafte
69	Industrijska zona Sombor	Industrija akumulatora - kukuruz

Tab. 2. Lokacije u Sremu sa povišenom koncentracijom radona u vazduhu

R.br	Ime i prezime učenika	Šifra uzorka	Opština	Adresa	Tip kuće	Koncentracija aktivnosti Radon [Bq/m ³]	Napomena
44	Jelena Matković	B89542	Sremska Mitrovica	Divoš, Partizanska 13	nova	391	Podrum
45	Ines Besermenji	B89559	Sremska Mitrovica	Veljka Petrovića 15	nova	458	Bašta pored kuće
46	Kljajin Jelena	B89562	Sremska Mitrovica	Veliki Radinci Moše Pijade 5	nova	463	Ispred kuće - ulica
47	Malić Miroslav	B89566	Sremska Mitrovica	Divoš, Pinkijeva 40	nova	368	Bašta pored ulaznih vrata
48	Samanta Radičev	B89563	Sremska Mitrovica	Miloša Obilića 123	nova	359	Dvorište
49		B89627	Ruma	Hrtkovi, I.L.Ribara 21	stara	566	Okućnica na početku dvorišta
50	Stojanović Jelena	B89647	Ruma	Kraljevci, Oslobodilačka 58	nova	428	Bašta u dvorištu (nasuto zemljište)
51	Miličević Danijela	B89650	Ruma	Voganj, Rumska 150	stara	407	Ispred kuće
52	-	B89654	Ruma	15. Maj 64	nova	544	Pored zida u dvorištu
53	-	B89659	Irig	Vrdnik, Boška Sremca 30	nova	521	Bašta pored zida
54	Pupavac Nikolina	B90001	Stara Pazova	Danila Kiša 10	stara	403	Travnjak ispred kuće
55	Alena Litarski	B90003	Stara Pazova	Kralja Petra I br.112	stara	431	Prostor između stare i nove kuće prema ulici
56	Kovač Jelena	B90004	Stara Pazova	Stari Banovci, Dimitrija Tucovića 42	nova	680	Iza kuće
57	Milena Đukić	B90006	Stara Pazova	Nova Pazova, Pinkijeva 54	nova	585	Okućnica
58	Jelena Skopljak	B90020	Stara Pazova	Vojka, Nikole Filipina 13	nova	432	Pored kuće
59	Belanović Jelena	B90029	Stara Pazova	Belegiš, Kralja Petra I br.37	nova	707	Bašta – okućnica sa cvećem
60	Lukin Milan	B90043	Stara Pazova	Vojka, Svetosavska 36	nova	394	Bašta - nasuta zemlja
61	Miljana Arišić	B89360	Šid	Sot I.L.Ribara 10	stara	364	Iza kuće –prema komšiji
62	Ksenija Hodak	B89363	Šid	Save Kovačevića 19	nova	438	Bašta u dvorištu pored zida

63	Opaček Dario	B89366	Šid	Bikić do, Podrumska 3	nova	438	Ispred ulaznih vrata (terase)
64	Konjuh Dubravka	B89367	Šid	J.J.Zmaj 16	stara	437	Iza kuće prema komšiji
65.	Crnomarković Milijana	B89969	Indija	Branka Čopića 55	nova	403	Okućnica
66.	Ana Vestek	B89984	Indija	Sl.Vinogradi, Lj.Štura 22	nova	792	Pored zida na ulazu
67	Krmar Goran	B89987	Indija	Ljukovo, Nikole Tesle 47	nova	585	Okućnica
68	Ivana Puškaš	B89989	Indija	Maradić, Petefi Šandora 25	nova	464	Bašta na ulazu u dvorište

U pripremljenim uzorcima zemljišta (osušenim, samlevenimi prosejanim kroz sito otvora 2 mm) određene su sledeće hemijske karakteristike:

- pH - vrednost određena je u suspenziji zemljišta sa vodom (10g : 25 cm³) i suspenziji zemljišta sa kalijum-hloridom, potenciometrijski, pH metar PHM62 standard – Radiometar Copenhagen;
- Sadržaj CaCO₃ određen je volumetrijski, pomoću Scheiblerov-og kalcimetra;
- Sadržaj humusa određen je metodom Tjurin-a;
- Ukupan sadržaj azota po Kjeldahl-u na sistemu za digestiju i titraciju Tecator;
- Lakopristupačni fosfor (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – AL metodom;
- Lakopristupačni kalijum (ekstrakcija sa amonijum-laktatom) – AL metodom;
- Količina ukupnih mikroelemenata i teških metala Pb, Co, Cu, Cr, Ni, Cd, Mn, Fe i Zn razaranjem zemljišta sa koncentrovanom HNO₃;
- Količina pristupačnih mikroelemenata i teških metala: Pb, Co, Cr, Ni, Cu, Cd, Mn, Fe i Zn u ekstraktu zemljišta sa EDTA; (samo za uzorke gde su dobijene vrednosti ukupnog sadržaja pojedinih elemenata iznad maksimalne dozvoljene količine);
- Sadržaj teških metala i mikroelemenata utvrđen je pomoću atomskog apsorpcionog spektrofotometra, «Spektra-600»-Varian;

Brojnost pojedinih sistematskih i fizioloških grupa mikroorganizama određena je standardnim mikrobiološkim metodama razređenja:

- Ukupan broj mikroorganizama određivan je na zemljišnom agaru (Pochon i Tardieux, 1962)
- Brojnost amonifikatora je određivana na meso-peptonskog podlozi (Pochon i Tardieux, 1962)

- Brojnost gljiva je određivana na podlozi Čapeka
- Brojnost aktinomiceta je određivana na sintetičkom agaru
- Brojnost azotobaktera određivana je na bezazotnoj podlozi Fjodorova metodom "fertilnih kapi"
- Brojnost oligonitrofilnih bakterija određivana je na bezazotnoj podlozi Fjodorova

Vreme (2-5 dana) i temperatura inkubacije zavisi od ispitivane grupe (28° C, sem za gljive 25° C). Brojnost mikroorganizama je izračunata na 1 gram apsolutno suvog zemljišta.

PAH-ovi su iz zemljišta ekstrahovani pomoću Sokslet-aparata i metilen hlorida. Dobijeni ekstrakt je prečišćen pomoću silikagela (1). Ekstrakti zemljišta su analizirani primenom tečne hromatografije (tečni hromatograf HP 1100). Za hromatografsko razdvajanje korišćen je gradijent mobilne faze acetonitril/voda (35/75) i kolona C-18, unutrašnjeg prečnika 2,1 mm i dužine 200 mm. Za potvrdu identiteta jedinjenja korišćen je UV-detektor sa nizom dioda. (DAD).

Zemljište je analizirano na prisustvo 16 karakterističnih predstavnika ove grupe jedinjenja: naftalen, acenaftalen, fenantren, acenaften, fluoren, antracen, fluoranten, piren, benzo(a)antracen, krizen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen i benzo(g,h,i)perilen i indeno(1,2,3-cd)piren.

Ispitivanjem je obuhvaćeno 37 uzorka zemljišta iz rezervata prirode, 7 uzoraka uzetih u blizini industrijskih postrojenja i 25 uzoraka zemljišta koji su uzeti u nesporednoj blizini stambenih objekata.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

U tab3 i 4 prikazani su rezultati osnovnih hemijskih svojstava nepoljoprivrednog zemljišta koje je pod različitim vidovima zaštite na izabranim lokalitetima. S obzirom da je ispitivano nepoljoprivredno zemljište, rezultati hemijskih svojstava (pH; CaCO₃ i humusa) i plodnosti zemljišta, ne klasifikuju se kao kod poljoprivrednog zemljišta te na taj način ne mogu biti ni objašnjeni. Kako se radi o velikom broju lokacija razmeštenih po celoj teritoriji Vojvodine, gde je nepoljoprivredno zemljište formirano na različitim geološkim podlogama, raznolikost dobijenih rezultata hemijskih svojstava i plodnosti je bila očekivana.

Jedno od najvažnijih hemijskih svojstava – reakcija zemljišta (kako aktivna tako i potencijalna kiselost) kreće se u širokom dijapazonu. Potencijalna kiselost nepoljoprivrednog zemljišta kreće se od pH 3.86 do pH 8,17 jedinica, odnosno od jako kisele do alkalne sredine. Reakcija zemljišta direktno utiče na mobilnost hranljivih elemenata odnosno uslovljava njihovu pristupačnost za biljke, ali isto tako utiče na uspevanje pojedinih biljnih vrsta – pokrovnost zemljišta vegetacijom. Izrazito kisela reakcija zemljišta (pH 3.86 -4,76) je na lokalitetu Nacionalni park Fruška Gora pod šumskom vegetacijom u dva uzorka, a na lokalitetu SRP «Karađorđevo» (pH 4.30), Svi

ostali izabrani lokaliteti nepoljoprivrednog zemljišta su imali blago kiselu, neutralnu do alkalnu reakciju.

Sadržaj CaCO_3 u zemljištu ispitivanih lokaliteta, zavisno od geološke podloge – matičnog supstrata, na kojoj je zemljište formirano kretao se od 0,0 do 27,86 % CaCO_3 (od beskarbonatnog do izrazito krečnog zemljišta). Kako su zaštićena prirodna dobra gde su uzimani uzorci zemljišta na različitim tipovima zemljišta, šarenilo u pogledu sadržaja CaCO_3 je očekivano.

Jedan od vrlo važnih pokazatelja plodnosti zemljišta je sadržaj humusa. Kako su zaštićena prirodna dobra na kojima su uzeti uzorci zemljišta i: parkovi, bare, jezera, pustare, peščare, ritovi i drugo zemljište sa različitim biljnim pokrivačem i sadržaj humusa je bio u dijapazonu od 0,77 - 6,80 %, odnosno od siromašnih do dobro obezbeđenih zemljišta u humusu. Sadržaj humusa, ali i njegov kvalitet su osnov plodnosti zemljišta a samim tim i pokrovnosti zemljišta vegetacijom.

Sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma u nepoljoprivrednom zemljištu zaštićenih prirodnih dobara, kreće se od vrlo niskog sadržaja do vrlo dobre obezbeđenosti čak i za poljoprivredna zemljišta u ova dva biogena elementa (za fosfor od 0,7 do 165,5 mg P_2O_5 na 100g zemljišta, a za kalijum od 5,0 do 166,0 mg K_2O na 100 g zemljišta). Međutim, mnogo je više lokaliteta sa niskim sadržajem u ova dva elementa što je i razumljivo jer se zemljište na izabranim lokalitetima ne đubri, a permanentno je pod vegetacijom. Lokaliteti Obedska bara i Carska bara su lep primer kako fauna – odnosno nastanjenost ptica na ovim prostorima (uz uticaj aluvijalnog nanosa) doprinosi povećanom sadržaju fosfora i kalijuma u zemljištu. Na osnovu hemijskih osobina nepoljoprivrednog zemljišta na različitim lokalitetima Vojvodine koji su pod različitim vidovima zaštite može se zaključiti da nijedan ispitivani element nije ekstremno nepovoljan za vegetaciju koja uspeva na tim prostorima.

Pored uzorkovanja nepoljoprivrednog zemljišta pod različitim vidovima zaštite i zemljišta koja se planiraju da budu zaštićena prirodno dobro (ukupno 37 uzoraka), uzorkovano je i nepoljoprivredno zemljište industrijskih zona većih gradova u Vojvodini (ukupno 7 uzoraka). Vrednosti pojedinih osnovnih hemijskih svojstava ispitivanih zemljišta su takođe u vrlo širokom rasponu, ali su na nivou uobičajenih vrednosti za okolna autohtona zemljišta. Toksičan sadržaj lakopristupačnog fosfora > 100 mg P_2O_5 na 100g zemljišta izmeren je na lokalitetima: Begečka jama , i u Industrijskoj zoni u Subotici- HI »Zorka« Subotica, što je i razumljivo s obzirom da se u toj fabrici proizvode fosforna đubriva (U HI »Zorka« Subotica već 100 godina proizvodi se superfosfat).Povećane koncentracije fosfora u zemljištu izmerene su i na 7. lokaliteta od ukupno 25 lokaliteta gde je merena koncentracija radona tab(4-).Povećana koncentracija fosfora utvrđena u dvorištima pored kuća nema štetno dejstvo na ljude, s obzirom da se tu ne gaje biljke za ishranu,a poreklom je od deterdženata iz prosute vode po dvorištu i raznog građevinskog materijala.(ugalj, cigla , beton...).

Tabela 3. Osnovna hemijska svojstva nepoljoprivrednog zemljišta i zemljišta industrijskih zona

Lab. broj	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Ukup. N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
	u KCl	u H ₂ O					
1	4.76	5.84	0.00	2.47	0.146	2.9	16.4
2	5.05	5.55	0.00	3.56	0.223	1.8	14.5
3	6.16	6.79	2.77	4.21	0.354	4.6	19.1
4	3.86	4.75	0.00	3.73	0.170	2.2	15.0
5	5.56	6.25	0.83	1.42	0.108	0.7	15.5
6	6.98	7.26	21.90	4.98	0.360	1.6	19.1
7	7.03	7.60	27.86	0.77	0.047	3.7	11.8
8	7.07	7.42	11.23	6.80	0.452	24.3	21.4
9	6.95	7.33	16.22	4.75	0.280	50.6	27.7
10	6.81	7.47	6.23	4.60	0.284	22.7	13.2
11	6.45	7.06	0.58	5.00	0.317	38.7	37.3
12	6.46	7.04	1.25	6.35	0.540	15.5	68.0
13	7.61	8.10	19.54	1.54	0.073	3.6	5.9
14	7.86	8.44	24.53	4.63	0.279	11.1	11.4
15	8.17	8.79	4.99	1.75	0.131	3.9	5.0
16	7.31	7.60	5.82	2.57	0.151	2.9	8.2
17	5.82	6.37	3.46	2.48	0.142	3.0	9.5
18	4.30	5.24	0.00	3.31	0.210	3.3	15.9
19	6.68	7.43	0.00	2.72	0.215	1.3	20.0
20	6.81	7.45	11.23	4.67	0.375	8.5	18.2
21	5.18	5.94	0.17	3.62	0.195	2.8	22.7
22	7.13	7.80	29.10	1.30	0.074	3.8	10.9
23	6.16	7.14	0.17	4.49	0.295	3.8	52.5
24	7.75	8.04	22.87	5.02	0.307	7.4	9.5
25	5.35	6.37	0.17	3.68	0.217	3.3	15.5
26	7.67	8.96	4.14	1.90	0.120	23.3	30.5
27	5.22	6.12	0.25	2.62	0.170	5.1	22.7
28	5.36	6.23	0.17	2.40	0.167	6.1	23.6
29	6.99	7.54	11.60	2.00	0.123	165.5	32.3
30	7.67	8.14	23.61	3.58	0.181	29.8	15.5
31	7.67	8.14	14.50	0.95	0.081	44.2	22.7
32	7.27	7.72	19.47	2.29	0.183	5.3	10.0
33	7.32	7.75	4.97	3.55	0.202	6.7	12.7
34	7.02	7.45	15.74	3.08	0.172	25.0	10.0
35	6.95	7.60	6.23	4.59	0.293	27.8	18.2
36	7.26	8.05	4.14	3.78	0.274	29.7	41.3
37	6.74	7.55	3.31	2.36	0.196	8.9	24.5
38	7.06	7.68	12.49	2.78	0.176	13.8	30.0
39	7.08	7.71	12.49	2.80	0.161	91.5	59.0
40	7.73	7.98	36.04	5.87	0.377	121.0	10.0

41	7.17	7.92	14.09	0.88	0.122	5.0	75.0
42	6.41	6.68	6.63	5.04	0.266	9.6	44.0
43	7.77	8.18	15.33	1.24	0.086	4.2	11.4
69	7.21	7.85	9.94	3.43	0.255	15.0	17.3

Tabela 4. Osnovna hemijska svojstva zemljišta na lokacijama sa povećanom koncentracijom radona

Lab. broj	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Ukup. N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
	u KCl	u H ₂ O					
44	6.96	7.34	9.11	1.70	0.229	104.0	84.0
45	7.10	7.65	9.94	2.64	0.212	54.0	30.5
46	7.23	7.57	20.71	2.91	0.211	95.0	70.5
47	7.49	7.88	11.87	1.48	0.052	18.7	66.0
48	7.12	7.52	16.99	2.93	0.192	87.5	30.5
49	7.22	7.65	14.50	2.92	0.200	76.5	32.3
50	7.33	7.37	17.40	2.54	0.321	91.5	166.0
51	7.44	7.92	17.40	2.00	0.139	38.0	48.0
52	7.30	7.80	16.16	2.86	0.205	115.5	57.0
53	7.01	7.66	1.10	1.62	0.120	15.3	14.1
54	6.96	7.37	15.74	4.14	0.294	147.0	93.0
55	7.26	7.75	16.98	3.50	0.234	115.5	35.9
56	6.96	7.57	15.74	1.10	0.136	20.7	32.3
57	7.33	7.75	6.63	2.65	0.208	73.5	35.0
58	7.11	7.57	15.33	3.75	0.221	57.5	30.0
59	7.32	7.46	16.57	2.68	0.219	92.5	14.1
60	7.40	7.96	15.74	3.32	0.195	116.0	59.0
61	7.18	7.50	17.81	2.21	0.204	109.0	24.5
62	7.05	7.41	10.35	2.68	0.197	152.5	63.5
63	7.15	7.59	15.74	1.79	0.136	92.5	35.9
64	7.12	7.59	16.57	2.33	0.162	105.5	34.1
65	7.26	7.93	18.64	1.96	0.156	23.0	21.4
66	7.11	7.57	1.16	2.94	0.193	16.3	31.8
67	7.13	7.39	8.29	2.60	0.281	51.1	34.1
68	7.09	7.16	5.80	1.90	0.327	83.5	66.0

U uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta uzetim pod različitim vidovima zaštite i zemljišta industrijskih zona većih gradova u Vojvodini određen je ukupan sadržaj mikroelemenata i teških metala (tab.5). Maksimalno dozvoljene količine ovih elemenata u zemljištu navedene su prema Pravilniku o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu - Službeni Glasnik Republike Srbije 23/1994

Da bi biljke mogle da rastu i razvijaju se moraju usvajati iz zemljišta kako neophodne makro biogene elemente tako i mikro biogene elemente. Za formiranje

visokih, stabilnih i kvalitetnih prinosa ratarskih i povrtarskih biljaka, voćarskih i vinogradarskih zasada, bitno je da neophodnih biogenih elemenata u zemljištu bude uvek dovoljno u pristupačnoj formi.

Međutim, za biljke koje se ne gaje zbog prinosa i koje rastu na nepoljoprivrednom zemljištu, kao u ovim istraživanjima, optimalan sadržaj biogenih elemenata u zemljištu nema taj značaj. Otuda u ovim istraživanjima posebno obraćamo pažnju na dozvoljeni sadržaj mikroelemenata koji u većim koncentracijama mogu da deluju toksično.

Ukupan sadržaj Cu u nepoljoprivrednom zemljištu veći od maksimalno dozvoljene količine izmeren je samo u dva uzorka i to na lokalitetima: Regionalni park «Vršačke planine» i Koviljsko-Petrovaradinski rit-Arkanj (tab.5). Da bi ustanovili poreklo povećanih koncentracija Cu na ovim lokalitetima, a i svih drugih mikroelemenata i teških metala čiji je ukupan sadržaj veći od MDK, u istim uzorcima određen je za biljke pristupačan sadržaj Cu u EDTA ekstraktu tab.7. Na osnovu izmerene pristupačne koncentracije Cu u oba uzorka (tab.7) može se zaključiti da se radi o antropogenom zagađenju zemljišta bakrom, jer je udeo lakopristupačnog u ukupnom sadržaju Cu vrlo visok. Uzrok povećane koncentracije Cu može biti dugogodišnje tretiranje vinove loze bakar sulfatom u Koviljsko-Petrovaradinskom rejonu i Vršačkim planinama, te njegovo aero dospevanje i do ovih zaštićenih prirodnih dobara. U uzorcima zemljišta na lokalitetima na kojima je izmeren povećan sadržaj radona u vazduhu nije utvrđen povećan sadržaj ni ukupnog ni pristupačnog Cu (tab.6 i 8.)

Sadržaj cinka u uzorcima zemljišta pod različitim vidovima zaštite je daleko ispod maksimalno dozvoljenog sadržaja, te je zemljište nezagađeno ovom elementom., osim uzoraka zemljišta na lokaliteta na kojima je utvrđen povećan sadržaj radona i to u tri uzorka gde je izmeren veći sadržaj cinka od MDK tab. . Da bi utvrdili poreklo Zn u tim uzorcima zemljišta urađen je i pristupačan sadržaj. Izrazito visok sadržaj Zn u sva tri uzorka ukazuje na njegovo antropogeno poreklo. Međutim, kako je to zemljište neposredno pored same kuće gde se ne gaje biljke povećan sadržaj Zn nema štetan efekat..

Ukupan sadržaj Fe u nepoljoprivrednom zemljištu na svim ispitivanim lokalitetima je visok (tab.5) što je posledica pedogeneze zemljišta i geološke podloge na kojoj su zemljišta obrazovana.

Ukupan sadržaj Mn u uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta ne prelazi MDK prema zakonskoj regulativi za njegov sadržaj u zemljištu. Na lokalitetu Nacionalnog parka Fruška Gora u tri uzorka izmeren je povećan sadržaj u odnosu na druge lokalitete što se može objasniti matičnim supstratom na kome je zemljište obrazovano, reakcijom zemljišta (izrazito kiselo) i oksido-redukcionim uslovima koji su zapravo osnovni razlog njegovog povećanog sadržaja.

Prisustvo teških metala u zemljištu je posledica matičnog supstrata na kome je zemljište obrazovano. Njihovo prisustvo iznad MDK negativno utiče na kvalitet i prinos biljaka. Danas teških metala ima daleko više u zemljištu, iako ih u tim količinama nije

bilo u matičnom supstratu na kome je zemljište obrazovano. Uzrok tome je sve veći broj industrijskih postrojenja za preradu metala. Sve je više topionica, termoelektrana iz čijih dimnjaka izlaze velike količine pojedinih metala u vidu gasova, gari, dima koji se šire u atmosferu, da bi padavinama dospeli na zemljište zagađujući životnu sredinu i uništavajući vegetaciju.

Merenje sadržaja ukupnog Co koji pripada i grupi mikroelemenata, ali i grupi teških metala pokazuje da nepoljoprivredna zemljišta pod različitim vidovima zaštite imaju ukupan sadržaj ovog elementa ispod MDK. (tab5).

U zemljištu Pb se uglavnom nalazi u organo-mineralnom kompleksu, zatim vezan za sekundarne Fe i Mn okside, a u alkalnim zemljištima za karbonate, humus i silikate. Poznato je takodje da se Pb u značajnoj meri imobilizuje huminskim kiselinama. Sadržaj ukupnog Pb u uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta na svim ispitivanim lokalitetima pod različitim vidovima zaštite je daleko ispod MDK (tab.5). Zagađenje zemljišta olovom je najčešće antropogenog porekla - od izduvnih gasova automobila, a najčešća su zagađena zemljišta pored prometnih saobraćajnica. Kako ispitivani lokaliteti nisu u blizini prometnih puteva, rudnika i drugih zagađivača, zagađenje prirodnih zaštićenih dobara u ovom elementu nije ni očekivano. Sadržaj ukupnog olova na lokalitetu industrijske zone u Somboru- fabrike akumulatora je daleko viši od MDK tab5 (pristupačan sadržaj je sto puta veći od dozvoljenog tab.7). Na osnovu zapažanja sa terena može se zaključiti da je uzrok kontaminacije otpadni materijal iz procesa proizvodnje akumulatora. Međutim, u uzorku zemljišta br.69., koji je uzet sa zemljišta pod usevom pored fabrike akumulatora, izmeren je veći sadržaj i ukupnog i pristupačnog Pb od MDK, ali ne znatno viši (tab 5.i 7.).

Kadmijum u zemljištu je u manjim koncentracijama poreklom iz matičnog supstrata na kome je zemljište obrazovano, a u mnogo većim koncentracijama dospeva u zemljište antropogenim putem. Prema navodima Nriagu (1988) ukupna svetska jednogodišnja emisija Cd u atmosferu procenjuje se na 8100 t od čega 800 t iz prirodnih izvora, a 7300 t iz antropogenih izvora. Ukupno godišnje dospevanje Cd u zemljišta Evrope iz atmosfere se procenjuje na između 2,6 i 19 g/ha. Merenja sadržaja Cd u uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta na svim ispitivanim lokalitetima je ispod MDK, što je bilo za očekivati (tab.5) izuzev lokaliteta industrijska zona Subotica gde je izmeren veći sadržaj Cd od MDK: Da bi utvrdili poreklo Cd u zemljištu odredili smo i pristupačan sadržaj. Merenjem pristupačnog sadržaja Cd nije utvrđen njegov povećan sadržaj, što ukazuje da je u pitanju njegovom geološko poreklo i da nema štetno dejstvo na biljke. Takođe, ove godine u svim uzorcima zemljišta Cd pored merenja na AAS meren je i ICP tehnikom. Izmerene koncentracije Cd su ispod dozvoljenih MDK vrednosti i znatno su niže od izmerenih na AAS, što govori o senzitivnosti postupka.

Ukupan sadržaj Ni u zemljištu u značajnoj meri zavisi od matičnog supstarata. Srednja vrednost zastupljenosti Ni u litosferi je 75 mg/kg. Bazične stene gabro, bazalt, serpentin, zatim feromagnezijski silikati (pirokseni, olivin, biotit) sadrže više Ni u odnosu na kisele magmatske stene. U feromagnezijskim silikatima Ni supstituiše Fe i Mg jer ima sličan radijus. Prema dosadašnjim istraživanjima, u zemljištima Vojvodine koncentracija ukupnog Ni varira od 1,8 do 62,7 mg/kg i može se konstatovati da je relativno visok.

Pored prirodnog -geohemijskog porekla, manje količine Ni u zemljište se unose primenom fosfornih đubriva. Veće količine Ni se izdvajaju sagorevanjem tečnih goriva, uglja, spaljivanjem otpada, šumski požari, zatim iz topionica metala, pepeo dimnjaka elektrana toplana i drugi izvori. Produkti sagorevanja, kao atmosferskih depoziti, su dosta čest uzrok povećanja Ni i Cr u zemljištu.

Ispitivanje sadržaja nikla (tab.5 i7) pokazuje da je na lokalitetima Nacionalni park Fruška gora - 3 uzorka; Fruška gora van Nacionalnog parka - 1 uzorka; Obedska bara - 3 uzorka ,bara Zasavica – 2 uzorka, industrijska zona Pančevo, i u sedam uzoraka na lokalitetima gde je ispitivana koncentracija radona tab.6.i 8, izmeren sadržaj Ni veći od MDK prema Službenom glasniku republike Srbije br.23 iz 1994.g. koji iznosi 50 mg Ni / kg zemljišta. Da bismo utvrdili izvor porekla povećanog sadržaja Ni na nepoljoprivrednom zemljištu pomenutih lokaliteta odredili smo pristupačan sadržaj Ni u EDTA ekstraktu (tab.7 ---). Određivanje pristupačnog sadržaja Ni pokazuje da njegov sadržaj u zemljištu nije antropogenog porekla, odnosno povišen sadržaj Ni nije rezultat antropogenog zagađenja. Poreklo je geohemijsko, jer je sadržaj pristupačnog Ni nizak i na nivou je drugih uzoraka čiji sadržaj ukupnog Ni ne prelazi MDK. Poređenjem ukupnog sadržaja nikla u 2002. sa 2003 i 2004. godinom na lokalitetima gde je određen njegov veći sadržaj od MDK (tab.5.i6), može se zaključiti da zahvaljujući utvrđenim koordinatama GPS-om u uzetim uzorcima usve tri godine izmeren je približno isti sadržaj.

Određivanjem sadržaja hroma (tab.5 i7) nije izmeren njegov veći sadržaj od MDK na svim lokalitetima gde je izvođen monitoring, te nema opasnosti za bilke od njegovog štetnog dejstva.

Rezultati istraživanja sadržaja teških metala u nepoljoprivrednom zemljištu sa 37 lokacija pod različitim vidovima zaštite u Vojvodini pokazuju da je njihovo poreklo prvenstveno geohemijsko, odnosno da zaštićena prirodna dobra Vojvodine nisu zagađena teškim metalima osim na dva lokaliteta gde je bilo antropogeno zagađenje bakrom nastalo zaštitom vinove loze. Ovo se odnosi i na nepoljoprivredna zemljišta u industrijskim zonama uz izuzetak lokaliteta u Somboru gde je utvrđeno antropogeno zagađenje olovom u krugu fabrike akumulatora., a nešto veći ukupan sadržaj Pb je utvrđen i na okolnom poljoprivrednom zemljištu. Povećan sadržaj ukupnog Ni izmeren je u 7 uzoraka na lokalitetima gde je izmerena povećana koncentracija radona, ali je geološkog porekla te nema štetno dejstvo na biljke.. Takođe , na tri lokaliteta sa povećanom koncentracijom radona u vazduhu, u uzorcima zemljišta pored kuće u tri uzorka izmeren je povećan sadržaj i ukupnog i pristupačnog Zn.

Tab.5 Ukup.sadrž.mikroelemenata i teških metala u nepolj.zem.i u zem.ind.zona (mg/kg)

Lab. br.	As	Cd ICP	Cd AAS	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1	12.24	0.28	0.843	20.34	34.14	20.72	1262.19	49.82	28.88	83.57
2	6.98	0.33	0.743	15.78	35.63	15.37	1140.81	43.52	28.17	69.60
3	10.10	0.32	1.010	17.50	60.57	23.34	832.48	89.72	26.73	70.91
4	23.40	0.22	0.477	21.06	53.39	13.04	674.38	108.65	28.63	62.08
5	21.08	0.23	0.777	23.42	69.91	40.47	1158.81	131.89	20.41	69.92
6	7.60	0.33	2.477	9.49	31.96	15.32	411.99	47.11	16.92	48.43
7	7.76	0.18	2.177	11.36	67.80	14.95	353.40	86.00	11.06	42.20
8	6.98	0.39	1.477	12.28	42.50	24.08	415.95	56.09	24.89	82.79
9	10.78	0.63	1.943	12.55	53.81	26.48	531.98	75.72	40.59	133.67
10	7.02	0.38	1.277	15.21	71.75	25.11	660.61	92.66	27.83	86.19
11	8.08	0.59	0.743	15.93	67.19	54.26	662.30	41.88	65.14	154.92
12	4.28	0.41	0.577	7.62	28.68	31.95	213.61	24.79	36.55	89.13
13	4.71	0.12	1.143	5.74	13.58	6.99	181.56	16.85	6.32	27.08
14	11.80	0.17	1.610	2.34	7.02	5.37	197.84	6.34	8.38	21.41
15	7.87	0.12	0.177	2.40	6.75	5.82	201.26	6.15	8.14	14.60
16	4.83	0.19	0.610	6.77	17.67	7.00	293.88	24.97	11.67	31.77
17	5.37	0.16	0.300	8.63	23.68	9.93	406.38	27.92	15.23	37.60
18	6.20	0.18	0.143	11.53	28.08	14.45	533.12	26.08	20.88	53.49
19	10.88	0.34	0.510	17.02	63.89	26.28	664.81	86.96	30.43	77.17
20	14.28	0.51	1.410	17.37	64.47	34.86	815.42	93.76	46.90	113.63
21	11.02	0.25	0.610	15.91	42.22	25.57	588.55	38.55	31.64	77.31
22	11.62	0.34	1.743	9.70	23.90	25.60	564.90	26.41	24.37	74.10
23	4.70	0.29	0.443	12.74	37.18	38.07	367.81	38.12	25.41	95.05
24	5.45	0.16	1.377	2.36	7.04	8.17	209.62	6.11	8.88	18.28
25	4.52	0.20	0.143	11.00	18.42	14.51	784.31	22.87	19.53	38.00
26	7.80	0.26	0.443	10.68	25.39	22.23	702.07	30.07	21.46	54.51
27	7.27	0.26	0.243	17.16	30.29	138.68	887.63	31.11	28.50	56.66
28	7.43	0.30	0.410	13.49	29.75	14.61	684.73	24.60	19.56	81.52
29	2.65	0.19	0.943	6.84	16.83	17.59	348.02	19.50	13.32	67.79
30	9.74	0.19	1.943	4.13	10.91	12.32	331.23	10.72	10.64	35.80
31	6.31	0.17	0.910	7.73	19.01	13.00	296.05	22.79	10.49	47.09
32	7.00	0.25	1.310	8.74	20.11	14.52	396.48	23.32	13.37	49.24
33	3.55	0.16	0.243	3.74	11.15	11.83	357.09	8.79	12.10	21.99
34	5.49	0.31	1.343	6.81	17.00	14.61	358.32	19.06	21.45	64.98
35	8.73	0.35	1.143	11.76	37.12	110.07	429.80	43.52	26.72	82.39
36	17.35	0.42	0.710	12.44	27.81	25.00	731.77	34.34	27.77	93.89
37	7.27	0.25	0.543	11.81	33.66	28.49	426.29	36.56	21.53	77.49
38	7.81	0.37	1.177	10.90	28.88	25.04	561.20	30.56	20.76	116.08
39	9.12	0.33	1.043	13.05	32.83	27.44	552.31	50.38	26.83	97.36
40	26.08	0.46	3.077	2.43	29.64	26.54	271.91	7.12	15.43	30.19
41	10.87	0.29	1.210	14.11	32.64	30.47	767.13	44.23	19.07	82.56
42	15.01	0.88	1.443	7.25	32.42	40.93	394.83	25.24	7028.15	162.40
43	4.24	0.21	1.277	6.74	14.98	9.25	275.08	16.93	25.66	54.41
69	7.33	0.34	1.177	9.94	28.09	19.42	576.46	28.58	157.38	61.30
MDK	25.00	3.00	3.000		100.00			50.00	100.00	300.00

Tab.6 Ukupan sadržaj mikroelemenata i teških metala u uzorcima zemljišta na lokalitetima sa povećanim sadržajem radona (mg/kg)

Lab. br.	As	Cd	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
		ICP	AAS							
44	8.18	0.37	1.243	11.51	35.86	39.46	665.31	36.59	24.61	143.92
45	8.84	0.34	1.243	12.72	44.21	29.68	597.49	49.59	72.88	104.54
46	7.16	0.28	1.977	9.33	28.93	22.37	531.06	31.89	21.83	83.79
47	8.35	0.20	1.510	11.97	30.88	19.92	532.93	33.97	14.48	63.28
48	9.50	0.68	1.643	11.84	47.03	34.62	558.69	66.00	43.12	205.91
49	9.57	0.48	1.710	11.78	45.57	27.72	724.91	56.62	42.09	647.05
50	8.09	0.25	2.043	10.00	32.74	20.42	548.79	36.56	20.37	95.75
51	8.16	0.22	1.377	10.75	35.09	47.95	574.49	38.36	17.21	68.77
52	10.98	0.46	1.710	11.23	40.77	30.87	597.19	56.73	48.18	210.26
53	10.13	0.31	0.377	17.35	47.55	21.55	860.92	62.22	26.04	94.29
54	9.00	0.55	1.710	9.63	31.67	53.26	558.81	34.59	35.06	281.32
55	8.04	0.40	1.877	9.73	31.60	28.67	451.09	37.55	60.88	174.89
56	7.95	0.22	0.443	13.13	37.59	22.17	416.48	40.33	18.86	76.01
57	5.64	0.29	2.143	7.97	26.45	37.32	419.56	28.32	16.15	91.95
58	9.86	0.56	1.410	10.50	44.41	57.42	613.04	62.00	31.56	225.39
59	5.94	0.27	1.243	9.84	25.03	22.05	520.36	27.51	16.50	80.39
60	7.44	0.41	1.443	8.94	32.40	24.65	453.21	34.79	36.61	331.44
61	7.33	0.29	1.443	9.81	27.26	40.01	495.97	28.17	27.40	110.42
62	10.06	0.33	0.910	12.36	44.98	29.21	673.92	57.49	24.44	134.54
63	7.61	0.24	1.010	10.79	29.92	22.48	574.71	29.84	19.96	76.04
64	14.43	0.78	2.977	16.04	51.62	68.74	914.34	62.19	77.45	354.89
65	8.40	0.24	1.577	10.22	29.44	37.09	525.65	32.33	15.13	63.94
66	8.79	0.32	0.477	13.29	36.45	25.73	758.57	36.82	24.24	125.13
67	8.77	0.27	1.043	11.85	38.62	24.64	592.72	38.27	23.50	98.33
68	8.47	0.27	0.843	12.23	34.87	29.56	679.02	37.10	25.91	92.59
MDK	25.00	3.00	3.000		100.00			50.00	100.00	300.00

Tab.7 Lako pristupačni sadržaj mikroelemenata i teških metala u uzorcima zemljišta u kojima je izmeren ukupni sadržaj veći od MDK za nepoljoprivredna zemljišta i zemljišta industrijskih zona (mg/kg)

Lab.br.	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Z-119/04-3 EDTA	0.019	0.196	1.050	0.023	3.12	140.52	6.24	7.25	2.75
Z-119/04-4 EDTA	0.129	0.066	3.813	0.129	1.43	145.44	4.14	10.68	2.04
Z-119/04-5 EDTA	0.015	0.040	3.193	0.024	1.72	276.23	8.49	3.60	0.67
Z-119/04-7 EDTA	0.029	0.034	0.078	0.010	1.52	13.09	1.31	1.12	0.65
Z-119/04-8 EDTA	0.073	0.190	0.232	0.002	6.42	42.01	3.69	8.29	5.29
Z-119/04-9 EDTA	nd	0.293	0.106	0.003	5.99	26.75	2.86	12.00	12.96
Z-119/04-10 EDTA	0.014	0.169	0.185	0.005	6.19	57.12	3.81	7.00	3.73
Z-119/04-19 EDTA	nd	0.154	0.799	nd	4.69	103.98	3.17	6.14	0.72
Z-119/04-20 EDTA	0.061	0.220	0.079	nd	6.10	36.98	1.63	8.83	4.07
Z-119/04-27 EDTA	nd	0.120	3.504	0.008	74.96	216.97	3.57	6.87	3.38
Z-119/04-33 EDTA	0.017	0.177	0.176	0.006	36.38	44.38	1.34	7.63	4.63
Z-119/04-39 EDTA	0.028	0.102	0.091	0.002	4.01	27.33	0.91	6.27	8.71
Z-119/04-40 EDTA	1.744	0.125	0.057	0.021	7.24	14.64	0.50	2.28	2.76
Z-119/04-42 EDTA	0.038	0.460	0.088	0.026	3.46	18.42	1.33	1489.38	25.01
Z-119/04-69 EDTA	0.001	0.141	0.058	nd	1.28	18.46	0.69	69.57	3.08

nd – nije detektovano

Tab.8 Lako pristupačni sadržaj mikroelemenata i teških metala u uzorcima zemljišta u kojima je izmeren ukupni sadržaj veći od MDK za lokalitete sa povećanim sadržajem radona (mg/kg)

Lab.br.	Ni	Zn
48	1.61	
49	1.25	138.40
52	1.25	
53	3.67	
58	1.41	
60		86.80
62	1.31	
64	0.34	40.80

Plodnost zemljišta je kombinacija mineralno-bioloških svojstava zemljišta i kruženja biljnih asimilativa u sistemu biljka – zemljište. Biološki procesi kao što su mineralizacija, imobilizacija, nitrifikacija, redukcija nitrata, fiksacija azota i biološka denitrifikacija su rezultanta mikrobne enzimske aktivnosti. Takođe, bakterije produkcijom polisahrida utiču na stvaranje mikroagregata, dok hife gljiva imaju ulogu u vezivanju makroagregata. Smanjena raznovrsnost mikroorganizama je indikacija degradacije i niske korisnosti zemljišta u smislu kvaliteta za proizvodnj poljoprivrednih biljaka.

Lokalitet		Brojnost mikroorganizmi na g ⁻¹ aps. suvog zemljišta					
	Lokacija	Ukupan br x 10 ⁷	Amonifikat ori x 10 ⁶	Azotobact er x 10 ²	Oligoni- trofili x 10 ⁶	Actinom ycetes x 10 ⁴	Gljive x 10 ⁴
Fruška gora	TV toranj	17,10	73,28	0,00	14,65	12,21	17,10
	Beočinske liv	12,79	13,32	0,00	19,72	7,99	26,64
	Čort. šuma	12,17	285,24	5,34	40,55	8,36	32,52
	Dub.-Vrdnik	5,77	16,50	0,00	15,95	13,75	22,00
	Crveni čot	13,58	12,31	0,00	12,07	4,92	4,92
Fruška gora (van Nac.parka)	Beli kamen	21,78	51,06	16,12	37,89	16,12	8,09
	Beočin (BFC)	4,27	62,94	21,62	17,37	37,76	13,41
Obedska bara	Krčevine	18,11	150,98	22,91	28,46	8,63	15,10
	Kupinik	5,05	115,95	15,91	26,11	25,29	9,59
	Čenjtin	5,78	52,32	6,19	21,87	4,59	9,17
Stari Begej- Carska bara	Tegelica	39,77	78,07	11,5	50,99	46,35	31,71
	Mali Sikilj	32,20	115,03	5,78	28,62	10,22	10,22
	Botoški rit	6,10	31,74	15,87	23,20	17,09	9,76
Ludoš	Čurgo	15,87	59,17	14,12	41,69	24,20	5,37
	Ptičarska koli	26,25	75,36	0,00	39,38	24,58	7,29
Deliblatska peščara	Lipar	12,18	115,74	1,02	18,55	56,73	7,65
	Šušarski pašnj	22,72	100,56	0,00	19,11	36,84	19,18
SRP Karadordrvo	Guvnište	18,08	57,97	1,11	20,00	17,83	26,75
Zasavica	Donj Zasavica	4,83	74,66	14,84	17,45	14,43	16,98
	Ravnje	4,37	97,48	23,34	19,67	22,76	10,03
Gornje Podunavlje	Štrbac	14,21	53,58	0,57	14,67	16,30	18,63
	Srebrenica	27,72	79,21	17,16	51,75	31,68	5,28
SRP Vel. droplje	Milina bara	23,70	147,55	21,16	38,46	79,82	29,02
SRP Selevenjska p	Degelica	25,76	75,13	20,78	54,47	18,78	8,05
Slano Kopovo	Izm.Kopova	24,98	196,47	0,00	37,58	49,11	34,16
	Slano Kopovo	6,42	37,66	25,48	26,55	35,45	4,43
Reg. park Vršačke planine	prema Mesiću	29,22	195,38	0,00	30,54	14,08	17,38
	Vršačka kula	15,56	54,86	0,00	13,47	8,88	12,10
PP Begečka jama	Tatarnica	8,62	92,84	22,56	24,09	13,13	13,13
Park prirode Palić	Iza ZOO vrta	22,07	93,20	24,52	42,92	24,52	7,35
Ponajvica	BanBrestovac	11,26	82,85	19,47	20,71	3,33	5,79
Titelski breg	Iznad Vodica	12,21	118,88	1,09	15,85	42,99	9,90
Sub.-Horg.peščara	Daščanska š.	18,10	139,61	1,63	32,72	63,26	43,63
Koviljsko- Petrovarad. rit	Arkanj	21,22	148,59	12,94	37,09	38,21	11,89
	Petrov.-Tekije	23,35	127,82	28,88	52,35	34,41	4,91
Biserno ostrvo	Čurug	28,82	304,51	23,11	55,46	89,72	27,18
Jegrička	Žabalj	28,82	124,09	19,59	42,88	13,83	11,52
Ind. zona N. Sad	Albus	16,75	85,92	10,74	36,30	36,51	8,59
Ind. zona Pančevo	Azotara	31,02	284,64	15,09	73,64	47,98	16,55
Ind. zona Subotica	HI Zorka	15,16	59,10	7,09	26,21	25,68	12,84
Ind.zonaZrenjanin	Dijamant	19,04	129,17	16,42	40,94	26,27	15,32

Ind. zona Sombor	Ind.akumulra	25,72	144,17	5,54	42,80	22,18	33,27
Ind. zona N. Sad	Rafinerija	12,56	70,03	3,60	29,25	35,01	10,29
Ind. zona Sombor	Ind.akumulato ra-kukuruz	18,55	117,07	4,98	36,22	66,26	8,89

Rezultati mikrobioloških svojstava nepoljoprivrednih zemljišta pokazuju veoma veliku bioraznovrsnost zastupljenosti ispitivanih grupa mikroba. Naime, fizičko-hemijska svojstva zemljišta su najvažnije svojstvo koje utiče na brojnost, raznovrsnost i aktivnost mikroorganizama.

U ispitanim zemljištima ustanovljena je velika brojnost ukupnog broja mikroorganizama ($\times 10^7$) i amonifikatora ($\times 10^6$) i oligonitrofila ($\times 10^6$). Prisustvo *Azotobacter*-a, koji je jedan od najvažnijih indikatora plodnosti zemljišta utvrđeno u zemljištu na većini lokaliteta. Kisela reakcija zemljišta na lokalitetima Fruške gore, Sušarskim pašnjacima (Deliblatska peščara), Slano Kopovo i Vršackim planinama su uslovile da nije konstatovana ova grupa azotofiksatora. Takođe, na lokalitetu Ludoš (Ptičaraska koliba) nije utvrđen *Azotobacter*, verovatno kao posledicijanskog sadržaja humusa, fosfora i kalijuma u zemljištu. Zastupljenost aktinomiceta je veća u odnosu na gljive.

Za svoj rast i razviće mikroorganizmi imaju potrebu za ugljenikom, vodonikom, kiseonikom, azotom, sumporom i fosforom, jer je supstrat limitirajući životni faktor. Ugljenik i azot su konstitutivni i nezaobilazni elementi u sastavu ćelije mikroorganizma. Pojedini mikroorganizmi imaju potrebe za fosforom, kalijumom, sumporom, magnezijumom i gvoždem u većoj koncentraciji (10^{-3} do 10^{-4} M), dok su mikroelementi (Mn, Cu, Co, Zn, i Mo) traženi u koncentracijama od 10^{-6} do 10^{-8} M.

Rezultati ispitivanja PAH-ova nepoljoprivrednog zemljišta su prikazani u tabeli 9, rezultati ispitivanja PAH-ova zemljišta u blizini industrijskih postrojenja u tabeli 10, dok su rezultati ispitivanja zemljišta u neposrednoj blizini sambenih objekata prikazani u tabeli 11.

- PAH-ovi nepoljoprivrednog zemljišta

Na ispitivanim lokalitetima nepoljoprivrednog zemljišta detektovano je prisustvo svih ispitivanih jedinjenja. Vrednosti nađenog sadržaja policikličnih aromatičnih ugljovodnika su date u miligramima na kilogram apsolutno suvog zemljišta. Prosečan sadržaj ukupnih PAH-ova u 37 uzoraka zemljišta je 0,469 mg/kg i kreće se u intervalu od 0,163 mg/kg do 2,238 mg/kg. Po pravilniku o metodama organske proizvodnje (Sl. List SRJ 51/02) maksimalno dozvoljeni sadržaj PAH ova je u zemljištu predviđenom za organsku proizvodnju je 1 mg/kg. Maksimalno dozvoljeni ukupan sadržaj prelazi 1,5 % uzoraka zemljišta.

Najviši nađen sadržaj PAH-ova je u uzorku sa Palića (laboratorijski broj 30) i iznosi 2,238 mg/kg a.s.m. Detekcija PAH-ova na lokalitetima koja su na izgled potpuno izolovana od delovanja industrije ili saobraćaja nije ne uobičajena jer je poznato da se PAH-ovi naročito lakše isparljivi, nižih molekulskih masa, koji su u ispitanim uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta detektovani u 100 % slučajeva, transportuju na česticama prašine do najudaljenijih delova ekosistema (2)

Pregledom dostupne literature ustanovljeno je da je ovaj sadržaj ukupnih PAH-ova na ne poljoprivrednom zemljištu u saglasnosti sa literaturnim podacima. U Švajcarskoj je ispitano livadsko i šumsko zemljište na sadržaj PAH-ova. Detektovan je viši ukupan sadržaj PAH-ova u šumskom zemljištu u odnosu na livadsko zemljište. U livadskom zemljištu je nađeno 0,157 mg/kg a.s.z., a šumskom 0,252 mg/kg a.s.z.(3).

Sadržaj ukupnih policikličnih aromatičnih ugljovodonika viši je u zemljištima sa višim sadržajem organske materije gde su vezani hemijskim vezama i nisu lakopristupačni biljkama.

Tabela 9. Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika na nepoljoprivrednom zemljištu uzorkovanom 2004. godine (mg/kg apsolutno suvog zemljišta)

Lab.broj	Zbir	Naftalin	Acenaften	Acenaftilen	fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Piren	Benzo(a)antracen	Krizen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(a)piren	Dibenzo(a,h)antracen	Benzo(g,h,i)perilen	Indeno(1,2,3cd)piren
1	0,169	0,040	0,012	0,027	0,017	0,008	0,002	0,008	0,034	0,002	0,017	0,003					
2	0,285	0,044	0,012	0,030	0,016	0,031	0,002	0,006	0,023	0,002	0,009	0,002					0,108
3	0,270	0,050	0,009	0,031	0,017	0,003	0,003	0,021	0,023	0,001	0,020	0,002		0,003			0,087
4	0,169	0,057	0,011	0,004	0,011	0,019	0,002	0,017	0,031	0,002	0,012	0,004					
5	0,262	0,037	0,009	0,023	0,015	0,034	0,001	0,007	0,023	0,001	0,005	0,007					0,097
6	0,341	0,053	0,012	0,035	0,018	0,033	0,001	0,006	0,024	0,001	0,010	0,001		0,003			0,142
7	0,283	0,049	0,010	0,028	0,015	0,040	0,002	0,008	0,020	0,002	0,009	0,004					0,097
8	0,352	0,036	0,006	0,031	0,007	0,040	0,002	0,009	0,024	0,018	0,017	0,003	0,002	0,006			0,151
9	1,029	0,061	0,013	0,041	0,022	0,075	0,140	0,129	0,161	0,072	0,025	0,037	0,022	0,059	0,012	0,028	0,133
10	0,783	0,049	0,007	0,029	0,011	0,063	0,003	0,105	0,147	0,048	0,014	0,028	0,016	0,049	0,006	0,019	0,190
11	0,637	0,046	0,008	0,035	0,017	0,058	0,068	0,095	0,091	0,050	0,019	0,024	0,017	0,045	0,012	0,022	0,030
12	1,204	0,052	0,011	0,035	0,024	0,083	0,112	0,197	0,193	0,046	0,060	0,051	0,034	0,094	0,013	0,037	0,161
13	0,229	0,037	0,009	0,017	0,014	0,022	0,001	0,021	0,015	0,003	0,012	0,014		0,057			0,009
14	0,286	0,045	0,013	0,024	0,016	0,023	0,001	0,004	0,015	0,004	0,002	0,064					0,074
15	0,244	0,028	0,008	0,009	0,012	0,025	0,047	0,011	0,011	0,005	0,001	0,007					0,079
16	0,278	0,032	0,013	0,016	0,015	0,028	0,063	0,004	0,016	0,004	0,006						0,081
17	0,296	0,048	0,015	0,021	0,016	0,021	0,055	0,004	0,023		0,005	0,002					0,086
18	0,263	0,048	0,012	0,024	0,019	0,009	0,001	0,011	0,013	0,004	0,011	0,002					0,109
19	0,403	0,053	0,008	0,103	0,013	0,044	0,003	0,006	0,031	0,002	0,012						0,128
20	0,224	0,057	0,008	0,089	0,005	0,028	0,002	0,005	0,015	0,002	0,010	0,003					
21	0,404	0,078	0,010	0,111	0,062	0,030	0,077	0,006	0,020	0,002	0,006	0,002					
22	0,346	0,059	0,004	0,070	0,009	0,042	0,002	0,044	0,055	0,017	0,005	0,008	0,007	0,013	0,003		0,009
23	0,310	0,098	0,010	0,119	0,007	0,030	0,003	0,005	0,019	0,002	0,013	0,004					
24	0,293	0,079	0,009	0,095	0,006	0,053	0,003	0,008	0,017	0,003	0,013	0,002		0,002	0,003		
25	0,206	0,069	0,014	0,054	0,005	0,030	0,002	0,005	0,014	0,002	0,010	0,003					

26	0,219	0,047	0,008	0,077	0,015	0,026	0,004	0,004	0,013	0,004	0,017	0,004					
27	0,660	0,084	0,014	0,056	0,005	0,073	0,013	0,118	0,127	0,040	0,013	0,023	0,020	0,031	0,003	0,015	0,026
28	0,196	0,065	0,014	0,033	0,004	0,021	0,012	0,010	0,018	0,009	0,002	0,004	0,002	0,003			
29	0,163	0,051	0,013	0,028	0,004	0,021	0,001	0,008	0,021	0,004	0,002	0,004	0,002	0,005			
30	2,238	0,693	0,165	0,145	0,037	0,059	0,002	0,069	0,162	0,047	0,012	0,019	0,004	0,132	0,010	0,591	0,091
31	1,327	0,077	0,013	0,061	0,009	0,084	0,115	0,216	0,219	0,118	0,085	0,059	0,041	0,114	0,003	0,042	0,071
32	0,203	0,064	0,012	0,035	0,004	0,029	0,002	0,006	0,032	0,002	0,016	0,002					
33	0,172	0,067	0,012	0,021	0,006	0,024	0,001	0,006	0,017	0,002	0,009	0,002	0,001	0,002			
34	1,132	0,056	0,013	0,048	0,006	0,070	0,021	0,208	0,248	0,100	0,054	0,057	0,037	0,099	0,013	0,040	0,063
35	0,884	0,108	0,018	0,108	0,005	0,051	0,035	0,126	0,145	0,069	0,033	0,037	0,023	0,058	0,006	0,026	0,035
36	0,380	0,083	0,013	0,077	0,006	0,050	0,001	0,021	0,064	0,017	0,007	0,007	0,005	0,011		0,006	0,012
37	0,221	0,060	0,007	0,083	0,007	0,029	0,002	0,008	0,009	0,003	0,001	0,005	n.d.	0,003	0,003		
Prosek	0,469	0,075	0,015	0,051	0,013	0,038	0,022	0,042	0,058	0,020	0,016	0,014	0,016	0,039	0,007	0,083	0,086
Min.	0,163	0,028	0,004	0,004	0,004	0,003	0,001	0,004	0,009	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,006	0,009
Max.	2,238	0,693	0,165	0,145	0,062	0,084	0,140	0,216	0,248	0,118	0,085	0,064	0,041	0,132	0,013	0,591	0,190

n.d. - nije detektovano

- PAH-ovi zemljišta u industrijskim zonama

Na ispitivanim lokalitetima zemljišta u blizini fabrika detektovano je prisustvo svih ispitivanih jedinjenja. Vrednosti nađenog sadržaja policikličnih aromatičnih ugljovodnika su date u miligramima na kilogram apsolutno suvog zemljišta. Prosečan sadržaj ukupnih PAH-ova u 7 uzoraka zemljišta je 0,363 mg/kg i kreće se u intervalu od 0,149 mg/kg do 0,729 mg/kg. Po pravilniku o metodama organske proizvodnje (Sl. List SRJ 51/02) maksimalno dozvoljeni sadržaj PAH-ova je u zemljištu predviđenom za org. proizvodnju je 1 mg/kg i ovu granicu nije prešao ni jedan uzorak zemljišta. Ispitani uzorci nisu kontaminirani PAH-ovima u količini koja bi trebalo da izazove zabrinutost.

Tabela 10. Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodnika na industrijskom zemljištu uzorkovanom 2004. godine (mg/kg apsolutno suvog zemljišta)

Lab.br.	Zbir	Naftalin	Acenaften	Acenaftilen	fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Piren	Benzo(a)antracen	Križen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(a)piren	Dibenzo(a,h)antracen	Benzo(g,h,i)perilen	Indeno(1,2,3cd)piren
38	0,316	0,061	0,007	0,092	0,018	0,073	0,004	0,023	0,008	0,006	0,004	0,009	0,004	0,007			
39	0,571	0,069	0,009	0,056	0,009	0,102	0,008	0,047	0,035	0,041	0,019	0,030	0,031	0,042	0,002	0,027	0,044
40	0,267	0,043	0,004	0,050		0,027	0,023	0,031	0,033	0,013	0,007	0,008	0,004	0,010		0,007	0,007
41	0,253	0,049	0,004	0,056	0,007	0,067	0,002	0,015	0,009	0,010	0,025	0,008	0,002				
42	0,729	0,077	0,006	0,066	0,027	0,148	0,002	0,138	0,122	0,014	0,015	0,019	0,012	0,031	0,005	0,018	0,030
43	0,149	0,031	0,004	0,033	0,005	0,035	0,001	0,014	0,008	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004			
69	0,257	0,043	0,013	0,025	0,014	0,028	0,081	0,013	0,018	0,007	0,003	0,004	0,003	0,005			
Prosek	0,363	0,053	0,007	0,054	0,013	0,069	0,017	0,040	0,033	0,014	0,011	0,011	0,008	0,016	0,004	0,017	0,027
Min.	0,149	0,031	0,004	0,025	0,005	0,027	0,001	0,013	0,008	0,004	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,007	0,007
Max.	0,729	0,077	0,013	0,092	0,027	0,148	0,081	0,138	0,122	0,041	0,025	0,030	0,031	0,042	0,005	0,027	0,044

n.d. - nije detektovano

- PAH-ovi zemljišta u neposrednoj blizini stambenih objekata

Ispitano je 25 uzoraka zemljišta koje je uzeto u neposrednoj blizini stambenih objekata, uz sam zid građevine. Vrednosti nađenog sadržaja policikličnih aromatičnih ugljovodnika su date u miligramima na kilogram apsolutno suvog zemljišta. Prosečan sadržaj ukupnih PAH-ova u 25 uzoraka zemljišta je 1,510 mg/kg i kreće se u intervalu od 0,164 mg/kg do 17,50 mg/kg. Po pravilniku o metodama organske proizvodnje (Sl. List SRJ 51/02) maksimalno dozvoljeni sadržaj PAH-ova u zemljištu predviđenom za organsku proizvodnju je 1 mg/kg i ovu granicu nije prešlo 16 % uzoraka zemljišta. Na četiri lokaliteta ukupan sadržaj PAH-ova upadljivo odskoče od proseka. Može se uočiti da su u tri slučaja uzorci uzeti kraj starijih sambenih objekata. Razlog za povećani sadržaj PAH-ova je način grejanja pomoću sagorevanja fosilnih goriva. Kako su stambeni objekti stariji, sagorevanje se odvijalo u dužem vremenskom periodu te se kao posledica javlja taloženje proizvoda sagorevanja u neposrednoj blizini objekta. Svih 16 ispitanih predstavnika PAH-ova (kako niži lako-isparljivi tako i viši teže-isparljivi predstavnici) su prisutni u ovim dvorištima. U 10 uzoraka urbanih zemljišta u Engleskoj nađeno je prosečno 4,239 mg/kg a.s.z. (6).

Tabela 10. Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodnika u zemljištu pored stambenih objekata uzorkovano 2004. (mg/kg apsolutno suvog zemljišta)

Lab.br.	Zbir	Naftalin	Acenaften	Acenaftilen	fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Piren	Benzo(a)antracen	Krizen	Benzo(b)fluoranten	Benzo(k)fluoranten	Benzo(a)piren	Dibenzo(a,h)antracen	Benzo(g,h,i)perilen	Indeno(1,2,3cd)piren
44	0,371	0,034	0,004	0,043	0,007	0,035	0,002	0,030	0,068	0,012	0,019	0,024	0,012	0,028	0,010	0,017	0,027
45	0,394	0,047	0,007	0,020	0,010	0,041	0,057	0,036	0,064	0,026	0,010	0,017	0,010	0,014	0,011	0,011	0,015
46	0,237	0,036	0,005	0,029	0,003	0,035	0,050	0,022	0,036	0,008	0,002	0,005	0,002	0,004			
47	0,236	0,038	0,004	0,032	0,005	0,029	0,057	0,015	0,021	0,005	0,008						0,024
48	2,039	0,070	0,005	0,089	0,012	0,110	0,099	0,331	0,337	0,208	0,129	0,137	0,077	0,201	0,005	0,090	0,140
49	4,073	0,256	0,220	0,091	0,033	0,610	0,184	0,808	0,915	0,382	0,078	0,077	0,041	0,116	0,004	0,154	0,104
50	0,283	0,022	0,005	0,016	0,006	0,038	0,046	0,031	0,057	0,011	0,004	0,011	0,003	0,005			0,029
51	0,164	0,033	0,009	0,024	0,008	0,035	0,002	0,012	0,009	0,002	0,015	0,001		0,004			0,011
52	0,362	0,050	0,005	0,041	0,004	0,047	0,005	0,045	0,038	0,021	0,007	0,012	0,012	0,014	0,015	0,012	0,035
53	0,260	0,030	0,005	0,029		0,021	0,050	0,021	0,036	0,011	0,004	0,007	0,004	0,005			0,037
54	5,720	0,095	0,047	0,191	0,141	0,947	0,144	1,165	0,877	0,436	0,310	0,275	0,167	0,433	0,008	0,185	0,299
55	17,50	0,353	0,216	0,833	1,180	3,933	0,481	3,130	2,192	1,275	0,931	0,572	0,380	1,022	0,013	0,367	0,631
56	0,233	0,012	0,003	0,016		0,020	0,040	0,014	0,007	0,084	0,002	0,016					0,019
57	0,301	0,027	0,005	0,022	0,008	0,008	0,053	0,018	0,020	0,004	0,003	0,005		0,003	0,106		0,020
58	0,623	0,041	0,010	0,029	0,013	0,062	0,003	0,065	0,120	0,056	0,013	0,022	0,011	0,028	0,005	0,026	0,120
59	0,368	0,017	0,005	0,018	0,004	0,036	0,005	0,052	0,083	0,030	0,012	0,017	0,015	0,023	0,003	0,011	0,035
60	0,492	0,041	0,010	0,024	0,010	0,033	0,047	0,053	0,106	0,029	0,012	0,016	0,016	0,022	0,020	0,021	0,032

61	0,682	0,051	0,009	0,020	0,013	0,056	0,080	0,089	0,115	0,052	0,012	0,033	0,018	0,046	0,016	0,033	0,040
62	0,932	0,025	0,009	0,017	0,012	0,057	0,009	0,127	0,142	0,085	0,043	0,083	0,044	0,081	0,011	0,052	0,135
63	0,961	0,032	0,007	0,017	0,016	0,083	0,101	0,165	0,188	0,057	0,036	0,042	0,026	0,061	0,013	0,033	0,087
64	0,487	0,030	0,007	0,022	0,010	0,045	0,058	0,047	0,085	0,031	0,012	0,015	0,010	0,023	0,019	0,016	0,058
65	0,243	0,037	0,012	0,021	0,018	0,024	0,069	0,016	0,016	0,011	0,003	0,007	0,004	0,006			
66	0,219	0,027	0,007	0,015	0,012	0,032	0,040	0,015	0,017	0,006	0,006	0,003	0,002	0,002			0,038
67	0,273	0,028	0,010	0,017	0,018	0,006	0,056	0,022	0,079	0,019	0,003	0,006	0,003	0,006			
68	0,291	0,029	0,009	0,015	0,017	0,049	0,002	0,041	0,065	0,019	0,009	0,010	0,009	0,010		0,006	
Prosek	1,510	0,058	0,025	0,068	0,068	0,256	0,069	0,255	0,228	0,115	0,067	0,059	0,041	0,094	0,017	0,069	0,092
Min.	0,164	0,012	0,003	0,015	0,003	0,006	0,002	0,012	0,007	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,006	0,011
Max.	17,50	0,353	0,220	0,833	1,180	3,933	0,481	3,130	2,192	1,275	0,931	0,572	0,380	1,022	0,106	0,367	0,631

n.d. nije detektovano

Zemljište okućnica sa povišenim sadržajem PAH-ova ne bi trebalo koristiti za proizvodnju korenstog povrća koje je poznato po akumuliranju i koncentrisanju ovih jedinjenja (4 i 5).

- LITERATURA (PAH-ovi):

1. SW-846, Test Methods for Evaluation Solid Wastes, Method 3540C Soxhlet Extraction, Method 3630C Silica Gel Cleanup, Method 8310 Polynuclear Aromatic Hydrocarbons.

2. Meijer, S. N.; Ockenden, W. A.; Steinnes, E.; Corrigan, B. P.; Jones, K. C., Spatial and Temporal Trends of POPs in Norwegian and UK Background Air: Implications for Global Cycling, *Environ. Sci. Technol.*; (Article); 2003; 37(3); 454-461.

3. Martin Krauss and Wolfgang Wilcke, Polychlorinated naphthalenes in urban soils: analysis, concentrations, and relation to other persistent organic pollutants, *Environmental Pollution*, Volume 122, Issue 1, March 2003, Pages 75-89

4. A. M. Kipopoulou, E. Manoli and C. Samara Bioconcentration of polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetables grown in an industrial area, *Environmental Pollution*, 106, 257-454, 1999.

5. Lise Samsøe-Petersen, Erik H. Larsen, Poul B. Larsen, and Preben Bruun, Uptake of Trace Elements and PAHs by Fruit and Vegetables from Contaminated Soils, *Environmental Science and Technology*, 36, 3057 – 3063, 2002.

6. Simon R. Wild and Kevin C. Jones, Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in the United Kingdom Environment: A Preliminary Source Inventory and Budget, *Environmental pollution* 88, 1995, 91-108.

ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja uzoraka nepoljoprivrednog zemljišta uzetog na lokalitetima pod različitim vidovima zaštite, zemljišta koje se planira da bude zaštićeno prirodno dobro i zemljišta industrijskih zona većih gradova u Vojvodini u pogledu njegovog kvaliteta mogu se doneti sledeći zaključci:

- Proces pedogeneze zemljišta i način korišćenja zemljišta imaju bitnog uticaja na hemijske osobine zemljišta (pH, CaCO₃, sadržaj humusa).
- Ispitivano zemljište industrijskih zona u pogledu vrednosti osnovnih hemijskih osobina ne odstupa u većoj meri od uobičajenih vrednosti za okolna autohtona poljoprivredna zemljišta, te se ne može ukazati na eventualno zagađenje.
- Pri oceni sadržaja mikroelemenata i teških metala u zemljištu mora se voditi računa o pedogenetskim procesima nastanka i razvitka zemljišta te se jedino detaljnom analizom njihovih oblika u zemljištu može doneti pravi zaključak o postojanju zagađenju.
- U nepoljoprivrednom zemljištu na ispitivanim lokalitetima pod različitim vidovima zaštite u Vojvodini samo u dva uzorka (Regionalni park- «Vršacke planine» i Koviljsko-Petrovaradinski rit) utvrđen je veći sadržaj ukupnog Cu od MDK. Određivanjem pristupačnog Cu utvrđeno je da je zagađenje zemljišta u Cu na ovom lokalitetu antropogenog porekla.
- Prisustvo teških metala u zemljištu je posledica matičnog supstrata na kome je zemljište obrazovano i antropogenog zagađenja. Na ispitivanom nepoljoprivrednom zemljištu pod različitim vidovima zaštite od teških metala veći sadržaj utvrđen je za Ni u 9 uzoraka na 4 lokaliteta i za Cr u dva uzorka na dva lokaliteta. Ispitivanje lakopristupačnog sadržaja Ni i Cr u tim uzorcima pokazuje da povišen sadržaj nije rezultat antropogenog zagađenja nego je on geohemijskog porekla, odnosno posledica matičnog supstrata od koga je formirano zemljište.
- U zemljištu industrijskih zona utvrđeno je da su povećane vrednosti ukupnih oblika Cu i Ni na lokalitetima Novi Sad - Albus i Zrenjanin prirodnog, geohemijskog porekla, a povišen sadržaj ukupnog olova na lokalitetu Sombor – fabrika akumulatora rezultat antropogenog uticaja.
- Na osnovu mikrobioloških istraživanja nepoljoprivrednih zemljišta može se zaključiti da zastupljenost mikroorganizama može biti jedan od pokazatelja biološke aktivnosti zemljišta, Naime, smanjenje biodiverziteta, tj. ne prisustvo pojedinih grupa mikroba je pokazatelj smanjenje biogenosti zemljišta usled fizičko-hemijskih svojstava (niska pH, smanjenje sadržaja P i K itd.), što znači da smanjenje biodiverziteta reflektuje degradaciju zemljišta.
- Prosečan ukupan sadržaj PAH-ova u 37 uzorka nepoljoprivrednog zemljišta je 1,46 mg/kg i kreće se u intervalu od 0,52 do 5,68 mg/kg. Po pravilniku koji se odnosi na organsku poljoprivrednu proizvodnju (Sl. list SRJ 51/02) maksimalno dozvoljeni sadržaj PAH-ova je u zemljištu predviđenom za organsku proizvodnju je 1mg. Maksimalno dozvoljeni sadržaj prelazi 1.5%

uzoraka zemljišta. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa literaturnim navodima o sadržaju PAH-ova u zemljištu koja su netaknuta rezervata prorode udaljeni od urbanih regiona

- Prosečan sadržaj ukupnih PAH-ova u 7 uzoraka zemljišta uzetih pored industrijskih postrojenja je 0,363mg/kg i kreće se u intervalu od 0,149mg/kg do 0,729mg/kg. Ispitani uzorci zemljišta nisu kontaminirani PAH-ovima u količinama koje bi trebalo da izazovu zabrinutost.
- Prosečan sadržaj PAH-ova u 25 uzoraka zemljišta uzetih kraj stambenih objekata je 1,510mg/kg i kreće se u intervalu od 0,164mg/kg do 17,50mg/kg. Svih 16 ispitivanih predstavnika PAH-ova (kako niži lako-isparljivi tako i viši teže isparljivi predstavnici) su prisutni u ovim dvorištima. Navedene koncentracije su u saglasnosti sa literaturnim podacima.