



Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

PRAĆENJE I SPREČAVANJE
ŠTETNOG UČINKA
POTENCIJALNO TOKSIČNIH
ELEMENATA U TLIMA
GRADSKIH VRTOVA

Zagreb, listopad 2015.

Naručitelj istraživanja: **Grad Zagreb**
Gradski ured za poljoprivredu i šumarstvo
Avenija Dubrovnik 12/IV
10020 Zagreb

Izvršitelji: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Naslov:

PRAĆENJE I SPREČAVANJE ŠTETNOG UČINKA
POTENCIJALNO TOKSIČNIH
ELEMENATA U TLIMA GRADSKIH VRTOVA

Voditelj projekta: Prof. dr. sc. Marija Romić





Prof. dr. sc. Zoran Grgić


Prof. dr. sc. Zoran Grgić

U Zagrebu, 12. listopada 2015.

U realizaciji Projekta praćenje i sprečavanje štetnog učinka potencijalno toksičnih elemenata u tlima gradskih vrtova sudjelovali su:

Agronomski fakultet
Zavod za melioracije



Prof. dr. sc. Marija Romić, voditelj

Prof. dr. sc. Davor Romić

Dr. sc. Helena Bakić

Dr. sc. Monika Zovko

Lana Matijević, mag.agr.

Nada Maurović, dipl.kem.ing

Nastavni zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar"
Služba za zaštitu okoliša i zdravstvenu ekologiju



Mirela Jukić, dipl. ing.

Mr. sc. Lea Ulm

Dr. sc. Ivana Hrga

Dr. sc. Adela Krivohlavek

Institut Ruđer Bošković
Zavod za molekularnu biologiju



Dr. sc. Snježana Mihaljević

Sadržaj

1. POLAZIŠTE.....	1
2. CILJ PROJEKTA.....	2
3. MATERIJALI I METODE	3
3.1. Područje istraživanja	3
3.2. Uzimanje uzoraka tla.....	4
3.3. Uzimanje uzoraka vode	4
3.4. Uzimanje uzoraka biljnog materijala.....	5
3.5. Laboratorijska ispitivanja tla	5
3.6. Laboratorijska ispitivanja vode	6
3.7. Laboratorijska ispitivanja biljnog materijala.....	7
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	8
I. Gradski vrt Stenjevec	8
II. Gradski vrt Prečko.....	13
III. Gradski vrt Slobošćina	18
IV. Gradski vrt Sopot	23
V. Gradski vrt Klara.....	28
VI. Gradski vrt Borovje.....	33
VII. Gradski vrt Savica.....	38
VIII. Gradski vrt Sesvete - Rimski put.....	43
IX. Gradski vrt Sesvete – Senjska ulica	48
4.1. Biomonitoring mahovinama.....	53
4.1.1. Priprema uzoraka za preliminarni biomonitoring mahovinama	53
4.1.2. Laboratorijska ispitivanja mahovina	53
4.1.3. Umnažanje mahovina u uvjetima <i>in vitro</i>	53
5. ZAKLJUČCI.....	55
6. REFERENCE.....	58

1. Polazište

Projekt je osmišljen tako da omogući pravovremeno prepoznavanje rizika koje korištenje tala u urbanoj zoni za gradske vrtove može nositi sa sobom. Predviđena su preliminarna istraživanja koja obuhvaćaju sakupljanje svih relevantnih informacija za pojedinu lokaciju (blizina prometnica, njihova frekventnost, industrija, eventualno blizina odlagališta otpada i sl.), a koje će se interpretirati sukladno zakonodavnom okviru. Nadalje, predviđena je detaljna pedološka karakterizacija tala na području gradskih vrtova po pojedinim lokacijama: utvrđivanje dubine aktivnog sloja tala te osnovnih fizikalnih kemijskih značajki tla uključujući i koncentracije teških metala. Okosnica projekta odnosi se na uspostavu sustava za motrenje kvalitete i plodnosti tala na područjima gradskih vrtova i uspostavu biomonitoringa mahovinama: odnosno procjene emisije potencijalno toksičnih elemenata (PTE) iz zraka, utvrđivanje dinamike onečišćenja kao i utvrđivanje organskih onečišćenja (polciklički aromatski ugljikovodici (PAH) i poliklorirani bifenili (PCB)). Također je predviđeno provođenje ekotoksikoloških ispitivanja i konačno harmonizacija metodike praćenja kvalitete i plodnosti tla u takvim urbanim agroekosustavima.

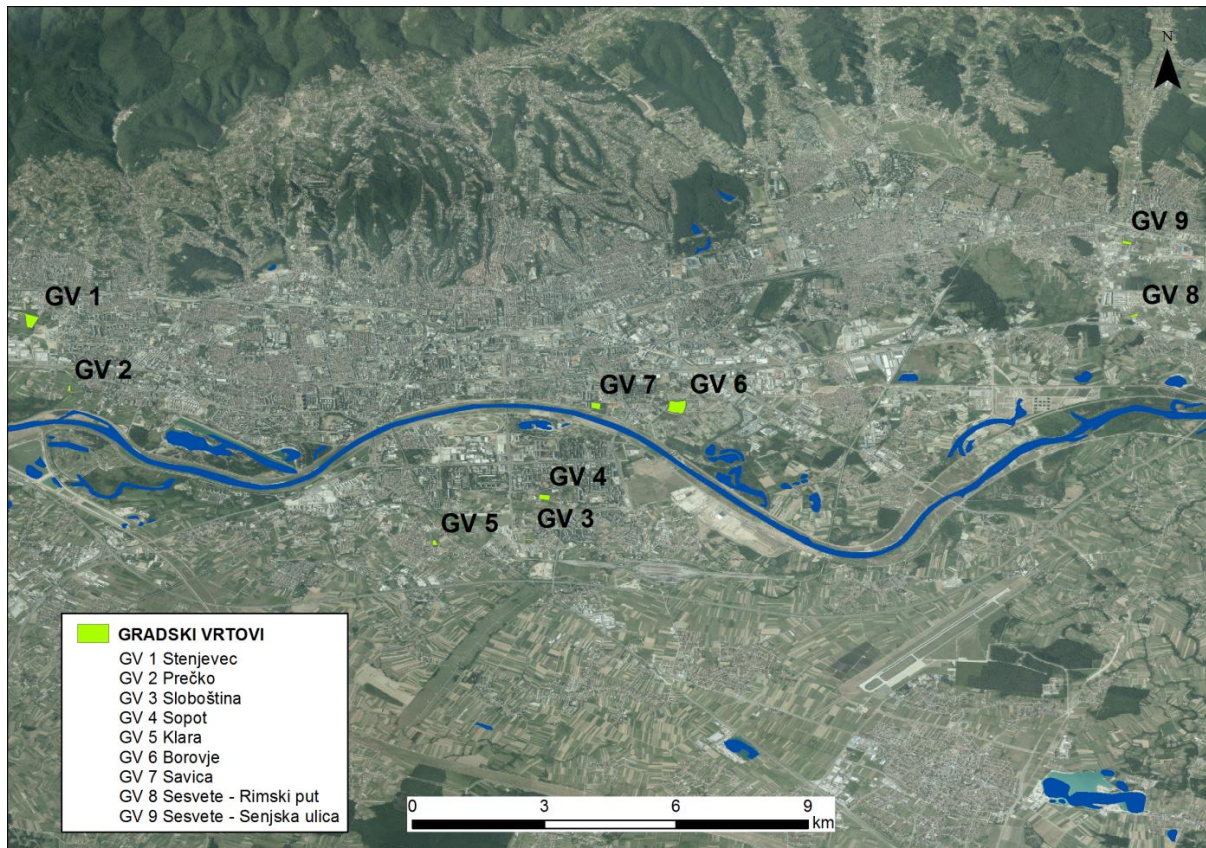
2. Cilj projekta

- Praćenje i sprečavanje štetnog učinka potencijalno toksičnih elemenata u tlima gradskih vrtova Grada Zagreba
- Uspostava programa biomonitoringa mahovinama
- Utvrđivanje interakcija tla i biljaka i učinaka biogeokemijskog kruženja hraniva i toksičnih elemenata
- Procjena utjecaja korisnika gradskih vrtova na plodnost tala, kakvoću plodova
- Ispitivanje kakvoće vode za navodnjavanje
- Formiranje georeferencirane baze podataka po lokacijama

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Istraživanjem je obuhvaćeno devet lokacija gradskih vrtova (GV) na području Grada Zagreba (slika 1): GV Stenjevec, GV Prečko, GV Soboština, GV Sopot, GV Klara, GV Borovje, GV Savica, GV Sesvete – Rimski put i GV Sesvete – Senjska ulica. Podaci o području i površinama navedenih gradskih vrtova dani su u tablici 1.



Slika 1. Lokacije gradskih vrtova (GV) na području Grada Zagreba

Tablica 1. Podaci o lokacijama i površinama gradskih vrtova

PROJEKT "GRADSKI VRTOVI" - realizirano						
Redni broj	Gradski vrt	Područje	K.O.	K.Č.	Ukupan broj parcela 15.01.2014.	Ukupna površina Gradskog vrta
1	Stenjevec	Gradske četvrti Stenjevec, lokacija ulica Stenjevec	Stenjevec	2412	439	47700 m ²
2	Prečko	Gradske četvrti Stenjevec, na lokaciji Ulica Savska opatovina I. odvojak	Stenjevec	3636/1,3636/2,3636/3	61	5450 m ²
3	Sloboština	Gradske četvrti Novi Zagreb - Istok, na lokaciji Ulica Karela Zahradnika	Zaprudski otok	1609/1,1610/1,1611/1	33	2.400 m ²
4	Sopot	Gradske četvrti Novi Zagreb - Istok, na lokaciji ulica Nikole Andrića	Zaprudski otok	1025,1026,1027 i 1028	289 (226+66)	(24865 m ² + 6395 m ²) = 31260 m ²
5	Klara	Gradske četvrti Novi Zagreb - Zapad, na lokaciji Čavoglavska ulica	Klara	2209/16,2209/14,2209/13,2209/12,2209/10,2209/9,2209/8,2209/7,2209/6,2209/5,2209/4,2209/3,2209/2 i dio2209/1	120	18800 m ²
6	Borovje	Gradske četvrti Peščenica-Žitnjak, lokacija Ulica I. gardijske brigade "Tigrovi"	Žitnjak	1791/1 dio	582 (490+92)	(oko 40000 m ² + 12983 m ²) = oko 53000 m ²
7	Savica	Gradske četvrti Trnje, lokacija ulica Prisavlje	Trnje	5353/1	62	cca 20000 m ²
8	Sesvete - Rimski put	Gradske četvrti Sesvete - na lokaciji Ulica Rimski put	Sesvete	3810 dio	60	4300 m ²
9	Sesvete - Senjska ulica	Gradske četvrti Sesvete - lokacija Senjska ulica	Sesvete	2421/1	100	10250 m ²

3.2. Uzimanje uzoraka tla

Uzorkovanje tla provedeno je 23. i 27. travnja 2015. prema normi HRN ISO 10381-(1-5). Tlo je uzorkovano do dubine 30 cm, a ovisno o ukupnoj površini gradskog vrta (tablica 1) u vrtu su uzeta 2 ili 4 reprezentativna kompozitna uzorka sastavljena od 5 pod-uzoraka tla. Na svakoj lokaciji je ispoliranom sondom izrađenom od Inox čelika (Eijkelkamp, Nizozemska) uzeto približno 2 kg tla: posebno za ispitivanje nitrata i amonijaka u tlu poljske vlažnosti, a posebno za određivanje fizikalno kemijskih pokazatelja u zraku suhom tlu. Uzorci tla su označeni i pospremljeni u plastične vrećice. S područja 9 gradskih vrtova prikupljena su ukupno 44 uzorka tla. Koordinate lokacija uzorkovanja tla određene su GPS-om. Dodatno, 12. listopada 2015. provedeno je uzorkovanje tla za ispitivanje rezidualnog mineralnog dušika (rez N_{min}).

3.3. Uzimanje uzoraka vode

Voda je uzorkovana na samom početku sezone navodnjavanja, 21. i 27. svibnja 2015. Prikupljeno je 9 uzoraka vode (iz svakog vrta po jedan uzorak vode) iz ručnih pumpi u plastične, odnosno, za potrebe mikrobiološke analize, u staklene boce. Uzorci vode uzeti su i

konzervirani na način propisan "Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju" (NN 56/13) i "Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju" (NN 125/13) i odmah po uzorkovanju dopremljeni u Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“ i Analitički laboratorij Zavoda za melioracije Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Lokacije ručnih pumpi locirane su GPS-om.

3.4. Uzimanje uzoraka biljnog materijala

U gradskim vrtovima uzorkovane su dvije vrste povrća, one koje se u prehrani ljudi najčešće koriste svježje. To su zelena salata i rajčica pa su stoga i za ocjenu ishranjenosti ovih povrtnih kultura uzorkovani dijelovi biljke koji se koriste u prehrani – razvijeni listovi salate i zreli plodovi rajčice. Salata i rajčica uzorkovane su u tehnološkoj zrelosti i to, salata 18. lipnja 2015., a rajčica 17. srpnja 2015. U svim gradskim vrtovima uzet je po jedan prosječan uzorak koji se sastojao od desetak listova salate, odnosno plodova rajčice. Zdravi listovi/plodovi brani su slučajnim odabirom po dijagonalama vrta. Uzorci biljnog materijala pospremljeni su u unaprijed odvagane papirnate vrećice te odmah po uzorkovanju dopremljeni u Analitički laboratorij Zavoda za melioracije Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

3.5. Laboratorijska ispitivanja tla

U laboratoriju su uzorci homogenizirani i osušeni na sobnoj temperaturi. Nakon usitnjavanja krupnijih agregata, tlo je prosijano kroz sito otvora ϕ 2 mm. Jedna trećina tako dobivenog uzorka je korištena kao laboratorijski uzorak u kojem su ispitani standardni kemijski i pokazatelji. Druga trećina je pospremljena u plastične kutije kao arhivski uzorak, a ostatak uzorka je prosijan kroz sito otvora ϕ 500 μ m za ispitivanje elementarnog sastava tla. Korištena su standardna laboratorijska sita DIN/ISO 3310 (Fritsch, Njemačka). Priprema uzoraka tla učinjena je prema standardnom postupku pripreme uzoraka tla za fizikalne i kemijske analize (HRN ISO 11464:2004).

U svim uzorcima tla određeni su: (1) pH potenciometrijski u 1:5 suspenziji tla i H₂O, na uređaju SCHOTT pH-metar Lab 870 (HRN ISO 10390:2005), (2) ukupni CaCO₃ volumetrijski nakon tretiranja sa 6 M HCl prema normi HRN ISO 10693:2004, (3) udjel organske tvari modificiranim Walkly-Black postupkom (HRN ISO 14235:2004), (4) pristupačni fosfor (P) i kalij (K) amonij laktatnom (AL) metodom (Egner i sur., 1960), (5) ukupni dušik metodom suhog spaljivanja po Dumasu na Vario MACRO CHNS analizatoru (Elementar, Analysensysteme GmbH, Germany) (HRN ISO 13878:2004), (6) sadržaj rezidualne vlage gravimetrijski sušenjem probnih uzoraka na 105 °C do stalne mase, a podatak je korišten za izračun analitičkih rezultata na bazi potpuno suhog tla.

Koncentracije kadmija, kroma, bakra, žive, nikla, fosfora, olova i cinka određene su induktivno spregnutom plazmom optičkom emisijskom spektroskopijom (ICP-OES) (HRN ISO 22036:2011) na uređaju Vista MPX AX (Vista MPX AX, Varian, Palo Alto, Calif.) nakon ekstrakcije zlatotopkom mikrovalnom digestijom na instrumentu MARS Xpress (CEM, Matthews, N.C.) u zatvorenim TFM posudama s automatskom regulacijom tlaka i temperature (HRN ISO 11466:2004).

Koncentracija kalija određena je plamenom emisijskom spektroskopijom u smjesi acetilena i zraka na instrumentu AAS Perkin Elmer 3110 m, direktno iz pripremljenog ekstrakta tla bez dodatne obrade ekstrakta.

Koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ i $\text{NH}_4\text{-N}$ određena je u tlu poljske vlažnosti ekstrakcijom 1M KCl-om spektrofotometrijski metodom segmentiranog protoka na instrumentu Skalar San+Analyzer (HRN ISO 14256-2:2005).

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) određeni su na tekućinskom kromatografu (HPLC-UV-FLD) Agilent nakon ekstrakcije acetonitrilom prema normi HRN ISO 13877:2004.

Kongeneri PCB-a (PCB-28, PCB-52, PCB-141 i PCB-180) te ukupni PCB-i analizirani su na plinskom kromatografu s detektorom zahvata elektrona (GC-ECD, Shimadzu) nakon ekstrakcije heksanom, pročišćavanjem koncentriranom sulfatnom kiselinom, te propuštanjem kroz kolone sa silika gelom.

3.6. Laboratorijska ispitivanja vode

U uzorcima vode određeni su sljedeći parametri kvalitete vode za navodnjavanje: (1) pH na uređaju MettlerToledo pH-metar MPC 227 (HRN ISO 10523:1998), (2) električna vodljivost (EC) na uređaju MettlerToledo EC-metar MPC 227 (HRN ISO 7888:2001), (3) koncentracija NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- i P određena je spektrofotometrijski metodom segmentiranog protoka na instrumentu Skalar San+Analyzer, (4) koncentracija Na^+ određena je plamenom atomskom emisijskom spektroskopijom u smjesi acetilena i zraka na instrumentu AAS/AES PerkinElmer 3110, (5) koncentracija Ca^{2+} , Mg^{2+} određena je kompleksometrijski titracijom s Na-EDTA, (6) koncentracija SO_4^{2-} određena je spektrofotometrijski turbidimetrijskom metodom, (7) koncentracija HCO_3^- određena je kiselobaznom titracijom s H_2SO_4 .

Rezultati kemijske analize uzorkovanih voda ocijenjeni su s obzirom na postavljene zahtjeve za kvalitetom vode za navodnjavanje. Budući da ne postoji vlastita klasifikacija u hrvatskoj agronomskoj praksi, za tumačenje kvalitete vode za navodnjavanje korištena je klasifikacija

koju preporučuju FAO (1985) te University of California (citira Ayers i Westcot, 1985, dostupno i u Lešić i sur., 2002).

Metode mikrobiološke analize vode za ljudsku potrošnju prema kojima je provedena analiza vode za navodnjavanje su: Koliformne bakterije i *Escherichia coli* [MPN/100 mL] prema HRN EN ISO 9308-2:2014; Enterokoki [cfu/100 mL] prema HRN EN ISO 7899-2:2000; Broj kolonija, 37°C i 22°C [cfu/1 mL] prema HRN EN ISO 6222:2000; *Pseudomonas aeruginosa* [cfu/100 mL] prema HRN EN ISO 16266:2008; *Clostridium perfringens* (uključujući spore) [cfu/100mL] m-CP agar-MF prema Council Directive 98/83/EC).

3.7. Laboratorijska ispitivanja biljnog materijala

Uzorci biljnog materijala osušeni su na temperaturi 60⁰C, samljeveni i homogenizirani. Udjel suhe tvari utvrđen je gravimetrijski sušenjem na 105⁰C. Ukupna koncentracija bora, kalcija, bakra, željeza, magnezija, mangana, fosfora i cinka određena je induktivno spregnutom plazmom optičkom emisijskom spektroskopijom (ICP-OES) (HRN ISO 22036:2011) na uređaju Vista MPX AX (Vista MPX AX, Varian, Palo Alto, Calif.) nakon ekstrakcije u smjesi HCl, HNO₃ i H₂O₂ mikrovalnom tehnikom na instrumentu MARS Xpress (CEM, Matthews, N.C.) u zatvorenim TFM posudama s automatskom regulacijom tlaka i temperature (HRN ISO 11466:2004). Ukupne koncentracije kalija i natrija određene su plamenom emisijskom spektroskopijom u smjesi acetilena i zraka na instrumentu AAS 3110 Perkin Elmer, direktno iz pripremljenog ekstrakta biljnog materijala bez dodatne obrade ekstrakta. Ukupni dušik određen je metodom suhog spaljivanja po Dumasu na Vario MACRO CHNS analizatoru (Elementar, Analysensysteme GmbH, Germany) (HRN ISO 13878:2004).

Rezultati svih laboratorijskih ispitivanja pohranjeni su u jedinstvenu GIS bazu podataka (ArcMap 10.1., ESRI).

4. Rezultati istraživanja

I. Gradski vrt Stenjevec

Na prostoru gradskog vrta smještenog u gradskoj četvrti Stenjevec (Ulica Stenjevec), na površini od oko 4,80 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te po 1 uzorak biljnog materijala (1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice). Lokacije navedenih uzorkovanja prikazane su na slici 2.



Slika 2. Ortofoto područja i granica gradskog vrta Stenjevec

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Stenjevec prikazanih u tablici 2a, tlo se može ocijeniti kao slabo do srednje alkalno, srednje karbonatno, dosta humozno te bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je slaba, a kalijem umjerena do dobra.

S obzirom da uzorkovanje tla nije provedeno cijelom dubinom profila, dobiveni rezultati za ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine D (u našem slučaju 60 cm) linearno su procijenjeni za cijelu dubinu profila (90 cm) (prema Priručniku CROCAN - Praćenje gubitka ugljika i hraniva u tlu: procjena kvalitete/kontrola kvalitete u postupcima uzorkovanja tla i laboratorijskih ispitivanja, Romić i sur., 2013). Na lokaciji gradskog vrta Stenjevec ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90

cm, iznosi 54,2 kg NO₃-N/ha (tablica 2b), što se prema Priručniku CROCAN (2013) nalazi ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 3a, 3b i 3c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 9/14).

Prema osnovnim kemijskim značajkama vode za navodnjavanje (tablica 4a) voda u gradskom vrtu Stenjevec pripada kategoriji vode bez ograničenja za navodnjavanje poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 5 i 6. Koncentracije većine makro i mikrohraniva u suhoj tvari listova salate (tablica 5) u gradskom vrtu Stenjevec nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002), dok se koncentracije fosfora, kalija i mangana (tablica 5) nalaze ispod ovih raspona. Prema Lešić i sur. (2002) do pomanjkanja fosfora dolazi pri < 5,80 g kg⁻¹, kalija pri < 39,0 g kg⁻¹, a mangana pri < 21,95 mg kg⁻¹.

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 6. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 6) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za magnezij, željezo i natrij (tablica 6) u plodu rajčice nešto su manje od optimalnih vrijednosti.

Tablica 2a. Osnovne kemijske značajke tla s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	7,99	13,8	4,35	0,29	7,25	18,7
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,27	15,1	3,47	0,24	6,56	11,3

Tablica 2b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u tlu s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	21,3	4,61	54,2
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	10,4	5,90	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	3,22	5,74	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	5,09	5,18	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 3a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,66	45,6	26,5	0,11	6,02	37,1	655	22,1	80,3
Uzorak 2	0-30	0,48	38,2	24,6	0,13	4,49	34,0	579	20,4	75,1

Tablica 3b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Stenjevec

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 3c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Stenjevec

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,05	0,10
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,04
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,02
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,02
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 4a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,52	1,01	0,06	5,36	0,64	11,4	41,6	160	34,0	525	117	58,4	0,01

Tablica 4b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	17	< 1	< 1	≈ 650	≈ 1200	< 1	2

Tablica 5. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	5,65	3,32	4,15	28,3	3,52	8,11	17,6	9,54	219	18,7	1880	34,8

Tablica 6. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Stenjevec

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	5,45	1,86	3,20	27,1	1,48	1,90	16,8	34,6	33,6	6,95	251	17,6

II. Gradski vrt Prečko

Površina gradskog vrta smještenog u gradskoj četvrti Prečko (Ulica Savska opatovina I. odvojak) iznosi 0,54 ha. Na prostoru ovog vrta uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te po jedan uzorak za obje vrste biljnog materijala. Lokacije navedenih uzorkovanja pozicionirane su kako je prikazano na slici 3.



Slika 3. Ortofoto područja i granica gradskog vrta Prečko

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Prečko prikazanih u tablici 7a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, srednje karbonatno, dosta humozno i bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je slaba do dobra, a kalijem umjerena do dobra.

Na lokaciji gradskog vrta Prečko ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 26,4 kg NO₃-N/ha (tablica 7b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 8a, 8b i 8c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 9/14).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 9a voda u gradskom vrtu Prečko nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 10 i 11. Koncentracije većine makro i mikrohraniva u suhoj tvari listova salate (tablica 10) u gradskom vrtu Prečko nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Ipak, nešto niže koncentracije utvrđene za fosfor i kalij (tablica 10) znakovi su pomanjkanja ovih hraniva.

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 11. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 11) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije magnezija, željeza i natrija (tablica 11) su nešto niže od optimalnih (Lešić i sur., 2002).

Tablica 7a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,16	18,5	3,98	0,28	9,12	11,7
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,20	21,0	3,83	0,27	19,9	15,1

Tablica 7b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	27,4	5,08	26,4
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	19,8	5,72	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	1,59	4,93	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	2,47	5,02	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 8a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹	
Uzorak 1	0-30	0,40	33,1	31,1	0,39	4,03	27,5	579	30,8	78,2
Uzorak 2	0-30	0,39	28,5	19,7	0,17	3,68	24,6	656	21,9	65,2

Tablica 8b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Prečko

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 8c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Prečko

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,12	<0,01
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	<0,01
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	<0,01
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 9a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,41	0,83	0,05	3,40	0,63	5,00	23,9	138	34,0	525	54,3	34,4	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 9b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	164	< 1	3	106	294	< 1	4

Tablica 10. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	8,58	3,73	3,47	17,3	5,27	10,1	19,0	8,14	241	30,6	3,06	31,5

Tablica 11. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Prečko

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	4,98	2,39	3,68	26,4	1,53	2,13	16,3	29,1	32,5	8,13	218	18,2

III. Gradski vrt Slobošтина

Na prostoru gradskog vrta Slobošтина smještenog u gradskoj četvrti Novi Zagreb – Istok (Ulica Karela Zahradnika), na površini od oko 0,24 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te po 1 uzorak za obje vrste biljnog materijala. Lokacije navedenih uzorkovanja provedenih na prostoru vrta pozicionirane su kako je prikazano na slici 4.



Slika 4. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Slobošтина

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Slobošтина prikazanih u tablici 12a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, srednje karbonatno te dosta humozno. Opskrbljenost dušikom je dobra do bogata, fiziološki aktivnim fosforom slaba, a kalijem umjerena.

Na lokaciji gradskog vrta Slobošтина ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 68,7 kg NO₃-N/ha (tablica 12b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 13a, 13b i 13c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 9/14).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 14a voda u gradskom vrtu Slobošćina nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 15 i 16. Koncentracije većine makro i mikrohraniva u suhoj tvari listova salate (tablica 15) u gradskom vrtu Slobošćina nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije kalija i fosfora u listu salate nešto su niže od optimalnih (tablica 15)

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 16. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 16) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije magnezija, željeza i natrija (tablica 16) nalaze se ispod ovih raspona (Lešić i sur., 2002).

Tablica 12a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Soboština

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,19	24,3	3,14	0,19	7,69	12,2
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,29	19,3	3,17	0,21	9,17	11,7

Tablica 12b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Soboština

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	24,5	18,7	68,7
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	14,9	5,50	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	6,27	7,30	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	4,26	5,61	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 13a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Soboština

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹			g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,32	21,7	14,4	0,08	2,31	20,0	492	14,5	52,4
Uzorak 2	0-30	0,37	24,2	15,4	0,11	3,42	20,9	504	14,3	57,3

Tablica 13b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Soboština

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 13c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Soboština

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	< 0,01	< 0,01
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 14a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Slobostina

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	8,11	0,64	0,04	2,42	0,59	5,00	13,3	109	24,3	421	22,7	22,3	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 14b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Slobostina

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	< 1	< 1	< 1	≈ 1240	≈ 1940	< 1	< 1

Tablica 15. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Slobostina

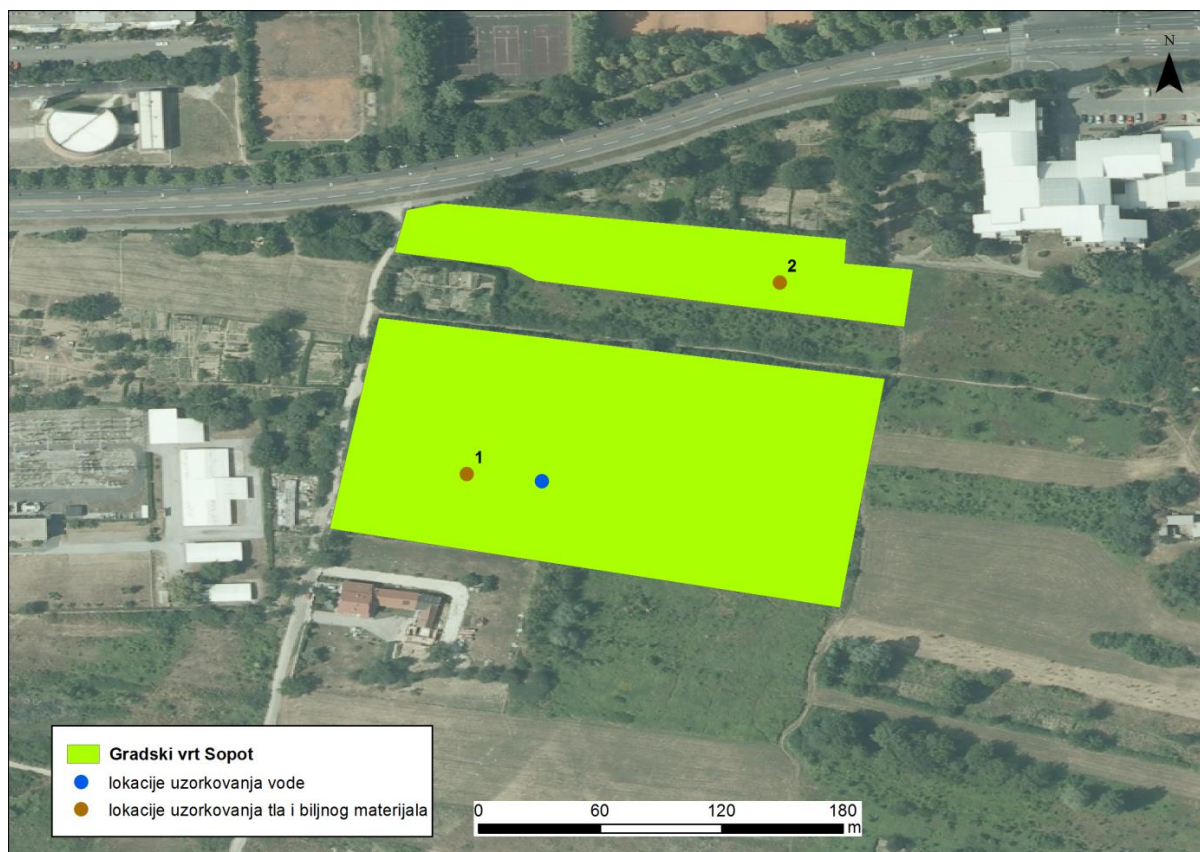
Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	8,77	3,18	3,07	24,7	4,91	11,1	18,8	7,99	163	32,9	2,19	35,6

Tablica 16. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Slobostina

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	6,45	2,45	2,77	24,7	1,29	1,73	11,7	23,2	39,4	7,31	151	21,3

IV. Gradski vrt Sopot

Na prostoru gradskog vrta Sopot smještenog u gradskoj četvrti Novi Zagreb – Istok (Ulica Nikole Andrića), na površini od oko 3,13 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te po 1 uzorak za obje vrste biljnog materijala. Lokacije navedenih uzorkovanja prikazane su na slici 5.



Slika 5. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Sopot

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Sopot prikazanih u tablici 17a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, srednje karbonatno, dosta humozno i bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je vrlo slaba, a kalijem slaba do umjerena.

Na lokaciji gradskog vrta Sopot ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 111 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ (tablica 17b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se iznad granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla. Potrebno je provesti edukaciju korisnika kako bi se spriječili gubici hranjivih tvari ispiranjem kroz profil tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 18a, 18b i 18c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 19a voda u gradskom vrtu Sopot nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 20 i 21. Koncentracije makro i mikrohraniva u listovima salate (tablica 20) u gradskom vrtu Sopot nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Nešto niže koncentracije uočene za fosfor i kalij (tablica 20) znakovi su pomanjkanja ovih hraniva (Lešić i sur., 2002).

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 21. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 21) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije magnezija, željeza i natrija utvrđene u plodu rajčice niže su od optimalnog (Lešić i sur., 2002), a mogu upućivati na nedostatak navedenih elemenata.

Tablica 17a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,31	22,2	2,94	0,20	2,96	9,42
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,23	23,5	4,16	0,26	3,21	14,4

Tablica 17b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	16,7	5,41	111
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	31,6	6,29	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	6,54	5,36	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	10,5	5,44	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 18a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			
Uzorak 1	0-30	0,24	28,5	18,9	0,19	4,27	23,6	454	19,4	65,0
Uzorak 2	0-30	0,32	27,8	22,3	0,15	2,93	27,5	523	24,4	74,7

Tablica 18b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Sopot

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 18c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Sopot

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,06	0,01
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	<0,01
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 19a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,77	0,57	0,04	2,74	0,64	3,80	12,8	93,0	21,4	366	13,3	21,0	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 19b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	13	< 1	< 1	≈ 460	≈ 1250	< 1	< 1

Tablica 20. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Sopot

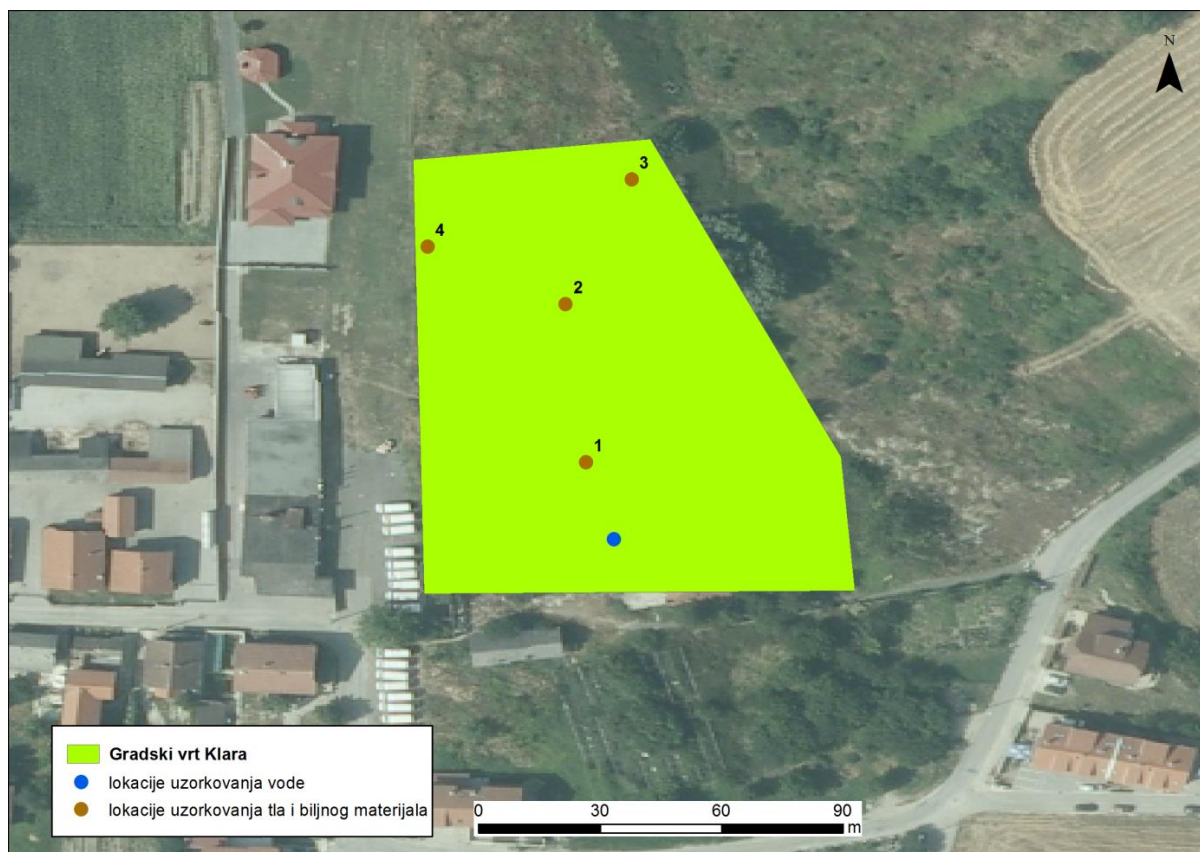
Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	8,29	3,59	3,48	19,2	4,84	10,4	18,0	8,54	143	22,4	2,56	36,2

Tablica 21. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Sopot

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	5,40	2,69	3,52	28,7	1,62	2,07	13,4	32,9	34,3	8,56	256	20,5

V. Gradski vrt Klara

Na prostoru gradskog vrta Klara smještenog u gradskoj četvrti Novi Zagreb - Zapad (Čavoglavska ulica), na površini od oko 1,88 ha uzorkovana su 4 uzorka tla, 1 uzorak vode te 1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice. Lokacije navedenih uzorkovanja prikazane su na slici 6.



Slika 6. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Klara

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Klara prikazanih u tablici 22a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, srednje karbonatno te slabo humozno. Opskrbljenost dušikom je dobra, fiziološki aktivnim fosforom vrlo bogata, a kalijem dobra do vrlo bogata.

Na lokaciji gradskog vrta Klara ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 68,3 kg NO₃-N/ha (tablica 22b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 23a, 23b i 23c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 24a voda u gradskom vrtu Klara nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 25 i 26. Koncentracije većine makro i mikrohraniva u listovima salate (tablica 25) u gradskom vrtu Klara kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Ispod preporučenog raspona nalaze se koncentracije kalija, fosfora i mangana (tablica 25), što prema Lešić i sur. (2002) ukazuje na znakove pomanjkanja ovih hraniva.

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 26. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 26) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za magnezij, kalcij, željezo i natrij (tablica 26) nalaze se ispod preporučenih raspona.

Tablica 22a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,01	26,8	2,88	0,20	123	27,8
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,07	26,8	2,85	0,18	114	23,8
Uzorak 3	27.04.2015.	0-30	8,12	25,6	2,63	0,16	99,6	22,6
Uzorak 4	27.04.2015.	0-30	8,27	24,7	2,20	0,17	64,2	15,7

Tablica 22b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	18,9	4,97	68,3
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	12,5	4,39	
Uzorak 3	27.04.2015.	0-30	16,9	3,90	
Uzorak 4	27.04.2015.	0-30	16,6	4,23	
Uzorak 5	12.10.2015.	0-30	3,10	4,88	
Uzorak 6	12.10.2015.	30-60	7,37	4,78	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 23a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹			g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,25	20,8	23,5	0,21	3,31	18,4	1122	20,8	76,2
Uzorak 2	0-30	0,36	19,5	24,0	0,25	3,08	16,9	1060	19,4	72,4
Uzorak 3	0-30	0,42	20,9	24,8	0,25	3,48	18,0	1006	23,2	72,4
Uzorak 4	0-30	0,27	16,9	21,1	0,16	2,06	17,3	763	19,1	58,7

Tablica 23b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Klara

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tablica 23c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Klara

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,26	0,25	0,32	0,05
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,06	0,06	0,08	0,02
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,03	0,03	0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,01	0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,02	0,02	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	0,02	0,02	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,02	0,04	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	0,04	0,05	0,01
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,01	0,02	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,03	0,04	0,01
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tablica 24a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Klara

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	8,10	0,60	0,04	2,35	0,57	3,60	16,0	96,2	22,4	384	10,9	27,7	0,01

Tablica 24b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	1872	< 1	< 1	≈ 2680	≈ 2920	< 1	11

Tablica 25. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	6,31	3,97	5,21	21,5	3,45	10,4	19,3	7,77	209	20,0	0,67	26,3

Tablica 26. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Klara

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	5,75	2,66	4,51	30,2	1,60	1,69	12,1	21,8	33,7	7,79	130	16,7

VI. Gradski vrt Borovje

Na prostoru gradskog vrta Borovje smještenog u gradskoj četvrti Peščenica-Žitnjak (Ulica I. gardijske brigade „Tigrovi“), na površini od oko 5,30 ha uzorkovana su 4 uzorka tla, 1 uzorak vode te 1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice. Lokacije navedenih uzorkovanja provedenih na prostoru vrta prikazane su na slici 7.



Slika 7. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Borovje

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Borovje prikazanih u tablici 27a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, srednje karbonatno te srednje do dosta humozno. Opskrbljenost dušikom je dobra do bogata, fiziološki aktivnim fosforom vrlo slaba do vrlo bogata, a kalijem slaba do vrlo bogata.

Na lokaciji gradskog vrta Borovje ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 21,0 kg NO₃-N/ha (tablica 27b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 28a, 28b i 28c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 29a voda u gradskom vrtu Borovje nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 30 i 31. Koncentracije makro i mikrohraniva u suhoj tvari listova salate (tablica 30) u gradskom vrtu Borovje nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za fosfor i kalij (tablica 30) nalaze se ispod ovih raspona, odnosno ukazuju na pomanjkanje ovih hraniva (Lešić i sur., 2002).

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 31. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 31) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za magnezij, kalcij, željezo i natrij (tablica 31) nalaze se ispod preporučenih raspona (Lešić i sur., 2002).

Tablica 27a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,39	25,6	2,80	0,17	27,5	11,9
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,55	22,2	1,91	0,11	5,83	7,00
Uzorak 3	27.04.2015.	0-30	8,48	21,0	1,86	0,12	4,19	9,03
Uzorak 4	27.04.2015.	0-30	8,36	21,8	3,86	0,24	21,9	55,0

Tablica 27b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	13,7	3,84	21,0
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	6,30	4,34	
Uzorak 3	27.04.2015.	0-30	8,53	4,06	
Uzorak 4	27.04.2015.	0-30	19,8	5,85	
Uzorak 5	12.10.2015.	0-30	1,61	7,55	
Uzorak 6	12.10.2015.	30-60	1,61	8,20	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 28a Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,24	46,2	31,7	0,33	4,42	30,6	672	22,9	74,5
Uzorak 2	0-30	0,25	32,8	21,0	0,21	2,77	29,1	382	21,1	63,8
Uzorak 3	0-30	0,28	26,1	17,7	0,20	2,58	22,1	369	20,0	60,5
Uzorak 4	0-30	0,22	30,1	21,4	0,13	3,98	22,8	539	20,1	64,9

Tablica 28b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Borovje

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tablica 28c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Borovje

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,19	0,13	0,16	0,14
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,05	0,04	0,04	0,04
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,01	0,02	0,02
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,01	0,01	0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	<0,01	0,01	0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,02	0,01	0,02
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,03	0,03	0,02
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,02	0,03	0,02
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tablica 29a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,80	0,48	0,03	1,80	0,54	2,20	5,90	81,8	19,4	317	13,5	11,0	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 29b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	1120	< 1	< 1	≈ 790	≈ 820	< 1	< 1

Tablica 30. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Borovje

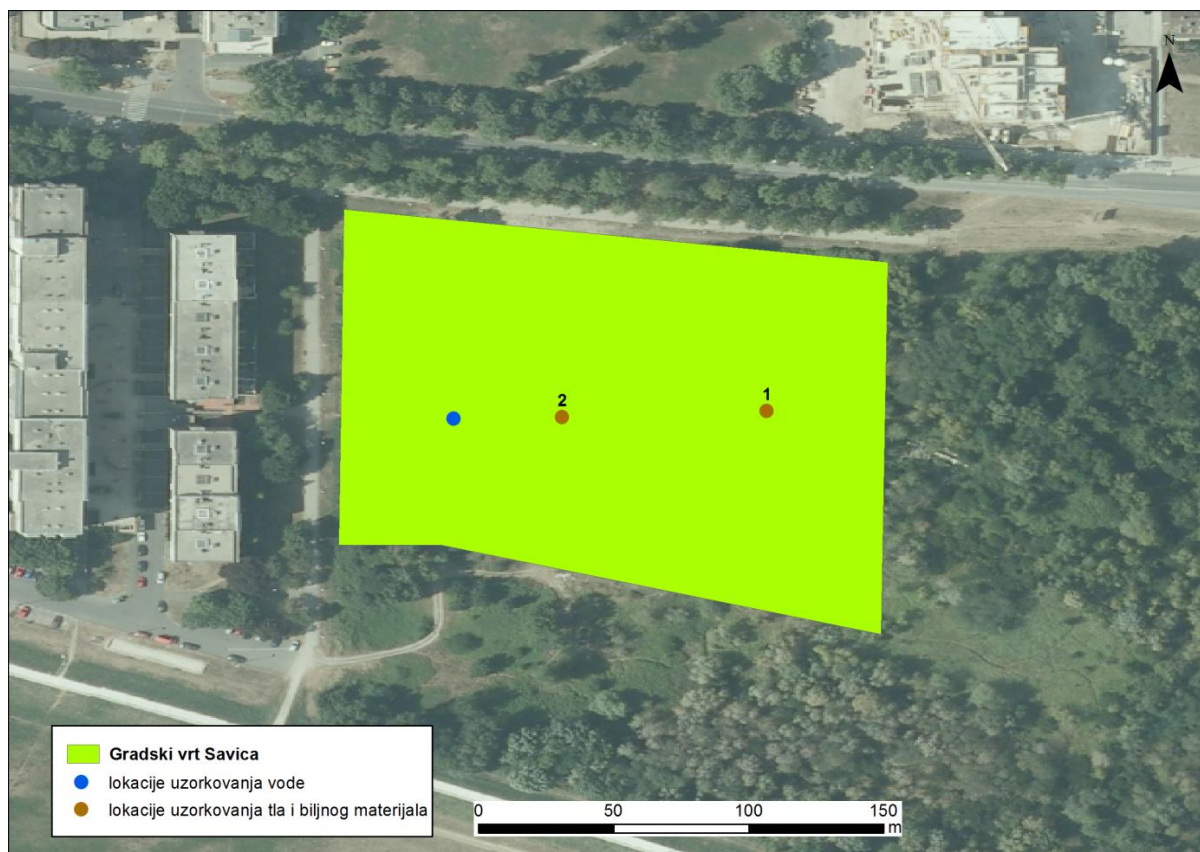
Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	7,01	2,62	4,74	25,3	4,06	10,2	24,1	9,17	264	32,0	1,19	55,8

Tablica 31. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Borovje

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	6,62	2,35	3,67	27,8	1,45	1,46	12,5	18,2	38,0	7,95	273	16,5

VII. Gradski vrt Savica

Na prostoru gradskog vrta Savica smještenog u gradskoj četvrti Trnje (Ulica Prisavlje), na površini od oko 2,00 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te 1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice. Lokacije navedenih uzorkovanja provedenih na prostoru vrta pozicionirane su kako je prikazano na slici 8.



Slika 8. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Savica

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Savica prikazanih u tablici 32a, tlo se može ocijeniti kao srednje alkalno, jako karbonatno, jako humozno te bogato do vrlo bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom i kalijem je vrlo bogata.

Na lokaciji gradskog vrta Savica ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine od 90 cm, iznosi 303 kg NO₃-N/ha (tablica 32b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se iznad granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla. Na lokacijama na kojima su u ovom programu motrenja utvrđene visoke koncentracije rezidualnog N_{min} svakako je potrebno uspostaviti sustav praćenja propisan metodikom koja je preporučena u ovom izvješću. To znači da bi ispitivanja N_{min} u tlu trebalo provoditi dva puta godišnje, u proljeće prije sjetve/sadnje povrća te u jesen prije zimskog kišnog razdoblja. U vrtovima koji se pokazuju rizičnima s obzirom na rezidualni N_{min}, a time i

na značajnije ispiranje dušika u podzemnu vodu treba provesti edukaciju korisnika i kontrolirati uzgojne mjere koje provode.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 33a, 33b i 33c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 34a voda u gradskom vrtu Savica nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 35 i 36. Koncentracije većine makro i mikrohraniva u listovima salate (tablica 35) u gradskom vrtu Savica nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije kalija i fosfora (tablica 35) nalaze se ispod preporučenog raspona, odnosno, prema Lešić i sur. (2002) ukazuju na znakove nedostatka.

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 36. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 36) kreće se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Ipak, nešto niže koncentracije utvrđene za magnezij, kalcij, željezo i natrij (tablica 36) nalaze se ispod preporučenih raspona (Lešić i sur., 2002).

Tablica 32a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	8,36	37,8	5,96	0,38	44,9	118
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	8,34	34,0	5,43	0,27	33,3	81,1

Tablica 32b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	27.04.2015.	0-30	15,9	8,21	303
Uzorak 2	27.04.2015.	0-30	28,1	5,17	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	24,4	5,76	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	22,0	5,70	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 33a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,24	26,9	25,2	0,15	3,99	23,0	686	23,6	74,4
Uzorak 2	0-30	0,23	29,6	26,2	0,24	3,16	26,6	635	25,2	81,3

Tablica 33b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Savica

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 33c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Savica

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,32	0,33
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,08	0,1
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,04
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,02
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,03
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,02
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	0,06
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,02
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,05	0,06
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,02
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	0,05
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 34a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Savica

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,86	0,37	0,02	1,30	0,64	2,00	5,60	60,9	16,5	250	5,55	7,47	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 34b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	3	< 1	< 1	64	78	< 1	< 1

Tablica 35. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
Uzorak 1	7,90	3,01	3,01	20,6	3,40	10,3	21,5	14,8	387	24,6	0,61	43,4

Tablica 36. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Savica

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
Uzorak 1	5,97	2,18	3,65	31,2	1,63	1,12	14,9	31,6	33,4	8,46	183	19,5

VIII. Gradski vrt Sesvete - Rimski put

Na prostoru gradskog vrta Sesvete smještenog u gradskoj četvrti Sesvete na lokaciji Ulica Rimski put, na površini od oko 0,43 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te po 1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice. Lokacije navedenih uzorkovanja provedenih na prostoru vrta pozicionirane su kako je prikazano na slici 9.



Slika 9. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Sesvete – Rimski put

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Sesvete – Rimski put prikazanih u tablici 37a, tlo se može ocijeniti kao slabo do srednje alkalno, slabo karbonatno, dosta humozno te bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je vrlo bogata, a kalijem bogata.

Na lokaciji gradskog vrta Sesvete – Rimski put ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 88,7 kg NO₃-N/ha (tablica 37b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 38a, 38b i 38c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 9/14).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 39a voda u gradskom vrtu Sesvete – Rimski put nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 40 i 41. Koncentracije makro i mikrohraniva u listovima salate (tablica 40) u gradskom vrtu Sesvete – Rimski put nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za fosfor i kalij (tablica 40) nalaze se ispod ovih raspona, odnosno ukazuju na nedostatak ovih hraniva (Lešić i sur., 2002).

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 41. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 41) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Koncentracije utvrđene za magnezij, kalcij i željezo (tablica 41) nalaze se ispod preporučenih raspona (Lešić i sur., 2002).

Tablica 37a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		cm	H ₂ O		%	mg 100g ⁻¹		
Uzorak 1	23.04.2015.	0-30	8,01	6,72	4,15	0,25	153	21,1
Uzorak 2	23.04.2015.	0-30	7,82	3,78	5,00	0,30	128	22,1

Tablica 37b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
		cm	mg kg ⁻¹		kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	23.04.2015.	0-30	97,4	6,99	88,7
Uzorak 2	23.04.2015.	0-30	10,9	8,37	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	4,14	9,29	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	9,46	9,91	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 38a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
	cm	mg kg ⁻¹				g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		
Uzorak 1	0-30	0,59	66,9	83,2	0,09	4,37	51,0	1532	36,7	127
Uzorak 2	0-30	0,50	66,8	52,6	0,06	5,53	46,3	1454	32,7	108

Tablica 38b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Rimski put

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 38c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Rimski put

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,47	0,63
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,12	0,14
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,04	0,06
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,03
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,05
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,03
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,06	0,08
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,02	0,03
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,07	0,1
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,03	0,04
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,05	0,07
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 39a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,38	0,70	0,04	0,82	0,53	0,60	6,90	138	14,6	433	31,1	24,5	<0,01

* < - manje od granice detekcije

Tablica 39b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	980	9	31	222	296	73	9

Tablica 40. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	7,57	3,98	2,61	21,0	6,03	10,3	21,1	10,7	308	45,7	7,35	53,7

Tablica 41. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Sesvete – Rimski put

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	4,82	3,09	3,02	26,0	1,72	1,43	11,2	36,5	43,6	12,76	538	28,6

IX. Gradski vrt Sesvete – Senjska ulica

Na prostoru gradskog vrta Sesvete smještenog u gradskoj četvrti Sesvete (Senjska ulica), na površini od oko 1,03 ha uzorkovana su 2 uzorka tla, 1 uzorak vode te 1 uzorak salate i 1 uzorak rajčice. Lokacije navedenih uzorkovanja provedenih na prostoru vrta pozicionirane su kako je prikazano na slici 10.



Slika 10. Ortofoto područja i granica lokacije gradskog vrta Sesvete – Senjska ulica

Na temelju osnovnih kemijskih značajki tla u gradskom vrtu Sesvete – Senjska ulica prikazanih u tablici 42a, tlo se može ocijeniti kao srednje kiselo do neutralno, nekarbonatno, dosta do jako humozno te bogato do vrlo bogato dušikom. Opskrbljenost fiziološki aktivnim fosforom je vrlo slaba do slaba, a kalijem umjerena.

Na lokaciji gradskog vrta Sesvete – Senjska ulica ukupno opterećenje nitratnim dušikom za cijelu dubinu profila tla, odnosno do dubine 90 cm, iznosi 50,9 kg NO₃-N/ha (tablica 42b). Prema Priručniku CROCAN (2013) ova vrijednost nalazi se ispod granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla.

Koncentracije analiziranih elemenata prikazanih u tablicama 43a, 43b i 43c ne prelaze najviše dopuštene koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014).

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima prikazanim u tablici 44a voda u gradskom vrtu Sesvete – Senjska ulica nema ograničenja za primjenu u navodnjavanju poljoprivrednih kultura (Lešić i sur., 2002).

Rezultati kemijske analize biljnog materijala prikazani su u tablicama 45 i 46. Koncentracije makro i mikrohraniva u listovima salate (tablica 45) u gradskom vrtu Sesvete – Senjska ulica nalaze se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Nešto niže koncentracije utvrđene za fosfor, kalij i mangan (tablica 45) znakovi su nedostatka ovih hraniva (Lešić i sur., 2002).

Mineralni sastav plodova rajčice prikazan je u tablici 46. Koncentracije fosfora, kalija i kalcija (tablica 46) kreću se u preporučenom rasponu za zdrave biljke (Lešić i sur., 2002). Nešto niže koncentracije utvrđene za magnezij, kalcij, željezo i natrij (tablica 46) nalaze se ispod preporučenih raspona (Lešić i sur., 2002).

Tablica 42a. Osnovne kemijske značajke u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja cm	pH	CaCO ₃	OT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
			H ₂ O					
Uzorak 1	23.04.2015.	0-30	6,98	-	5,52	0,34	8,36	13,8
Uzorak 2	23.04.2015.	0-30	5,91	-	3,96	0,25	2,63	10,0

Tablica 42b. Koncentracije nitratnog i amonijačnog dušika u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Datum uzorkovanja	Dubina uzorkovanja cm	NO ₃ -N	NH ₄ -N	C ₉₀ *
			mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	kg NO ₃ -N/ha
Uzorak 1	23.04.2015.	0-30	22,6	9,33	50,9
Uzorak 2	23.04.2015.	0-30	17,8	5,23	
Uzorak 3	12.10.2015.	0-30	2,20	5,60	
Uzorak 4	12.10.2015.	30-60	5,60	8,12	

* ukupno opterećenje nitratnim dušikom do dubine od 90 cm u kg NO₃-N/ha

Tablica 43a. Koncentracije elemenata u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Dubina uzorkovanja cm	Cd	Cr	Cu	Hg	K	Ni	P	Pb	Zn
Uzorak 1	0-30	0,26	48,6	23,7	0,06	3,57	33,3	727	24,1	69,2
Uzorak 2	0-30	0,18	40,4	18,6	0,05	3,21	28,6	557	20,7	61,5

Tablica 43b. Koncentracija polikloriranih bifenila (PCB) u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹ s.t.	< 1	< 1
2,4,4'-triklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',5,5'-tetraklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,5,5'-heksaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02
2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,02	<0,02

Tablica 43c. Koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) u uzorcima tla s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2
Ukupni PAH [mg kg⁻¹ s.t.]	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranten	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Naftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fenantren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Fluoren	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Piren	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,01
Benzo(a)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Krizen	mg kg ⁻¹ s.t.	0,01	0,01
Dibenz(a,h)antracen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01
Acenaftalen	mg kg ⁻¹ s.t.	<0,01	<0,01

Tablica 44a. Osnovni kemijski pokazatelji kvalitete vode za navodnjavanje s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	pH	EC	udio soli	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	P
		dS m ⁻¹	%					mg L ⁻¹					
Uzorak 1	7,46	0,74	0,05	0,51	0,64	2,30	36,0	133	15,6	458	36,3	32,6	0,02

Tablica 44b. Osnovni mikrobiološki pokazatelji kvalitete vode s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Koliformne bakterije	Escherichia coli	Enterokoki	Broj kolonija, 37°C/48h	Broj kolonija, 22°C/72h	Ps.aeruginosa	Cl.perfringens (uključujući spore)
-	MPN/100 mL	MPN/100 mL	cfu/100 mL	cfu/1 mL	cfu/1 mL	cfu/100 mL	cfu/100 mL
-	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 9308-2:2014	HRN EN ISO 7899-2:2000 *	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 6222 : 2000*	HRN EN ISO 16266:2008*	m-CP agar- MF (prema Council Direc.98/83/EC)*
Uzorak 1	61	< 1	2	100	164	2	< 1

Tablica 45. Mineralni sastav listova salate s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	7,39	3,31	3,47	21,6	3,75	10,3	19,4	6,98	164	16,5	3,07	28,9

Tablica 46. Mineralni sastav plodova rajčice s lokacije GV Sesvete – Senjska ulica

Broj uzorka	Suha tvar	N	P	K	Mg	Ca	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
		%		g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Uzorak 1	5,80	2,34	4,39	24,5	1,35	1,47	11,1	16,1	31,4	7,10	201	20,4

4.1. Biomonitoring mahovinama

4.1.1. Priprema uzoraka za preliminarni biomonitoring mahovinama

Postupak pripreme materijala za preliminarni biomonitoring mahovinama učinjen je prema metodologiji iz Adamo i sur. (2008), Giordano i sur. (2013). Biološki materijal (mahovine) dopremljen je u laboratorij u plastičnim vrećicama gdje je pažljivo očišćen od tla, nečistoća i biljnih ostataka, te stavljen na sušenje u kontroliranim uvjetima svjetlosti i temperature. Nakon toga mahovine su oprane četiri puta sa 10 litara destilirane vode / 100 g suhog tkiva mahovine. Ispiranje mahovina trajalo je 20, 15, 10 i 5 minuta, pri čemu su ručno centrifugirane. Oprani materijal je ponovno stavljen na sušenje, nakon čega je temeljito homogeniziran. Pred-tretman se sastojao od sušenja u sušioniku 24 h pri 120 °C, s obzirom da nema razlike u korištenju živih ili devitaliziranih mahovina u svrhu biomonitoringa, te kako bi se uklonile moguće pogreške i/ili razlike u akumulaciji metala uzrokovane fiziološkim procesima mahovina.

Uzorci za biomonitoring pripremljeni su u sferičnim najlonskim mrežastim vrećicama promjera mreže 0,5 mm (12×12 cm), pri čemu je svaka vrećica sadržavala 500 mg suhe mahovine. Ovi su uzorci postavljeni na četiri lokacije gradskih vrtova: GV Stenjevec, GV Prečko, GV Slobošćina i GV Sesvete – Rimski put. Na svaku lokaciju postavljeno je 12 uzoraka koji su periodički uzorkovani u triplikatu nakon 3, 6, 9 i 12 mjeseci.

4.1.2. Laboratorijska ispitivanja mahovina

Mahovine su nakon uzorkovanja donesene u laboratorij, odvojene od vrećica, te su sami uzorci mahovina osušeni 24 sata pri 60 °C. Ukupna koncentracija metala u suhom biljnom materijalu određena je induktivno spregnutom plazmom optičkom emisijskom spektroskopijom (ICP-OES) (HRN ISO 22036:2011) na uređaju Vista MPX AX (Vista MPX AX, Varian, Palo Alto, Calif.) nakon ekstrakcije u smjesi HCl, HNO₃ i H₂O₂ mikrovalnom tehnikom na instrumentu MARS Xpress (CEM, Matthews, N.C.) u zatvorenim TFM posudama s automatskom regulacijom tlaka.

4.1.3. Umnažanje mahovina u uvjetima *in vitro*

U skopu ovog projekta predviđena je uspostava biomonitoringa mahovinama, a to znači pripremu materijala koji će se koristiti za daljnja praćenja. Osim mahovine sakupljene u prirodnom staništu, kao početni materijal za biomonitoring nakupljanja onečišćivača iz zraka u budućim istraživanjima upotrebljavat će se mahovina umnoženu u uvjetima *in vitro*.

Primjenom metode kulture biljnog tkiva osigurat će se uniformnost biološkog materijala, odsustvo patogenih i reproducibilnost pokusa.

U preliminarnim istraživanjima u Laboratoriju za kemijsku biologiju (IRB), umnoženo je tkivo mahovina prema proceduri koje opisuju Reski i sur. (1985) i Beike i sur. (2014). U aseptičkim uvjetima, tkivo je višestruko presađivano na svježu krutu ili tekuću hranidbenu podlogu u intervalima od 30 dana. Tkivo je raslo u klima-komori pri kontroliranim uvjetima (temperatura 22 ± 1 °C, 16-satno svjetlo intenziteta 17 Wm^{-2}). Sakupljeno svježe tkivo isprano je destiliranom vodom, posušeno u sušioniku (24 h pri 120 °C), zapakirano i do daljnje upotrebe čuvano pri -20°C. Pripremljeno je 100 uzoraka, a svaki uzorak sadržava približno 450 mg suhog tkiva mahovina.

U preliminarnim istraživanjima ispitana je dinamika rasta dviju vrsta mahovina: *Physcomitrela patens* i *Sphagnum palustre*. Iako je vrsta *P. patens* pokazala brži rast u kulturi tkiva, za daljnje pokuse bit će umnožena vrsta *S. palustre* zato što zbog svoje građe ima veću sposobnost nakupljanja onečišćivača iz zraka, a ujedno je i otpornija na mehanička oštećenja (Ares i sur., 2012).

U poglavlju 4.1.1. i 4.1.2. opisani su postupci u preliminarnom biomonitoringu. Rezultati jednogodišnjih istraživanja potvrdili su pouzdanost predložene metodike, te se očekuje da će se s materijalom proizvedenim *in vitro*, i tijekom duljeg vremenskog razdoblja (najmanje 3 godine redovitog praćenja) moći vremenski i prostorno prikazati transport metala i atmosferska imisija u tlo na području Grada Zagreba. Ova preliminarna istraživanja ukazuju na kumulativni unos nekih metala atmosferskim transportom, ali dakako da se ne radi o koncentracijama koje bi bile rizične za zdravlje ljudi ili okoliš.

5. Zaključci

1. Praćenje potencijalno toksičnih elemenata u tlima gradskih vrtova Grada Zagreba

Provedena ispitivanja onečišćenja tala gradskih vrtova grada Zagreba pokazala su da su tla na svim lokacijama pogodna za uzgoj povrtnih kultura. Ni na jednoj lokaciji nisu utvrđene koncentracije teških metala koje su više od dopuštenih koncentracija propisanih Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014). S obzirom da koncentracije metala u tlu nisu podložne brzim promjenama, interval od 3-5 godina prikladan je za motrenje tla (ovisno o procjeni i mogućnostima Naručitelja (Grad Zagreb)).

Koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH), ukupnih polikloriranih bifenila (PCB) i kongenera PCB-a u analiziranim uzorcima tla ne prelaze koncentracije propisane Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (Narodne Novine 9/2014). Međutim, za razliku od metala, za policikličke aromatske ugljikovodike i poliklorirane bifenile karakteristični su mješoviti izvori onečišćenja, uglavnom povezanih s urbanizacijom, time je i vjerojatnost incidenata onečišćenja povećana te je njihovo praćenje preporučeno provoditi češće. Jednogodišnji ciklus motrenja PAH-ova i PCB-a u tlu bila bi preporuka u daljnjem nastavku istraživanja. Također, ovdje napominjemo da se motrenja PAH-ova i PCB-a može organizirati i u sklopu redovitog biomonitoringa mahovinama proizvedenim *in vitro* (ovisno o procjeni Naručitelja). Na temelju dobivenih iskustava iz preliminarnog biomonitoringa preporučuje se njegovo daljnje provođenje u redovitim ciklusima od tri mjeseca (3, 6, 9, 12 mjeseci).

2. Praćenje indikatora plodnosti i kvalitete tala gradskih vrtova Grada Zagreba

U tlima gradskih vrtova praćeni su sljedeći pokazatelji u tlu: pH, udjel organske tvari, udjel karbonata, udjel ukupnog N te koncentracija pristupačnog P i K. Tla gradskih vrtova su srednje kisela do alkalna (pH - 5,91 do 8,55), slabo do jako karbonatna (CaCO_3 - 3,78 do 37,8 %), slabo do jako humozna (OT - 1,86 do 5,96 %), dobro do vrlo bogato opskrbljena dušikom (N - 0,11 do 0,38 %) te vrlo slabo do vrlo bogato opskrbljena fiziološki aktivnim P (K_2O - 2,63 do 153 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) i K (K_2O_5 - 7,00 do 118 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$). Rezultati ukazuju na jako velike razlike između gradskih vrtova, ali i unutar pojedinog gradskog vrta. Osim toga zbog činjenica da se koncentracije N, P i K u tlu mijenjaju brzo, njihovo praćenje je neophodno obavljati češće, ali je i zbog uočenih velikih razlika potrebno povećati broj pojedinačnih točaka uzorkovanja tla unutar pojedinog gradskog vrta.

3. Praćenje rezidualnog mineralnog dušika (rez N_{min}) u tlima gradskih vrtova Grada Zagreba

Ispitivanje rezidualnog mineralnog N (rez N_{min}) je metoda koja je prihvaćena kao univerzalni test za utvrđivanje potreba gnojidbe i procjene rizika od kontaminacije podzemne vode suvišnim nitratima. Postupak u kojem se uzorci tla uzimaju dva puta godišnje – rano proljeće i jesen – iz slojeva tla dubine 0–30 cm, 30–60 cm i 60–90 cm testiran je i uveden u Hrvatskoj projektom CROCAN koji je financirala vlada pokrajine Flandrije u Belgiji i Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva Republike Hrvatske (Romić i sur., 2013).

Prema rezultatima ispitivanja rez N_{min} , u dva gradska vrta utvrđeno je povećano opterećenje nitratnim dušikom (vrijednosti NO_3-N više od granične vrijednosti za nitratni dušik u profilu tla prema Priručniku CROCAN). Povećane koncentracije rezidualnog mineralnog N primarno mogu biti odraz nepridržavanja mjera dobre poljoprivredne prakse od strane korisnika gradskih vrtova, ali i prirodnih procesa mineralizacije organske tvari.

Rješavanje problema rezidualnog N u tlu nije jednostavno, ne može mu se prići jednostrano, već je potrebno integrirati različite pristupe koji mogu pridonijeti smanjenju akumulacije N u tlu, odnosno postizanju ravnoteže između unosa i iznosa hranjivih tvari u tlo. Ovdje izdvajamo prioritete ciljeve koje je potrebno provesti kako bi se rizik od ispiranja nitrata iz tla i posljedice za podzemne i površinske vode sveli na minimum:

1. Ispitivanja N_{min} u tlu (do dubine 90 cm) trebalo bi provoditi dva puta godišnje, u proljeće prije sjetve/sadnje povrća te u jesen prije zimskog kišnog razdoblja. Broj točaka motrenja unutar pojedinog gradskog vrta, kao i intenzitet motrenja i prioritetna područja treba uskladiti uzimajući u obzir kriterije kao što su tip tla, dubina soluma, razina podzemne vode, blizina vodocrpilišta. Do ispiranja nitrata dolazi kada je tlo saturirano vodom, a unos vode (kiša/topljenje snijega/navodnjavanje) prelazi gubitke vode iz tla evapotranspiracijom. Brzina procjeđivanja vode ovisi o teksturi, strukturi i poroznosti tla. Procjeđivanje do podzemne vode je sporo i ovisi o tipu tla, geomorfološkim karakteristikama profila i dubini vodonosnika;
2. odrediti nitrifikacijski potencijal tla u gradskim vrtovima kako bi se ocijenila bioraznolikost tla i mehanizmi kruženja N u tlu;
3. Anketnim ispitivanjima prikupiti detaljne zapise o uzgojnim mjerama (gnojidba, plodored, agrotehničke mjere) kako bi se mogla provesti edukacija korisnika i kontrolirati uzgojne mjere koje provode.

4. Procjena kakvoća plodova

Provedena ispitivanja mineralnog sastava povrtlarskih kultura koje se konzumiraju u svježem stanju (listovi salate i plodovi rajčice) pokazala su da analizirani uzorci biljaka sadrže mikro i makrohraniva u preporučenom rasponu za zdrave biljke, a da je kakvoća uzgajanih kultura u izravnom odnosu s kvalitetom tla i voda. Budući da su rezultati analize tla ukazali na jako veliku heterogenost indikatora plodnosti, ali i s obzirom na pokazatelje kvalitete vode, daljnje uzorkovanje bilo bi neophodno proširiti na veći broj plodovitog i lisnatog povrća (voća i začinskog bilja). Kako bi izbor kultura (odabrani uzorak) bio što reprezentativniji potrebno je anketnim ispitivanjima prikupiti detaljne zapise o preferenciji uzgoja kultura i prehrani korisnika gradskih vrtova.

5. Ispitivanje kakvoće vode za navodnjavanje

Prema osnovnim kemijskim pokazateljima kakvoće vode za navodnjavanje (uzorci vode uzeti na ručnim pumpama postavljenim u gradskim vrtovima) ograničenja za primjenu vode u navodnjavanju poljoprivrednih kultura nisu utvrđena.

Posebno je osjetljivo pitanje rezultata analize mikrobioloških pokazatelja kvalitete vode za piće. Koliformne bakterije izolirane su u svim uzorcima osim u uzorku iz gradskog vrta Sloboština. *Escherichia coli* izolirana je samo u uzorku vode iz gradskog vrta Sesvete - Rimski put. Enterokoki su izolirani u pet uzoraka vode. Broj kolonija kod 37°C/48h i 22°C/72 h izbrojan je u svim uzorcima i kretao se od 64 do 2920 cfu/1mL. *Pseudomonas aeruginosa* izoliran je u 3 uzorka vode uzorkovanih iz gradskih vrtova. *Clostridium perfringens* (uključujući spore) izoliran je u 5 uzoraka vode iz gradskih vrtova. Budući da su koliformne bakterije, *Escherichia coli*, enterokoki, i *Clostridium perfringens* indikatorske bakterije fekalnog zagađenja vode za piće, neizostavno će biti daljnje motrenje kvalitete vode na pumpama koju korisnici gradskih vrtova koriste za navodnjavanje. Osim toga, to upućuje i na nužnost provođenja ekotoksikoloških testova s ciljem detekcije i kvantifikacije toksičnosti kemikalija koji mogu utjecati na kakvoću voda.

6. Reference

1. Adamo P., Bargagli R., Giordano S., Modenesi P., Monaci F., Pittao E., Spagnuolo V., Tretiach M. (2008). Natural and pre-treatments induced variability in the chemical composition and morphology of lichens and mosses selected for active monitoring of airborne elements. *Environmental Pollution*, 152, 11-19
2. Ares A., Aboal J.R., Carballeira A., Giordano S., Adamo P., Fernández J.A. (2012) Moss bag biomonitoring: A methodological review. *Science of the Total Environment*, 432, 143-158
3. Ayers, R.S., i D.W. Westcot (1985) *Water Quality for Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 rev 1. FAO, UN, Rome. 174 pp.
4. Beike A.K., Spagnuolo V., Lüth V., Steinhart F., Ramos-Gomez J., Krebs M., Adamo P., Rey-Asensio A.I., Fernandez J.A., Giordano S., Decker E.L., Reski R. (2014) Clonal in vitro propagation of peat mosses (*Sphagnum* L.) as novel green resources for basic and applied research. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 120, 1037-1049
5. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. OJ L 330/32, 5.12.1998.
6. Egner H., Riehm H., Domingo, W.R. (1960) Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Boden, II: Chemische Extraktionsmethoden zu Phosphor und Kaliumbestimmung. *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler.*, 26, 199-215
7. ESRI (2009-2012) ArcMap 10.1. Esri Inc.
8. Giordano S., Adamo P., Spagnuolo V., Tretiach M., Bargagli R. (2013). Accumulation of airborne trace elements in mosses, lichens and synthetic materials exposed at urban monitoring stations: Towards a harmonisation of the moss-bag technique. *Chemosphere*, 90, 292–299
9. HRN ISO 7888:2001 Kakvoća vode - Određivanje električne vodljivosti
10. HRN ISO 10381 (1-5): 2009 Kakvoća tla – Uzorkovanje
11. HRN ISO 10390:2005 Kakvoća tla - Određivanje pH vrijednosti
12. HRN ISO 10523:1998 Kakvoća vode - Određivanje pH vrijednosti
13. HRN ISO 10693:2004 Kakvoća tla - Određivanje sadržaja karbonata – Volumetrijska metoda
14. HRN ISO 11464:2004 Kakvoća tla - Priprema uzoraka za fizikalne i kemijske analize
15. HRN ISO 11466:2004 Kakvoća tla - Ekstrakcija elemenata topljivih u zlatotopci

16. HRN ISO 13878:2004 Kakvoća tla - Određivanje sadržaja ukupnog dušika suhim spaljivanjem („elementarna analize“)
17. HRN ISO 14235:2004 Kakvoća tla - Određivanje organskog ugljika sulfokromnom oksidacijom
18. HRN ISO 22036:2011 Kvaliteta tla - Određivanje elemenata u tragovima u ekstraktima tla pomoću atomske emisijske spektrometrije induktivno spregnutom plazmom (ICP-OES) (ISO 22036:2008)
19. HRN ISO 13877:2004. Kakvoća tla - Određivanje policikličkih aromatskih ugljikovodika - Metoda tekućinske kromatografije visokog učinka
20. HRN ISO 14256-2:2005 Kakvoća tla - Određivanje nitrata, nitrita i amonijaka u tlu poljske vlažnosti ekstrakcijom s otopinom kalijevog klorida - 2. dio: Automatska metoda (ISO 14256-2:2005)
21. HRN EN ISO 9308-2:2014 Kvaliteta vode - Brojenje *Escherichia coli* i koliformnih bakterija - 2. dio: Metoda najvjerojatnijega broja (ISO 9308-2:2012; EN ISO 9308-2:2014)
22. HRN EN ISO 7899-2:2000 Kakvoća vode - Detekcija i brojenje crijevnih enterokoka - 2. dio: Metoda membranske filtracije (ISO 7899-2:2000; EN ISO 7899-2:2000)
23. HRN EN ISO 6222:2000 Kakvoća vode - Brojenje uzgojenih mikroorganizama - Broj kolonija naciepljivanjem na hranjivi agar (ISO 6222:1999; EN ISO 6222:1999)
24. HRN EN ISO 16266:2008 Kakvoća vode - Detekcija i brojenje *Pseudomonas aeruginosa* - Metoda membranske filtracije
25. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002) Povrćarstvo. Zrinski d.d., Čakovec, 627 pp.
26. Narodne Novine (2010) Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja. 32/10. Zagreb. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_03_32_745.html
27. Narodne Novine (2013) Zakon o informiranju potrošača o hrani. 56/13. Zagreb. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_05_56_1136.html
28. Narodne Novine (2013) Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju 125/13. Zagreb http://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_10_125_2694.html
29. Reski R., Abel W.O. (1985) Induction of budding on chloronemata and caulonemata of the moss, *Physcomitrella patens*, using isopentenyladenine. *Planta* 165, 354-358
30. Romić D., Romić M., Zovko M., Bubalo M., Vandecastelle B., Van Vaes C., De Vliegheer A. (2013) Priručnik CROCAN - Praćenje gubitka ugljika i hraniva u tlu: procjena

kvalitete/kontrola kvalitete u postupcima uzorkovanja tla i laboratorijskih ispitivanja.
Institute for Agricultural and Fisheries Research i Agronomski fakultet Sveučilišta u
Zagrebu, Zagreb, 17 pp.