Elementi u tragovima u uzorcima tla Medvednice - ekstrakcija vodenim otopinama amonijeva klorida i amonijeva nitrata i određivanje tehnikom ICP-AES

Košutić, Ivor

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:631405

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDIPLOMSKI STUDIJ
PREDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

IVOR KOŠUTIĆ

ELEMENTI U TRAGOVIMA U UZORCIMA TLA MEDVEDNICE – EKSTRAKCIJA VODENIM OTOPINAMA AMONIJEVA KLORIDA I AMONIJEVA NITRATA I ODREĐIVANJE TEHNIKOM ICP-AES

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2016.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Kemija s biokemijom
Mentor:	doc. dr. sc. Vibor Roje
Asistent – znanstveni novak:	–
Student:	Ivor Košutić
JMBAG:	0068220764
Akad. godina:	2015./2016.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 23. rujna, 2016.
Sadržaj rada:	Slika: 3 Tablica: 14 Navoda literature: 8
Sažetak:	U ovom radu napravljena je ekstrakcija metala i polumetala iz uzoraka tla s Medvednice, blagim ekstrakcijskim sredstvima. Ekstrakcija je rađena vodenim otopinama amonijeva klorida NH_4Cl i amonijeva nitrata NH_4NO_3. Kontrola analitičkog postupka provođena je pomoću certificiranog referentnog materijala METRANAL® 33. Koncentracije traženih metala i metaloida u tako priređenim otopinama određene su tehnikom ICP-AES. Dobiveni rezultati statistički su obrađeni.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Općenito o metalima 1
1.1. Amonijev klorid i amonijev nitrat 2
1.2. Medvednica 2
2. CILJ RADA 4
3. MATERIJALI I METODE 5
3.1. Kemikalije 5
3.1.1. Vodene otopine za razaranje uzoraka 5
3.1.2. Standardne otopine 5
3.1.3. Certificirani referentni materijal 5
3.1.4. Ultračista voda 5
3.2. Instrumenti 5
3.2.1. Spektrometar ICP-AES 5
3.2.2. Mućkalica VIBROMIX (403 EVT) 7
3.2.3. Filteri Minisart NML 7
3.2.4. Ostali pribor 8
3.3. UZORCI TLA S MEDVEDNICE 8
3.3.1. Prikupljanje uzoraka 8
3.3.2. Priprema uzoraka za analizu 8
4. REZULTATI I RASPRAVA 9
4.1. Ekstrakcija amonijevim kloridom 9
4.1.1. Detekcijska granica 9
4.1.2. Kontrola kvalitete mjerenja 10
4.1.3. Rezultati analize elemenata u tragovima u uzorcima tla Medvednice 11
4.2. Ekstrakcija amonijevim nitratom 16
4.2.1. Detekcijska granica 16
4.2.2. Kontrola kvalitete mjerenja 17
4.2.3.Rezultati analize elemenata u tragovima u uzorcima tla medvednice 18
5. ZAKLJUČAK 23
6. LITERATURA 24
7. PRILOZI 25

1. UVOD

1.1. Općenito o metalima

Još od davnih vremena poznavanje te otkrivanje metala bitno je za ljudsku civilizaciju, cijeli svijet danas ovisi o raznim metalima svakodnevno. Otkrivanje i korištenje metala imalo je ključnu ulogu u preživljavanju ljudske vrste, u početku kao razna oruđa ili alati. Razvojem znanosti i tehnologije dolazi se do spoznaja kako metali imaju i negativan utjecaj na živi svijet, negativan utjecaj se prvenstveno odnosi na teške metale, koji se prirodno nalaze u svim živim bićima, vodama te tlima. Metali su sastavni dio bez kojih svijet nebi funkcionirao, problem nastaje kada se oni pojavljuju u prevelikim koncentracijama. Upravo zbog te štetnosti potrebno je odrediti što je to zapravo opasno i koje su granice opasnosti, što se tiče šumarstva to se ponajprije odnosi na tlo te način djelovanja metala u tlu.

Toksičnost nekih metala ovisi o njihovim kemijskim oblicima, tj. nisu svi elementi u svim kemijskim oblicima jednako toksični. Tako je živa najtoksičnija u obliku organometalnih spojeva, npr. dimetilživa(II), $(CH_3)_2Hg$. Također je toksična i u anorganskim spojevima žive(II), dok su spojevi žive(I) bitno manje opasni zbog netopljivosti. Elementarna živa, Hg^0, opasna je ako se udiše, dok je u slučaju gutanja neopasna (Wood, 1974).

Prema Wood-u (Wood, 1974) metale je moguće razvrstati, glede njihove toksičnosti, u tri kategorije (tablica 1):

(i) neopasni u toksikološkom smislu

(ii) jako toksični i relativno dostupni elementi

(iii) toksični, ali jako netopljivi ili vrlo rijetki.

Tablica 1. Klasifikacija elemenata prema njihovoj toksičnosti.*

Neopasni u toksikološkom smislu	Jako toksični i relativno dostupni elementi	Toksični, ali jako netopljivi ili vrlo rijetki
Ca Si	Ag Cu Te	Ba Re
Fe Sr	As Hg	Ga Rh
K	Au Pb	Hf Ru
Li	Be Pd	Ir Ta
Mg	Bi Pt	La** Ti
Na	Cd Sb	Nb W
Rb	Co Se	Os Zr

*Elementi izostavljeni iz ove tablice ne bi trebali biti zanemareni u okolišnom smislu. Npr. jod i magnezij su važni elementi, ali oni se uklapaju u više od jedne kategorije u dolje navedenoj klasifikaciji.

**Svi lantanidi su jako netopljivi i neki su jako rijetki.

1.1. Amonijev klorid i amonijev nitrat

Amonijev klorid (NH_4Cl) je u vodi lako topljiva kristalična sol amonijaka, prirodno nastaje vulkanskim djelovanjem. Koristi se kao zaštita pri pocinčavanju željeza, za čišćenje površina za lemljenje, kao elektrolit u suhim baterijama, u smjesama za hlađenje, u pripravi sigurnosnih eksploziva, prašaka za pranje i boja.

Amonijev nitrat (NH_4NO_3) amonijeva je sol dušične kiseline. Dolazi u obliku prozirnih kristala ili bijelog praha. Koristi se u poljoprivredi kao dušikom bogato umjetno gnojivo, kao oksidans u eksplozivima, te za postizanje niskih temperatura.

1.2. Medvednica

Medvednica je planinski masiv smješten u blizini Grada Zagreba. Proteže se u smjeru sjeveroistok-jugozapad, dužine 42 km, najveće širine 9 km, a površina joj iznosi 240 km^2. Pripada planinskom masivu panonskog prostora te je građena od paleozojskih, mezozojskih i

tercijarnih stijena. Masiv Medvednica u širem opsegu okružen je naplavnim riječnim dolinama Save, Krapine i Lonje i proteže se od Podsuseda na jugozapadu do Donjeg i Gornjeg Orešja na sjeveroistoku. Sačinjena je od nekoliko gora kao što su Zagrebačka gora, Zelinska gora, te najmanja gorska jezgra smještena između Gornje Stubice i Marije Bistrice.Na Medvednici su provođena i različita istraživanja, koja su podrazumijevala i pretragu nekih kemijskih elemenata u tlima (Jelaska & Nikolić, 2000; Šerić Jelaska, 2007; Pernar *et al.*, 2009; Galović *et al.*, 2012; Galović & Peh, 2014).

Što se pedološkog dijela tiče, takva istraživanja su provođena u manjoj mjeri nego geološka. Od novijih istraživanja valja izdvojiti rad Pernara i suradnika (Pernar *et al.*, 2009) u kojemu su opisane značajke tla u području bukovo–jelovih sastojina na Medvednici.

2. CILJ RADA

Cilj ovog rada je analiza odabranih metala i polumetala u uzorcima šumskih tala s Medvednice, i to nakon ekstrakcije u blagim uvjetima – vodenim otopinama amonijeva klorida i amonijeva nitrata, koncentracija 0,1 mol dm^{-3}, pri sobnoj temperaturi. Određivanje elemenata u otopinama obavljeno je tehnikom atomske emisijske spektrometrije uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-AES).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Kemikalije

3.1.1. Vodene otopine za razaranje uzoraka

Ispitivani metali i polumetali su iz uzoraka tala ekstrahirani vodenim otpinama amonijevog klorida (NH_4Cl, 0,1 mol dm^{-3}) i amonijevog nitrata (NH_4NO_3, 0,1 mol dm^{-3}) pri sobnoj temperaturi.

3.1.2. Standardne otopine

Eksterna kalibracija atomskog emisijskog spektrometra uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-AES) provedena je serijom multielementnih standardnih otopina koje su priređene razrjeđivanjem komercijalnih standardnih otopina:

– Multi-element Standard Solution (Al, Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, Tl, V, Zn ; 5 % HNO_3) 100 mg/L, Carl Roth, Njemačka

– Multielement standard solution III for ICP (Ca, Mg, K, Na; 5 % HNO_3), Fluka, Švicarska.

3.1.3. Certificirani referentni materijal

Za kontrolu kvalitete mjerenja korišten je certificirani referentni materijal Metranal^{TM} 33.

3.1.4. Ultračista voda

Sva razrjeđivanja rađena su ultračistom vodom, (0,055 μS/cm) priređenom uređajem Siemens Ultra clear.

3.2. Instrumenti

3.2.1. Spektrometar ICP-AES

Koncentracije analiziranih metala u priređenim otopinama određivane su tehnikom atomske emisijske spektrometrije uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-AES). Uređaj je podešen na stabilne uvjete rada te je obavljena vanjska kalibracija serijom standardnih otopina. U tablici 2 navedeni su osnovni instrumentni parametri.

Tablica 2. Osnovni podaci o atomskom emisijskom spektrometru uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-AES)

PARAMETAR	**VRIJEDNOST**		
Instrument	Thermo Fischer iCAP6300 Duo		
Snaga RF-a	1150 W		
Protok rashladnog plina	12 L/min		
Protok plina za uzorak	0,65 L/min		
Protok pomoćnog plina	0,5 L/min		
Sustav za uvođenje uzoraka	– automatski uzorkivač CETAC ASX-260 – koncentrični raspršivač s vrtložnom komorom za raspršivanje		
Brzina peristaltičke pumpe	45 okr/min		
Cjevčice peristaltičke pumpe	– uzorak: narančasto-bijela – ispiranje: bijelo-bijela		
Vrijeme uvođenja uzorka	45 s		
Vrijeme ispiranja	60 s		
Analiza plazme (*Plasma view*)	Automatska (*Auto View*)		
Maksimalno vrijeme mjerenja	– niske valne duljina (160-230 nm): 15s – visoke valne duljine (230-847): 5s		
Mjereni elementi i valne duljine (nm)	Al – 167,079 As – 189,042 Ba – 455,403 Be – 234,861 Ca – 393,366 Cd – 214,438 Co – 228,616 Cr – 205,552 Cu – 324,754	Fe – 238,204 K – 766,490 Li – 670,784 Mg – 279,553 Mn – 257,610 Mo – 202,030 Na – 589,592 Ni – 231,604	Pb – 220,353 Sb – 217,581 Se – 196,090 Sr – 407,771 Ti – 334,941 Tl – 190,856 V – 310,230 Zn – 213,856
Kalibracijske otopine	– 0 µg/L (svi elementi) – 1 µg/L (svi elementi, osim Na, K, Mg i Ca) – 10 µg/L (svi elementi, osim Na, K, Mg i Ca) – 100 µg/L (svi elementi, osim Na, K, Mg i Ca) – 1000 µg/L Na, 200 µg/L K, 400 µg/L Mg, 2000 µg/L Ca		
Otopina za ispiranje sustava	Dušična kiselina, HNO_3, *supra pur*, ψ = 1 %		

3.2.2. Mućkalica VIBROMIX (403 EVT)

Za odvajanje otopine uzoraka korištena je mućkalica (slika1), brzine 200 okretaja u minuti na 24 sata.



Slika 1. VIBROMIX 403 EVT

3.2.3. Filteri Minisart NML

Uzorci su filtrirani jednokratnim filterima (Slika 2.) ubrizgavajući otopinu špricama NORM-JECT zapremnine 5ml.



Slika 2. Filteri Minisart NML

3.2.4. Ostali pribor

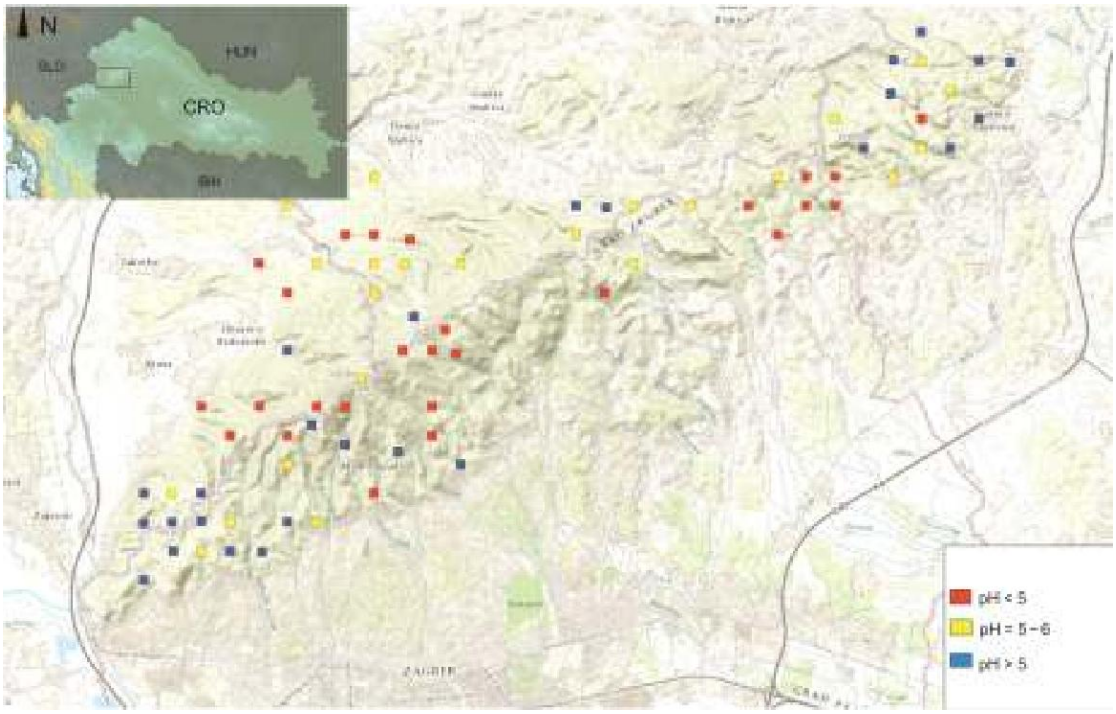
Od ostalog pribora korišteno je:

– vaga Mettler Toledo, NewClassic MF MS105 D4
– mikropipete tipa LLG Micropipette maksimalnog volumena 1000µL i 100µL
– scintilacijske posudice, 20mL, Nerbe plus, Njemačka.

3.3. UZORCI TLA S MEDVEDNICE

3.3.1. Prikupljanje uzoraka

Uzorci tala prikupljani su na području Medvednice kako prikazuje slika 3. Uzorci su razvrstani u tri skupine, a s obzirom na raspon kiselosti.



Slika 3. Karta uzorkovanja

3.3.2. Priprema uzoraka za analizu

Prikupljeni uzorci sušeni su na zraku na sobnoj temperaturi. Osušeni uzorci su drobljeni i zatim prosijavani kroz sito gustoće pletiva 0,2 mm × 0,2 mm (HRN ISO 11464:2009) te skladišteni u plastičnim (polipropilenskim) posudicama.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Ekstrakcija amonijevim kloridom

4.1.1. Detekcijska granica

Vrijednosti detekcijskih granica metode provedene za određivanje metala i metaloida u uzorcimatala navedene su u tablici 3.

Tablica 3. Detekcijske granice za primijenjenu metodu analize elemenata u tragovima u uzorcima tala

	MLOD (mg/kg)		**MLOD (mg/kg)**
Al	0,016	**Mn**	0,032
As	0,020	**Mo**	0,002
Ba	0,030	**Na**	1,86
Be	0,015	**Ni**	0,005
Ca	0,328	**Pb**	0,007
Cd	0,001	**Sb**	0,018
Co	0,001	**Se**	0,018
Cr	0,001	**Sr**	0,000
Cu	0,125	**Ti**	0,033
Fe	0,146	**Tl**	0,017
K	1,05	**Zn**	0,017
Li	0,033		
Mg	0,236		

Detekcijska granica (LOD – od engl. *limit-of-detection*) uobičajeno se definirakao trostruka standardna devijacija mjerenjâ analita u slijepoj probi (LOD = 3 × σ), dok je granica kvantifikacije (LOQ – od engl. *limit-of-quanitification*) određena kao 10 standardnih devijacija (LOQ =10 × σ) određivanja analita u slijepoj probi. U ovome radu detekcijske

granice metode analize elemenata u tragovima u uzorcima tala određene su, za svaki analizirani element, kao tri standardne devijacije (LOD = 3 × σ) koncentracijâ određenih u slijepim probama procedure (N = 10), tj. u zlatotopci, uzimajući u obzir faktor razrjeđenja. LOD (limit detekcije) predstavlja najnižu vrijednost koncentracijskih razina koja može biti određena u uzorku, a da bude statistički različita od slijepe probe. (Currie, 1999; Wayman *et al.*, 1999; Geiß, 2001)

4.1.2. Kontrola kvalitete mjerenja

Prosječni rezultati provedenih analiza certificiranog referentnog materijala za tlo Metranal^{TM} 33 prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Rezultati analize certificiranog referentnog materijala Metranal^{TM} 33, prikazano kao srednja vrijednost ± standardna devijacija

	Certificirano (mg/kg)	**Izmjereno (mg/kg)**	**Iskorištenje (%)**
Al	**65100**	**0,041**	**0,00**
As	**16,7**	**0,028**	**0,17**
Ba	**495**	**10,7**	**2,16**
Be	**2,18**	**< 0,015**	**–**
Ca	**9860**	**n.d.**	**n.d.**
Cd	**0,32**	**0,004**	**1,25**
Co	**11,5**	**0,023**	**0,2**
Cr	**79,8**	**0,004**	**0,005**
Cu	**29,1**	**0,25**	**0,86**
Fe	**29000**	**0,022**	**0,00**
K	**31300**	**306**	**0,98**
Mg	**6080**	**161**	**2,65**
Mn	**600**	**10,3**	**1,72**
Ni	**31,3**	**0,072**	**0,23**
Pb	**33,5**	**< 0,018**	**–**
Ti	**5100**	**0,18**	**0,004**
V	**76,2**	**n.d.**	**n.d.**
Zn	**81,0**	**n.d.**	**n.d.**

4.1.3. Rezultati analize elemenata u tragovima u uzorcima tla Medvednice

Uzorci tla izuzeti s Medvednice podijeljeni su u 3 skupine, prema kiselosti određenoj u vodenoj suspenziji. Tako razlikujemo uzorke za koje vrijedi pH < 5,00; 5,00 < pH < 6,00; pH > 6,00. Rezultati analize metala i metaloida u spomenutim uzorcima dani su u tablici 5. U tablicama 9, 10 i 11 (Prilozi) dani su rezultati analiza za pojedinačne uzorke tala s Medvednice

Tablica 5. Rezultati analize metala i metaloida u uzorcima tala s Medvednice, nakon ekstrakcije vodenom otopinom amonijeva klorida (0,1 mol dm^{-3})

	Uzorci tla – pH < 5			Uzorci tla – 5,00 < pH < 6,00			Uzorci tla – pH > 6		
	sr.vrij. ± std.dev.	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**
Al	**165 ± 242**	**21,6**	**1562**	**29,9 ± 25,2**	**2,18**	**95,0**	**1,07 ± 1,07**	**0,15**	**5,01**
As	**0,07 ± 0,13**	**0,01**	**0,80**	**0,05 ± 0,07**	**0,01**	**0,39**	**0,05 ± 0,05**	**0,01**	**0,22**
Ba	**14 ± 19,2**	**2,62**	**121**	**10,9 ± 4,51**	**4,33**	**21,0**	**8,08 ± 5,00**	**3,21**	**26,9**
Be	**0,009 ± 0,005**	**0,01**	**0,04**	**0,009 ± 0,009**	**0,01**	**0,03**	**0,008**	**0,01**	**0,01**
Ca	**479 ± 398**	**48,3**	**2140**	**725 ± 243**	**183**	**1120**	**1308 ± 201**	**1047**	**1699**
Cd	**0,16 ± 0,27**	**0,03**	**1,69**	**0,09 ± 0,05**	**0,02**	**0,23**	**0,04 ± 0,09**	**n.d**	**0,48**
Co	**1,29 ± 1,55**	**0,29**	**8,95**	**0,62 ± 0,59**	**0,10**	**2,63**	**0,06 ± 0,03**	**0,01**	**0,10**
Cr	**0,15 ± 0,30**	**0,02**	**1,88**	**0,07 ± 0,10**	**0,02**	**0,57**	**0,01 ± 0,009**	**n.d.**	**0,04**
Cu	**0,20 ± 0,38**	**< 0,13**	**2,37**	**< 0,13**	**–**	**–**	**0,15 ± 0,23**	**< 0,13**	**1,29**
Fe	**109 ± 240**	**2,60**	**1455**	**5,42 ± 4,34**	**0,79**	**15,0**	**0,77 ± 0,67**	**0,01**	**2,67**
K	**177± 202**	**65,8**	**1323**	**121 ± 52,3**	**51,0**	**245**	**182 ± 95**	**42,1**	**493**
Li	**0,80 ± 0,16**	**0,02**	**0,96**	**0,03 ± 0,02**	**0,02**	**0,07**	**0,04 ± 0,02**	**0,02**	**0,06**
Mg	**224 ± 362**	**69,3**	**2310**	**223 ± 128**	**55,7**	**569**	**386 ± 282**	**70,3**	**866**
Mn	**166 ± 170**	**3,30**	**571**	**221 ± 116**	**52,6**	**495**	**74,5 ± 59,9**	**4,85**	**229**

Tablica 5. *nastavak*

	Uzorci tla – pH < 5			Uzorci tla – 5,00 < pH < 6,00			Uzorci tla – pH > 6		
	sr.vrij. ± std.dev.	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**
Mo	**<0,002**	**–**	**–**	**<0,002**	**–**	**–**	**<0,002**	**–**	**–**
Na	**162 ± 300**	**44,9**	**1889**	**51,8 ± 23,7**	**21,5**	**145**	**61,5 ± 24,5**	**28,3**	**127**
Ni	**1,13 ± 1,87**	**0,33**	**11,9**	**0,79 ± 2,45**	**0,08**	**13,7**	**0,10 ± 0,06**	**0,01**	**0,23**
Pb	**0,95 ± 1,63**	**0,06**	**10,1**	**0,13 ± 0,17**	**0,01**	**0,71**	**0,45 ± 2,40**	**<0,007**	**12,9**
Sb	**<0,018**	**–**	**–**	**<0,018**	**–**	**–**	**<0,018**	**–**	**–**
Se	**0,15 ± 0,15**	**0,01**	**0,62**	**0,21 ± 0,10**	**0,09**	**0,45**	**0,07 ± 0,05**	**0,01**	**0,20**
Sr	**2,44 ± 3,75**	**0,22**	**23,3**	**2,98 ± 1,81**	**0,88**	**7,57**	**5,03 ± 6,82**	**1,25**	**37,3**
Ti	**0,22 ± 0,41**	**0,05**	**2,52**	**0,15 ± 0,10**	**<0,033**	**0,50**	**0,19 ± 0,05**	**0,09**	**0,32**
Tl	**0,24 ± 0,25**	**<0,017**	**0,83**	**0,37 ± 0,19**	**0,10**	**0,82**	**0,12 ± 0,09**	**<0,017**	**0,36**
Zn	**6,71 ± 13,74**	**0,83**	**86,0**	**1,64 ± 1,15**	**0,09**	**4,47**	**0,26 ± 0,00**	**<0,017**	**4,53**

Uzorci tla izuzeti s Medvednice podijeljeni su u 3 skupine, a s obzirom na kiselost određenu u vodenoj suspenziji. Tako razlikujemo uzorke za koje vrijedi pH < 5,00; 5,00 < pH < 6,00; pH > 6,00.

Proučavajući dobivene rezultate može se primjetiti kako se smanjenjem kiselosti tla smanjuje i udio metala u tlu. Gotovo svi metali su iznad detekcijske granice, dok su metali poput *berilija* (Be), *molibdena* (Mo) te *antimona* (Sb) u svim pručavanim uzorcima ispod detekcijske granice.

U pojedinim uzorcima tla isto tako se i metali poput *arsena* (As), *litija* (Li), *selenija* (Se) te *titana* (Ti), nalaze ispod detekcijske granice.

Metali poput *aluminija* (Al), *kalcija* (Ca), *željeza* (Fe), *kalija* (K), *magnezija* (Mg), *mangana* (Mn) te *natrija* (Na), zastupljeni su u vrlo visokim udjelima, od navedenih metala najveći udjel ima *kalcij* (Ca) sa srednjom vrijednošću od 479 (mg/kg). Aluminij (Al) ima srednju vrijednost 165 mg/kg, željezo (Fe) 109 mg/kg, kalij (K) 177 mg/kg, magnezij (Mg) 224 mg/kg, mangan (Mn) ima srednju vrijednost 166 mg/kg te natrij (Na) 162 mg/kg.

Suprotno njima u jako niskim koncentracijama nalaze se *antimon* (Sb), *molibden* (Mo), *berilij* (Be) i *arsen* (As). Od kojih je u najnižoj koncentraciji zastupljen *molibden* sa 0,001 mg/kg.

Vrijednost (Al) se kreće od 1,07 mg/kg pri pH>6, pa sve do 163 mg/kg za pH<5 vrijednosti dobivene amonijevim nitratom su vrlo slične ovima. Udio *arsena* (As) 0,05–0,07 mg/kg podjednak je vrijednostima dobivenim amonijevim nitratom (0,05–0,07 mg/kg). Za *barij* (Ba) se vrijednosti kreću 8,08–14 mg/kg. *Berilij* (Be) se pojavljuje u koncentraciji 0,008–0,009 mg/kg. *Kalcij* (Ca) se pojavljuje u prosječnoj vrijednosti 479 mg/kg u tlima s pH<5 dok ta vrijednost za tla pH>6 iznosi 1308 mg/kg. Vrijednosti za *kadmij* (Cd) se kreću 0,04–0,16 mg/kg.

Udio *kobalta* (Co) je u rasponu 0,06–1,29 mg/kg što su malo više vrijednosti u usporedbi s vrijednostima dobivenim ekstrakcijom amonijevim nitratom koje se kreću 0,06–0,18 mg/kg.

Krom (Cr) dolazi u vrijednostima 0,01–0,15 mg/kg što je gotovo identično u usporedbi s vrijednostima u ekstraktima priređenim amonijevim nitratom. *Bakar* (Cu) se kreće u vrijednostima od 0,15 do 0,20 mg/kg što je također gotovo identično sa vrijednostima dobivenim u ektraktima amonijevim nitratom. Udio *željeza* (Fe) iznosi 0,77–109 mg/kg te su te vrijednosti veće od onih dobivenih amonijevim nitratom. Vrijednosti *kalija* (K) su najviše pri pH>6 te iznosi 182 mg/kg dok je najniža vrijednost pri pH 5–6 i ona iznosi

122 mg/kg. *Litij* (Li) se nalazi u koncentracijama 0,04–0,80 mg/kg dok su te vrijednosti za amonijev nitrat 0,02–0,13 mg/kg. Udio *magnezija* (Mg) se kreće u koncentraciji 223–386 mg/kg. *Mangan* (Mn) ima najveću vrijednost pri pH<5 i iznosi 166 mg/kg, dok je najmanja vrijednost pri pH>6 i iznosi 74,5 mg/kg. *Natrij* (Na) pri pH<5 ima udio 162 mg/kg, dok u amonijevom nitratu ta vrijednost iznosi 30,8 mg/kg. Vrijednosti za *nikal* (Ni) se kreću 0,10–1,13 mg/kg te su vrijednosti gotovo identične za amonijev nitrat. *Antimon* (Sb) je ispod limita detekcije ista kao i za amonijev nitrat. *Selenij* (Se) se nalazi u rasponu koncentracija 0,07–0,21 mg/kg. Udio *stroncija* (Sr) se kreće od 2,44 do 5,03 mg/kg što je približno rezultatima dobivenim amonijevim nitratom 2,14–5,55 mg/kg. *Titan* (Ti) ima vrijednost 0,15–0,22 mg/kg te su vrijednosti za amonijev nitrat 0,13–0,18 mg/kg. *Talij* (Tl) se kreće u rasponu 0,12–0,37 mg/kg vrijednosti dobivene ekstrakcijom amonijev nitratom su gotovo identične. Udio *cinka* (Zn) je najmanji za pH>6 I iznosi 0,26 mg/kg, dok je pri pH<5 vrijednost 6,71 mg/kg.

4.2. Ekstrakcija amonijevim nitratom

4.2.1. Detekcijska granica

Vrijednosti detekcijskih granica metode provedene za određivanje metala i metaloida u uzorcimatala navedene su u tablici 6.

Tablica 6. Detekcijske granice za primijenjenu metodu analize elemenata u tragovima u uzorcima tala.

	MLOD (mg/kg)		**MLOD (mg/kg)**
Al	0,027	**Mo**	0,004
As	0,012	**Na**	0,221
Ba	0,007	**Ni**	0,003
Be	0,009	**Pb**	0,011
Ca	0,299	**Sb**	0,009
Cd	0,0005	**Se**	0,009
Co	0,002	**Sr**	0,003
Cr	0,001	**Ti**	0,028
Cu	0,038	**Tl**	0,007
Fe	0,107	**Zn**	0,008
K	0,81		
Li	0,025		
Mg	0,014		
Mn	0,005		

4.2.2. Kontrola kvalitete mjerenja

Prosječni rezultati provedenih analiza certificiranog referentnog materijala za tlo Metranal^{TM} 33 prikazani su u tablici 7.

Tablica 7. Rezultati analize certificiranog referentnog materijala Metranal^{TM} 33, prikazano kao srednja vrijednost ± standardna devijacija

	Certificirano (mg/kg)	**Izmjereno (mg/kg)**	**Iskorištenje (%)**
Al	65100	0,038	n.d.
As	16,7	0,036	0,002
Ba	495	12,5	2,53
Be	2,18	< 0,009	n.d.
Ca	9860	n.d	n.d.
Cd	0,32	0,001	0,31
Co	11,5	0,018	0,16
Cr	79,8	0,005	0,006
Cu	29,1	0,256	0,88
Fe	29000	0,131	n.d.
K	31300	327	1,04
Mg	6080	125	2,06
Mn	600	9,07	1,51
Ni	31,3	0,067	0,21
Pb	33,5	< 0,011	n.d.
Ti	5100	0,178	0,003
V	76,2	n.d.	n.d.
Zn	81,0	0,011	0,01

4.2.3.Rezultati analize elemenata u tragovima u uzorcima tla medvednice

Uzorci tla izuzeti s Medvednice podijeljeni su u 3 skupine, prema kiselosti određenoj u vodenoj suspenziji. Tako razlikujemo uzorke za koje vrijedi pH < 5,00; 5,00 < pH < 6,00; pH > 6,00. Rezultati analize metala i metaloida u spomenutim uzorcima dani su u tablici 8. U tablicama 12, 13 i 14 (Prilozi) dani su rezultati analiza za pojedinačne uzorke tala s Medvednice

Tablica 8. Rezultati analize metala i metaloida u uzorcima tala s Medvednice, nakon ekstrakcije vodenom otopinom amonijeva nitrata (0,1 mol dm^{-3})

	Uzorci tla – pH < 5			**Uzorci tla – 5,00 < pH < 6,00**			**Uzorci tla – pH > 6**		
	sr.vrij. ± std.dev.	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ±std.dev.**	**min.**	**max.**
Al	**135± 153**	**21,3**	**961**	**29,4 ± 22,8**	**2,38**	**83,9**	**0,91 ± 0,80**	**0,11**	**3,2**
As	**0,07 ± 0,06**	**0,01**	**0,25**	**0,05 ± 0,07**	**0,006**	**0,38**	**0,05 ± 0,05**	**0,01**	**0,2**
Ba	**13,4 ± 13,6**	**2,76**	**82,5**	**14,5 ± 6,49**	**6,28**	**32,5**	**9,20 ± 5,72**	**3,94**	**28,2**
Be	**<0,009**	**–**	**–**	**<0,009**	**–**	**–**	**<0,009**	**–**	**–**
Ca	**512 ± 569**	**46,4**	**3342**	**937 ± 521**	**192**	**2695**	**1245 ± 119**	**1039**	**1429**
Cd	**0,07 ± 0,03**	**0,02**	**0,15**	**0,04 ± 0,04**	**<0,005**	**0,19**	**0,02 ± 0,03**	**0,001**	**0,17**
Co	**1,18 ± 1,45**	**0,27**	**8,15**	**0,63 ± 0,56**	**0,11**	**2,33**	**0,06 ± 0,04**	**0,01**	**0,21**
Cr	**0,12 ± 0,12**	**0,02**	**0,74**	**0,07 ± 0,10**	**0,02**	**0,51**	**0,02 ± 0,01**	**0,003**	**0,05**
Cu	**0,19 ± 0,34**	**<0,04**	**2,06**	**0,1± 0,07**	**<0,04**	**0,36**	**0,14 ± 0,07**	**<0,04**	**0,33**
Fe	**75,8 ± 83,8**	**2,15**	**385**	**6,49 ± 5,56**	**0,91**	**27,9**	**0,97 ± 0,83**	**0,16**	**4,13**
K	**183 ± 223**	**66,6**	**1405**	**122 ± 53,5**	**48,1**	**241**	**133 ± 69,8**	**29,8**	**359**
Li	**0,13 ± 0,34**	**0,01**	**2**	**0,02 ± 0,006**	**0,01**	**0,04**	**0,02 ± 0,02**	**0,01**	**0,13**
Mg	**134 ± 91,5**	**47,4**	**595**	**216 ± 135**	**52,1**	**689**	**291 ± 220**	**71,2**	**735**

Tablica 8. *nastavak*

	Uzorci tla – pH < 5			Uzorci tla – 5,00 < pH < 6,00			Uzorci tla – pH > 6		
	sr.vrij. ± std.dev.	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± std.dev.**	**min.**	**max.**	**sr.vrij. ± st.dev.**	**min.**	**max.**
Mn	**155 ± 211**	**3,05**	**1122**	**232 ± 125**	**52,1**	**484**	**53,5 ± 43,5**	**3,86**	**170**
Mo	**<0,004**	**–**	**–**	**<0,004**	**–**	**–**	**<0,004**	**–**	**–**
Na	**30,8 ± 18,5**	**9,51**	**84,8**	**30,1 ± 18,4**	**5,75**	**100**	**21,6 ± 11,5**	**7,81**	**53,3**
Ni	**1,05 ± 1,55**	**0,29**	**9,61**	**0,81 ± 2,30**	**0,08**	**12,7**	**0,09 ± 0,05**	**0,02**	**0,19**
Pb	**0,63 ± 1,08**	**0,04**	**6,52**	**0,11 ± 0,11**	**0,01**	**0,47**	**0,44 ± 2,15**	**0,006**	**10,9**
Sb	**<0,009**	**–**	**–**	**<0,009**	**–**	**–**	**<0,009**	**–**	**–**
Se	**0,12 ± 0,15**	**0,002**	**0,8**	**0,18 ± 0,09**	**0,04**	**0,38**	**0,05 ± 0,04**	**0,005**	**0,15**
Sr	**2,14 ± 2,08**	**0,22**	**12,3**	**3,53 ± 2,24**	**0,96**	**8,75**	**5,55 ± 7,91**	**1,54**	**41,6**
Ti	**0,18 ± 0,18**	**0,04**	**0,93**	**0,18 ± 0,12**	**0,05**	**0,61**	**0,13 ± 0,06**	**0,07**	**0,37**
Tl	**0,26 ± 0,35**	**0,002**	**1,84**	**0,37 ± 0,21**	**0,08**	**0,8**	**0,08 ± 0,07**	**0,004**	**0,26**
Zn	**5,05 ± 3,64**	**0,94**	**21**	**1,82 ± 1,24**	**0,13**	**4,69**	**0,33 ± 0,87**	**0,02**	**4,5**

Prema dobivenim rezultatima ekstrakcije amonijevim nitratom može se vidjeti da su koncentracije *berilija* (Be), *molibdena* (Mo), *antimona* (Sb), te pojedini uzorci *litija* (Li) ispod detekcijske granice.

Elementi s visokim udjelima su Al 135 mg/kg, Ca 512 mg/kg, K 183 mg/kg, Mg 134 mg/kg, Mn 155 mg/kg.

Aluminij (Al) je zastupljen u rasponu 21,3–960 mg/kg što je jako velika razlika pa možemo zaključiti da su pojedini uzorci kontaminirani.Zastupljenost se smanjuje tako da pri pH>6 iznosi 0,91 mg/kg. *Arsen* (As) se pojavljuje u rasponu od 0,01 do 0,25 mg/kg sa srednjom vrijednošću od 0,07 mg/kg. *Barij* (Ba) se može naći u rasponu 2,76–82,5 mg/kg kojemu je srednja vrijednost od 13,4 mg/kg maksimalna vrijednost jako odstupa te je pronađena samo u jednom uzorku. Udio *berilija* (Be) je u uzorcima tala iz svih triju područja pH-vrijednosti podjednak te iznosi 0,006–0,05 mg/kg. Vrijednost *kalcija* (Ca) je najmanja pri pH<5 te iznosi 512 mg/kg, dok pri pH od 5-6 iznosi 937 mg/kg, najveća srednja vrijednost je 1245 mg/kg pri pH >6. *Kadmij* (Cd) se nalazi u rasponu 0,02–0,07 mg/kg što je manja vrijednost u usporedbi s literaturom koja iznosi 0,134 mg/kg(Khan *et al*., 2009). *Kobalt* (Co) se javlja u jako malim koncentracijama od 0,06 mg/kg pri pH>6 do 1,18 mg/kg pri pH <5. Udio *kroma* (Cr) se kreće od 0,02 do 0,12 mg/kg. Udio *bakra* (Cu) u danoj literaturi iznosi 1,23 mg/kg dok se njegova vrijednost kod nas kreće 0,19–0,14 mg/kg (Khan *et al*., 2009). Vrijednost *željeza* (Fe) pri pH<5 iznosi 75,8 mg/kg dok pri pH>6 iznosi samo 0,97 mg/kg, pri pH od 5 do 6 udio (Fe) je 6,49 mg /kg. *Kaliju* (K) se udio kreće 133–183 mg/kg što iznosi dosta manje u usporedbi sa literaturom u kojoj vrijednost iznosi 351 mg/kg (Khan *et al*., 2009). Prosječna vrijednost *litija* (Li) je vrlo mala pa se u većini uzoraka nalazi ispod limita detekcije te iznosi 0,02 mg/kg. Porastom pH povećava se i udio *magnezija* (Mg) od 134 do 291 mg/kg čija vrijednost pri pH <5 je vrlo slična onoj opisanoj u literaturi koja iznosi 116 mg/kg (Khan *et al*., 2009).

Udio *mangana* (Mg) je najveći pri pH 5-6 te iznosi 232 mg/kg dok najmanja vrijednost iznosi 53,6 mg/kg pri pH>6, koja je puno veća od vrijednosti zabilježene u literaturi koja iznosi 0,24 mg/kg (Khan *et al*., 2009). Vrijednost *molibdena* (Mo) je ispod limita detekcije te iznosi 0,002–0,006mg/kg. *Natrij* (Na) je prilično jednolik te se kreće 21,6–30,8 mg/kg u usporedbi s literaturom 13,2 mg/kg udio natrija je povišen (Khan *et al*., 2009). *Nikal* (Ni) se pojavljuje u vrlo maloj koncentraciji 0,09–1,05 mg/kg, udio nikla u literature iznosi 0,058 mg/kg što je podjednako s količinom (Ni) pri pH >6 (Khan *et al*., 2009). Udio *olova* (Pb) je jednolik te se kreće 0,11–0,63 mg/kg. *Antimon* (Sb) se nalazi ispod limita detekcije a srednja vrijednost mu iznosi 0,005 mg/kg ta vrijednost je mala zbog njegove otrovnosti.

Udio *selenija* (Se) je jako mali te se kreće u vrijednostima od 0,05 do 0,18 mg/kg. *Stroncij* (Sr) se u sva tri pH područja pojavljuje ravnomjerno sa srednjom vrijednošću od 3,53 mg/kg.

Udio *titana* (Ti) je jako malen te mu srednja vrijednost iznosi 0,18 mg/kg. *Talij* (Tl) se isto tako nalazi u malim udjelima; 0,08–0,37mg/kg. Vrijednost *cinka* (Zn) je najmanja pri pH>6 i ona iznosi 0,33 mg/kg, dok je najveća pri pH <5 i iznosi 5,05 mg/kg, pri pH 5–6 udio iznosi 1,82 mg/kg što je približno sa literaturom gdje vrijednost *cinka* iznosi 2,97 mg/kg (Khan *et al*., 2009).

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu rađena je ekstrakcija metala i polumetala blagim ekstrakcijskim sredstvima:
(i) vodenom otopinom amonijeva klorida NH_4Cl, $c = 0{,}1$ mol dm^{-3} i
(ii) vodenom otopinom amonijeva nitrata NH_4NO_3, $c = 0{,}1$ mol dm^{-3}.
Dobivene vrijednosti uspoređene su međusobno te sa literaturom. Za većinu ovdje analiziranih uzoraka, dobiveni rezultati su vrlo slični ili podjednaki, dok pojedini uzorci pokazuju određena odstupanja čiji je uzrok potrebno detaljnije istražiti.

6. LITERATURA

Currie, L.A., 1999: Detection and quantificatio limits: origins and historical overview, Analytica Chimica Acta, 391 (2): 127-134.

Galović, L., Z. Peh, 2014: Eolian contribution to geochemical and mineralogical characteristics of some soil types in Medvednica Mountain, Croatia, Catena, 117 (SI): 145-156.

Galović, L., Z. Peh, J. Halamić, D. Bukovec, 2012: Geochemical atlas of the Medvednica Mt.: natural distribution of geochemical elements in stream sediments, J. Maps, 8 (4): 478-483.

Jelaska, S.D., T.Nikolić, 2000: Geochemical control of the forest plant diversity on Mt.Medvednica, Croatia, Period. biol.,102 (3): 237-243.

Khan, K.S., S. Heinze, R.G. Joergensen, 2009: Simultaneous measurement of S, macronutrients, and heavy metals in the soil microbial biomass with $CHCl_3$ fumigation and NH_4NO_3 extraction, Soil Biology and Biochemistry 41: 309-314.

Pernar, N., J. Vukelić, D. Bakšić, D. Baričević, I. Perković, S. Miko, B. Vrbek, 2009: Soil properties in beech-fir forests on Mt. Medvednica (NW Croatia), Periodicum biol., 111 (4): 427-434.

Šerić Jelaska, L., M. Blanuša, P. Durbešić, S.D. Jelaska, 2007: Heavy metal concentrations in ground beetles, leaf litter, and soil of a forest ecosystem, Ecotoxicol. Environ. Saf., 66: 74-81.

Wood, J.M., 1974: Biological Cycles for Toxic Element sin the Environment, Science, 183 (4129): 1049-1052.

7. PRILOZI

Tablica 9. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH < 5)

pH < 5	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1_J16_1,04600g	3,82	166	0,149	7,96	< 0,015	283	0,140	0,288	0,159	0,191	198	248	0,118	167	24,8	< 0,002	98,2	1,13	1,57	< 0,018	0,030	2,35	0,170	0,028	11,0
2_J1_0,97890g	3,92	167	0,069	10,0	< 0,015	334	0,078	1,01	0,188	0,380	218	139	0,112	142	57,7	< 0,002	81,5	0,785	1,89	< 0,018	0,076	1,29	0,142	0,079	6,62
3_M731_1,05876g	4,11	112	0,019	7,47	< 0,015	322	0,025	0,881	0,076	0,200	42,7	138	0,055	80,2	119	< 0,002	45,0	1,02	1,01	< 0,018	0,112	1,24	0,061	0,198	2,18
4_M614_1,00469g	4,12	157	0,059	7,36	< 0,015	64,2	0,076	1,11	0,145	0,168	115	84,2	0,093	114	50,5	< 0,002	92,4	0,828	1,53	< 0,018	0,056	0,858	0,135	0,081	4,69
5_M716_0,96100g	4,12	1562	0,795	121	< 0,015	2140	1,694	8,95	1,876	2,374	1455	1323	0,963	2310	570	< 0,002	1889	11,86	10,1	< 0,018	0,616	23,3	2,52	0,822	86,0
6_M783_1,05402g	4,36	150	0,066	7,43	< 0,015	97,1	0,086	0,293	0,146	0,096	198	253	0,063	150	3,60	< 0,002	142	1,12	0,736	< 0,018	0,011	0,857	0,125	0,001	4,16
7_M625_0,95048g	4,38	138	0,113	6,34	< 0,015	591	0,189	0,807	0,151	0,118	98,3	228	0,039	242	95,2	< 0,002	199	0,847	0,647	< 0,018	0,107	2,40	0,170	0,141	7,72
8_M936_1,05394g	4,40	105	0,067	11,6	< 0,015	955	0,202	0,732	0,092	0,080	53,1	65,8	0,097	159	204	< 0,002	108	0,586	0,627	< 0,018	0,170	3,31	0,220	0,303	4,89
9_M413_1,01132g	4,41	146	0,065	10,5	< 0,015	195	0,113	0,855	0,092	0,158	72,8	101	0,088	101	68,6	< 0,002	75,7	0,925	1,12	< 0,018	0,061	1,27	0,060	0,115	4,78
10_M416_0,94489g	4,42	169	0,058	2,62	< 0,015	48,3	0,175	0,309	0,122	0,140	89,4	159	0,068	121	3,30	< 0,002	103	0,505	0,504	< 0,018	0,046	0,223	0,149	< 0,017	4,67
11_M832_0,63297g	4,42	201	0,047	8,81	< 0,015	106	0,066	0,573	0,135	0,137	124	122	0,075	97,8	19,8	< 0,002	139	0,840	1,44	< 0,018	< 0,018	0,768	0,123	0,027	3,57
12_M364_0,92518g	4,44	175	0,077	10,6	< 0,015	279	0,123	1,15	0,163	0,246	176	169	0,093	147	69,4	< 0,002	136	1,09	1,16	< 0,018	0,079	1,81	0,120	0,095	6,08
13_M782_1,01807g	4,45	108	< 0,020	8,10	< 0,015	425	0,039	0,343	0,058	0,168	55,9	141	0,039	140	58,2	< 0,002	66,5	0,651	0,445	< 0,018	0,040	2,05	0,087	0,079	2,29
14_M518_0,98879g	4,48	134	0,031	25,6	< 0,015	464	0,087	0,960	0,171	0,202	124	160	0,037	162	91,1	< 0,002	114	0,917	0,791	< 0,018	0,077	1,47	0,601	0,133	6,38
15_M717_0,96659g	4,52	145	0,054	6,04	< 0,015	207	0,073	0,303	0,111	0,081	93,2	81,6	0,054	87,3	14,9	< 0,002	80,0	0,727	1,29	< 0,018	0,020	1,12	0,095	< 0,017	4,00
16_M267_0,91375g	4,56	78,1	0,031	12,1	< 0,015	288	0,089	0,807	0,061	0,139	4,40	163	< 0,033	91,5	491	< 0,002	78,7	0,994	0,195	< 0,018	0,401	1,00	0,058	0,743	2,39
17_M833_1,01032g	4,56	164	0,084	7,89	< 0,015	149	0,186	0,471	0,153	0,077	251	172	0,150	227	14,0	< 0,002	278	1,53	1,09	< 0,018	< 0,018	1,73	0,230	< 0,017	8,03
18_J17_1,03756g	4,56	143	0,039	10,0	< 0,015	343	0,102	2,19	0,166	0,119	56,7	206	0,076	283	179	< 0,002	65,9	1,06	0,729	< 0,018	0,144	2,58	0,077	0,266	4,47
19_M415_1,01895g	4,59	125	0,038	3,22	< 0,015	361	0,118	0,647	0,102	0,171	50,7	110	0,052	152	28,5	< 0,002	146	0,522	0,218	< 0,018	0,052	0,891	0,239	0,048	3,59
20_M419_0,91639g	4,59	161	0,021	21,1	< 0,015	135	0,073	1,11	0,100	0,169	18,0	133	< 0,033	69,3	284	< 0,002	90,5	0,678	0,795	< 0,018	0,244	0,618	0,052	0,428	2,85
21_M411_0,97611g	4,63	114	0,045	10,5	< 0,015	131	0,095	2,19	0,092	0,037	15,8	123	< 0,033	147	303	< 0,002	89,2	1,06	0,640	< 0,018	0,262	0,922	0,059	0,461	3,46
22_M519_0,97524g	4,65	124	0,028	7,99	< 0,015	747	0,260	0,647	0,086	0,068	30,1	148	0,039	167	76,8	< 0,002	90,3	0,733	0,266	< 0,018	0,092	1,87	0,222	0,119	7,99
23_M369_1,00589g	4,67	121	0,028	5,15	< 0,015	488	0,055	0,428	0,110	0,081	68,2	119	0,065	230	20,4	< 0,002	114	0,504	0,137	< 0,018	0,026	1,70	0,146	0,030	2,68
24_M663_0,97674g	4,67	130	0,091	8,14	< 0,015	475	0,118	0,817	0,175	0,197	81,5	147	0,038	257	108	< 0,002	179	0,632	0,437	< 0,018	0,097	1,94	0,240	0,160	4,77
25_M362_1,03681g	4,74	110	0,038	10,7	< 0,015	393	0,097	2,24	0,091	0,119	24,1	95,7	0,047	145	333	< 0,002	195	0,798	0,615	< 0,018	0,267	1,37	0,068	0,492	4,17
26_M780_0,93919g	4,75	133	0,023	11,1	< 0,015	353	0,074	1,41	0,044	0,045	34,4	193	< 0,033	139	189	< 0,002	57,5	0,666	0,540	< 0,018	0,142	1,73	0,078	0,280	3,26
27_M730_0,98979g	4,81	88,7	< 0,020	14,8	< 0,015	585	0,070	1,05	0,023	-0,025	11,8	103	0,052	250	228	< 0,002	69,0	0,468	0,146	< 0,018	0,189	1,81	0,065	0,331	3,27
28_M312_1,05089g	4,85	21,6	< 0,020	13,5	< 0,015	949	0,065	0,963	0,035	0,140	2,60	85	< 0,033	185	123	< 0,002	82,3	0,554	0,056	< 0,018	0,101	3,18	0,137	0,179	0,826
29_M363_0,99842g	4,86	93,6	0,029	10,2	< 0,015	712	0,128	0,563	0,059	0,071	31,9	90,6	0,054	147	80,6	< 0,002	129	0,656	0,472	< 0,018	0,068	2,76	0,106	0,113	4,01
30_M318_1,02411g	4,87	129	0,028	9,43	< 0,015	177	0,085	0,952	0,088	0,148	32,5	133	0,044	80,5	135	< 0,002	83,8	0,787	0,971	< 0,018	0,117	0,687	0,070	0,202	2,41
31_M569_0,95651g	4,88	120	0,065	8,40	< 0,015	660	0,200	1,50	0,095	0,228	32,9	171	< 0,033	211	136	< 0,002	209	0,888	0,643	< 0,018	0,142	2,13	0,215	0,193	5,23
32_M313_0,94561g	4,88	56,8	0,049	9,97	< 0,015	1038	0,056	0,776	0,053	0,097	14,1	100	0,044	169	82,4	< 0,002	85,3	0,477	0,264	< 0,018	0,060	5,56	0,121	0,120	1,85
33_M361_0,99542g	4,90	26,8	0,040	13,1	< 0,015	972	0,122	1,32	0,038	0,077	4,09	269	< 0,033	305	447	< 0,002	71,3	0,594	0,090	< 0,018	0,350	4,77	0,122	0,632	2,51
34_M466_0,97189g	4,95	78,4	0,035	4,75	< 0,015	854	0,160	0,934	0,103	0,188	22,5	137	< 0,033	230	134	< 0,002	116	0,334	0,118	< 0,018	0,140	1,90	0,581	0,176	4,32
35_M513_0,99333g	4,97	133	< 0,020	32,1	0,0366	497	0,170	4,73	0,079	0,135	9,17	117	0,074	199	571	< 0,002	55,8	2,02	0,557	< 0,018	0,445	2,48	0,068	0,829	5,86
36_M412_0,52249g	4,98	140	0,065	17,7	< 0,015	418	0,133	2,00	0,090	0,251	16,9	139	< 0,033	145	561	< 0,002	184	1,00	0,505	< 0,018	0,457	1,80	0,129	0,827	4,75

Tablica 10. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH između 5 i 6)

pH = 5-6	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1'_M817_0,97595g	5,01	86,6	0,028	9,91	< 0,015	183	0,058	1,48	0,076	-0,020	14,1	69,9	< 0,033	86,8	238	< 0,002	46,3	0,574	0,694	< 0,018	0,238	1,22	0,035	0,413	2,26
2'_M724_1,01429g	5,02	95,0	0,069	7,50	< 0,015	441	0,143	0,794	0,045	-0,026	12,3	66,2	< 0,033	55,7	326	< 0,002	21,5	0,613	0,706	< 0,018	0,315	0,876	0,057	0,560	4,47
3'_M764_0,93272g	5,11	77,6	0,039	9,33	0,0284	554	0,102	1,99	0,067	-0,011	5,38	87,1	0,066	221	314	< 0,002	50,4	1,15	0,302	< 0,018	0,280	2,16	0,035	0,544	2,78
4'_M469_1,04490g	5,12	48,3	0,021	10,9	< 0,015	863	0,181	0,654	0,046	-0,011	4,51	152	0,044	183	444	< 0,002	44,2	0,615	0,134	< 0,018	0,402	3,37	0,146	0,732	3,30
5'_M670_0,97084g	5,15	63,5	< 0,020	19,3	< 0,015	794	0,081	1,26	0,034	0,033	6,50	183	< 0,033	128	191	< 0,002	44,3	0,361	0,135	< 0,018	0,176	2,39	0,120	0,323	3,28
6'_M835_1,02352g	5,15	27,0	0,024	7,81	< 0,015	827	0,034	0,510	0,027	0,059	5,65	113	< 0,033	229	125	< 0,002	39,5	0,209	0,090	< 0,018	0,103	1,73	0,134	0,196	1,02
7'_M884_0,95252g	5,17	34,6	0,167	8,10	< 0,015	n.d.	0,089	0,989	0,082	0,114	11,8	182	0,048	172	163	< 0,002	78,4	0,371	0,143	< 0,018	0,156	2,27	0,194	0,260	1,73
8'_M260_0,96457g	5,17	13,7	0,068	5,23	< 0,015	782	0,080	0,357	0,054	0,101	4,63	70,2	< 0,033	366	94,8	< 0,002	77,0	0,088	0,057	< 0,018	0,109	0,962	0,135	0,145	0,334
9'_M831_0,95457g	5,19	25,1	0,027	18,0	< 0,015	410	0,126	0,284	0,035	0,034	3,43	245	< 0,033	120	495	< 0,002	24,3	0,417	0,074	< 0,018	0,449	1,81	0,069	0,820	2,17
10'_M667_0,95701g	5,22	56,7	0,040	10,2	< 0,015	n.d.	0,048	0,807	0,055	0,040	8,98	87,0	0,038	316	159	< 0,002	82,0	0,218	0,062	< 0,018	0,147	4,43	0,227	0,255	1,72
11'_M778_0,93528g	5,23	52,4	< 0,020	12,3	0,0255	468	0,144	2,63	0,572	-0,078	3,11	122	0,050	346	380	< 0,002	35,3	13,7	0,120	< 0,018	0,325	2,54	0,049	0,635	3,25
12'_M212_0,95618g	5,25	24,1	0,038	13,8	< 0,015	674	0,116	0,403	0,043	0,074	4,03	89,3	0,044	96,4	384	< 0,002	43,3	0,378	0,101	< 0,018	0,361	1,59	0,084	0,615	2,12
13'_M665_1,02070g	5,32	32,4	0,069	8,49	< 0,015	909	0,052	0,97	0,177	0,125	15,0	88,3	< 0,033	569	211	< 0,002	145	0,421	0,041	< 0,018	0,187	3,90	0,235	0,339	1,14
14'_M161_0,99517g	5,32	39,0	0,038	6,75	< 0,015	892	0,055	0,50	0,055	0,010	9,17	82,2	< 0,033	117	93,5	< 0,002	46,9	0,228	0,138	< 0,018	0,101	1,38	0,142	0,148	0,948
15'_M987_1,05785g	5,32	24,7	0,066	11,8	< 0,015	n.d.	0,125	0,53	0,077	0,072	7,65	121	0,051	251	188	< 0,002	55,6	0,180	0,108	< 0,018	0,174	4,11	0,258	0,282	2,01
16'_M3_0,96967g	5,38	30,5	0,052	7,74	< 0,015	925	0,111	0,202	0,066	0,126	14,8	170	< 0,033	274	96,1	0,004	53,9	0,136	0,146	< 0,018	0,147	1,97	0,502	0,152	3,38
17'_M314_0,96028g	5,47	5,13	0,027	12,0	< 0,015	979	0,066	0,216	0,020	-0,060	0,79	122	< 0,033	144	182	< 0,002	46,2	0,202	0,027	< 0,018	0,179	3,75	0,102	0,305	0,267
18'_M776_0,92276g	5,58	26,6	< 0,020	17,1	< 0,015	629	0,095	0,879	0,032	0,056	3,06	178	< 0,033	161	188	< 0,002	40,4	0,993	0,183	< 0,018	0,169	2,03	0,049	0,323	1,70
19'_M676_1,03922g	5,58	12,5	0,390	7,52	< 0,015	n.d.	0,069	0,218	0,055	0,125	4,38	107	< 0,033	208	185	< 0,002	66,0	0,135	0,133	< 0,018	0,194	3,02	0,262	0,300	1,84
20'_M1036_1,02247g	5,60	28,7	< 0,020	20,5	< 0,015	519	0,125	0,434	0,031	0,001	2,61	98,9	< 0,033	88,6	405	< 0,002	54,0	0,428	0,093	< 0,018	0,389	1,68	0,055	0,697	2,16
21'_M668_0,94506g	5,62	11,0	0,047	13,7	< 0,015	n.d.	0,054	0,099	0,016	0,038	2,69	187	0,064	330	240	< 0,002	25,2	0,091	0,038	< 0,018	0,246	6,70	0,210	0,390	0,95
22'_M215_1,01270g	5,64	5,82	0,027	4,33	< 0,015	n.d.	0,018	0,233	0,030	0,115	2,21	55,0	0,042	357	124	< 0,002	59,3	0,224	0,011	< 0,018	0,127	3,50	0,163	0,201	0,295
23'_M886_1,03747g	5,71	10,5	0,042	12,4	< 0,015	n.d.	0,096	0,309	0,035	0,020	1,98	51,0	< 0,033	120	229	< 0,002	37,0	0,131	0,049	< 0,018	0,221	1,80	0,198	0,390	0,756
24'_M617_0,99451g	5,74	20,7	0,048	8,98	< 0,015	n.d.	0,047	0,244	0,025	-0,010	4,59	157	0,059	490	196	< 0,002	50,0	0,119	0,042	< 0,018	0,184	7,31	0,228	0,320	1,15
25'_M933_0,94452g	5,75	24,1	0,042	12,2	< 0,015	850	0,227	0,531	0,030	-0,072	1,85	57,4	< 0,033	106	295	< 0,002	33,0	0,298	0,092	< 0,018	0,287	1,44	0,088	0,504	1,93
26'_M728_nema	5,80																								
27'_M417(J24)0,93436	5,80	7,32	< 0,020	21,0	< 0,015	1120	0,023	0,141	0,053	-0,014	1,66	126	< 0,033	235	52,6	< 0,002	50,6	0,079	0,015	< 0,018	0,085	4,55	0,179	0,096	0,247
28'_M984_1,04950g	5,80	6,81	0,045	12,3	< 0,015	n.d.	0,199	0,120	0,042	0,135	2,18	152	0,044	136	307	< 0,002	63,1	0,505	0,051	< 0,018	0,295	3,96	0,193	0,505	1,44
29'_M213_0,92833g	5,84	3,01	0,037	6,67	< 0,015	1055	0,021	0,131	0,020	0,023	1,57	88,1	< 0,033	129	102	< 0,002	42,3	0,176	0,014	< 0,018	0,110	4,21	0,112	0,179	0,098
30'_M575_0,95054g	5,93	2,18	< 0,020	6,10	< 0,015	n.d.	0,040	0,302	0,024	-0,006	0,99	234	0,063	423	133	< 0,002	27,8	0,478	0,019	< 0,018	0,142	7,57	0,171	0,230	0,251
31'_M108_1,00519g	5,98	4,52	0,045	7,42	< 0,015	630	0,047	0,230	0,039	0,000	1,00	90,2	< 0,033	218	98,6	< 0,002	71,1	0,075	0,025	< 0,018	0,099	1,24	0,064	0,172	0,092

Tablica 11. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH >6)

pH > 6	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1*_M162_nema	6,05																								
2*_M214_0,91450g	6,10	3,15	0,043	7,01	< 0,015	1282	0,015	0,075	0,023	0,030	1,740	169	0,041	185	47,3	< 0,002	49,6	0,069	0,02	< 0,018	0,040	5,02	0,153	0,080	0,038
3*_M160_1,04568g	6,13	0,643	0,021	7,78	< 0,015	n.d.	0,019	0,059	0,013	0,030	0,348	180	0,036	824	57,7	< 0,002	35,3	0,036	0,01	< 0,018	0,049	1,42	0,170	0,096	< 0,017
4*_J4/2_0,91090g	6,16	5,01	0,064	13,7	< 0,015	1047	0,034	0,102	0,036	1,294	2,673	60,3	0,048	622	125	< 0,002	86,6	0,125	0,02	< 0,018	0,135	1,25	0,157	0,194	0,071
5*_M261_0,68711g	6,17	2,84	0,064	6,22	< 0,015	1699	0,059	0,064	0,030	0,219	1,502	156	< 0,033	866	127	< 0,002	127	0,169	0,01	< 0,018	0,107	1,86	0,219	0,184	0,413
6*_M1035_1,00433g	6,30	1,98	0,057	6,43	< 0,015	1323	0,037	0,105	0,010	0,039	0,707	223	0,047	198	141	< 0,002	77,6	0,116	0,03	< 0,018	0,120	14,1	0,155	0,222	0,365
7*_J23_0,94516g	6,31	1,87	0,014	26,9	< 0,015	1315	0,039	0,039	0,017	0,090	0,799	149	< 0,033	315	224	< 0,002	45,2	0,105	0,02	< 0,018	0,191	5,65	0,138	0,361	0,149
8*_M320_1,02050g	6,43	0,337	0,037	5,74	< 0,015	n.d.	0,007	0,033	0,006	0,034	0,245	52,6	0,052	131	44,0	< 0,002	59,9	0,014	< 0,007	< 0,018	0,036	1,77	0,192	0,070	< 0,017
9*_MD3_0,96418g	6,45	0,906	0,151	11,9	< 0,015	n.d.	0,055	0,050	0,010	0,089	0,441	229	0,042	204	229	< 0,002	63,6	0,157	0,011	< 0,018	0,202	3,62	0,209	0,356	0,061
10*_M938_0,97030g	6,47	1,16	0,219	8,69	< 0,015	n.d.	0,066	0,079	0,024	0,108	1,115	174	0,043	240	92,3	< 0,002	112	0,199	< 0,007	< 0,018	0,077	4,67	0,226	0,139	0,150
11*_M210_1,05018g	6,50	1,18	0,030	6,81	< 0,015	n.d.	0,018	0,092	0,020	0,099	2,109	225	< 0,033	866	78,7	< 0,002	54,3	0,053	0,017	< 0,018	0,068	1,47	0,186	0,116	0,019
12*_M1086_0,98358g	6,53	1,24	< 0,020	13,9	< 0,015	1282	0,050	0,042	0,011	0,075	0,432	81,6	< 0,033	159	129	< 0,002	47,9	0,071	0,013	< 0,018	0,099	2,13	0,130	0,212	0,189
13*_M775_0,95815g	6,57	0,690	0,153	18,8	< 0,015	n.d.	0,025	0,104	0,015	0,095	0,814	493	0,037	186	84,7	< 0,002	39,0	0,204	< 0,007	< 0,018	0,064	37,3	0,261	0,132	0,044
14*_M985_0,97913g	6,70	1,48	0,058	7,80	< 0,015	n.d.	0,039	0,059	0,031	0,114	1,618	261	0,059	227	61,4	< 0,002	111	0,100	< 0,007	< 0,018	0,072	6,86	0,271	0,090	0,215
15*_M109_1,00781g	6,78	0,842	< 0,020	6,22	< 0,015	1053	0,015	0,042	0,013	0,033	0,300	254	< 0,033	249	107	< 0,002	61,1	0,087	< 0,007	< 0,018	0,088	2,95	0,095	0,172	< 0,017
16*_M514_1,05215g	6,78	0,950	0,021	10,7	< 0,015	n.d.	0,021	0,092	0,031	0,184	0,814	296	0,062	436	144	< 0,002	86,8	0,232	0,010	< 0,018	0,130	7,16	0,176	0,208	0,589
17*_M209_0,98965g	6,84	0,156	0,054	6,35	< 0,015	n.d.	0,019	0,033	0,005	0,050	0,041	246	0,049	479	18,0	< 0,002	35,4	0,071	< 0,007	< 0,018	0,036	1,78	0,191	0,038	< 0,017
18*_M887_1,00000g	6,85	0,807	0,130	7,58	< 0,015	n.d.	0,023	0,062	0,013	0,108	1,346	159	0,038	221	90,8	< 0,002	89,8	0,090	< 0,007	< 0,018	0,080	2,96	0,202	0,140	0,158
19*_M163_0,98569g	6,86	0,646	0,062	7,11	< 0,015	n.d.	0,026	0,083	0,013	0,159	0,470	193	0,055	180	75,1	< 0,002	54,0	0,161	< 0,007	< 0,018	0,072	4,69	0,295	0,116	< 0,017
20*_M259_1,05494g	7,00	0,409	0,041	6,10	< 0,015	n.d.	0,010	0,035	0,007	0,080	0,458	316	< 0,033	863	40,9	0,006	60,7	0,036	0,008	< 0,018	< 0,018	1,83	0,172	0,070	< 0,017
21*_M211_nema	7,04																								
22*_M24_1,00330g	7,08	0,529	0,023	3,60	< 0,015	n.d.	0,485	0,033	0,004	0,287	1,373	141	0,051	779	72,7	< 0,002	51,5	0,082	12,9	< 0,018	0,076	2,24	0,166	0,105	4,53
23*_M774_1,00000g	7,09	0,437	0,038	3,74	< 0,015	n.d.	0,007	0,024	0,006	0,050	0,295	212	0,050	153	25,1	0,008	28,3	0,026	< 0,007	< 0,018	< 0,018	9,87	0,244	0,049	< 0,017
24*_M1039_1,03644g	7,17	1,10	0,056	3,84	< 0,015	1155	0,009	0,046	0,021	-0,011	0,740	45,9	< 0,033	70,3	22,6	< 0,002	50,2	0,075	< 0,007	< 0,018	< 0,018	3,83	0,113	0,043	< 0,017
25*_M1038_nema	7,30																								
26*_M159_1,04354g	7,35	0,448	< 0,020	5,28	< 0,015	n.d.	0,006	0,057	0,008	0,144	0,571	210	< 0,033	717	34,3	< 0,002	44,6	0,081	< 0,007	< 0,018	0,048	1,94	0,198	0,056	< 0,017
27*_M110_0,90627g	7,38	0,181	< 0,020	5,60	< 0,015	1511	0,008	0,073	0,002	0,047	0,082	171	0,047	695	26,5	< 0,002	40,2	0,074	< 0,007	< 0,018	0,024	1,69	0,176	0,048	< 0,017
28*_M58_1,05883g	7,42	0,307	0,024	6,32	< 0,015	n.d.	0,006	0,045	0,009	0,109	0,252	189	< 0,033	738	13,7	0,002	39,1	0,051	< 0,007	< 0,018	0,022	2,69	0,172	0,027	< 0,017
29*_M21_0,94629g	7,50	0,187	< 0,020	3,21	< 0,015	1412	0,005	0,019	0,002	0,305	0,136	42,1	0,037	210	14,4	0,009	51,8	0,026	< 0,007	< 0,018	< 0,018	2,49	0,166	0,026	< 0,017
30*_M111_0,93181g	7,54	0,942	0,044	5,51	< 0,015	n.d.	0,014	0,051	0,024	0,168	0,707	188	0,064	172	25,6	0,010	61,4	0,102	< 0,007	< 0,018	0,045	4,43	0,315	0,040	0,161
31*_M2_1,06203g	7,80	0,292	< 0,020	7,08	< 0,015	n.d.	0,002	0,014	0,008	0,180	0,183	75,5	< 0,033	107	4,85	0,023	58,7	0,062	< 0,007	< 0,018	0,019	4,43	0,178	< 0,017	< 0,017
32*_M7_1,01274g	7,97	0,153	< 0,020	4,42	< 0,015	n.d.	0,002	0,026	0,005	0,206	0,006	94,2	0,059	107	5,16	0,022	61,8	0,099	< 0,007	< 0,018	< 0,018	3,68	0,178	< 0,017	< 0,017

Tablica 12. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH <5)

pH < 5	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1_J16_0,98775g	3,82	140	0,174	8,98	< 0,009	289	0,081	0,269	0,150	0,100	165	256	0,112	125	23,7	< 0,004	25,0	1,06	0,967	< 0,009	0,031	2,34	0,178	0,032	11,2
2_J1_1,01396g	3,92	132	0,091	11,1	< 0,009	344	0,044	0,954	0,180	0,355	194	144	0,118	109	55,7	< 0,004	20,4	0,719	1,22	< 0,009	0,050	1,30	0,152	0,075	6,40
3_M731_0,99812g	4,11	961	0,224	82,5	< 0,009	3342	0,134	8,15	0,736	2,06	385	1405	0,579	595	1122	< 0,004	77,9	9,61	6,52	< 0,009	0,797	12,3	0,931	1,84	21,0
4_M614_1,03735g	4,12	126	0,068	8,12	< 0,009	68,6	0,053	1,07	0,142	0,107	105	87,0	0,083	88,0	49	< 0,004	24,6	0,795	0,944	< 0,009	0,044	0,892	0,140	0,082	4,63
5_M716_0,94409g	4,12	131	0,108	14,0	< 0,009	213	0,091	0,807	0,187	0,124	135	137	0,102	175	54,3	< 0,004	58,6	1,12	0,614	< 0,009	0,061	2,40	0,233	0,074	8,20
6_M783_0,92230g	4,36	137	0,096	8,79	< 0,009	105	0,051	0,282	0,147	0,175	187	270	0,064	116	3,57	< 0,004	44,2	1,10	0,487	< 0,009	0,015	0,901	0,118	< 0,007	4,15
M625_0,11140g sumnj	4,38	303	0,247	11,4	< 0,009	779	0,151	0,976	0,205	0,422	169	247	< 0,025	191	93	< 0,004	62,7	1,26	1,08	< 0,009	0,063	2,85	0,128	0,239	9,93
8_M936_0,96506g	4,40	93,1	0,072	12,9	< 0,009	956	0,107	0,676	0,093	0,043	47,9	66,6	0,084	115	190	< 0,004	26,8	0,550	0,395	< 0,009	0,137	3,30	0,243	0,291	4,72
9_M413_1,06446g	4,41	119	0,059	11,3	< 0,009	205	0,080	0,780	0,089	0,119	62,1	103	0,079	74,4	63,5	< 0,004	16,6	0,865	0,677	< 0,009	0,052	1,26	0,057	0,094	4,67
10_M416_0,96349g	4,42	138	0,084	2,76	< 0,009	46,4	0,095	0,290	0,117	0,208	65,3	162	0,063	88,6	3,05	< 0,004	25,1	0,472	0,325	< 0,009	0,034	0,224	0,145	< 0,007	4,52
11_M832_nema	4,42																								
12_M364_0,93268g	4,44	138	0,152	11,2	< 0,009	276	0,070	1,02	0,160	0,211	155	178	0,099	103	63,6	< 0,004	36,0	0,981	0,674	< 0,009	0,112	1,78	0,088	0,171	5,66
13_M782_1,04988g	4,45	91,8	0,028	8,50	< 0,009	414	0,022	0,319	0,058	0,024	49,4	141	0,041	98,5	54,3	< 0,004	13,5	0,610	0,284	< 0,009	0,036	1,97	0,099	0,080	2,24
14_M518_0,97958g	4,48	114	0,052	27,3	< 0,009	462	0,040	0,888	0,170	0,249	109	165	0,082	117	83,1	< 0,004	31,1	0,853	0,561	< 0,009	0,078	1,44	0,629	0,124	6,07
15_M717_0,91236g	4,52	126	0,070	6,21	< 0,009	198	0,051	0,279	0,106	0,136	80	80,2	0,060	60,3	13,5	< 0,004	17,3	0,677	0,807	< 0,009	0,024	1,06	0,077	0,024	3,79
16_M267_1,04922g	4,56	63,8	0,025	12,0	< 0,009	279	0,052	0,732	0,057	0,128	3,89	163	0,028	63,8	443	< 0,004	19,0	0,904	0,143	< 0,009	0,329	0,953	0,057	0,716	2,24
17_M833_0,92543g	4,56	148	0,123	8,79	< 0,009	150	0,107	0,450	0,154	0,050	225	177	0,137	162	13,5	< 0,004	85,0	1,49	0,721	< 0,009	0,002	1,73	0,249	0,002	7,90
18_J17_1,05472g	4,56	120	0,055	10,4	< 0,009	332	0,067	2,00	0,159	0,108	46,0	208	0,054	201	161	< 0,004	15,3	1,00	0,446	< 0,009	0,118	2,47	0,097	0,264	4,25
19_M415_1,01819g	4,59	109	0,048	3,38	< 0,009	369	0,063	0,637	0,108	0,257	43,1	113	< 0,025	110	27,7	< 0,004	39,9	0,506	0,148	< 0,009	0,033	0,918	0,285	0,043	3,64
20_M419_0,94564g	4,59	133	0,028	21,2	< 0,009	133	0,050	1,00	0,096	0,116	16,1	132	0,049	47,4	249	< 0,004	21,6	0,653	0,501	< 0,009	0,192	0,596	0,035	0,401	2,78
21_M411_1,05475g	4,63	93,9	0,038	10,3	0,023	122	0,056	1,93	0,084	0,103	13,4	120	0,049	98,2	262	< 0,004	22,0	0,969	0,385	< 0,009	0,201	0,856	0,071	0,435	3,24
22_M519_0,92892g	4,65	110	0,048	8,33	< 0,009	712	0,118	0,573	0,083	0,099	22,1	149	< 0,025	115	68	< 0,004	21,0	0,674	0,185	< 0,009	0,076	1,83	0,213	0,099	7,51
23_M369_0,95671g	4,67	109	0,032	5,32	< 0,009	475	0,029	0,401	0,109	0,085	56,1	117	0,056	155	17,4	< 0,004	28,6	0,487	0,095	< 0,009	0,022	1,60	0,119	0,028	2,59
24_M663_1,04370g	4,67	105	0,089	8,38	< 0,009	405	0,049	0,620	0,145	0,147	63,8	131	0,043	158	76,8	< 0,004	41,0	0,541	0,290	< 0,009	0,072	1,64	0,202	0,123	3,86
25_M362_0,95930g	4,74	106	0,038	11,7	< 0,009	351	0,062	2,13	0,091	0,109	22,8	92,5	0,041	87,2	284	< 0,004	48,9	0,808	0,473	< 0,009	0,206	1,26	0,069	0,464	4,21
26_M780_1,06510g	4,75	104	0,017	10,5	< 0,009	320	0,045	1,23	0,040	0,069	26,8	181	0,032	88,4	159	< 0,004	9,51	0,593	0,307	< 0,009	0,122	1,53	0,078	0,265	2,94
27_M730_0,95298g	4,81	78,0	< 0,012	14,9	< 0,009	564	0,040	0,956	0,022	0,073	10,2	101	0,055	169	197	< 0,004	14,7	0,436	0,100	< 0,009	0,153	1,69	0,071	0,326	3,08
28_M312_0,93062g	4,85	21,3	0,014	14,6	< 0,009	935	0,025	0,886	0,036	0,050	2,15	86,5	< 0,025	126	107	< 0,004	18,3	0,550	0,044	< 0,009	0,078	3,05	0,114	0,180	0,935
29_M363_0,96150g	4,86	83,8	0,031	10,5	< 0,009	653	0,071	0,505	0,056	0,063	25,9	89,5	0,027	97,5	65,9	< 0,004	33,4	0,610	0,295	< 0,009	0,048	2,49	0,095	0,111	3,82
30_M318_0,94039g	4,87	117	0,027	9,33	< 0,009	168	0,058	0,867	0,084	0,067	26,4	132	0,043	53,5	114	< 0,004	20,3	0,745	0,616	< 0,009	0,100	0,625	0,050	0,185	2,31
31_M569_0,96531g	4,88	107	0,089	8,92	< 0,009	635	0,097	1,36	0,094	0,253	30,3	173	0,062	145	115	< 0,004	50,6	0,853	0,480	< 0,009	0,120	2,00	0,216	0,185	5,18
32_M313_1,02398g	4,88	47,9	0,049	9,73	< 0,009	945	0,026	0,683	0,050	0,029	10,8	98,4	< 0,025	113	70,6	< 0,004	18,8	0,423	0,165	< 0,009	0,056	5,08	0,123	0,122	1,73
33_M361_0,98274g	4,90	24,1	0,050	13,6	< 0,009	912	0,040	1,18	0,037	0,126	3,32	274	< 0,025	210	375	< 0,004	16,6	0,545	0,075	< 0,009	0,272	4,46	0,128	0,601	2,33
34_M466_1,01190g	4,95	66,0	0,047	4,78	< 0,009	791	0,055	0,759	0,096	0,160	13,6	138	< 0,025	155	108	< 0,004	30,4	0,297	0,097	< 0,009	0,105	1,74	0,521	0,165	3,97
35_M513_0,95870g	4,97	118	0,028	33,1	0,052	467	0,118	4,43	0,078	0,108	8,31	117	0,086	136	499	< 0,004	11,2	1,95	0,366	< 0,009	0,358	2,31	0,071	0,825	5,82

Tablica 13. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH između 5 i 6)

pH = 5-6	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1'_M817_1,03660g	5,01	72,2	0,036	10,6	< 0,009	192	0,034	1,36	0,073	0,087	11,6	67,5	< 0,025	75,8	225	< 0,004	23,2	0,534	0,433	< 0,009	0,189	1,22	0,070	0,404	2,12
2'_M724_0,93236g	5,02	83,9	0,073	8,88	< 0,009	490	0,103	0,788	0,049	0,068	12,3	67,4	< 0,025	52,1	339	< 0,004	5,75	0,624	0,466	< 0,009	0,270	0,958	0,074	0,586	4,68
3'_M764_0,98332g	5,11	66,4	0,039	10,7	0,015	579	0,065	1,90	0,066	0,073	4,78	86,9	0,029	201	316	< 0,004	26,5	1,125	0,198	< 0,009	0,263	2,29	0,071	0,548	2,76
4'_M469_1,06412g	5,12	42,7	0,020	12,8	< 0,009	881	0,072	0,576	0,047	0,084	4,64	153	< 0,025	162	421	< 0,004	23,5	0,591	0,115	< 0,009	0,330	3,52	0,168	0,709	3,28
5'_M670_1,07630g	5,15	51,8	0,021	21,8	< 0,009	816	0,034	1,16	0,033	0,016	5,94	183	< 0,025	116	190	< 0,004	22,5	0,330	0,101	< 0,009	0,149	2,52	0,128	0,318	3,19
6'_M835_1,01271g	5,15	25,0	0,018	9,45	< 0,009	863	0,011	0,461	0,029	0,070	4,93	112	< 0,025	205	121	< 0,004	19,2	0,200	0,071	< 0,009	0,089	1,84	0,124	0,183	1,05
7'_M884_0,98778g	5,17	30,8	0,175	9,67	< 0,009	n.d.	0,027	0,902	0,082	0,259	10,7	189	< 0,025	156	159	< 0,004	47,3	0,353	0,122	< 0,009	0,128	2,45	0,217	0,234	1,73
8'_M260_1,01211g	5,17	12,7	0,067	6,28	< 0,009	783	0,023	0,312	0,049	0,041	3,79	72,5	< 0,025	314	86,1	< 0,004	43,4	0,083	0,054	< 0,009	0,080	1,00	0,148	0,132	0,419
9'_M831_0,92285g	5,19	22,9	0,024	21,5	< 0,009	435	0,046	0,266	0,036	0,079	3,42	241	< 0,025	108	484	< 0,004	6,24	0,403	0,061	< 0,009	0,381	1,90	0,084	0,802	2,20
10'_M667_0,98657g	5,22	47,3	0,042	11,5	< 0,009	1325	0,014	0,699	0,054	0,039	8,06	85,9	< 0,025	273	152	< 0,004	50,7	0,196	0,051	< 0,009	0,120	4,60	0,228	0,240	1,65
11'_M778_1,05900g	5,23	43,5	< 0,012	13,5	0,013	478	0,081	2,33	0,513	0,047	2,69	119	< 0,025	303	358	< 0,004	9,21	12,7	0,085	< 0,009	0,264	2,62	0,045	0,588	3,20
12'_M212_nema	5,25																								
13'_M665_0,29478g	5,32	63,0	0,147	17,4	< 0,009	1582	0,031	1,39	0,281	0,362	27,9	93,6	< 0,025	689	280	< 0,004	100	0,746	0,064	< 0,009	0,207	6,18	0,461	0,442	2,47
14'_M161_0,92560g	5,32	35,3	0,031	8,27	< 0,009	969	0,020	0,456	0,054	0,040	8,05	83,9	< 0,025	108	92,7	< 0,004	23,4	0,223	0,108	< 0,009	0,064	1,51	0,154	0,143	0,977
15'_M987_0,94828g	5,32	24,1	0,053	14,6	< 0,009	n.d.	0,037	0,526	0,083	0,126	7,24	124	< 0,025	227	186	< 0,004	29,7	0,184	0,100	< 0,009	0,139	4,47	0,284	0,276	2,10
16'_M3_0,77259g	5,38	33,0	0,057	10,8	< 0,009	1118	0,038	0,211	0,076	0,185	17,7	175	< 0,025	262	105	< 0,004	31,6	0,155	0,144	< 0,009	0,138	2,38	0,606	0,139	3,77
17'_M314_1,03902g	5,47	4,35	0,016	13,8	< 0,009	1037	0,018	0,204	0,017	0,083	0,911	120	< 0,025	134	184	< 0,004	25,2	0,187	0,023	< 0,009	0,140	4,09	0,086	0,297	0,32
18'_M776_1,01939g	5,58	21,1	< 0,012	19,5	< 0,009	679	0,043	0,807	0,031	0,050	2,95	174	0,035	152	194	< 0,004	20,1	0,902	0,132	< 0,009	0,131	2,22	0,071	0,311	1,65
19'_M676_1,00933g	5,58	11,4	0,381	9,67	< 0,009	n.d.	0,019	0,199	0,059	0,145	4,98	102	< 0,025	198	189	< 0,004	47,2	0,134	0,123	< 0,009	0,153	3,53	0,297	0,268	1,06
20'_M1036_1,06562g	5,60	23,5	0,026	24,8	< 0,009	595	0,048	0,407	0,030	0,087	2,86	94,9	< 0,025	85,6	434	< 0,004	33,1	0,401	0,074	< 0,009	0,339	1,91	0,074	0,704	2,07
21'_M668_1,01765g	5,62	15,0	0,035	20,5	< 0,009	n.d.	0,022	0,157	0,016	0,087	5,43	198	< 0,025	322	313	< 0,004	14,2	0,091	0,050	< 0,009	0,241	8,42	0,249	0,469	1,73
22'_M215_0,91283g	5,64	7,79	0,019	8,29	< 0,009	n.d.	0,010	0,420	0,043	0,129	5,58	57,7	< 0,025	358	152	< 0,004	40,4	0,368	0,027	< 0,009	0,112	4,49	0,219	0,230	0,817
23'_M886_1,04610g	5,71	9,18	0,031	15,2	< 0,009	n.d.	0,026	0,297	0,034	0,079	2,39	48,1	< 0,025	116	239	< 0,004	20,2	0,127	0,041	< 0,009	0,168	2,04	0,172	0,373	0,705
24'_M617_1,00957g	5,74	17,4	0,040	11,1	< 0,009	n.d.	0,012	0,219	0,025	0,099	4,64	152	< 0,025	444	205	< 0,004	31,0	0,110	0,031	< 0,009	0,145	8,39	0,232	0,291	1,12
25'_M933_1,05574g	5,75	54,5	0,036	32,5	0,043	1058	0,191	1,23	0,062	< 0,038	9,49	59,8	< 0,025	110	463	< 0,004	19,9	0,781	0,250	< 0,009	0,344	2,01	0,126	0,754	4,14
26'_M728_nema	5,80																								
7'_M417(J24)0,92353g	5,80	6,55	0,014	25,5	< 0,009	1233	0,006	0,120	0,054	0,101	2,26	117	< 0,025	219	52,1	< 0,004	31,4	0,077	0,017	< 0,009	0,044	5,16	0,196	0,079	0,262
8'_M984_0,45815g ??	5,80	13,7	0,066	22,4	< 0,009	2695	0,081	0,151	0,069	0,214	4,85	168	< 0,025	156	410	< 0,004	44,4	0,807	0,073	< 0,009	0,316	5,77	0,319	0,650	2,25
29'_M213_1,01860g	5,84	2,38	0,027	7,68	< 0,009	1108	0,005	0,107	0,018	0,114	1,79	83,4	< 0,025	120	93,4	< 0,004	22,2	0,160	0,014	< 0,009	0,087	4,58	0,105	0,142	0,132
30'_M575_1,02200g	5,93	5,76	0,015	11,5	< 0,009	n.d.	0,020	0,470	0,038	0,155	4,76	231	0,034	386	169	< 0,004	16,4	0,751	0,039	< 0,009	0,120	8,75	0,164	0,250	0,756
31'_M108_0,91216g	5,98	4,90	0,034	10,2	< 0,009	774	0,016	0,259	0,044	0,065	1,46	88,4	< 0,025	219	116	< 0,004	46,0	0,085	0,025	< 0,009	0,092	1,51	0,087	0,173	0,189

Tablica 14. Rezultati pojedinačnih uzoraka (tla s pH> 6)

pH > 6	pH	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sr	Ti	Tl	Zn
1*_M162_nema	6,05																								
2*_M214_0,92873g	6,10	3,20	0,038	8,47	< 0,009	1251	0,006	0,098	0,027	0,054	2,34	125	< 0,025	158	45,4	< 0,004	18,9	0,077	0,049	< 0,009	0,037	5,34	0,103	0,066	0,172
3*_M160_0,88763g	6,13	0,848	0,024	11,8	< 0,009	n.d.	0,038	0,214	0,024	0,053	0,96	136	< 0,025	735	59,1	< 0,004	16,2	0,053	0,093	< 0,009	0,057	1,64	0,118	0,085	0,379
4*_J4/2_nema	6,16																								
5*_M261_nema	6,17																								
6*_M1035_1,04358g	6,30	1,80	0,059	6,85	< 0,009	1225	0,010	0,078	0,011	0,114	1,00	161	< 0,025	159	105	< 0,004	35,3	0,110	0,024	< 0,009	0,093	14,0	0,083	0,168	0,483
7*_J23_1,04189g	6,31	1,84	0,015	28,2	< 0,009	1186	0,011	0,022	0,018	0,146	1,06	99,0	< 0,025	247	152	< 0,004	16,6	0,097	0,018	< 0,009	0,130	5,51	0,090	0,259	0,201
8*_M320_1,05116g	6,43	0,294	0,040	6,48	< 0,009	n.d.	0,002	0,031	0,006	0,149	0,44	35,5	< 0,025	106	34,7	< 0,004	21,1	0,016	< 0,011	< 0,009	0,033	1,76	0,119	0,050	0,018
9*_MD3_1,03612g	6,45	0,955	0,129	13,8	< 0,009	n.d.	0,036	0,058	0,015	0,162	0,85	163	< 0,025	166	170	< 0,004	27,1	0,155	0,029	< 0,009	0,154	3,68	0,134	0,264	0,304
10*_M938_1,00304g	6,47	1,05	0,196	9,49	< 0,009	n.d.	0,019	0,062	0,023	0,178	1,21	121	< 0,025	191	73,2	< 0,004	53,4	0,190	< 0,011	< 0,009	0,061	4,64	0,175	0,110	0,180
11*_M210_0,96682g	6,50	1,21	0,031	7,75	< 0,009	n.d.	0,007	0,066	0,022	0,082	1,24	165	< 0,025	702	60,4	< 0,004	21,5	0,052	0,017	< 0,009	0,047	1,54	0,125	0,089	0,110
12*_M1086_1,01555g	6,53	1,11	0,012	15,5	< 0,009	1207	0,011	0,037	0,012	0,097	0,64	52,5	< 0,025	128	114	< 0,004	15,0	0,068	0,019	< 0,009	0,104	2,15	0,078	0,188	0,256
13*_M775_0,95299g	6,57	0,509	0,135	23,3	< 0,009	n.d.	0,008	0,085	0,015	0,123	0,86	359	0,050	155	69,2	< 0,004	13,3	0,173	< 0,011	< 0,009	0,064	41,6	0,173	0,111	0,119
14*_M985_0,46127g	6,70	2,86	0,077	12,2	< 0,009	n.d.	0,018	0,064	0,050	0,254	4,13	200	0,043	214	62,1	0,005	50,7	0,154	0,020	< 0,009	0,081	8,43	0,261	0,086	0,337
15*_M109_0,98238g	6,78	0,947	0,031	7,43	< 0,009	1039	0,005	0,036	0,016	0,101	0,61	182	< 0,025	206	86,1	< 0,004	22,2	0,092	0,014	< 0,009	0,089	3,04	0,067	0,142	0,055
16*_M514_nema	6,78																								
17*_M209_1,00242g	6,84	0,115	0,035	7,02	< 0,009	n.d.	0,006	0,046	0,005	0,036	0,18	179	< 0,025	385	26,2	< 0,004	8,79	0,062	< 0,011	< 0,009	0,029	1,78	0,120	0,035	0,021
18*_M887_1,00522g	6,85	0,686	0,121	8,14	< 0,009	n.d.	0,007	0,029	0,013	0,151	0,84	107	< 0,025	180	62,3	< 0,004	38,9	0,076	< 0,011	< 0,009	0,065	2,98	0,140	0,080	0,228
19*_M163_0,92562g	6,86	0,609	0,054	8,27	< 0,009	n.d.	0,010	0,078	0,016	0,148	0,71	144	0,026	152	64,0	< 0,004	20,3	0,152	< 0,011	< 0,009	0,060	4,85	0,206	0,091	0,122
20*_M259_1,06162g	7,00	0,367	0,023	6,16	< 0,009	n.d.	0,005	0,030	0,008	0,070	0,62	220	< 0,025	655	22,3	0,015	23,9	0,038	< 0,011	< 0,009	0,035	1,77	0,127	0,030	0,049
21*_M211_nema	7,04																								
22*_M24_1,03682g	7,08	0,505	0,039	4,02	< 0,009	n.d.	0,169	0,029	0,005	0,329	1,55	97,9	0,030	605	48,5	< 0,004	20,0	0,077	11,0	< 0,009	0,061	2,25	0,103	0,066	4,50
23*_M774_0,90986g	7,09	0,415	0,039	4,33	< 0,009	n.d.	0,004	0,026	0,007	0,101	0,54	157	< 0,025	128	21,6	0,011	7,81	0,034	0,016	< 0,009	0,016	10,1	0,155	0,032	0,077
24*_M1039_1,05096g	7,17	1,28	0,075	5,20	< 0,009	n.d.	0,004	0,059	0,026	0,077	1,28	38,1	< 0,025	71,2	23,5	< 0,004	19,2	0,095	0,013	< 0,009	0,018	4,61	0,091	0,028	0,024
25*_M1038_nema	7,30																								
26*_M159_1,05650g	7,35	0,409	0,030	5,45	< 0,009	n.d.	0,003	0,048	0,008	0,133	0,64	145	< 0,025	546	22,0	0,011	14,0	0,071	< 0,011	< 0,009	0,040	1,88	0,124	0,032	0,046
27*_M110_0,92608g	7,38	0,192	0,025	6,17	< 0,009	1429	0,003	0,085	0,005	0,151	0,37	124	< 0,025	561	21,6	0,007	10,0	0,077	< 0,011	< 0,009	0,022	1,71	0,098	0,019	0,051
28*_M58_1,00894g	7,42	0,301	0,030	7,16	< 0,009	n.d.	0,003	0,040	0,011	0,086	0,49	140	< 0,025	590	10,4	0,005	13,2	0,053	< 0,011	< 0,009	0,021	2,71	0,116	< 0,007	0,675
29*_M21_0,90048g	7,50	0,201	0,025	3,94	< 0,009	1378	0,003	0,017	0,003	0,296	0,20	29,8	< 0,025	174	12,4	0,012	13,1	0,026	< 0,011	< 0,009	0,019	2,60	0,086	0,016	0,016
30*_M111_0,40307g ??	7,54	1,58	0,083	9,62	< 0,009	n.d.	0,014	0,060	0,039	0,220	1,96	150	< 0,025	177	20,0	0,022	25,5	0,136	0,025	< 0,009	0,054	5,92	0,368	< 0,007	0,132
31*_M2_1,02481g	7,80	0,291	0,021	7,98	< 0,009	n.d.	0,002	0,013	0,010	0,194	0,37	52,4	< 0,025	87,5	3,86	0,021	17,9	0,059	< 0,011	< 0,009	0,017	4,41	0,077	< 0,007	0,025
32*_M7_1,08581g	7,97	0,117	0,019	4,40	< 0,009	1246	0,001	0,021	0,007	0,207	0,16	65,5	< 0,025	83,5	3,87	0,018	18,4	0,087	< 0,011	< 0,009	< 0,009	3,47	0,096	< 0,007	0,030