

# IZVJEŠTAJ O MONITORINGU ZEMLJIŠTA NA PODRUČJU OPĆINE ZENICA 2011.-2015. GODINA

**- FINALNI IZVJEŠTAJ -**



**Sarajevo, 2016. godine**

**IZVJEŠTAJ O MONITORINGU ZEMLJIŠTA NA PODRUČJU OPĆINE ZENICE  
2011.-2015. GODINA  
– FINALNI IZVJEŠTAJ –**

**Autori:**

Viši stručni saradnik za pedologiju

**Ramović Muzafera, dipl. ing. polj.**

Stručni savjetnik za melioracije tla

**mr. sc. Ahmedin Salčinović**

**Saradnici:**

Stručni savjetnik za pedologiju

**Semić Mirza, dipl. ing. polj.**

Viši stručni saradnik za melioracije

**Latinović Edina, dipl. ing. polj.**

Stručni saradnik za pedologiju

**Nezirević-Nizić Enisa, dipl. ing. polj.**

Viši referent za GIS **Abdulovski Denis**

**Laboratorija:**

Stručni savjetnik za hemiju tla:

**Filipović Helena, dipl. ing. hem.**

Stručni saradnik za hemiju tla:

**Rešidović Nura, mr. sc. hem.**

Stručni savjetnik za fiziku tla:

**Solak Amira, mr. sc. polj.**

Viši samostalni referent za laboratoriju: **Mrković Alema, prof. hem.**

Viši referent za fiziku i biologiju tla: **Prašović Elvedina**

Viši referent za hemiju tla: **Mekić Amela**

Pomoćnik direktora za laboratoriju

**Mitrović Marina, dipl. ing .hem.**

**Konsultant:**

Pomoćnik direktora za pedologiju i melioracije

**Trako Ejub, mr.sc.**

**D i r e k t o r**

**mr. sc. Esad Bukalo**

---

**Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

## SADRŽAJ:

U V O D .....	5
II ZNAČAJ I CILJ ISTRAŽIVANJA .....	4
2.1. Značaj istraživanja .....	4
2.2. Cilj istraživanja .....	4
3.3. Pregled strukture petogodišnjih istraživanja .....	5
III KARAKTERISTIKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA .....	11
3.1. Klimatske prilike .....	11
3.2. Geološko-petrografske karakteristike .....	14
3.3. Topografske osobine lokaliteta .....	14
IV NEORGANSKI I ORGANSKI POLUTANTI U ZEMLJIŠTU .....	14
4.1. Štokholmska konvencija .....	14
4.2. Opća svojstva teških metala .....	15
4.3. Nemetali i organski zagađivači .....	19
4.4. Postojana organska onečišćenja .....	20
4.5. Pesticidi .....	21
4.6. Industrijske hemikalije .....	21
V PROCIJEDNE VODE .....	23
5.1. Izvori zagađenja .....	24
5.2. Lizimetri .....	25
VI METOD RADA .....	25
6.1. Terenska istraživanja .....	26
6.2. Laboratorijska ispitivanja .....	26
6.3. Obrada podataka .....	27
6.4. Granične vrijednosti .....	27
VII REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	30
7.1. Lokalitet Tetovo .....	30
7.2. Lokalitet Pehare .....	28
7.3. Lokalitet Mutnica .....	31
7.4. Lokalitet Stranjani .....	33
7.5. Lokalitet Janjički vrh .....	36
7.6. Lokalitet Šerići .....	39
7.7. Lokalitet Orahovica .....	42
7.8. Lokalitet Gradišće .....	45
7.9. Lokalitet Arnauti .....	47
7.10. Lokalitet Brce .....	50

---

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

7.11. Lokalitet Gornji Čajdraš .....	53
7.12. Lokalitet Novo Selo .....	56
VIII NEORGANSKI I ORGANSKI POLUTANTI U TLU.....	59
8.1. Bakar (Cu) .....	59
8.2. Olovo (Pb) .....	60
8.3. Kadmij (Cd).....	61
8.4. Zink (Zn) .....	62
8.5. Nikl (Ni) .....	62
8.6. Hrom (Cr) .....	63
8.7. Kobalt (Co).....	64
8.8. Mangan (Mn).....	65
8.9. Željezo (Fe).....	66
8.10. Molibden (Mo).....	67
8.11. Arsen (As) .....	68
8.12. Živa (Hg).....	69
8.13. Sumpor (S) .....	70
8.14. Policiklični aromatski ugljikovodonici (PAH).....	71
IX ZAKLJUČNA RAZMATRANJA .....	72
9.1. Presjek stanja istraženih lokaliteta .....	74
9.2. Rezime rezultata istraživanja .....	80
9.3. Ocjena stanja istraživanog područja .....	81
9.4. Definisanje zona rizika .....	82
X PRIJEDLOG MJERA PREVENCIJE I SANACIJA ZEMLJIŠTA .....	84
10.1. Mjere prevencije .....	84
10.2. Mjere sanacije kontaminiranih površina .....	86
XI PREPORUKE BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA .....	88
XII ZAKLJUČCI .....	89
XIII LITERATURA .....	90

---

---

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---

## U V O D

Na osnovu člana 19, stav 4, Zakona o Vladi Federacije Bosne i Hercegovine („Službene novine Federacije BiH“, br. 1/94, 8/95, 58/02, 19/03, 2/06 i 8/06), Vlada Federacije Bosne i Hercegovine, na 18. sjednici održanoj 13.09.2011. godine je donijela Zaključak V broj: 997/11 kojim se zadužuju Federalni zavod za agropedologiju (u daljem tekstu Zavod) i Federalni zavod za poljoprivredu, da na području općine Zenica izvrše ispitivanje zagađenosti zemljišta, biljnog materijala i mlijeka i uspostave monitoring u trajanju od pet godina.

U cilju utvrđivanja stepena kontaminiranosti tla teškim metalima, sumporom i organskim zagađivačima uspostavljen je monitoring i provedena su istraživanja na 12 lokacija, a koje su na različitoj udaljenosti od centra emisije, i to: Tetovo, Pehare, Mutnica, Stranjani, Janjički vrh, Šerići, Orahovica, Gradišće, Arnauti, Brce, Gornji Čajdraš i Novo Selo. Izbor lokaliteta je određen na osnovu udaljenosti od izvora zagađenja. U prilog ovakvom izboru lokacija je i to što je na ovim lokacijama u prijeratnom periodu obavljeno trogodišnje ispitivanje zemljišta, tako da se podaci mogu porediti.

Osim na biljke kontaminacija zemljišta može uticati i na kontaminaciju drenažnih i podzemnih voda tako da je monitoring proširen i na ispitivanje sadržaja polutanata u procjednoj vodi. U tom cilju su uspostavljene lizimetarske stanice na svim lokacijama, a lizimetri su ugrađeni u pedološke profile koji su otvoreni u 2012. godini.

Istraživanja koja je u petogodišnjem periodu sprovodio Zavod za agropedologiju obavljena su u saradnji sa predstavnicima općine Zenica i sa predstavnicima Mašinskog fakulteta iz Zenice. Uposlenici Mašinskog fakulteta izvršili su ugradnju lizimetara, uzimanje uzoraka perkolata (vode) u 2013. i 2014. godini i iste dostavili Zavodu. U 2015. godini izvršena je rekonstrukcija lizimetarskih stanica od strane uposlenika Zavoda za agropedologiju i tom prilikom su uzeti uzorci perkolata. Rekonstrukcija lizimetara je izvršena zbog deformacije sanduka i oštećenja plastičnih crijeva, a i zbog jednostavnijeg uzorkovanja u narednom periodu.

Godišnji izvještaji su dostavljani Vladi Federacije BiH na usvajanje, nakon čega su prezentovani na sjednicama Gradskog vijeća Zenice i isti su jednoglasno usvojeni.

Pregled stanja zagađenosti zemljišta i procjednih voda sa zaključnim razmatranjima i prijedlogom mjera dat je u ovom finalnom izvještaju, a na bazi petogodišnjih istraživanja o sadržaju neorganskih i organskih polutanata u zemljištu i procijednim vodama na području općine Zenica.

---

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---

## II ZNAČAJ I CILJ ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Značaj istraživanja

Smatra se da zemljište, zajedno sa vodom i vazduhom spada u obnovljive prirodne resurse. Međutim, s obzirom na ograničenu ukupnu količinu i izuzetno spor proces nastajanja, kao i neprekidno zagađivanje i neracionalno korištenje od strane čovjeka, zemljište ipak treba smatrati ograničenim, odnosno uslovno obnovljivim prirodnim bogatstvom. Nasuprot dugotrajnom procesu nastanka, proces onečišćenja i oštećenja tla (posebno pod utjecajem čovjeka) neuporedivo je brži. Proces gubljenja zemljišta teče sporo, a posljedice se najčešće manifestuju poslije niza godina, kada više i nema uslova za revitalizaciju ovakvih površina. Ovo se naročito odnosi na poljoprivredno zemljište koje postaje sve ugroženije. Inventarizacija stanja onečišćenosti i oštećenosti tala, uspostava sistema trajnog motrenja i informacijskog sistema preduslovi su za razvijanje strategije i odabira mjera kvalitetne zaštite tla i sprečavanje daljnjih negativnih procesa. Razvoj tehnologije i industrije doveo je pored nesumnjivog napretka i do ozbiljnih oštećenja eko-sistema. Usljed emisije različitih gasova i čvrstih čestica dolazi do zagađenja tla, vode, biljaka, te potom životinja i ljudi. Ovi uzročnici dovode do hemijskih, fizičkih i bioloških promjena u tlu. Kontaminacija zemljišta takođe utiče i na zagađenje drenaznih i podzemnih voda. Posebno je ugrožen kvalitet poljoprivrednih kultura koje su stalno izložene nepovoljnim uticajima, te dolazi do akumulacije pojedinih toksikanata u biljkama. Posljedice ovih akumulacija se negativno odražavaju na zdravlje ljudi i životinja koji konzumiraju takve poljoprivredne proizvode. Posebnu opasnost čine teški metali porijeklom iz industrijskih postrojenja, kao i višegodišnja prekogranična koncentracija SO<sub>2</sub> u zraku što ukazuje na potrebu utvrđivanja sumpora u tlu i perkolatu vode. Iz toga proizilazi da je neophodno ustanoviti polutante u ekosferi i utvrditi mjere sanacije, kako bi se stvorili i održali normalni uslovi za zdravo življenje.

### 2.2. Cilj istraživanja

Osnovni zadatak ovih istraživanja je da se utvrdi stepen onečišćenosti poljoprivrednog zemljišta i procijednih voda teškim metalima, sumporom i organskim zagađivačima, te nakon toga izvršiti procjenu mogućnosti poljoprivredne proizvodnje u pojedinim područjima Zenice.

Onečišćenje/kontaminacija tla najčešće je uzrokovana unošenjem teških metala koji se emituju iz različitih industrijskih postrojenja. Zbog toga se teški metali javljaju u velikim količinama u tlu u mnogim industrijskim područjima, naročito u okolini industrije za preradu metala.

Kada se govori o povećanom sadržaju polutanata u tlu uglavnom se koriste dva termina. Pod terminom kontaminacije podrazumijeva se sadržaj polutanata u tlu znatno iznad graničnih vrijednosti. Termin "onečišćenja" tla označava sadržaj nekog polutanta u tlu u količinama koje još ne ugrožavaju egzistenciju ljudi, odnosno produkciju hrane.

---

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---

Pored različitih oblika uništavanja zemljišta područje Zenice trpi i posljedice prisustva industrije. Radi što boljeg sagledavanja situacije na području Zenice rađena su mnogobrojna istraživanja. Jedan broj ispitivanja se ponavljao konstantno svake godine (osnovna hemijska i fizička svojstva tla, teški metali, PAH jedinjenja), dok su druga povremeno rađena. Takođe neka ispitivanja su naknadno sprovedena jer se ukazala potreba za širim sagledavanjem situacije.

### **2.3. Pregled strukture petogodišnjih istraživanja**

U toku petogodišnjeg istraživanja urađena su sljedeća ispitivanja, i to:

Istraživanja u 2011. godini obuhvatila su sljedeća ispitivanja:

- karakteristike područja istraživanja
- uzimanje uzoraka zemljišta sa tri dubine (0-5, 5-10 i 10-25 cm)
- fizička svojstva tla (tekstura)
- osnovna hemijska svojstva tla (reakcija tla - pH u H<sub>2</sub>O i M KCl-u, CaCO<sub>3</sub>, humus)
- sadržaj teških metala: olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), hrom (Cr), arsen (As), nikal (Ni), molibden (Mo), kobalt (Co), bakar (Cu), mangan (Mn), željezo (Fe) i sumpor (S)
- sadržaja organskih polutanata na bazi hloriranih ugljikovodika i rezidue pesticida (PCB, DDT/DDD/DDE, DRINI, HCH)

Istraživanja u 2012. godini su fokusirana na sadržaj polutanata u tlu i njihovu distribuciju po dubini i obuhvatila su :

- otvaranje pedoloških profila
- determinacija tipa zemljišta na svakom lokalitetu,
- fizička svojstva tla (prava specifična težina, volumna specifična gustina, kapacitet tla za zrak u % , kapacitet tla za vodu u % , ukupna poroznost tla u % , teksturni sastav tla (teksturna oznaka po Ehwald-u), stabilnost makrostrukturnih agregata, vodopropusnost tla
- hemijska svojstva tla (reakcija tla-pH u H<sub>2</sub>O i M KCl-u, humus, CaCO<sub>3</sub>, pristupačni fosfor-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i kalijum-K<sub>2</sub>O)
- svojstva adsorptivnog kompleksa,
- sadržaj teških metala po horizontima: olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), nikal (Ni), željezo (Fe), hrom (Cr), mangan (Mn), arsen (As), molibden (Mo), kobalt (Co) i bakar (Cu).
- sadržaj organskih polutanata po horizontima (PAH jedinjenja)

Istraživanja u 2013. godini su fokusirana na sadržaj polutanata u površinskim uzorcima tla i istraživanju pristupačnosti teških metala kod uzoraka uzetih u 2012. godini, a kod kojih su utvrđene povišene vrijednosti polutanata. Pored toga, istraživana je i sadržaj polutanata u perkolatu vode. U ovoj godini urađene su sljedeće analize:

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

- hemijska svojstva tla (reakcija tla - pH u H<sub>2</sub>O i M KCl-u, sadržaj humusa, sadržaj CaCO<sub>3</sub>, pristupačni fosfor-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i kalijum-K<sub>2</sub>O)
- sadržaj teških metala u ukupnom obliku: bakar (Cu), olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), nikal (Ni), hrom (Cr), kobalt (Co), mangan (Mn), željezo (Fe), molibden (Mo), arsen (As) i sumpora (S)
- analiza sadržaja teških metala u pristupačnom obliku (iz profila tla): bakar (Cu), olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), nikal (Ni), hrom (Cr), kobalt (Co), mangan (Mn), željezo (Fe), molibden (Mo), arsen (As)
- PAH jedinjenja
- ispitivanje perkolata (pH u H<sub>2</sub>O, elektroprovodljivost, hloridi, sulfati, fosfati, bikarbonati, azot (N)-ukupni i pristupačni oblici, teški metali: bakar (Cu), hrom (Cr), olovo (Pb), nikal (Ni), cink (Zn), kadmij (Cd), kobalt (Co), mangan (Mn), molibden (Mo), željezo (Fe), arsen (As), PAH,

#### Istraživanja u 2014.godini obuhvatila su:

- površinski uzorci zemljišta sa dubine do 25 cm
- hemijska svojstva tla: reakcija tla - pH u H<sub>2</sub>O i M KCl-u, sadržaj humusa, sadržaj CaCO<sub>3</sub>,
- ispitivanje sadržaja teških metala u ukupnom obliku: bakar (Cu), olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), nikal (Ni), hrom (Cr), kobalt (Co), mangan (Mn), željezo (Fe), molibden (Mo), arsen (As), živa (Hg) i sumpor (S)
- PAH jedinjenja
- ispitivanje perkolata (pH u H<sub>2</sub>O, elektroprovodljivost, hloridi, sulfati, fosfati, bikarbonati, azot (N)-ukupni i pristupačni oblici, teški metali: bakar (Cu), hrom (Cr), olovo (Pb), nikal (Ni), cink (Zn), kadmij (Cd), kobalt (Co), mangan (Mn), molibden (Mo), željezo (Fe), arsen (As), PAH,

#### Istraživanja u 2015.godini:

- prosječni površinski uzorci do 25 cm
- hemijska svojstva tla (reakcija tla, sadržaj humusa u %, sadržaj CaCO<sub>3</sub> u %, sadržaj pristupačnog fosfora i kalijuma)
- ispitivanje sadržaja teških metala u ukupnom obliku: bakar (Cu), olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), nikal (Ni), hrom (Cr), kobalt (Co), mangan (Mn), željezo (Fe), molibden (Mo), arsen (As), živa (Hg) i sumpor (S)
- PAH, HCH i PCB jedinjenja, DDT/DDD/DDE i Drini
- ispitivanje perkolata (pH u H<sub>2</sub>O, elektroprovodljivost, hloridi, sulfati, fosfati, bikarbonati, azot (N)-ukupni i pristupačni oblici, teški metali: bakar (Cu), hrom (Cr), olovo (Pb), nikal (Ni), cink (Zn), kadmij (Cd), kobalt (Co), mangan (Mn), molibden (Mo), željezo (Fe), arsen (As), PAH,

Ispitivanje rezidua pesticida je obavljeno 2011.godine i utvrđeno je da je sadržaj vrlo nizak ili pak ih uopšte nema, tako da je 2015.godine radi kontrole ponovljeno ispitivanje i ustanovljeno je da nisu prisutni. Znači da na ovom području ne postoji opasnost od

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



povišenog sadržaja organskih polutanata na bazi hloriranih ugljikovodika i rezidue pesticida (PCB, DDT/DDD/DDE, DRINI, HCH).

Radi utvrđivanja sadržaja polutanata po dubini u tlu obavljeno je otvaranje pedoloških profila. Pored toga kontaminacija zemljišta može uticati i na kontaminaciju drenažnih i podzemnih voda tako da je i ispitivanje sadržaja polutanata u vodi urađeno postavljanjem lizimetarskih stanica u pedološke profile.

### III KARAKTERISTIKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju navedeni su neki važniji faktori koji su imali snažnog uticaja u genezi i evoluciji zemljišta istraživanog područja ali su također imali važan uticaj na biljke i životinjski svijet, a to su :

- karakteristike klime
- geološko-petrografske karakteristike

#### 3.1. Klimatske prilike

Klima je kompleksni pedogenetski faktor koji direktno utiče na pravac i tok pedogeneze putem količine padavina, temperature, relativne vlage zraka, vjetra, snijega, mraza i ostalih klimatskih elemenata. Postanak i razvitak tala usko je vezan za klimatske prilike određenog područja. Tako npr. količina i raspored padavina utiču, između ostalog, na trošenje i sudbinu produkata trošenja, na stvaranje sekundarnih minerala gline, stvaranja ili razgradnju humusa, ispiranje i dr.

Temperatura zraka uz padavine jest onaj meteorološki element koji najviše sudjeluje u formiranju klime određenog područja. Razdioba toplinske energije u atmosferi uzrokom je čitavog niza promjena u pritisku zraka, zračnih strujanja, kondenzacije vodene pare u zraku, isparavanja vode iz tla, utiče na vlažnost i temperature tla idr. Osim toga, porastom temperature uz dovoljnu vlažnost tla povećava se intenzitet svih procesa u tlu (fizičkih, hemijskih i bioloških).

Za sagledavanje klimatskih prilika uzeti su podaci sa meteorološke stanice u Zenici.

*Tabela 1.: Prosječni klimatski parametri MS Zenica / Prosjek (1970 – 1989)*

	<b>Oborine u mm</b>	<b>Temp. u °C</b>	<b>Kišni faktor po Langu</b>	<b>Oznaka humidnosti</b>
<b>Godišnja</b>	<b>804</b>	<b>10,4</b>	<b>87,9</b>	<b>Umjereno kontinentalna</b>

*Izvor: Z-D kanton u brojkama*

Podaci meteorološke stanice Zenica pokazuju da na ovom području vlada umjereno kontinentalna klima sa godišnjom sumom padavina od 804 mm i srednjom godišnjom temperaturom od 10,4 °C u periodu od 30 godina. Najhladniji mjesec je decembar sa -0,5 °C, a najtopliji mjesec juli sa 20,0 °C. Temperatura od 5 °C uzima se kao najniža temperatura za početak vegetacionog perioda i ona se javlja krajem marta, a završava se

---

#### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

krajem novembra. To ukazuje na dosta dug vegetacioni period na ovom području. Najviše oborina padne u junu mjesecu (107 mm) a najmanje u februaru i oktobru (54 mm). U poljoprivrednoj proizvodnji oborine, među meteorološkim elementima imaju dominantan utjecaj. Naime, nedostatak kao i višak oborina samo je djelomično moguće otkloniti odgovarajućim sistemom biljne proizvodnje, zbog čega su rezultati u biljnoj proizvodnji uveliko ovisni o količini i rasporedu oborina. Kod analize mjesečnih količina oborina, jako su važna dva perioda u uzgoju poljoprivrednih kultura, a to su vegetacijski period (IV do IX mjesec) i van vegetacijski period (od X do III mjeseca).

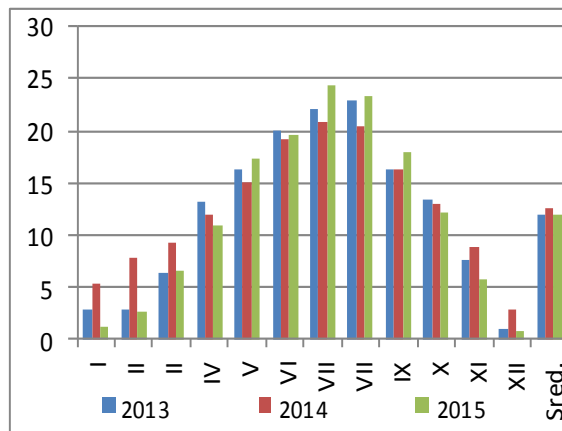
Karakteristika je, također, da je godišnja količina padavina u Zenici približno jednaka uzimajući u obzir niz od 30 godina (804mm) i 2013 i 2015 godinu koja iznosi 793,2 – 732,4 mm) izuzetak je 2014. Godina koja je bila pojava jednom u 100 godina gdje je palo 1200,6 mm.

Tabelan br. 2: Godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura (°C) MS Zenica u period od tri godine

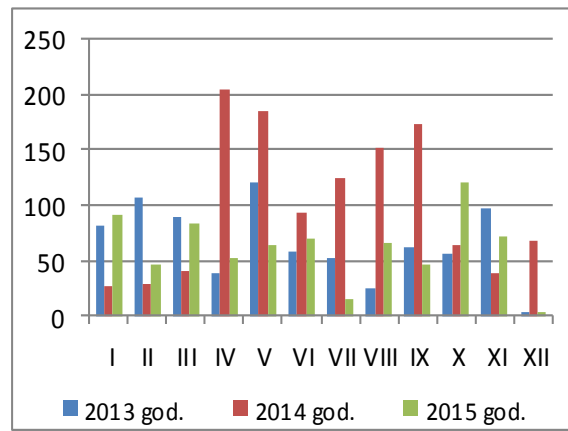
God.	I	II	II	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	Sred.
2013	2,9	2,9	6,3	13,1	16,3	20,0	22,0	22,8	16,2	13,3	7,5	1,0	12,0
2014	5,4	7,8	9,3	12,0	15,1	19,2	20,8	20,5	16,2	12,9	8,9	2,8	12,6
2015	1,1	2,6	6,6	10,9	17,4	19,6	24,3	23,3	18,0	12,2	5,7	0,7	11,9

Tabela br. 3: Suma mjesečnih padavina (l/m<sup>2</sup>) MS Zenica u periodu od tri godine

God.	I	II	II	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	Sred.
2013	82,0	107,5	90,2	38,9	120,6	58,7	51,5	25,6	61,2	56,7	96,4	3,9	793,2
2014	27,1	29,2	40,9	204,5	184,8	92,3	124,6	152,7	174,3	63,6	38,0	68,6	1200,6
2015	90,7	46,9	84,1	51,5	63,4	70,2	15,4	66,8	46,9	121,6	71,1	3,8	732,4



Grafikon br. 1: Srednje temperature



Grafikon br. 2: Mjesečne sume padavina l/m<sup>2</sup>

Zaključujemo da na području Zenice vlada umjereno-kontinentalna klima sa umjerenim ljetima i hladnim zimama i sa dovoljno padavina.

## Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Na osnovu podataka o ruži vjetrova u Zenici (Duran i Marić 1990.) evidentno je da su na širem području Zenice, najčešći i najjači vjetrovi iz pravca sjevera sa povremenim pružanjem u pravcu jugozapada. U pojedinim periodima skala može biti i obrnuta, a prema Križanoviću (1983.) na području Zenice najviše dominiraju periodi tišine (59,2%). Sagledavajući trenutnu situaciju odnosno period od 2013 do 2015 godine ruža vjetorva se nije značajno promjenila i dalje su najčešći vjetrovi iz pravca sjevera sa povremenim pružanjem u pravcu jugozapada, a da je period tišine i dalje preko 50%. (*Federalni hidrometeorološki zavod*).

Tabela br. 4: Prikaz čestina pravaca vjetra za MS Zenica

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
2013	4,5	1,7	2,6	4,0	3,9	4,0	4,6	6,8	37,8	5,3	2,3	1,6	1,8	4,0	7,2	8,0
2014	3,8	1,7	2,7	4,1	4,1	5,5	5,6	8,9	35,3	5,7	2,2	1,6	1,8	4,2	6,1	6,6
2015	4,2	1,8	2,4	4,1	3,5	3,9	3,8	7,4	37,3	6,3	2,0	1,7	1,8	3,6	6,2	10,0

Tabela br. 5: Srednje brzine pravaca vjetra za MS Zenica

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
2013	1,6	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,4	1,2	1,1	1,0	1,1	1,6	1,8	1,9
2014	1,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,4	1,2	1,1	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8
2015	1,7	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,5	1,3	1,0	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0

---

**Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

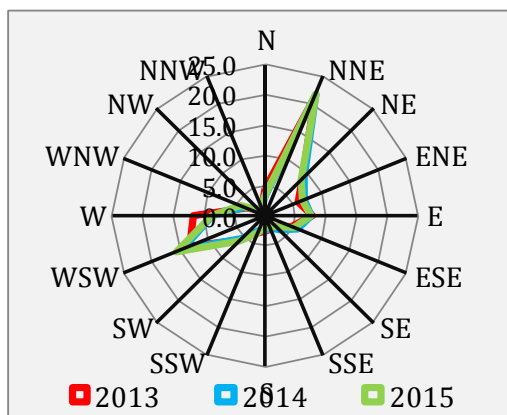
---

– Finalni izvještaj –

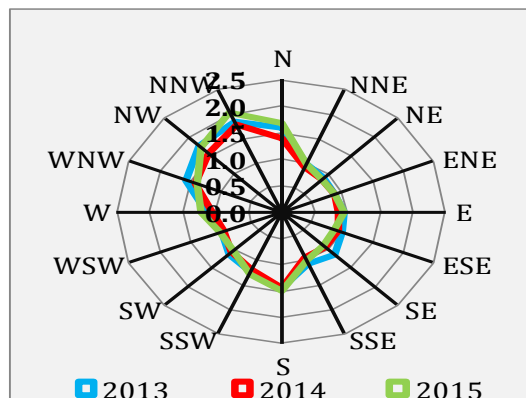
Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



Grafikon br. 3: Čestine pravaca vjetra MS Zenica



Grafikon br. 4: Brzine pravaca vjetra MS Zenica

Na osnovu podataka da najviše dominiraju periodi tišine za očekivati je da emisija kontaminirajućih čestica padaju gotovo ravnomjerno od centra emisije.

### 3.2. Geološko-petrografske karakteristike

Geološka građa istraživanog terena, prema geološkoj karti 1:200.000 od F. Katzera je složena. Teren je izgrađen od različitih stijena: eruptivnih, sedimentnih i metamorfnih. Starost zastupljenih stijena je različita. Tu se javljaju formacije razne starosti, počev od najstarijih paleozojskih, zatim mezozojskih i mladih–tercijalnih tvorevina.

### 3.3. Topografske osobine lokaliteta

Ova istraživanja su provedena na 12 lokaliteta. Lokacije se nalaze na udaljenosti od 0,5-24 km zračne linije od centra emisije zagađenja (ako se uzme u obzir da je područje željezare potencijalno najveći zagađivač istraženog područja) i na nadmorskoj visini od 322 do 780 m.

## IV NEORGANSKI I ORGANSKI POLUTANTI U ZEMLJIŠTU

### 4.1. Štokholmska konvencija

Cilj je ove Konvencije zaštititi ljudsko zdravlje i okoliš od postojanih organskih onečišćujućih tvari ispuštanja, uvoza i izvoza ovih visoko toksičnih supstanci.

Štokholmska Konvencija sadrži 22 POPs hemikalije koje su bile prepoznate po tome što uzrokuju štetne učinke na ljude i ekosistem, i koje su bile smještene u 3 kategorije:

Pesticidi: aldrin, hlordan, DDT, diealdrin, endrin, heptahlor, heksahlorobenzen, mireks, toksafen;

---

## Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Industrijske hemikalije: heksahlorobenzen, polihlorirani bifenili (PCBs) i Nusprodukti: heksahlorobenzen, polihlorirani dibenzo-p-dioksini i polihlorirani dibenzofurani (PCDD/PCDF) i PCBs.

#### 4.2. Opća svojstva teških metala

Pojam teški metali obuhvata metale sa specifičnom gustom od 5 g/cm<sup>3</sup>. Neki teški metali (Cu, Fe, Mn, Mo, Zn i Co i u nekim uslovima i Ni) u tragu su neophodni - esencijalni za mnogobrojne funkcije u ljudskom organizmu, a njihov manjak dovodi do pojave ozbiljnih simptoma bolesti i nedostataka u metabolizmu. Povećana koncentracija u organizmu je nepoželjna i opasna. Akumulacija ovih elemenata u masnim ćelijama, kostima, žlijezdama s unutrašnjim lučenjem, mozgu, dlakama ili u centralnom nervnom sistemu, učestalo rezultira štetnim zdravstvenim posljedicama, a nerijetko teškim bolestima.

Teški metali mogu u vidu finih čestica prašine dospjeti u atmosferu, odakle se talože u vodama i tlu. Kruženje teških metala u prirodi veoma zavisi od promjena kojima ovi metali podliježu. Koncentracija ovih jedinjenja u njima nepovoljnim uslovima (van minerala zemljišta) je antropološkog porijekla i rezultat je industrijskog zagađenja. Povećane koncentracije se javljaju u industrijskim proizvodima (deterdženti, baterije, aditivi hrane i sl.) ili su rezultat tehnološkog procesa (sagorijevanje fosilnih goriva, topionice, galvanizacija, rudnici i druge grane industrije). Teški metali se u vazduhu mogu nalaziti u obliku čestica (aerosola) i gasova. Vrijeme zadržavanja u atmosferi zavisi od veličine čestica. Što su čestice manje duže će se zadržati u atmosferi. Prosječno vrijeme zadržavanja aerosola u troposferi iznosi od 6 do 12 dana. Ovo je dovoljno vrijeme da se čestice metala transportuju daleko od izvora emisije i na taj način ugroze veća područja.

Kisela sredina uzrokuje pojavu jonskih oblika metala u tlu, koji su pokretni i dostupni biljkama. To znači da u kiselim tlima postoji mogućnost kontaminacije biljaka teškim metalima. Kod neutralne ili blago alkalne pH vrijednosti tla, teški metali prelaze u hidrokside npr. Zn(OH)<sup>+</sup> ili Cu(OH)<sup>+</sup> da bi sa povećanjem pH vrijednosti prešli u nerastvorljive hidrokside i okside. Znači da se teški metali imobiliziraju u alkalnoj sredini. Takođe, ako je povišen sadržaj karbonata u tlu, teški metali se inaktiviraju tj. prelaze u oblik teško pristupačan biljci.

#### Olovo (Pb)

Općenito se može reći da je prirodni sadržaj olova (Pb) u tlu uglavnom vezan za matični supstrat. Nalazi se u kiselim serijama magmatskih stijena i argilitičnim sedimentima ali ga ima i u ultrabazičnim i krečnjačkim stijenama u nešto manjoj koncentraciji. Prema rezultatima istraživanja (Norish, Riffalbi, Tidkall, Schritzer i Keradorf) može se zaključiti da se olovo u tlu "udružuje" sa mineralima gline (naročito ilitom) zatim Mn- oksidima,

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Fe i Al hidroksidna i naročito sa organskom materijom zbog koje je koncentracija olova uglavnom blizu površine tla.

Olovo u tlo, osim prirodnim putem, može doći i antropogenim putem što je slučaj na ovom području. Inače, akumulacija olova u površinskom sloju tla utiče na biološku aktivnost tla (povećana koncentracija olova u tlu smanjuje enzimsku aktivnost mikroba), a kao posljedica toga može biti nepotpuno razlaganje organske materije. Olovo kod čovjeka uzrokuje anemiju, razne digestivne poremećaje, utiče na centralni nervni sistem, izaziva kardiovaskularna oboljenja i dr.

#### Kadmij (Cd)

Kadmij (Cd) je element sa vrlo toksičnim djelovanjem za biljku, životinje i čovjeka. Ima ga naročito u magmatskim i sedimentnim matičnim supstratima gdje je uglavnom vezan za cink (Zn), ali ima jak afinitet i prema sumporu (S). Rastvorljivost kadmija u tlu u visokoj zavisnosti od pH vrijednosti tla. Cd adsorbovan u tlu na pH iznad 7,5 i nije lako pokretljiv uglavnom je kao  $\text{CdCO}_3$  i  $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$ . Takođe je značajan i koeficijent energije vezivanja kadmija adsorpcijom za organsku materiju i minerale gline u tlu. Kadmij je najpokretljiviji u kiselim tlima gdje je pH od 4,5-5,5.

Antropogenim uticajem kadmij na tlo dolazi uglavnom iz zraka, iz rudnika olova i cinka, topionica i drugih postrojenja. Kadmij se kod čovjeka akumulira u mekim tkivima, naročito u jetri i bubrezima. Višegodišnji efekti dovode do hipertenzije, raka prostate i pluća.

#### Cink (Zn)

Cink (Zn) u tlo dolazi raspadanjem minerala biolita, amfibola, piroksena i dr. ili antropogenim putem (što je slučaj na istraživanom području). U prirodnom tlu ga uglavnom ima od 10 do 300 mg/kg tla. Njegova mobilnost u direktnoj je zavisnosti od reakcije zemljišta. U kiseloj sredini ispod pH 5,5 je mobilan, a u alkalnoj npr. (krečnim zemljištima) njegova mobilnost naglo opada. Općenito se može reći da je sadržaj Zn-a u tlu promjenjiv i da prvenstveno zavisi od matičnog supstrata, pH, sadržaja organske mase u tlu,  $\text{CaCO}_3$ , teksturnog sastava i dr. Akumulira se u životinjama ali ne i u biljkama.

#### Bakar (Cu)

Bakar se u tlu potiče iz primarnih (kao jednovalentan) i sekundarnih (kao dvovalentan) minerala. Prirodna tla imaju od 10 do 200 mg/kg tla bakra. Naročito ga ima u tlima bogatim humusom i crvenicama (Terra rossa) kao i tlima nastalim na škriljcima. Kao i naprijed navedeni teški metali, i bakar je mobilan u kiseloj sredini, dok se retencija bakra povećava sa povećanjem pH vrijednosti i količinom organske mase u tlu. Dakle, bakar se adsorbuje na organskim i mineralnim koloidima. Povišena koncentracija bakra u tlu djeluje depresivno na porast biljaka, smanjuje klijanje sjemena i antogenistički djeluje na druge mikrolemente.

Općenito se može reći da rastvorljivost (i pokretljivost) bakra u tlu raste sa zakiseljavanjem tla, a smanjuje povećanjem pH vrijednosti (npr. kalcizacijom).

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

### Nikal (Ni)

Nikal je dosta rasprostranjen i u mineralnoj i u organskoj formi u tlu. Kao i kod ostalih elemenata na njegov sadržaj i mobilnost u tlu utiče reakcija tla, organska materija i glina. Količine mobilnog nikla nisu direktno toksične za biljke ako u tlu ima dosta kalcija koje umanjuje toksično djelovanje većih količina nikla.

### Hrom (Cr)

Trovalentni hrom se često javlja u prirodi, dok se četvorovalentni hrom javlja vrlo rijetko. Trovalentni hrom je mikronutrijent, a nalazi se u stijenama, tlu, biljkama, životinjama, u vulkanskoj prašini i zraku. Hrom je nužan za pravilno djelovanje inzulina koji omogućuje ulaz šećera u ćeliju. Koristi se za proizvodnju nehrđajućeg čelika. Četvorovalentni hrom izaziva oštećenje sluznice, gutanjem dolazi do nastanka želučanog čira, oštećenja jetre i bubrega. Četvorovalentni hrom je kancerogen.

### Kobalt (Co)

Nalazi se u elementarnom obliku ili u spoju, služi za legure, pomaže sušenje boja i porculanskog emajla i dr. Nalazi se u površinskim vodama, zraku i tlu, a prolazi i u podzemne vode. U tlu se najčešće nalazi kao pratilac željeza, nikla, djelimično bakra i ostalih teških metala. Pristupačnost biljkama zavisi od pH, sadržaja kreča, željeza i aluminija, organske mase, vrste minerala gline i mehaničkog sastava. Kobalt u visokim koncentracijama je veoma toksičan za biljke, a prouzrokuje i nedostatak željeza. Velike udahnute količine izazivaju oštećenje pluća. Na životinjama je izazivao nastanak raka ako je nanešen pod kožu ili na mišić.

### Mangan (Mn)

Mangan je esencijalni elemenat i ima ulogu u fiziološkim procesima kod biljaka i životinja. Mangan u pedosferi potiče uglavnom od matičnog supstrata. Veliki broj minerala sadrži mangan, ali najvećim dijelom u tlu potiče iz MnO<sub>2</sub>. Po rasprostranjenosti Mn je u litosferi deseti element. Ukupan sadržaj Mn u tlima je 200-3.000 mg/kg od čega je 0,1-1,0% biljkama raspoloživo. U neutralnoj i alkalnoj sredini pristupačnost Mn smanjena zbog nastajanja teško topljivog hidroksida Mn(OH)<sub>2</sub>. Raspoloživost Mn raste s kiselošću tla i njegove redukcije do Mn<sup>2+</sup>. Biljke lako usvajaju Mn i u obliku helata. Oranični sloj sadrži više Mn u odnosu na podoranične slojeve, više ga je na težim i karbonatnim, a manje na lakim i pjeskovitim tlima. U vlažnijim uslovima, porastom redukcije, pristupačnost mangana je bolja. Sadržaj Mn u biljkama jako zavisi od biljne vrste, ali i biljnog dijela, odnosno organa. Izuzetno značajnu ulogu mangan ima u oksidoredukcijskim procesima i u redukciji nitrata. Pokretljivost Mn u biljkama je mala. Mlađi organi sadrže više Mn. Otrovnost Mn zapaža se kada je u tlu Mn > 1000 mg/kg uz pojavu smeđih mrlja na starijem lišću (uz čest nedostatak Fe).

### Molibden (Mo)

Sadržaj molibdena u tlima je izuzetno nizak, 0.6-3 mg/kg, prosječno oko 2 mg/kg. Kisela tla s dosta slobodnog željeza i aluminija sadrže malo molibdena. Biljke molibden

---

## **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

usvajaju u obliku visokooksidiranog molibdata i u biljkama egzistira kao anjon pa mu pristupačnost raste porastom alkalnosti, suprotno svim drugim mikroelementima. Fiziološka uloga Mo je značajna. Sudjeluje u oksidaciji sulfita i redukciji nitrata. Suvišak Mo je vrlo rijetka pojava (kritična granica toksičnosti je 200-1000 mg/kg u ST) koja se manifestira smanjenim rastom i hlorozom mlađeg lišća.

#### Arsen (As)

U prirodi se arsen pojavljuje u organskoj i anorganskoj formi. Za organske forme se smatra da su relativno netoksične osim onih sintetski stvorenih i razvijenih za komponente pesticida. Arsen se akumulira u tijelu, posebno u kosi, koži i nekim unutrašnjim organima. U prirodi arsen je uglavnom vezan u različite geološke formacije iz kojih najčešće procjeđivanjem dolazi u vodene tokove. U industriji se arsen koristi u proizvodnji boja, pirotehnici, rafiniranju nafte, metalurgiji i najviše u elektronskoj industriji u proizvodnji poluvodiča. Zbog svoje izrazite toksičnosti arsen se posebno koristi u kontroli nametnika te je dugo bio komponenta različitih pesticida, međutim takvi pesticidi su bili toliko toksični za okolinu i ljude da su zabranjeni. Nakon pesticida, najveći problem zagađenja okoliša i ljudi arsenom je kroz drvenu građu, naime drvo se tretiralo preparatima arsena da bi se zaštitilo od glodavaca, insekata i truljenja, a zatim se koristilo u izgradnji kuća, namještaja ili konstrukcija na dječjim igralištima čija je upotreba danas zabranjena.

#### Željezo (Fe)

Željezo je teški metal, a u tlu i biljkama nalazi se kao dvo i trovalentan katjon ili u odgovarajućim spojevima. U tlu Fe potieče iz mnogobrojnih primarnih i sekundarnih minerala. Njihovim raspadanjem osloboda se željezo koje u kiselim tlima brzo gradi iznova sekundarne minerale. Svježe istaloženi minerali željeza su u vidu amorfnih koloida i pristupačni su za ishranu bilja. Rezerve Fe u tlu su pretežito anorganske prirode, a ukupni sadržaj je između 0.5 i 4.0% (prosječno 3.2%). Porastom kiselosti i uz prisustvo fosfora nastaju vrlo teško pristupačni fosfati željeza, dok se u alkalnoj sredini željezo nalazi u obliku teško topljivih oksida. Stoga kalcizacija i fosfatizacija kiselih tala može znatno smanjiti raspoloživost željeza. Suvišak željeza se rijetko događa, osim u vrlo kiselim, slabo prozračenim tlima, gdje je moguće toksično djelovanje suviška željeza. Kritična toksična granica za Fe je 400-1000 mg/kg (prosječno 500 mg/kg), a pojava je češća kod uzgoja riže (bronzing efekt). Toksično djelovanje željeza ogleda se u inhibiciji vegetacijskog rasta, tamnom, plavozelenom lišću i mrkoj boji korijena.

### **4.3. Nemetali i organski zagađivači**

#### Sumpor (S)

---

---

#### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---



Sumpor je rasprostranjen elemenat u prirodi. U tlu potiče iz matičnih stijena gdje se nalazi najviše u obliku sulfida i prilikom njihovog raspadanja oslobađa se i brzo oksidira.

U savremenoj, industrijskoj eri sumpor se akumulira u tlu i taloženjem iz atmosfere gdje se nalazi kao SO<sub>2</sub> ili H<sub>2</sub>S. Procjenjuje se da godišnja imisija sumpordioksida u atmosferu iznosi oko 3×10<sup>8</sup> t ili 10-40 kg S/ha. U područjima s jakom industrijom, koja energiju dobiva sagorjevanjem uglja, u tlo može dospjeti i do 200 kg S/ha godišnje. Tla umjerenog klimata imaju ukupan sadržaj sumpora 0.005-0.040 %. Pokazuje kompetitivni efekt s fosforom. Oko 150 do 200 milijuna tona sumpora godišnje dospije u atmosferu vulkanskim erupcijama, prirodnim procesima iz okeana i močvara, kao i iz industrijskih objekata. Suvišak S u tlu je nepoželjan jer dovodi do zakiseljavanja za koje se smatra da uzrokuje izumiranje šuma u mnogim krajevima Europe, a takve pojave sve su više prisutne i kod nas. Kod ugradnje S u organsku tvar potrebna je redukcija sumpora. Sumpor se lako usvaja i iz atmosfere u obliku SO<sub>2</sub> koji se prije ugradnje u organsku tvar mora reducirati. Suvišak sumpora je u prirodi rijetka pojava, ali se sve češće događa u blizini industrijskih zona s velikom imisijom SO<sub>2</sub> u atmosferu. Smatra se da je koncentracija od 1 do 1.5 mg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> opasna za živi svijet.

#### Rezidui pesticida

Pesticidi su selektivne sintetske toksične tvari namijenjene za uništavanje štetnih životinjskih i biljnih organizama. Primjenjuju se u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji radi zaštite usjeva kao i za uništavanje skladišnih štetočina. Prema hemijskom sastavu mogu biti neorganske tvari kao i tvari iz biljaka, bakterija i gljiva. Mogu biti i organske sintetske tvari kao što su: organoklorirani i organofosforni spojevi, triazini, derivati fenoksi-ugljične kiseline, sintetički piretroidi itd. Najčešće sadrže toksične elemente kao što je živa, arsen, fosfor i drugi. Neki među njima su i karcerogeni nakon dužeg konzumiranja. Najvažniji pesticidi su insekticidi (sredstva za uništavanje insekata, stajskih parazita, muha i krpelja), rodenticidi (uništavanje glodara), herbicidi (sredstva za zaštitu bilja od bolesti i korova), fungicidi i drugi. U hrani se mogu pojavljivati u obliku rezidua. Nasuprot aditivima, pesticidi u hrani nemaju nikakvu funkciju i oni su zagađivači hrane. Porijeklo ostataka pesticida u hrani može biti neposredno od tretiranja ili posredno iz okoliša. Tako posredno pesticidi mogu dospjeti putem slivanja voda sa tretiranih usjeva u rijeke i ribnjake zatim putem hrane kojom se hrane domaće životinje, putem zagađenja štala od tretmana životinja itd. Uglavnom putem lanca prehrane pesticidi se prenose na biljke i životinje koje čovjek koristi za sopstvenu ishranu. Zbog toga praćenje prisustva pesticida postaje obavezno kako u namirnicama biljnog tako i u namirnicama životinjskog porijekla.

#### Policiklični aromatski ugljovodonici (PAH)

Policiklični aromatski ugljovodonici (PAH) spadaju u grupu naftnih ugljikovodika. To su organski spojevi koji se sastoje iz dva i više spojenih benzenovih prstena. Sastavni su dio većine fosilnih goriva i kroz njihovu nepotpunu razgradnju učestvuju u zagađenju okoliša. Postoji više od 100 različitih PAH-ova koji se najčešće javljaju u smjesama, ali

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

se u nekim slučajevima mogu pronaći i kao pojedinačna jedinjenja. Najproučavaniji benzo(a)piren. Vrlo slabo se otapaju u vodi, imaju visoku tačku ključanja, razgrađuju se djelovanjem sunčevog svjetla i otporni su u pogledu biorazgradnje. Rasprostranjeni su na cijeloj planeti. Oni nastaju kao nusprodukti, najviše u procesima izgaranja (produkti nekompletnog izgaranja organske materije). Nastaju prilikom pojave vulkana, šumskih požara, u industriji, spaljivanjem otpada, izgaranjem otpada, pušenjem itd. Čađ i katran sadrže mnoge policiklične aromatske ugljovodonike. Policiklični aromatični ugljovodonici (polycyclic aromatic hydrocarbons-PAH), zbog svog dugog perioda degradacije u životnoj sredini i toksičnog djelovanja spadaju u grupu perzistentnih organskih zagađivača (Persistent Organic Pollutants-POPs). Njihovi proizvodi degradacije (kisikovi i azotovi derivati) također predstavljaju opasnost po životnu sredinu. Samim tim PAH-ovi i njihovi produkti degradacije predstavljaju toksična organska jedinjenja. Oni pokazuju kancerogeno djelovanje, dovode do akutne toksičnosti, razvojne i reproduktivne toksičnosti, citotoksičnosti i genotoksičnosti. Iako toksični, PAH-ovi se mogu naći u hrani i životnoj sredini. PAH-ovi u životnoj sredini mogu biti prirodnog ili antropogenog porijekla. Također, ogromne količine PAH-ova potiču i od same prerade i proizvodnje nafte, koksa, katrana, asfalta i čađi. Tokom vremena dolazi do akumuliranja PAH-ova u vodi, zraku i zemljištu, nakon čega lako mogu dospeti u lanac ishrane i do samog čovjeka. S druge strane, izvjesna količina PAH-ova može se naći u hrani uslijed neadekvatne pripreme, ili kao posljedica razgradnje organskih komponenata namirnice, o čemu se posebno mora voditi računa. PAH-ovi su veoma rasprostranjeni u svim dijelovima biosfere. Mogu se naći u industrijskim i komunalnim otpadnim vodama, odakle se veoma brzo distribuiraju kroz hidrosferu i bivaju transformirani. Također, uslijed nepotpunog sagorijevanja organskih materija i nastajanja finog aerosola mogu se naći i u atmosferi. Najveća akumulacija PAH-ova zabilježena je u zemljištu, kao posljedica izlivanja nafte, šumskih požara, aktivnosti vulkana, prisustva industrijskog i komunalnog otpada u zemljištu i atmosferske depozicije.

Iako postoji veliki broj različitih PAH-ova, za istraživanje i praćenje njihovih koncentracija u uzorcima iz životne sredine Evropska Unija definira kao prioritetne samo njih 16.

#### **4.4. Postojana organska onečišćenja**

Postojane organske onečišćujuće materije (Persistent Organic Pollutants - POPs) su među najopasnijim onečišćivačima koji se oslobađaju u okoliš djelovanjem ljudske aktivnosti. Neke od tih materija su pesticidi, a drugo su industrijske hemikalije ili neželjeni nusproizvodi industrijskih procesa ili sagorijevanja.

Ove materije imaju sljedeće osobine:

Postojanost - sposobnost da se odupru hemijskoj, fotolitičkoj i biološkoj razgradnji u različitim medijima (zrak, voda, sedimenti i organizmi) mjesecima, pa čak i desetljećima;

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Bio-akumuliranje - sposobnost da se akumuliraju u živim tkivima. Odlikuju se visokom lipofilnošću (sposobnost otapanja u masnim tkivima), što im omogućuje bioakumulaciju unutar živih organizama;

Potencijal za transport na velike udaljenosti kroz razne medije (zrak, voda i migratorne vrste)-ove materije su vrlo stabilne i globalno cirkuliraju. Tragovi ovih spojeva se detektiraju u različitim dijelovima okoliša, jer lokalni izvori zagađenja rezultiraju globalnim zagađenjem okoliša. Pri toplom vremenu POPs-i isparavaju, te se nošeni vjetrom do hladnijeg mjesta, u vidu padavina vraćaju na tlo.

Ove supstance su visoko toksične i mogu uzrokovati čitav niz nepovoljnih učinaka na ljude i životinje: rak, alergije i preosjetljivosti, oštećenje centralnog i perifernog živčanog sustava, reproduktivne poremećaje i poremećaje imunološkog sustava. Zbog široke rasprostranjenosti POPs-a u okolišu teško je odrediti koji je spoj pojedinačno odgovoran za nastanak određenih promjena u okolišu (živim organizmima), tim više što se ti spojevi nalaze u smjesama.

#### **4.5. Pesticidi**

Pesticidi obuhvataju veliki broj prirodnih i sintetskih supstanci različitih hemijskih struktura, za koje je zajednička osobina sposobnost da sprečavaju pojavu, ubijaju ili odbijaju biološke štetočine bilo koje vrste. Smanjenje upotrebe pesticida je jedan od temelja održive poljoprivrede i ideja održivog razvoja.

##### Organohlorni pesticidi (OCP)

Organohlorni pesticidi predstavljaju značajan problem za životnu sredinu zbog njihove velike perzistentnosti, lipofilnosti i toksičnosti. Za sva jedinjenja koja spadaju u ovu grupu karakteristično je da imaju ugljikov, vodikov, a ponekad i kisikov atom, uključujući i vezu C-Cl; nereaktivni (ostaci nekih OCP-ova mogu postojati u životnoj sredini nekoliko desetljeća). Djeluju po principu remećenja nervne transmisije. S obzirom da su liposolubilni i da sporo podliježu razgradnji u organizmu, bioakumuliraju se najčešće u masnom tkivu, a manji dio se eliminira urinom, pljuvačkom i mlijekom.

##### Endosulfan

Endosulfan je sintetski pesticid. On se koristi za kontrolu brojnih insekata na usjevima kao što su žitarice, čaj, voće i povrće, duhan i pamuk. Također se koristi kao konzervans drva. Endosulfan se prodaje kao mješavina dva različita oblika iste hemikalije ( $\alpha$ - i  $\beta$ -endosulfan). Postoji vrlo malo razlika u toksičnosti između endosulfana i njegovog metabolita, endosulfan sulfata. Međutim, pokazalo se da je  $\alpha$ -izomer oko tri puta otrovniji od  $\beta$ -izomera endosulfana. Endosulfan ulazi u zrak, vode i tla kada se proizvodi ili kad se koristi kao pesticid. Često se primjenjuje pomoću prskalice za usjeve. Nešto endosulfana može putovati zrakom na velike udaljenosti prije nego dospije na usjeve, tla ili vode. Na usjevima se uglavnom razgrađuje u roku od nekoliko sedmica. U tlu može ostati i do nekoliko godina prije nego se sav razgradi.

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Najvjerojatniji način za ljude da budu izloženi endosulfanu je zagađena hrana. Endosulfan je pronađen u nekim prehrambenim proizvodima kao što su ulja, masti, te voće i povrće. Također mogu biti izloženi niskim nivoima endosulfana preko kože kad su u kontaktu sa zagađenim tlom ili cigaretama od duhana koji ima ostataka endosulfana na sebi. Radnici mogu udisati tokom prskanja pesticida na usjeve. Ljudi koji žive u okolici mjesta opasnog otpada mogu biti izloženi endosulfanu prvenstveno putem dermalnog kontakta ili ingestijom onečišćenih tala, jer je taj spoj pronađen vezan na čestice tla. Klinički znaci su zajednički i za ljude i životinje nakon akutne izloženosti visokim dozama endosulfana (npr. hiperaktivnost, tremor, smanjeno disanje, dispneja, salivacija, smrt) i pokazuju kao glavnu metu toksičnosti nervni sistem.

#### Heksahlorcikloheksan (HCH)

Heksahlorcikloheksan, poznat kao benzenheksahlorid, je sintetsko jedinjenje koje postoji u formi osam stereoizomera. Jedna od ovih formi je  $\gamma$ -HCH, ili lindan, koji se koristi kao insekticid za voće, povrće, usjeve. Koristi kao insekticid u obliku praha, pudera, tekućine ili kao koncentrat. Također je dostupan i kao lijek (losion, krema, ili šampon) za liječenje i/ili kontrolu svraba i uši kod ljudi. Iako se tehnički HCH više ne koristi kao insekticid  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - i  $\delta$ -HCH mogu se pronaći u tlu i površinskim vodama na mjestima za opasni otpad jer su perzistentni u okolišu. U zraku, različiti oblici HCH mogu biti prisutni kao para ili su bili pripojeni na sitne čestice, kao što su zemlja i prašina. Čestice mogu biti uklonjene kišom ili degradirane od strane drugih spojeva koji se nalaze u atmosferi. HCH može ostati u zraku duže vremena i putovati na velike udaljenosti, ovisno o uslovima okoliša. U tlu, sedimentima i vodi, HCH se razgrađuje na manje otrovne tvari pomoću algi, gljivica i bakterija, ali taj proces može potrajati dugo.  $\gamma$ -HCH i drugi izomeri mogu ući u organizam jedući hranu ili pijući vodu koji su onečišćeni sa HCH. Udisanje  $\gamma$ -HCH ili drugih izomera može dovesti do ulaska tih hemikalija u pluća.  $\gamma$ -HCH se može apsorbirati kroz kožu kada se koristi kao losion, krema ili šampon za liječenje i/ili kontrolu svraba tijela i uši. HCH izomeri i proizvodi mogu biti pohranjeni u masnom tkivu organizma.

Kod ljudi i životinja, glavna meta akutne izloženosti visokim količinama HCH je nervni sistem, i efekti su hiperekscitabilnost, napadi, grčevi, povraćanje i mučnina i konačno mogu dovesti do smrti. Premda dostupni izvještaji opisuju široku lepezu učinaka povezanih s izlaganjem HCH, teško je definirati jasan ciljani organ ili sistem za toksičnost.

#### **4.6. Industrijske hemikalije**

##### Polihlorirani bifenili (PCB)

Polihlorirani bifenili su sintetska jedinjenja čija komercijalna proizvodnja počinje 1927. godine. To su molekule aromatskih struktura koje imaju povezana dva benzenova prstena u kojima su pojedilni ili svi atomi vodika zamijenjeni atomima hlora. S obzirom na broj i položaj atoma hlora moguće je oko 209 različitih izomera i homologa PCB-a koji se nazivaju kongenerima. Kao i mnogi organohlorni spojevi, različiti kongeneri su postojani i bioakumuliraju se u hranidbenom lancu. Pri proizvodnji PCB-a nastaju i dioksini i

---

#### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

furani. Dioksini se smatraju najtoksičnijim jedinjenjima koja su napravljena, a furani su deset puta manje toksični. Ostali PCB-i koji nisu slični dioksinima imaju druga toksična svojstva. Zbog neprovodljivosti i nezapaljivosti dosta su korišteni kao zaštita od plamena, tečnost za hlađenje u transformatorima, kondenzatorima kao maziva, te u drugoj različitoj opremi elektro industrije, zatim u sredstvima za fiksiranje mikroskopskih preparata, imerzionim uljima, vakuum pumpama, mikrovalnim pećnicama. Većina tih primjena je danas zabranjena zakonom, ali obzirom da je oprema koja sadrži PCB-i bila široko u upotrebi, a neka je još funkcionalna, otpadna ulja iz takvih sistema često sadrže količine PCB koje se mogu mjeriti. Kada se ispuste u okoliš, PCB-i se teško razgrađuju i kruže između zraka, vode i tla, tokom čega se zadržavaju i dosta nagomilavaju, a posebno u masnim tkivim. Obzirom da su lipofilni i akumuliraju se u prehrambenom lancu, najveća izloženost je putem masne hrane životinjskog porijekla, nekih vrsta riba i mliječnih proizvoda. Na sobnoj temperaturi su uljaste tečnosti praktično nerastvorljive u vodi i dobro rastvorljive u organskim rastvaračima. Nisu eksplozivni, imaju veoma nisku električnu provodljivost, vrlo visoku toplotnu provodljivost i ekstremnu stabilnost na visokim temperaturama, pokazuju stabilnost na oksidaciju i hidrolizu, otpornost na kiseline i baze, imaju dobru izolatorsku sposobnost, u potpunosti se uništavaju na temperaturama iznad 1100°C. Korisni su u industriji, ali štetni po okoliš. Ove njihove osobine su bile presudne za današnju široku primjenu, pa se koriste prvenstveno kao izolacioni materijal u električnim transformatorima i kondenzatorima, ali i kao hidraulični medij za teške mašine u rudarstvu. Njihova izuzetna stabilnost u prirodi i izrazita lipofilnost je dovela do toga da danas praktično nema sredine u kojoj se ne nalaze, u manjim ili većim koncentracijama. Poliklorirani bifenili mogu u okoliš dospjeti nakon havarija postrojenja u kojima se koriste, npr. trafo stanica ili oštećenjem uređaja koji ih mogu sadržavati, kao što su teška vozila u industriji i rudarstvu. Također mogu dospjeti ilegalnim odlaganjem opasnog otpada koji sadrži staro transformatorsko ulje, kontejnere koji su služili za njihov transport ili druge proizvode, a mogu nastati i prilikom spaljivanja otpada u industriji i domaćinstvu, naročito onog koji sadrži veće količine plastičnih masa. Analiza pojedinačnih kongenera PCB-a moguća je samo plinskom hromatografijom visoke rezolucije na kapilarnim kolonama s optimalnim temperaturnim programom.

Polihlorirani bifenili spadaju među supstance čije se toksično djelovanje najviše ispituje. Na osnovu višegodišnjeg ispitivanja pokazalo se da najvjerovatnije izazivaju rak limfnih čvorova, jetre, pluća, izazivaju oštećenja imunog sistema, reproduktivnog, nervnog i endokrinog sistema. PCB-i se mogu unijeti u organizam oralno, preko kože, udisanjem i pasivnom difuzijom prolaze kroz ćelijske membrane. Skloni su akumuliranju u tkivima sa puno masnoća, ali su nađeni i u drugim tkivima. Raspodjela PCB-a u organizmu ovisi o strukturi i fizičko-hemijskim svojstvima, ali i o dozi u kojoj je prisutan.

## V PROCIJEDNE VODE

---

---

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

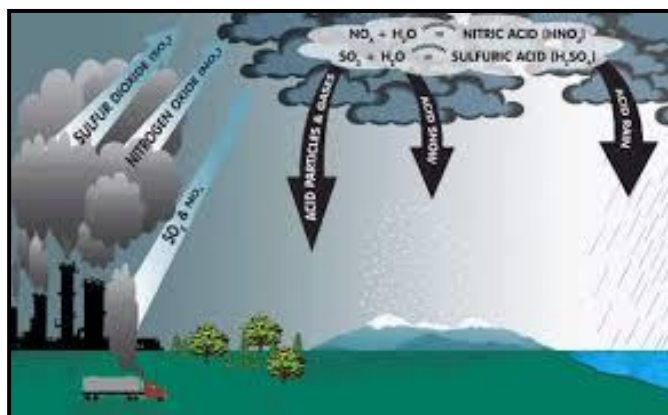
---

## 5.1. Izvori zagađenja

Zagađujuće materije dospijevaju do vode direktnim i indirektnim putevima. Direktni oblici zagađivanja podrazumjevaju formiranje posebnih otpadnih voda u koje čovjek ubacuje štetne materije i koje, po pravilu, direktno izliva u riječne tokove. Voda se indirektno zagađuje u procesu spiranja štetnih hemijskih materija u zemljištu. Na tom putu one lagano prelaze u podzemne vode, odakle procesima prirodnog kruženja vode sigurno dolaze do rijeka, jezera, mora. Materije iz atmosfere dospijevaju na površinu zemlje (vegetaciju, tlo, jezera) suhim i mokrim taloženjem. Mokro taloženje je kad padavine (kapi kiše, kristali, pahuljice snijega, susnežica, slana i dr.) pri padu iz oblaka pakupe i ujedno rastvore čestice ili materije na koje nailaze na svom putu prema tlu. Do suhog taloženja materija pretežno dolazi usljed djelovanja sile teže. Suho taloženje je duži proces i nije zavisano od padavina. Padavine na površinu tla dolaze kao rastvor različitih gasova, soli i raznih materija koje voda prikuplja i rastvara, prolazeći kroz atmosferu. Prolazeći kroz tlo, voda ulazi u reakcije s gasovitom i čvrstom fazom tla, obogaćujući se dalje mineralima i materijama iz tla (Č i r i ć 1984). Voda se u tlu ne nalazi u čistom stanju, u njoj se uvijek, makar i u vrlo malim količinama, nalaze otopljene mineralne materije ili različiti gasovi. Ona se u tlu zadržava adsorpcijom na površini čestica tla i u porama, tj. kapilarama. Razne reakcije zbivaju se unutar tečne faze tla. Glavnina rastvorenih materija u tečnoj fazi tla su joni (S p a r k s 1995). Jone u rastvoru tla mogu adsorbovati organske i neorganske komponente tla, a isto tako adsorbovani se joni otpuštaju u rastvor tla. Ako je rastvor tla prezasićen bilo kojim mineralom u tlu, mineral se može istaložiti, dok se ne postigne ravnoteža. Ako je pak rastvor tla premalo zasićen bilo kojim mineralom u tlu, mineral može biti otopljen, sve dok se ne postigne ravnoteža. Joni u rastvoru mogu biti transportovani kroz profil tla do podzemnih voda kroz proces ispiranja tečnosti s površine. Kroz evaporaciju i sušenje tla može se dogoditi pomjeranje jona i prema površini.

Podzemne vode su po Zakonu o vodama Federacije BiH sve vode ispod površine zemlje u zasićenoj zoni i koje su u izravnom kontaktu sa površinskim i podzemnim slojevima zemljišta.

Zaštita voda od zagađivanja, kao i unapređivanje postojećeg kvaliteta, postiže se sprečavanjem unošenja zagađujućih materija u količinama koje mogu uzrokovati nepovoljne promjene kvaliteta vode.



Slika 1. Kruženje zagađujućih materija u prirodi

## 5.2. Lizimetri

Kretanje vode kroz tlo, kao i procjeđivanje kroz određeni volumen tla, istražuje se lizimetrima. Njima se može mjeriti kvalitet rastvora tla, kao i materije koje dolaze u tlo padavinama te se ispiru dalje u podzemne vode ili odlaze bočno po nepropusnom horizontu tla. Riječ lizimetar izvedena je iz grčkih riječi “lisis”, što znači otapanje i “metrom”, što znači mjerenje (Sraka 2002). Ovaj je naziv primjenljiv na svaki uređaj koji se koristi za proučavanje količine i kvaliteta vode u tlu koja prolazi kroz solum tla. U novije vrijeme sve se više koriste za proučavanje hemijskog sastava perkolata u profilu tla. Za ugradnju lizimetra, se obično iskopa pedološka jama, a u jednom zidu na određenoj dubini se načini tunel (polica) u koji se stavi lizimetar za mjerenje tečnosti koja se procjeđuje kroz gornji dio profila.

Rastvor tla obično sadrži 100–200 različitih rastvorljivih kompleksa. Mnogi od njih sadrže metalne katjone i organske materije S p o s i t o (1989). Sulfati i nitrati smanjuju pH vrijednost padavina. Čista voda, u ravnoteži s atmosferskim CO<sub>2</sub> (do 0,03%) ima pH 5,6. Sve padavine koje imaju vrijednosti manje od 5,6 nazivaju se kiselim padavinama. Sama vrijednost pH padavina nije dovoljna pri analizi hemijskog stanja atmosfere. U pojedinim industrijskim područjima često se pojavljuje efekt neutralizacije, pa tako pH padavina može biti veći od 5,6. Kod takvih situacija ne znači kako ove padavine neće zakiseliti tlo. Formiranje hemijskog sastava prirodnih voda počinje već u atmosferi, kada kapi vode otapaju gasove i čvrste čestice koje se nalaze u atmosferi. Najprije su to O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub>, te SO<sub>2</sub> i SO<sub>3</sub>, a poslije električnih pražnjenja u atmosferi i NO<sub>x</sub>. Elektroprovodljivost, tj. specifična elektroprovodljivost (jedinica μS/cm na 20°C) je parametar koji ukazuje na količinu ukupno otopljenih materija u vodi, pa je veoma koristan za ocjenu stepena zagađenja voda. Elektroprovodljivost se, međutim, ne javlja uvijek samo kao posljedica zagađenja u vodi. Voda visokog saliniteta, npr. morska voda, također ima visoku elektroprovodljivost. Zahvaljujući velikoj sposobnosti rastvaranja, voda na površini ili prolazom kroz tlo razlaže i rastvara različite sastojke. Neprekidno zakiseljavanje povlači za sobom niz sekundarnih posljedica, kao što je rastvorljivost teških toksičnih metala, hranjivih materija te njihov prelaz u tekuću fazu (rastvor tla) koja dalje odlazi u podzemne vode. Na taj se način smanjuje resurs pitke vode, što dovodi do drugih popratnih pojava.

U prirodnim vodama su prisutni sljedeći joni:

- anjoni: hloridi, sulfati, hidrogen karbonati, a u malim koncentracijama se nalaze još i fosfati, nitrati, nitriti, hidrogensulfidi i drugi;
- katjoni: natrij, kalcij, magnezij i u malim količinama katjoni vodika, željeza, mangana, amonijuma (Levačić 1997).

## VI METOD RADA

U okviru istraživanja uključena su:

---

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

- terenska istraživanja
- laboratorijska ispitivanja
- obrada podataka
- granične vrijednosti

## 6.1. Terenska istraživanja

Prilikom terenskih radova najprije je izvršeno rekognosciranje ranije definisanih lokacija u cilju utvrđivanje mjesta uzorkovanja tla. Nakon toga su uzeti prosječni uzorci tla za analizu. Prosječni uzorci su dobijeni miješanjem 9-10 pojedinačnih uzoraka. Uzorci su uzeti u površinskom sloju (0-25 cm), u poremećenom stanju i uz upotrebu odgovarajućeg pribora. Uzorci tla su pakovani u plastične vrećice. Uzorkovanje je vršeno u skladu sa Zakonom o poljoprivrednom zemljištu ("Službene novine Federacije BiH", broj 52/09), (u daljem tekstu Zakon), Pravilnikom o kontroli tla ("Službene novine Federacije BiH", broj 72/09 i Pravilnikom o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja ("Službene novine Federacije BiH", broj 72/09). U 2012. godini otvoreni su pedološki profili u cilju utvrđivanja tipa tla i njegovih fizičkih i hemijskih osobina. Uzorci su analizirani u laboratoriji Federalnog zavoda za agropedologiju. Nakon laboratorijske analize izvršena je obrada podataka. U 2013. godini su postavljene tzv. lizimetri koji sakupljaju procijedne vode, te je povremeno vršeno njihovo pražnjenje i analiza perkolata. Obrada podataka je rađena u skladu sa Pravilnikom o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih materija za vode koje se nakon prečišćavanja iz sistema javne kanalizacije ispuštaju u prirodni recipijent („Službene novine Federacije BiH“, broj 18/98).

## 6.2. Laboratorijska ispitivanja

U laboratoriji su urađene sljedeće analize:

- postotni sadržaj čestica tla sa promjerom u mm 2-0,02; 0,02-0,002; <0,002 /pipet metodom sa natrijum-pirofosfatom (internacionalna B-metoda)/
- teksturna oznaka /po Ehwald-u/
- stabilnost makrostrukturnih agregata /po Gračanin-Sekeri/
- vodopropusnost /po Vukašiniću/
- svojstva adsorptivnog kompleksa /po Kapennu/
- reakcija zemljišta, aktivna (pH u H<sub>2</sub>O) i supstitucijska (pH u 1M-KCl-u) /elektrometrijski na pH-metru po standard metodi (BAS ISO 10390)/
- sadržaj humusa u % /volumetrijski po Spring-u Dikromatna po (FZAPL. U 5.4.)
- sadržaj CaCO<sub>3</sub> /volumetrijski po Sheibler-u po (BAS ISO 10693)/
- određivanje lahko pristupačnog fosfora (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) /po Al- metodi (FZAPL U 5.4.5)/
- određivanje lahko pristupačnog kalija (K<sub>2</sub>O) /po Al- metodi (FZAPL U 5.4.4)/
- sadržaj ukupnih oblika teških metala: olova (Pb), kadmija (Cd), cinka (Zn), nikla (Ni), željeza (Fe), hroma (Cr), mangana (Mn), arsena (As), molibdena (Mo), kobalta (Co), žive (Hg) i bakra (Cu) /po metodi AAS/

---

### Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



- sadržaj PAH, PCB i drugih organski jedinjenja u mg/kg /po metodi AAS/
- sadržaj sumpora (S) metodom na mikrovalnoj digestiji sa kiselinama (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> i HClO<sub>4</sub>) /spektroskopskim očitanjem na ICP-OES/
- Analiza perkolata vode/po metodi 200.7 (Određivanje metala i elemenata u tragovima u vodi i otpadu na plazmi-AES)/.

Sve laboratorijske analize uzoraka tla izvršene su u laboratoriji Federalnog zavoda za agropedologiju.

### 6.3. Obrada podataka

Na osnovu provedenih terenskih ispitivanja i opažanja, te laboratorijskih analiza utvrđene su hemijske i fizičke osobine tla i lizimetarskih voda, doneseni određeni zaključci o stanju u zemljištu i perkolatu.

### 6.4. Granične vrijednosti

Za analizu sadržaja pojedinih elemenata koristili smo zakonsku legislativu.

Prema članu 13. Zakonu o okolišu („Službene novine Federacije BiH“, broj 33/03) očuvanje tla obuhvata površinu i ispod površinske slojeve zemljišta, tlo, formacije stijena i minerala, kao i njihove prirodne i prijelazne oblike i procese. Očuvanje zemljišta obuhvata očuvanje produktiviteta, strukture, ravnoteže vode i zraka, te biota tla. Na površini zemljišta ili ispod površine mogu se vršiti takve vrste aktivnosti i odlagati takve vrste materija koje ne zagađuju ili oštećuju kvantitet, kvalitet, materijalne procese zemljišta i komponente okoliša. Prema pomenutom Zakonu zaštita voda (član 14.) obuhvata očuvanje površinskih i podzemnih voda, zaliha, reguliranje kvaliteta i kvantiteta vode, zaštitu korita, obalnih područja kopnenih voda i akvifera.

U slučaju da za pojedine parametre ne postoji dovoljno podataka u našim zakonskim dokumentima korištena je naučna literatura.

Granične vrijednosti parametara navedenih u tabeli 1 i 2 su date u Pravilniku o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine Federacije BiH, broj 72/09).

*Tabela br. 6: Granične vrijednosti teških metala i sumpora u tlu*

Teški metali (ukupni oblik)	Granične vrijednosti u zavisnosti od teksture tla (mg/kg tla)		
	Pjeskovito tlo	Praškasto-ilovasto tlo	Glinovito tlo
Kadmij (Cd)	0,5	1,0	1,5
Bakar (Cu)	50	65	80

---

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Nikal (Ni)	30	40	50
Olovo (Pb)	50	80	100
Cink (Zn)	100	150	200
Hrom (Cr)	50	80	100
Živa (Hg)	0,5	1,0	1,5
Kobalt (Co)	30	45	60
Molibden (Mo)	10	15	20
Arsen (As)	10	15	20
Barij (Ba) i njegovi spojevi	60	80	100
Vanadij (V)	30	40	50
Talij (Tl)	0,5	1	1
Bor (B)	30	40	50
<b>Drugi anorganski spojevi</b>			
Sumpor (S)	300	400	500

Tabela br.7: Granične vrijednosti postojanih organskih polutanata

Organske štetne i opasne materije (ukupna koncentracija)	Granične vrijednosti (mg/kg tla)
Policiklični aromatski ugljovodonici (PAH)	2
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,2
DDT/DDD/DDE	0,1
Drini (aldrini+diealdrini+endrini)	0,1
HCH spojevi (alfa HCH + beta HCH + gama HCH + delta HCH)	0,1

Sadržaj sljedećih spojeva: PCB, DDT/DDD/DDE, drini i HCH je zbog njihove izuzetno niske prisutnosti prikazan je u  $\mu\text{g/kg}$  tla.

Tabela br. 8: Granične vrijednosti za mangan i željezo prema prof.dr. H. Resulović

Mangan (Mn) u mg/kg tla	1.000
Željezo (Fe) u %	5

Ove vrijednosti tla se odnose na tla sa kiselom reakcijom. U alkalnim i karbonatnim tlima navedene vrijednosti se mogu povećati za 25%. Pri analizi laboratorijskih podataka za organske i neorganske polutante uzeta su obzir ova povećanja.

Tabela br. 9: Granične vrijednosti za pristupačnost teških metala (prema H. Resulović)

Teški metali Ukupni oblik (mg/kg tla)	Pristupačni oblici teških metala u tlu (mg/kg)		
	nizak sadržaj	srednji sadržaj	visok sadržaj
Olovo (Pb)	< 5,0	5,0 – 20,0	> 20

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Kadmij (Cd)	< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0
Nikal (Ni)	< 5,0	5,5 – 25,0	> 25
Cink (Zn)	< 1,0	1,0 – 10,0	> 10,0
Kobalt (Co)	< 1,0	1,0 – 10,0	> 10,0
Bakar (Cu)	< 1,0	1,0 – 5,0	> 5,0
Željezo (Fe)	< 20,0	20,0 – 100,0	> 100,0
Mangan (Mn)	< 10,0	10,0 – 50,0	> 50,0

Granične vrijednosti teških metala i organskih polutanata u perkolatu su određene prema našoj legislativi, tj. na osnovu Zakona o vodama („Službene novine Federacije BiH“ broj 70/06) i Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije („Službene novine Federacije BiH“ broj 4/12).

*Tabela br.10: Granične vrijednosti emisije supstanci i parametara kvaliteta za industrijske otpadne vode*

Parametar	Jedinica mjere	Granične vrijednosti emisije industrijskih otpadnih voda koje se ispuštaju u	
		površinska vodna tijela	javni kanalizacioni sistem
<b>A Opći parametri</b>			
1	pH	6,5 - 9,0	6,5 - 9,5
<b>B Anorganski parametri</b>			
2	Arsen, As	mg/l	0,1
3	Bakar, Cu	mg/l	0,5
4	Cink, Zn	mg/l	2,0
5	Hloridi	mg/l	250,0
6	Hrom ukupni, Cr	mg/l	0,5
7	Kadmij, Cd	mg/l	0,1
8	Kobalt, Co	mg/l	1,0
9	Mangan, Mn	mg/l	1,0
10	Molibden, Mo	mg/l	1,0
11	Nikal, Ni	mg/l	0,5
12	Olovo, Pb	mg/l	0,5
13	Sulfati, SO <sub>4</sub>	mg/l	200,0

## **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

14	Željezo, Fe	mg/l	2,0	2,0
15	Živa, Hg	mg/l	0,01	0,01
<b>C Nutrijenti</b>				
16	Amonijačni azot, NH <sub>4</sub> -	mg/l	10,0	40,0
17	Nitratni azot, NO <sub>3</sub> -N	mg/l	10,0	50,0
18	Ukupni azot	mg/l	15,0	100,0
19	Ukupni fosfor, P	mg/l	2,0	5,0
<b>D Organski parametri</b>				
20	Ukupni aromatski ugljikovodici (PAH)	mg/l	0,01	0,01

## VII REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Radi determinacije sadržaja neorganskih i organskih polutanata uzeti su uzorci tla za ispitivanje hemijskih i fizičkih osobina tla. Uzorci su uzeti sa dubine do 25 cm (odnosno uzorci iz prvog horizonta u 2012. godini), uzorci perkolata (procjedne vode u tlu) na dubinama tla od 0-30; 30-60; 60-90 cm. Nakon obavljenih analiza dat je komentar dobijenih rezultata.

### 7.1. Lokalitet Tetovo

Tetovo se nalazi zapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 0,5 km zračne linije i na 350 m nadmorske visine. Prosječan uzorak zemljišta je uzet sa dubine 0-25 cm, na blago inkliniranom terenu u blizini stambenih, individualnih kuća tj. u vrtu u kojem se intenzivno uzgajaju povrtno kulture. Na lokalitetu Tetovo zastupljeno je tlo: Eutrični kambisol na laporima i pješčarima ilovaste teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i sa vrlo niskim sadržajem CaCO<sub>3</sub>.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 11: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	7,98	8,10	8,08	7,85	7,85	7,97
pH u 1M KCl-u	7,17	7,51	7,31	7,21	7,11	7,26

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Humus u %	5,9	4,84	5,03	8,73	6,68	6,24
CaCO <sub>3</sub> u %	1,8	8,52	1,44	2,04	2,16	3,19
<b>Tetovo - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovača</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	67,2	76,21	76,37	77,27	58,57	71,12
Olovo (Pb)	174,8	153,13	219,50	29,47	182,50	151,88
Kadmij (Cd)	0,74	2,83	0,95	1,09	2,50	1,62
Cink (Zn)	205,03	226,13	261,50	301,83	256,9	250,28
Nikal (Ni)	155,6	180,25	169,33	163,37	144,3	162,57
Hrom (Cr)	81,27	65,39	82,23	70,80	79,87	75,91
Kobalt (Co)	33,7	29,38	44,10	29,77	37,50	34,89
Mangan (Mn)	1.186	1.951	1.853	1.296	2.356	1.728
Željezo (Fe) %	4,05	6,29	5,11	5,75	4,74	5,19
Molibden (Mo)	1,41	0,89	1,08	1,02	0,41	0,85
Arsen (As)	1,85	2,33	2,17	1,58	40,31	9,65
Živa (Hg)	-	-	-	0,43	0,24	0,33
Sumpor (S)	2.600	-	1.400	1.790	1.300	1.772
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	0,84	-	0,22	0,17	0,41

\* Sadržaj pojedinih elemenata u tlu čije vrijednosti prelaze granične je označen crvenom bojom

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Olovo(Pb) u 4 godine istraživanja bilo iznad granične vrijednosti od 100 mg/kg.
- Kadmij (Cd) u 2012. i 2015. godini bio povećan u odnosu na graničnu vrijednost od 1,25 mg/kg.
- Cink (Zn) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 187,5 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 50 mg/kg.
- Mangan (Mn) u 4 godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Arsen (As) jedino u 2015. godini bio iznad granične vrijednosti od 18,7 mg/kg.
- Željezo (Fe) takođe samo 2012. godine bilo iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 500 mg/kg.

Bakar, hrom, kobalt, molibden, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj olova, kadmija, cinka, nikla, mangana i sumpora.**

Lokalitet

Tetovo

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Komponenta	Ukupni sadržaj mg/kg
HCH	0,0003
DDT/DDD/DDE	nema
Drini (aldrini/dieldrini/endrini )	0,0001
PCB mg/kg	0,0002

Tabela br. 12: Sadržaj POPs jedinjenja

Na lokalitetu Tetovo sadržaj ispitivanih rezidua pesticida na bazi hloriranih ugljovodonika, sadržaj PCB jedinjenja, kao i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenja u uzorku tla nije detektovan ili pak je vrlo nizak i daleko ispod granične vrijednosti.

#### Ispitivanje perkolata

Tabela br. 13: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lokalitet Tetovo				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	7,52	6,8	7,35	7,22
Elektroprovodljivost u $\mu$ S/cm	53,48	466,07	607,03	375,53
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	16,67	1,79	351,77	123,41
Hloridi	10,50	14,42	-	12,46
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16,67	0,61	113,67	43,65
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	66,67	1,26	0,10	22,68
Azot N	154,53	241,36	4,61	133,50
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )	9,55	0,10	0,10	3,25
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	149,68	73,27	0,79	74,58
Olovo (Pb)	0,006	0,022	0,014	0,01
Kadmij (Cd)	-	0,016	0,001	0,01
Cink (Zn)	0,005	0,003	0,109	0,04
Kobalt (Co)	0,018	0,009	0,012	0,01
Bakar (Cu)	0,374	0,013	0,042	0,14
Hrom (Cr)	-	-	0,042	0,04
Nikal (Ni)	-	0,001	-	0,001
Mangan (Mn)	0,002	0,040	0,321	0,12
Arsen (As)	0,034	0,017	-	0,03
Molibden (Mo)	77,00	72,087	0,023	49,70
Kalcijum (Ca)	0,153	0,697	124,6	41,82
Željezo (Fe)	0,005	0,003	13,23	4,41
Naftalen	0,008	0,005	0,001	0,01
Acenaftilen	0,024	-	0,001	0,01
Acenaften	-	-	0,001	0,01
Fluoren	0,007	-	0,000	0,01

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Fenantren	0,008	-	-	<b>0,01</b>
Antracen	0,023	0,002	-	<b>0,01</b>
Fluoranten	0,001	0,001	-	<b>0,01</b>
Piren	0,005	0,002	-	<b>0,01</b>
Benzo(a)antracen	0,016	0,006	-	<b>0,01</b>
Krisen	-	0,001	-	<b>0,01</b>
Benzo(b)fluoranten	0,006	-	-	<b>0,01</b>
Benzo(k)fluoranten	0,005	-	-	<b>0,01</b>
Benzo(a)piren	0,006	0,003	-	<b>0,01</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,032	-	0,001	<b>0,02</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,083	-	0,001	<b>0,04</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,014	-	0,001	<b>0,01</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,228</b>	0,008	0,005	<b>0,08</b>

Na lokalitetu Tetovo pH vrijednost perkolata (procijedne vode) se kreće u rasponu od 6,80 do 7,52 što ukazuje da je perkolat neutralan do blago alkalni. Elektroprovodljivost se kreće od 53,48 do 607,03  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja dobru elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u elementarnom i u nitratnom obliku koji su povišeni i što je posljedica humizacije organskim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mn i As u perkolatu lokaliteta Tetovo su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj molibdena u 2013. i 2014. godini i željezo u 2015. godini su povišeni. PAH-jedinjenja su u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa trogodišnjeg istraživanja procijedne vode utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj ukupnog azota, molibdena, željeza i PAH jedinjenja.**

## 7.2. Lokalitet Pehare

Ovaj lokalitet se nalazi jugoistočno od centra emisije, na udaljenosti od oko 1,6 km zračne linije i na 325 m nadmorske visine. Prosječan uzorak tla je uzet sa dubine 0-25 cm. Lizimetri su postavljeni u ranije otvorenom profilu, na ravnom terenu i na zemljištu koje se koristi za uzgoj povrtlarskih kultura. Na ovoj lokaciji je zastupljeno tlo Eutrični kambisol na laporima ilovasto glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i uglavnom slabo karbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 14: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

---

### Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	8,06	7,87	8,11	8,10	8,15	<b>8,06</b>
pH u 1M KCl-u	7,02	7,12	7,20	7,44	7,45	<b>7,25</b>
Humus u %	8,14	7,48	4,82	10,82	4,74	<b>7,20</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	4,12	2,92	3,54	18,74	2,42	<b>6,35</b>
<b>Pehare - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>			<b>Ilovasta glinuša</b>			
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	51,37	66,56	58,80	69,60	45,07	<b>58,28</b>
Olovo (Pb)	116,5	<b>134,04</b>	120,70	<b>154,23</b>	112,2	<b>127,53</b>
Kadmij (Cd)	0,41	<b>1,93</b>	0,79	<b>2,62</b>	1,23	<b>1,40</b>
Cink (Zn)	190,33	<b>271,86</b>	229,67	<b>566,67</b>	212,6	<b>294,23</b>
Nikal (Ni)	<b>126,97</b>	<b>149,17</b>	<b>165,17</b>	<b>114,80</b>	<b>114,40</b>	<b>134,10</b>
Hrom (Cr)	65,53	89,04	79,63	31,70	45,80	<b>62,34</b>
Kobalt (Co)	30,03	36,85	36,67	24,63	25,20	<b>30,68</b>
Mangan (Mn)	<b>2.172</b>	<b>2.023</b>	<b>2.031</b>	970	<b>1.351</b>	<b>1.709</b>
Željezo (Fe) %	3,47	6,19	4,00	<b>7,29</b>	3,56	<b>4,90</b>
Molibden (Mo)	0,98	0,35	0,66	1,56	0,35	<b>0,78</b>
Arsen (As)	1,59	2,51	1,54	4,79	<b>35,81</b>	<b>9,25</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,30	0,13	<b>0,22</b>
Sumpor (S)	<b>4.200</b>	-	<b>1.900</b>	<b>5.580</b>	<b>1.610</b>	<b>3.322</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,58	-	1,40	0,10	<b>1,03</b>

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Olovo (Pb) u 2012. i 2014. godini istraživanja bilo iznad granične vrijednosti od 125 mg/kg.
- Kadmij (Cd) u 2012. i 2014. godini bio povećan u odnosu na graničnu vrijednost od 1,87 mg/kg.
- Cink (Zn) u 2012. i 2014. godini bio iznad granične vrijednosti od 250 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 62,5 mg/kg.
- Mangan (Mn) u 4 godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Željezo (Fe) u 2014. godini bilo iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Arsena (As) jedino u 2015. godini bio iznad granične vrijednosti od 25 mg/kg.
- Sumpor(S) u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 625 mg/kg.

Bakar, hrom, kobalt, molibden, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba



Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj olova, kadmija, cinka, nikla, mangana i sumpora.

Tabela br. 15: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Pehare
Komponenta	ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	0,0001
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0001

Na ispitivanom lokalitetu sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i rezidua pesticida u uzorku tla je vrlo mali, dok ostala POP-s jedinjenjima nisu registrovana, što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima.

#### Ispitivanje perkolata

Tabela br.16: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lokalitet Pehare				
Godina		2013	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O		7,190	7,13	<b>7,16</b>
Elektroprovodljivost u $\mu$ S/cm		63,48	<b>1.546,00</b>	<b>804,74</b>
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>		56,67	622,20	<b>339,435</b>
Hloridi		14,83	2,48	<b>8,655</b>
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		70,00	55,00	<b>62,500</b>
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		250,00	0,132	<b>125,066</b>
Azot N		<b>215,53</b>	2,41	<b>108,970</b>
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )		<b>54,57</b>	0,18	<b>27,375</b>
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		<b>314,05</b>	-	<b>314,050</b>
Olovo (Pb)		0,015	0,005	<b>0,010</b>
Kadmij (Cd)		0,014	-	<b>0,014</b>
Cink (Zn)		0,006	0,030	<b>0,018</b>
Kobalt (Co)		0,039	0,007	<b>0,023</b>
Bakar (Cu)		<b>0,706</b>	0,015	<b>0,361</b>
Hrom (Cr)		-	0,010	<b>0,010</b>
Nikal (Ni)		-	0,039	<b>0,039</b>
Mangan (Mn)		0,002	0,319	<b>0,161</b>
Arsen (As)		0,048	-	<b>0,048</b>
Molibden (Mo)		0,008	0,011	<b>0,010</b>

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,153	148,600	<b>74,377</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,002	0,003	<b>0,003</b>
Naftalen	0,001	0,002	<b>0,002</b>
Acenaftilen	0,008	-	<b>0,008</b>
Acenaften	-	-	-
Fluoren	-	-	-
Fenantren	-	-	-
Antracen	0,005	0,000	<b>0,003</b>
Fluoranten	-	0,000	-
Piren	-	0,000	-
Benzo(a)antracen	0,003	-	<b>0,003</b>
Krisen	0,053	-	<b>0,053</b>
Benzo(b)fluoranten	0,003	0,001	<b>0,002</b>
Benzo(k)fluoranten	0,005	-	<b>0,005</b>
Benzo(a)piren	-	-	-
Indeno(1,2,3)piren	0,014	-	<b>0,014</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,034	-	<b>0,034</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,007	-	<b>0,007</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,110</b>	0,003	<b>0,057</b>

Na ovom lokalitetu u 2014. godini uzorak perkolata iz lizimetra nije bilo moguće uzeti zbog prisutne vodoležine, pH vrijednost perkolata je neutralne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 63,48 do 1.546,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Ove vrijednosti povezujemo sa sa povišenim vrijednostima otopljenih bikarbonata. Bikarbonati imaju vrijednosti od 56,67 do 622,3 mg/l i potiču iz tla koje je karbonatno na ovoj lokaciji. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u elementarnom, amonijačnom i nitratnom obliku koji su povišeni i što je posljedica humizacije organskim gnojivima. Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cr, Ni, Mn, Mo, As, i Fe u perkolatu lokaliteta Pehare su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj bakra u perkolatu je povišen 2013. godine. PAH- jedinjenja su u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu dvogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj ukupnog i nitratnog oblika azota, kao i PAH-jedinjenja.**

### 7.3. Lokalitet Mutnica

Nalazi se jugoistočno od centra emisije na udaljenosti od oko 8,6 km zračne linije i na 430 m nadmorske visine. Profil je iskopan na inkliniranom terenu i na prirodnoj livadi. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrični kambisol na trošnim krečnjacima i

---

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

laporima je ilovasto glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i uglavnom slabo karbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

Tabela br. 17: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	7,59	7,89	7,71	7,61	7,37	7,63
pH u 1M KCl-u	6,85	7,10	6,91	7,13	6,37	6,87
Humus u %	6,76	5,70	4,96	3,58	5,56	5,31
CaCO <sub>3</sub> u %	-	1,02	1,85	5,80	0,18	2,21
<b>Mutnica - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>					<b>Ilovasta glinuša</b>	
<b>lementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	38,10	49,29	48,27	45,27	35,73	43,33
Olovo (Pb)	51,03	83,54	60,50	54,77	54,10	60,79
Kadmij (Cd)	0,24	0,97	0,93	0,80	1,47	0,88
Cink (Zn)	107,07	71,86	243,0	117,67	112,4	130,40
Nikal (Ni)	135,07	180,6	180,03	193,63	137,9	165,45
Hrom (Cr)	71,30	110,15	101,87	132,17	104,9	104,08
Kobalt (Co)	24,53	34,65	34,17	30,30	22,17	29,16
Mangan (Mn)	618	1.108	1.198	969	820	943
Željezo (Fe) %	2,69	6,35	3,98	4,03	3,37	4,08
Molibden (Mo)	1,21	0,76	0,42	0,43	0,32	0,63
Arsen (As)	0,97	1,62	0,85	0,98	15,59	4,00
Živa (Hg)	-	-	-	0,16	0,18	0,17
Sumpor (S)	2.500	-	2.000	860	890	1.562
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,59	-	0,24	0,14	0,66

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 62,5 mg/kg.
- Hrom (Cr) 2014. godine bio iznad granične vrijednosti od 125 mg/kg.
- Željezo (Fe) u 2012. godini bio iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Sumpor (S) u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 625 mg/kg.

Bakar, olovo, kadmij, cink, kobalt, mangan, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla i sumpora.**

---

**Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Tabela br. 18: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Mutnica
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	0,0002
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0012

Na ispitivanom području lokaliteta Mutnica sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima.

#### Ispitivanje perkolata

Tabela br. 19. Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Mutnica				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O	7,210	7,52	7,74	<b>7,49</b>
Elektroprovodljivostu μS/cm	69,527	723,80	684,37	<b>492,57</b>
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	53,333	3,27	363,15	<b>139,918</b>
Hloridi	12,597	16,78	5,56	<b>11,646</b>
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	66,667	1,51	130,00	<b>66,059</b>
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	236,667	4,34	0,27	<b>80,426</b>
Azot N	244,000	385,01	11,89	<b>213,633</b>
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )	20,697	0,14	0,19	<b>7,009</b>
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	145,980	72,99	24,62	<b>81,197</b>
Olovo (Pb)	0,010	0,017	0,018	<b>0,015</b>
Kadmij (Cd)	0,017	0,020	-	<b>0,019</b>
Cink (Zn)	0,003	-	0,095	<b>0,049</b>
Kobalt (Co)	0,039	0,005	0,013	<b>0,019</b>
Bakar (Cu)	0,019	0,023	0,044	<b>0,029</b>
Hrom (Cr)	0,000	-	0,062	<b>0,031</b>
Nikal (Ni)	0,001	0,003	0,147	<b>0,050</b>
Mangan (Mn)	0,004	0,076	1,215	<b>0,432</b>
Arsen (As)	0,021	0,041	0,024	<b>0,029</b>
Molibden (Mo)	0,011	0,112	0,018	<b>0,047</b>
Kalcijum (Ca)	0,469	1,131	128,800	<b>43,467</b>
Željezo (Fe)	-	-	0,047	<b>0,047</b>
Naftalen	-	-	0,002	<b>0,002</b>
Acenaften	0,001	-	0,003	<b>0,002</b>
Acenaften	-	-	-	<b>-</b>

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Fluoren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antracen	0,005	-	-	-
Fluoranten	-	-	-	-
Piren	-	0,001	-	-
Benzo(a)antracen	-	0,002	-	-
Krisen	0,046	0,003	-	<b>0,025</b>
Benzo(b)fluoranten	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranten	-	0,004	0,000	<b>0,002</b>
Benzo(a)piren	-	0,001	0,000	<b>0,001</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,005	0,005	0,004	<b>0,005</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,054	0,003	0,002	<b>0,020</b>
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	0,001	<b>0,001</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,070</b>	<b>0,014</b>	<b>0,005</b>	<b>0,03</b>

Na ovom lokalitetu pH vrijednost perkolata (procijedne vode) se kreće od neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 69,53 do 723,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja dobru elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine fosfati i svi oblici azota koji su povišeni u 2013. i 2014. godini što je najvjerojatnije posljedica unošenja u tlo organskih i mineralnih gnojiva.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cr, Ni, Mo, As i Fe u perkolatu lokaliteta Mutnica su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj bakra u 2013. i mangana u 2015. godini je povišen. PAH- jedinjenja su u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj ukupnog i nitratnog oblika azota, kao i PAH-jedinjenja.**

#### 7.4. Lokalitet Stranjani

Nalazi se zapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 5,4 km zračne linije i na 795 m nadmorske visine. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Rendzina duboka na mehkim krečnjacima, ilovaste teksture, blago alkalne reakcije, dosta humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 20: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjeak
--------	------	------	------	------	------	----------

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

pH u H <sub>2</sub> O	6,67	8,18	8,03	7,65	7,21	<b>7,55</b>
pH u 1M KCl-u	5,36	7,15	7,19	7,08	6,37	<b>6,63</b>
Humus u %	5,10	4,35	4,35	2,22	5,72	<b>4,35</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	-	0,71	1,38	7,09	0,37	<b>2,39</b>
<b>Stranjani - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovača</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	45,3	52,07	48,83	47,83	35,80	<b>45,97</b>
Olovo (Pb)	51,13	48,56	47,53	45,73	42,00	<b>46,99</b>
Kadmij (Cd)	0,3	<b>1,32</b>	0,29	0,54	<b>1,27</b>	<b>0,74</b>
Cink (Zn)	98,07	63,57	81,67	90,67	84,40	<b>83,68</b>
Nikal (Ni)	47,37	<b>76,12</b>	<b>77,13</b>	<b>58,40</b>	48,17	<b>61,44</b>
Hrom (Cr)	46,43	57,87	47,50	31,17	41,07	<b>44,81</b>
Kobalt (Co)	29,07	39,76	44,40	28,83	24,57	<b>33,33</b>
Mangan (Mn)	<b>1.315</b>	<b>2.265</b>	<b>1.785</b>	1.089	<b>1.323</b>	<b>1.555</b>
Željezo (Fe) %	2,82	5,35	3,56	4,06	3,16	<b>3,79</b>
Molibden (Mo)	1,62	0,62	0,84	0,68	0,26	<b>0,80</b>
Arsen (As)	0,74	0,46	0,49	0,36	7,43	<b>1,90</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,02	0,17	<b>0,10</b>
Sumpor (S)	<b>2.500</b>	-	<b>1.900</b>	<b>1.160</b>	<b>1.010</b>	<b>1.642</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,25	-	0,08	0,17	<b>0,50</b>

Analizom tla je utvrđeno da je:

- Kadmij (Cd) u 2012. i 2015. godini je bio povećan u odnosu na graničnu vrijednost od 1,25 mg/kg.
- Nikal (Ni) 2012., 2013. i 2014. godine iznad granične vrijednosti od 50 mg/kg.
- Mangan (Mn) u četiri godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Sumpor (S) u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 500 mg/kg.

Bakar, olovo, cink, hrom, kobalt, željezo, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla, mangana i sumpora.**

Tabela br. 21: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Stranjani
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Drini aldrini/dieldrini	0,0001
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0002

Na ispitivanom lokalitetu Stranjani sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

#### Ispitivanje perkolata

Tabela br. 22: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

<b>Lizimetarska stanica - Stranjani</b>				
<b>Godina</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Prosjek</b>
<b>pHu H<sub>2</sub>O</b>	7,3	6,71	7,94	<b>7,317</b>
<b>Elektroprovodljivost u <math>\mu</math>S/cm</b>	69,46	539,30	462,17	<b>356,977</b>
<b>Parametri u mg/l</b>				
<b>Bikarbonati HCO<sub>3</sub></b>	35,00	2,32	201,71	<b>79,677</b>
<b>Hloridi</b>	12,86	29,79	-	<b>21,325</b>
<b>Sulfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	45,00	2,85	106,67	<b>51,507</b>
<b>Fosfati PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	155,00	31,05	0,63	<b>62,227</b>
<b>Azot N</b>	105,28	216,55	8,13	<b>109,987</b>
<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	19,51	0,09	0,19	<b>6,597</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	101,67	114,22	34,11	<b>83,333</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,008	0,020	0,012	<b>0,013</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	0,013	0,002	-	<b>0,008</b>
<b>Cink (Zn)</b>	0,003	0,018	0,065	<b>0,029</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	0,026	0,006	0,006	<b>0,013</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,033	0,033	0,037	<b>0,034</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	-	-	0,028	<b>0,028</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	-	0,002	0,020	<b>0,011</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,002	0,011	0,177	<b>0,063</b>
<b>Arsen (As)</b>	0,020	0,025	-	<b>0,023</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,009	66,125	0,034	<b>22,056</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,109	0,388	81,737	<b>27,411</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	-	-	0,019	<b>0,019</b>
Naftalen	0,006	0,004	0,001	<b>0,004</b>
Acenaftilen	0,012	-	0,001	<b>0,007</b>
Acenaften	-	-	0,000	-
Fluoren	-	-	0,000	<b>0,000</b>
Fenantren	-	-	-	-
Antracen	0,012	0,002	-	<b>0,007</b>
Fluoranten	-	-	-	-
Piren	-	-	-	-

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Benzo(a)antracen	0,004	0,003	-	<b>0,004</b>
Krisen	0,048	0,003	-	<b>0,026</b>
Benzo(b)fluoranten	0,004	0,003	-	<b>0,004</b>
Benzo(k)fluoranten	-	0,003	-	<b>0,003</b>
Benzo(a)piren	-	0,003	0,000	<b>0,002</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,013	-	0,002	<b>0,008</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,054	-	0,002	<b>0,028</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,003	-	0,002	<b>0,003</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,140</b>	0,018	0,008	<b>0,055</b>

Na lokalitetu Stranjani pH vrijednost perkolata (procijedne vode) se kreće u rasponu od 6,71 do 7,94 što ukazuje da je perkolat neutralan do alkalni. Elektroprovodljivost varira i kreće se u rasponu koji predstavlja dobru elektroprovodljivost.

Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine fosfati i svi oblici azota koji su povišeni u 2013. i 2014. godini što je najvjerojatnije posljedica unošenja u tlo organskih i mineralnih gnojiva.

Vrijednosti Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Mn, As i Fe u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj molibdena u 2014. je povišen. PAH- jedinjenja su u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj fosfata, ukupnog i nitratnog oblika azota, molibdena, kao i PAH-jedinjenja.**

## 7.5. Lokalitet Janjički vrh

Nalazi se južno od centra emisije na udaljenosti od oko 7,8 km zračne linije i na 575 m nadmorske visine. Profil je otvoren na prirodnoj livadi i na jače inkliniranom zemljištu. Na ovoj lokaciji je zastupljen tip tla: Ranker na flišu pjeskovito ilovaste teksture, kisele reakcije, dosta humozan i beskarbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 23: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	6,73	6,35	5,92	6,18	5,42	<b>6,12</b>
pH u 1M KCl-u	5,68	5,07	4,86	4,56	4,61	<b>4,96</b>
Humus u %	4,01	2,33	3,95	3,02	3,54	<b>3,37</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	-	-	-	-	-	-
<b>Janjički vrh - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Pjeskovita ilovača</b>		

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba



Elementi u tlu	( mg/kg tla)					
Bakar (Cu)	34,06	36,28	33,17	32,97	31,87	<b>33,67</b>
Olovo (Pb)	48,07	46,46	52,80	46,97	189,37	<b>76,73</b>
Kadmij (Cd)	0,17	0,57	0,62	0,44	1,23	<b>0,61</b>
Cink (Zn)	115,3	60,1	118	89,50	85,83	<b>93,75</b>
Nikal (Ni)	41	46,70	44,43	39,53	44,67	<b>43,27</b>
Hrom (Cr)	32,5	34,65	26,47	30,73	22,33	<b>29,34</b>
Kobalt (Co)	20,13	27,72	22,17	20,17	24,27	<b>22,89</b>
Mangan (Mn)	884	1.299	1.129	930	1.094	<b>1.067</b>
Željezo (Fe) %	2,68	5,35	2,71	3,27	3,18	<b>3,44</b>
Molibden (Mo)	0,61	0,3	0,65	0,61	0,37	<b>0,51</b>
Arsen (As)	1,20	0,9	0,76	0,82	20,96	<b>4,93</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,13	0,21	<b>0,17</b>
Sumpor (S)	3.000		1.800	440	590	<b>1.457</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	<b>2,62</b>	-	0,13	0,10	<b>0,95</b>

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Olovo (Pb) 2015. godine bilo iznad granične vrijednosti od 80,0 mg/kg.
- Kadmij (Cd) 2015. godine bio iznad granične vrijednosti od 1,0 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina izuzev 2014. bio neznatno iznad granične vrijednosti od 40,0 mg/kg.
- Mangan (Mn) 2012., 2013. i 2015. godine bio iznad granične vrijednosti od 1.000,0 mg/kg.
- Željezo (Fe) u 2012. godini bilo iznad granične vrijednosti od 5 %.
- Arsen (As) 2015. godine bio iznad granične vrijednosti od 15,0 mg/kg.
- Sumpor (S) u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti od 400 mg/kg.
- PAH jedinjenja su povišena u 2013. godini.

Bakar, cink, hrom, kobalt, molibden i živa su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla, mangana i sumpora.**

Tabela br. 24: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Janjički vrh
<b>Komponenta</b>	<b>Ukupni sadržaj u mg/kg</b>
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	nema
Polihlorirani bifenili (PCB)	nema

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Na ispitivanom području lokaliteta Janjički vrh sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 25: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

<b>Lizimetarska stanica - Janjički vrh</b>				
<b>Godina</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Prosjek</b>
<b>pHu H<sub>2</sub>O</b>	6,06	6,21	7,10	<b>6,4567</b>
<b>Elektroprovodljivost u μS/cm</b>	19,13	144,57	128,27	<b>97,323</b>
<b>Parametri u mg/l</b>				
<b>Bikarbonati HCO<sub>3</sub></b>	30,50	54,90	33,75	<b>39,717</b>
<b>Hloridi</b>	4,843	10,64	-	<b>7,742</b>
<b>Sulfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	43,353	24,970	76,67	<b>48,331</b>
<b>Fosfati PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	5,923	0,103	0,10	<b>2,042</b>
<b>Azot N</b>	20,0	4,133	8,89	<b>11,008</b>
<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	23,33	0,497	0,19	<b>8,006</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	83,33	20,937	22,04	<b>42,102</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,002	0,003	0,038	<b>0,014</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	-	-	0,001	<b>0,001</b>
<b>Cink (Zn)</b>	0,418	0,048	0,447	<b>0,304</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	-	-	0,023	<b>0,023</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,08	0,021	0,012	<b>0,038</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	-	0,003	0,077	<b>0,04</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	-	0,009	0,056	<b>0,033</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,018	0,033	1,403	<b>0,484</b>
<b>Arsen (As)</b>	-	0,005	-	<b>0,005</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,038	0,012	0,009	<b>0,019</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,002	17,883	11,413	<b>9,766</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,251	1,567	0,082	<b>0,633</b>
<b>Naftalen</b>	-	0,003	0,001	<b>0,002</b>
<b>Acenaftilen</b>	-	-	-	<b>-</b>
<b>Acenaften</b>	0,002	-	-	<b>0,002</b>
<b>Fluoren</b>	0,019	-	-	<b>0,019</b>
<b>Fenantren</b>	0,008	-	-	<b>0,008</b>
<b>Antracen</b>	-	0,002	-	<b>0,002</b>
<b>Fluoranten</b>	0,011	0,001	-	<b>0,006</b>
<b>Piren</b>	-	0,001	-	<b>0,001</b>
<b>Benzo(a)antracen</b>	0,020	0,002	-	<b>0,011</b>
<b>Krisen</b>	0,010	0,001	-	<b>0,006</b>
<b>Benzo(b)fluoranten</b>	0,005	-	0,001	<b>0,003</b>

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Benzo(k)fluoranten	0,011	-	-	<b>0,011</b>
Benzo(a)piren		0,003	-	<b>0,003</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,014	0,001	-	<b>0,008</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,018	-	-	<b>0,018</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,008	-	0,000	<b>0,004</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,121</b>	<b>0,010</b>	<b>0,003</b>	<b>0,045</b>

Na lokalitetu Janjički vrh pH vrijednost perkolata (procijedne vode) se kreće u rasponu od 6,06 do 7,10 što ukazuje da je perkolat slabo kiseo do neutralan. Elektroprovodljivost se kreće od 19,13 do 144,57  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja dobru elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013. godini i što je posljedica humizacije organskim i mineralnim gnojivima. Nitratni azot je povišen u sve tri godine ispitivanja.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, As i Fe u perkolatu lokaliteta Janjički vrh su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj mangana u perkolatu je povišen 2015. godine. PAH- jedinjenja su u 2013. i 2015. godine iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nitratnog azota i PAH-jedinjenja.**

## 7.6. Lokalitet Šerići

Šerići se nalaze zapadno od centra emisije, na udaljenosti od 18 km zračne linije i na 795 m nadmorske visine. Profil je otvoren na inkliniranom terenu i zemljište se koristi za uzgoj povrtlarskih kultura. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Distrični kambisol na radiolaritima i pješčarima pjeskovito ilovaste teksture, kisele reakcije, dosta humozan i beskarbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 26: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	5,49	5,43	5,48	6,09	6,32	<b>5,76</b>
pH u 1M KCl-u	4,07	4,17	4,18	4,59	5,15	<b>4,43</b>
Humus u %	4,99	5,91	4,64	4,58	4,65	<b>4,95</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	-	-	-	-	-	-
<b>Šerići - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>	<b>Pjeskovita ilovača</b>					
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Bakar (Cu)	38,37	60,79	57,77	41,33	40,47	<b>47,75</b>
Olovo (Pb)	38,83	55,32	47,60	37,90	37,97	<b>43,52</b>
Kadmij (Cd)	0,20	0,82	0,30	0,43	0,83	<b>0,52</b>
Cink (Zn)	70,03	62,77	87,50	77,33	65,67	<b>72,66</b>
Nikal (Ni)	18,33	34,77	38,70	33,17	25,40	<b>30,07</b>
Hrom (Cr)	23,90	23,11	18,97	19,73	15,87	<b>20,32</b>
Kobalt (Co)	27,90	39,35	41,47	27,70	23,27	<b>31,94</b>
Mangan (Mn)	2.265	5.177	3.780	2.185	2.880	<b>3.257</b>
Željezo (Fe) %	1,56	3,62	2,41	2,12	1,86	<b>2,31</b>
Molibden (Mo)	0,83	1,74	1,56	0,54	0,24	<b>0,98</b>
Arsen (As)	0,31	0,23	0,33	0,04	1,31	<b>0,44</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,13	0,20	<b>0,16</b>
Sumpor (S)	2.400	-	1.900	480	590	<b>1.342</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,93	-	0,09	0,21	<b>0,74</b>

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Mangan je u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti od 1.000 mg/kg.
- Sumpor je u svim godinama istraživanja bio iznad granične vrijednosti od 400 mg/kg. Zapaža se da u posljednje dvije godine vrijednost je znatno niža.

Bakar, olovo, kadmij, cink, nikla, hrom, kobalt, željezo, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj mangana i sumpora.**

Tabela br. 27: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Šerići
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	nema
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0009

Na ispitivanom području lokaliteta Šerići sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Tabela br.28: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

<b>Lizimetarska stanica - Šerići</b>				
<b>Godina</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Prosjek</b>
<b>pHu H<sub>2</sub>O</b>	6,78	5,9	6,34	<b>6,340</b>
<b>Elektroprovodljivost u <math>\mu</math>S/cm</b>	8,152	343,65	271,73	<b>207,844</b>
<b>Parametri u mg/l</b>				
<b>Bikarbonati HCO<sub>3</sub></b>	12,2	31,50	22,37	<b>22,023</b>
<b>Hloridi</b>	3,330	43,97	-	<b>23,650</b>
<b>Sulfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	12,76	33,135	60	<b>35,298</b>
<b>Fosfati PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	2,39	0,235	-	<b>1,313</b>
<b>Azot N</b>	<b>33,33</b>	3,04	11,545	<b>15,972</b>
<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	<b>43,33</b>	0,385	0,172	<b>14,629</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	<b>146,67</b>	<b>50,565</b>	<b>50,9</b>	<b>82,712</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,007	0,003	0,013	<b>0,008</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	-	-	-	-
<b>Cink (Zn)</b>	0,297	0,034	0,077	<b>0,136</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	0,001	0,001	0,010	<b>0,004</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,017	0,014	0,027	<b>0,019</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	-	0,004	0,025	<b>0,015</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	0,031	0,010	0,023	<b>0,021</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,057	0,025	0,579	<b>0,220</b>
<b>Arsen (As)</b>	0,011	0,004	-	<b>0,008</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,051	0,015	0,010	<b>0,025</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	13,132	43,18	13,132	<b>23,148</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,513	0,199	<b>9,742</b>	<b>3,485</b>
Naftalen	0,007	0,001	0,001	<b>0,003</b>
Acenaftilen	0,021	0,001	0,000	<b>0,007</b>
Acenaften	-	-	-	-
Fluoren	-	-	-	-
Fenantren	0,001	0,006	-	<b>0,004</b>
Antracen	-	-	-	-
Fluoranten	-	-	-	-
Piren	-	-	-	-
Benzo(a)antracen	0,012	-	-	<b>0,012</b>
Krisen	0,069	-	-	<b>0,069</b>
Benzo(b)fluoranten	0,005	-	0,002	<b>0,004</b>
Benzo(k)fluoranten	-	0,0065	-	<b>0,007</b>
Benzo(a)piren	0,001	-	-	<b>0,001</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,028	-	-	<b>0,028</b>
Dibenzo(a,h)antracen	-	0,001	-	<b>0,001</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,012	-	-	<b>0,012</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,173</b>	<b>0,0975</b>	<b>0,004</b>	<b>0,092</b>

**Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Na lokalitetu Šerići pH vrijednost perkolata (procijedne vode) se kreće u rasponu od 5,9 do 6,78 što ukazuje da je perkolat slabo kisele reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 8,152 do 343,65  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju vrijednosti od 12,2 do 31,50 mg/l što je rezultat slabo karbonatnog tla.

Azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013. godini dok je u nitratnom obliku u sve tri godine povećan sadržaj, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mn, Mo i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2015. godine. PAH- jedinjenja su u sve tri godine iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj sva tri oblika azota, željezo, kao i PAH-jedinjenja.**

## 7.7. Lokalitet Orahovica

Ovaj lokalitet se nalazi južno od centra emisije na udaljenosti od oko 10 km zračne linije i na 640 m nadmorske visine. Profil je otvoren na vještačkoj livadi i na blago inkliniranom terenu. Na ovoj lokaciji je prisutan sljedeći tip tla: Distrični kambisol na radiolaritima ilovasto pjeskovite teksture, kisele reakcije, slabo humozan i beskarbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 29: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	5,45	5,51	5,08	5,37	5,93	<b>5,47</b>
pH u 1M KCl-u	4,08	4,08	4,23	3,93	4,54	<b>4,17</b>
Humus u %	4,47	2,32	3,79	2,45	2,55	<b>3,12</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	-	-	-	-	-	-
<b>Orahovica - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovasta pjeskulja</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	67,43	71,56	86,13	70,37	60,60	<b>71,22</b>
Olovo (Pb)	33,93	36,77	41,83	28,97	29,80	<b>34,26</b>
Kadmij (Cd)	0,16	0,71	0,20	0,39	1,23	<b>0,54</b>
Cink (Zn)	80,67	47,84	81,67	60,50	52,73	<b>64,68</b>
Nikal (Ni)	31,87	45,02	49,63	44,10	34,47	<b>41,02</b>
Hrom (Cr)	20,53	21,81	15,90	20,43	12,03	<b>18,14</b>

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Kobalt (Co)	24,87	31,12	37,17	25,73	22,47	28,27
Mangan (Mn)	1.772	3.339	3.109	1.350	2.422	2.399
Željezo (Fe) %	1,70	2,8	2,08	2,13	1,90	2,12
Molibden (Mo)	0,70	0,11	0,41	0,24	0,21	0,33
Arsen (As)	0,25	0,08	0,26	0,05	0,36	0,20
Živa (Hg)	-	-	-	0,10	0,19	0,15
Sumpor (S)	2.500	-	1.600	270	450	1.205
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,23	-	0,13	0,50	0,62

U skladu sa tim utvrđeno je da je:

- Bakar (Cu) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 50,0 mg/kg.
- Kadmij (Cd) 2012. i 20105. godine bio iznad granične vrijednosti od 0,5 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 30,0 mg/kg.
- Kobalt (Co) 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti od 30,0 mg/kg.
- Mangan (Mn) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 1.000 mg/kg.
- Sumpor (S) 2011., 2013. i 2015. godini bio iznad granične vrijednosti od 300 mg/kg.

Olovo, cink, hrom, željezo, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj bakra, nikla, mangana i sumpora.**

Tabela br. 30: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Orahovica
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	nema
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0001

Na ispitivanom području lokaliteta Orahovica sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 31: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Orahovica				
Godina	2013	2014	2015	Prosjeak

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

<b>pHu H<sub>2</sub>O</b>	7,72	6,48	6,297	<b>6,832</b>
<b>Elektroprovodljivost u <math>\mu</math>S/cm</b>	88,87	253,6	132,333	<b>158,268</b>
<b>Parametri u mg/l</b>				
<b>Bikarbonati HCO<sub>3</sub></b>	-	21,96	20,333	<b>21,147</b>
<b>Hloridi</b>	-	33,33	-	<b>33,330</b>
<b>Sulfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	-	111,96	150,000	<b>130,980</b>
<b>Fosfati PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	-	0,35	0,047	<b>0,199</b>
<b>Azot N</b>	30	4,26	10,826	<b>15,029</b>
<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	-	0,81	0,188	<b>0,499</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	-	38,83	36,897	<b>37,864</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,022	0,006	0,022	<b>0,017</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	0,001	-	-	<b>0,001</b>
<b>Cink (Zn)</b>	0,407	0,032	0,103	<b>0,181</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	-	0,002	0,018	<b>0,010</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,022	0,035	0,097	<b>0,051</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	0,005	0,005	0,046	<b>0,019</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	0,049	0,008	0,055	<b>0,037</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,044	0,323	1,613	<b>0,660</b>
<b>Arsen (As)</b>	-	0,004	-	<b>0,004</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,035	0,010	0,010	<b>0,018</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,003	5,2	3,374	<b>2,859</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,695	5,006	0,061	<b>1,921</b>
Naftalen	-	-	0,002	<b>0,002</b>
Acenaftilen	-	0,002	0,000	<b>0,001</b>
Acenaften	-	-	-	-
Fluoren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antracen	-	0,001	-	<b>0,001</b>
Fluoranten	-	-	-	-
Piren	-	-	-	-
Benzo(a)antracen	-	0,008	-	<b>0,004</b>
Krisen	-	-	0,000	-
Benzo(b)fluoranten	-	0,001	0,002	<b>0,002</b>
Benzo(k)fluoranten	-	0,019	-	<b>0,019</b>
Benzo(a)piren	-	-	-	-
Indeno(1,2,3)piren	-	0,001	-	<b>0,001</b>
Dibenzo(a,h)antracen	-	0,001	-	<b>0,001</b>
Benzo(g,h,i)perilen	-	-	-	-
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	0,033	0,005	<b>0,019</b>

Na lokalitetu Orahovica pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 6,48 do 7,72 što ukazuje da je i perkolat slabo kisele reakcije do alkalne reakcije.

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba



Elektroprovodljivost se kreće od 8,152 do 343,65  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u 2013. godini, dok je u nitratnom obliku povećan sadržaj 2014. i 2015. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2014. godine i mangana 2015. godine. PAH- jedinjenja su u 2014. godini iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nitratnog azota i PAH-jedinjenja.**

### 7.8. Lokalitet Gradišće

Nalazi se sjeverozapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 2,5 km zračne linije i na 540 m nadmorske visine. Profil je otvoren na blago inkliniranom terenu i na mjestu koje se koristi za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrični kambisol na laporima i pješčarima ilovaste teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i jako karbonatan.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

Tabela br. 32: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjeak
pH u H <sub>2</sub> O	7,99	8,20	8,19	8,14	7,97	<b>8,10</b>
pH u 1M KCl-u	7,40	7,49	7,46	7,46	7,49	<b>7,46</b>
Humus u %	6,78	4,49	5,36	6,26	6,61	<b>5,90</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	15,23	26,88	23,84	18,84	19,53	<b>20,86</b>
<b>Gradišće - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovača</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	58,37	65,05	63,57	59,47	45,23	<b>58,34</b>
Olovo (Pb)	<b>117,77</b>	<b>154,26</b>	<b>122,83</b>	<b>112,53</b>	84,70	<b>118,42</b>
Kadmij (Cd)	0,25	<b>3,71</b>	0,85	0,95	<b>1,77</b>	<b>1,51</b>
Cink (Zn)	176,57	<b>191,41</b>	179,83	173,33	172,7	<b>178,77</b>
Nikal (Ni)	<b>115,70</b>	<b>129</b>	<b>130,10</b>	<b>117,83</b>	<b>104,0</b>	<b>119,33</b>
Hrom (Cr)	42,13	43,44	33,43	33,57	28,17	<b>36,15</b>
Kobalt (Co)	28,30	35,36	32,70	25,63	19,73	<b>28,34</b>
Mangan (Mn)	873	<b>1.382</b>	<b>1.299</b>	897	933	<b>1.077</b>
Željezo (Fe) %	2,79	4,76	2,85	3,75	2,70	<b>3,37</b>

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Molibden (Mo)	1,87	1,44	1,51	0,87	0,46	<b>1,23</b>
Arsen (As)	2,93	3,94	4,33	2,89	<b>70,58</b>	<b>3,52</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,26	0,13	<b>0,20</b>
Sumpor (S)	<b>4.600</b>	-	<b>1.700</b>	<b>2.840</b>	<b>920</b>	<b>2.515</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,19	-	0,03	0,14	<b>0,45</b>

U skladu sa tim utvrđeno je:

- Olovo (Pb) svih godina izuzev 2015. bilo iznad granične vrijednosti od 100 mg/kg.
- Kadmij (Cd) 2012. i 2014. godine bio iznad granične vrijednosti od 1,25 mg/kg.
- Cink (Zn) 2012. godine bio iznad granične vrijednosti od 187,5 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 50 mg/kg.
- Mangan (Mn) 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Arsen (As) 2015. godine bio iznad granične vrijednosti od 18,7 mg/kg.
- Sumpor (S) u svakoj godini bio iznad granične vrijednosti od 500 mg/kg.

Bakar, hrom, kobalt, željezo, molibden, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj olova, kadmija, nikla i sumpora.**

Tabela br. 33.: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Gradišće
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	0,0002
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0003

Na ispitivanom području lokaliteta Gradišće sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 34: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Gradišće					
Godina		2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O		7,37	6,85	7,36	<b>7,193</b>
Elektroprovodljivost u μS/cm		40,36	755,6	459,51	<b>418,490</b>
Parametri u mg/l					
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>		154,03	386,13	288,10	<b>276,087</b>
Hloridi		16,20	100,71	58,46	<b>58,457</b>

**Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

<b>Sulfati SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	154,5	67,50	108,44	<b>110,147</b>
<b>Fosfati PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	21,89	1,150	7,948	<b>10,329</b>
<b>Azot N</b>	85,0	16,24	37,86	<b>46,367</b>
<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	105,0	2,76	36,002	<b>47,921</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	375,0	6,92	138,25	<b>173,390</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,007	0,007	0,009	<b>0,008</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	0,001	-	0,001	<b>0,001</b>
<b>Cink (Zn)</b>	0,379	-	0,254	<b>0,317</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	0,002	0,005	0,007	<b>0,005</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,013	0,014	0,030	<b>0,019</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	0,008	0,045	0,031	<b>0,028</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	0,044	0,008	0,052	<b>0,035</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,067	0,309	0,257	<b>0,211</b>
<b>Arsen (As)</b>	-	0,001	0,023	<b>0,012</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,039	0,012	0,028	<b>0,026</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,009	59,85	65,331	<b>41,730</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,215	1,061	6,001	<b>2,426</b>
Naftalen	-	0,007	0,005	<b>0,006</b>
Acenaftilen	-	0,001	0,001	<b>0,001</b>
Acenaften	0,012	-	0,007	<b>0,010</b>
Fluoren	0,017	-	0,008	<b>0,013</b>
Fenantren	0,005	-	0,005	<b>0,005</b>
Antracen	-	-	-	<b>-</b>
Fluoranten	0,008	0,003	0,006	<b>0,006</b>
Piren	-	0,003	0,003	<b>0,003</b>
Benzo(a)antracen	0,016	0,004	0,010	<b>0,010</b>
Krisen	0,015	0,001	0,008	<b>0,008</b>
Benzo(b)fluoranten	0,008	-	0,008	<b>0,008</b>
Benzo(k)fluoranten	0,013	-	0,013	<b>0,013</b>
Benzo(a)piren	-	0,002	0,002	<b>0,002</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,011	-	0,006	<b>0,009</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,019	-	0,010	<b>0,015</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,005	-	0,003	<b>0,004</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,100</b>	<b>0,017</b>	<b>0,041</b>	<b>0,053</b>

Na lokalitetu Gradišće pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 6,85 do 7,37 što ukazuje da je perkolat neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 40,36 od 755,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju vrijednosti od 154,03 do 386,13 mg/l što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u

## **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

2013. i 2015. godini, dok je u ukupnom obliku povećan sadržaj 2014. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe je i sadržaj fosfata povišen 2013. i 2015. godine i to je posljedica gnojidbe mineralnim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, Mn i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2015. godine. PAH- jedinjenja su u sve tri godine iznad granične vrijednosti.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj fosfata, sva tri oblika azota, željezo, kao i PAH-jedinjenja.**

## 7.9. Lokalitet Arnauti

Ovaj lokalitet se nalazi istočno od centra emisije na 670 m nadmorske visine i na udaljenosti od oko 12,6 km zračne linije. Na ispitivanoj lokaciji teren je blago inkliniran i po kulturi je livada. Na ovoj lokaciji je zastupljen tip tla: Rendzine na konglomeratima, pješčarima i mehkim krečnjacima glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

*Tabela br. 35: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku*

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	7,82	8,17	8,23	7,88	7,90	<b>8,00</b>
pH u 1M KCl-u	6,84	7,11	7,23	7,09	7,03	<b>7,06</b>
Humus u %	6,88	4,33	3,81	6,48	4,43	<b>5,19</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	1,32	1,60	5,51	12,20	15,09	<b>7,14</b>
<b>Arnauti - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Glinuša</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	59,47	61,21	62,10	59,47	37,03	<b>55,86</b>
Olovo (Pb)	112,53	41,32	31,53	112,53	23,13	<b>64,21</b>
Kadmij (Cd)	0,95	1,48	0,23	0,95	1,00	<b>0,92</b>
Cink (Zn)	173,33	60,19	62,83	173,33	58,90	<b>105,72</b>
Nikal (Ni)	<b>117,83</b>	<b>599,42</b>	<b>615,67</b>	<b>117,83</b>	<b>261,40</b>	<b>342,43</b>
Hrom (Cr)	33,57	<b>283,62</b>	<b>219,83</b>	33,57	100,30	<b>134,18</b>
Kobalt (Co)	25,63	<b>82,39</b>	74,13	25,63	37,23	<b>49,00</b>
Mangan (Mn)	897	<b>2.288</b>	1.216	897	963	<b>1.250</b>
Željezo (Fe) %	3,75	<b>7,05</b>	3,84	3,75	2,79	<b>4,24</b>
Molibden (Mo)	0,87	1,08	1,05	0,87	0,49	<b>0,87</b>
Arsen (As)	2,89	1,05	1,05	2,89	8,65	<b>3,31</b>

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Živa (Hg)	0,26	-	-	0,26	0,18	<b>0,23</b>
Sumpor (S)	<b>1.780</b>	-	<b>2.100</b>	1.780	<b>790</b>	<b>1.612</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,80	-	0,11	0,34	<b>0,75</b>

U skladu sa tim utvrđeno je:

- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 62,5 mg/kg.
- Hrom (Cr) 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti od 125 mg/kg.
- Kobalt (Co) 2012. godine bio neznatno iznad granične vrijednosti od 75 mg/kg.
- Mangan (Mn) 2012. godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Željezo (Fe) 2012. godine bilo iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti od 625 mg/kg.

Bakar, olovo, kadmij, cink, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla, hroma i sumpora.**

Tabela br. 36: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Arnauti
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	nema
Polihlorirani bifenili (PCB)	nema

Na ispitivanom području lokaliteta Arnauti sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 37: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Arnauti				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O	7,27	7,033	7,480	<b>7,261</b>
Elektroprovodljivost u $\mu$ S/cm	85,957	929,600	682,867	<b>566,141</b>
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	294,83	487,84	489,220	<b>423,963</b>
Hloridi	23,89	30,73	24,763	<b>26,461</b>
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	162,0	105,37	136,667	<b>134,679</b>
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<b>31,75</b>	0,16	0,188	<b>10,699</b>
Azot N	<b>33,33</b>	2,05	9,427	<b>14,936</b>

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

<b>Amonijačni azot (NH<sub>4</sub>)</b>	40,0	0,37	0,140	<b>13,503</b>
<b>Nitratni azot (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	143,33	13,58	18,587	<b>58,499</b>
<b>Olovo (Pb)</b>	0,004	0,006	0,077	<b>0,029</b>
<b>Kadmij (Cd)</b>	0,002	-	0,000	<b>0,001</b>
<b>Cink (Zn)</b>	0,157	0,03	0,040	<b>0,076</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	0,001	0,003	0,011	<b>0,005</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,016	0,016	0,026	<b>0,019</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	0,005	0,017	0,067	<b>0,030</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	0,028	0,019	0,126	<b>0,058</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,005	0,013	0,062	<b>0,027</b>
<b>Arsen (As)</b>	0,002	0,005	-	<b>0,004</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,097	0,012	0,019	<b>0,043</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,010	151,73	131,233	<b>94,324</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	1,662	0,377	8,665	<b>3,568</b>
Naftalen	-	-	-	-
Acenaftilen	-	-	0,000	-
Acenaften	0,005	-	-	<b>0,005</b>
Fluoren	0,010	-	-	<b>0,010</b>
Fenantren	0,007	-	-	<b>0,007</b>
Antracen	-	-	-	-
Fluoranten	0,009	-	0,000	<b>0,005</b>
Piren	-	-	-	-
Benzo(a)antracen	0,014	0,001	0,000	<b>0,005</b>
Krisen	0,004	0,001	0,000	<b>0,002</b>
Benzo(b)fluoranten	0,009	-	0,001	<b>0,005</b>
Benzo(k)fluoranten	0,011	0,003	-	<b>0,007</b>
Benzo(a)piren	0,020	-	-	<b>0,020</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,013	0,002	-	<b>0,008</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,021	0,001	-	<b>0,011</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,011	0,002	-	<b>0,007</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,105</b>	0,010	0,001	<b>0,039</b>

Na lokalitetu Arnauti pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 7,033 do 7,480 što ukazuje da je perkolat neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 85,957 do 929,600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013. godini, dok je u nitratnom obliku povećan sadržaj i 2014. i 2015. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe je i sadržaj fosfata povišen 2013. godine i to je posljedica gnojidbe mineralnim gnojivima.

## **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, Mn i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2015. godine. Vrijednosti PAH-jedinjenja su povišene u 2013. godini.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj fosfata, sva tri azota, željezo, kao i PAH-jedinjenja.**

## 7.10. Lokalitet Brce

Ovaj lokalitet se nalazi sjeveroistočno od centra emisije na 350 m nadmorske visine i na udaljenosti od oko 1 km zračne linije. Profil je otvoren na livadi i na inkliniranom terenu. Na lokalitetu Brce zastupljen je sljedeći tip tla: Rendzina na flišu ilovasto glinovite teksture, alkalne reakcije, srednje humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

Tabela br. 38: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	7,74	8,45	8,23	7,67	8,27	<b>8,07</b>
pH u 1M KCl-u	6,69	7,12	7,23	7,00	6,94	<b>7,00</b>
Humus u %	5,47	2,18	3,81	3,65	3,15	<b>3,65</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	1,10	3,84	5,51	5,89	1,89	<b>3,65</b>
<b>Brce - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>			<b>Ilovasta glinuša</b>			
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	58,23	70,88	73,00	68,53	56,37	<b>65,40</b>
Olovo (Pb)	120,2	65,93	<b>134,37</b>	117,40	90,07	<b>105,59</b>
Kadmij (Cd)	0,27	1,4	0,46	0,72	1,53	<b>0,88</b>
Cink (Zn)	135,53	75,41	174,17	151,67	128,6	<b>133,08</b>
Nikal (Ni)	<b>166,63</b>	<b>227,15</b>	<b>178,07</b>	<b>176,00</b>	<b>172,1</b>	<b>183,99</b>
Hrom (Cr)	96,57	105,62	94,40	118,23	75,90	<b>98,14</b>
Kobalt (Co)	33,23	44,36	46,50	42,10	27,67	<b>38,77</b>
Mangan (Mn)	1.060	<b>1.584</b>	<b>1.741</b>	1.092	1.229	<b>1.341</b>
Željezo (Fe) %	4,10	<b>6,43</b>	4,86	6,20	4,65	<b>5,25</b>
Molibden (Mo)	1,21	1,47	1,37	0,57	0,43	<b>1,01</b>
Arsen (As)	0,67	0,25	0,58	0,32	4,40	<b>1,24</b>
Živa (Hg)				0,30	0,15	<b>0,23</b>
Sumpor (S)	<b>2.300</b>		<b>2.000</b>	<b>720</b>	510	<b>1.382</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,36	-	0,13	0,19	<b>0,56</b>

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

U skladu sa tim utvrđeno je:

- Olovo (Pb) 2013. godine bio iznad granične vrijednosti od 125,0 mg/kg.
- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 62,5 mg/kg.
- Mangan (Mn) 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg
- Željezo je u 2012. godini bio iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 625 mg/kg.

Bakar, kadmij, cink, hrom, kobalt, mangan, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla, mangana i sumpora.**

Tabela br. 39: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Brce
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	0,0002
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0008

Na ispitivanom području lokaliteta Brce sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 40: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Brce				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O	7,373	7,340	7,547	7,420
Elektroprovodljivost u μS/cm	30,483	437,4	325,933	264,605
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	111,83	265,96	169,580	182,457
Hloridi	6,250	6,263	6,030	6,181
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	79,79	56,39	130,000	88,727
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	6,1	0,08	0,049	2,076
Azot N	20,0	0,617	3,437	8,018
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )	23,33	0,327	0,107	7,921
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	83,33	3,88	6,213	31,141
Olovo (Pb)	0,008	0,009	0,018	0,012
Kadmij (Cd)	0,001	-	-	0,001

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba



<b>Cink (Zn)</b>	0,717	0,039	0,087	<b>0,281</b>
<b>Kobalt (Co)</b>	0,001	0,006	0,007	<b>0,005</b>
<b>Bakar (Cu)</b>	0,013	0,015	0,046	<b>0,025</b>
<b>Hrom (Cr)</b>	0,004	0,009	0,056	<b>0,023</b>
<b>Nikal (Ni)</b>	0,017	0,006	0,085	<b>0,036</b>
<b>Mangan (Mn)</b>	0,006	0,010	0,288	<b>0,101</b>
<b>Arsen (As)</b>	-	0,001	0,002	<b>0,002</b>
<b>Molibden (Mo)</b>	0,124	0,034	0,016	<b>0,058</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,004	69,417	53,047	<b>40,823</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	0,375	0,333	19,833	<b>6,847</b>
Naftalen	-	-	-	
Acenaftilen	-	-	0,001	<b>0,001</b>
Acenaften	0,012	-	0,001	<b>0,007</b>
Fluoren	0,019	-	-	<b>0,019</b>
Fenantren	0,006	-	-	<b>0,006</b>
Antracen		-	-	
Fluoranten	0,014	0,001	-	<b>0,008</b>
Piren		0,002	-	<b>0,002</b>
Benzo(a)antracen	0,024	0,002	-	<b>0,013</b>
Krisen	0,014	0,004	-	<b>0,009</b>
Benzo(b)fluoranten	0,004	-	0,001	<b>0,003</b>
Benzo(k)fluoranten	0,012	0,006	0,001	<b>0,006</b>
Benzo(a)piren	0,005	0,002	0,000	<b>0,002</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,012	0,002	0,000	<b>0,005</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,015	-	0,001	<b>0,008</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,002	-	0,002	<b>0,002</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,126</b>	<b>0,019</b>	<b>0,005</b>	<b>0,050</b>

Na lokalitetu Brce pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 7,340 do 7,547 što ukazuje da je perkolat blago alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 30,483 do 437,400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013. godini što je posljedica gnojidbe organskim i mineralnim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, Mn i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2015. godine. Vrijednosti PAH-jedinjenja su povišene u 2013. godini.

---

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povećan nitratni oblik azota, željezo i PAH jedinjenja.

### 7.11. Lokalitet Gornji Čajdraš

Ovaj lokalitet se nalazi jugozapadno od centra emisije, na udaljenosti od oko 5 km zračne linije i na 560 m nadmorske visine. Teren je blago inkliniran i po kulturi voćnjak. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Rendzine na konglomeratima, pješčarima i mehkim krečnjacima ilovaste teksture, alkalne reakcije, dosta humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

Tabela br. 41: Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	8,07	8,25	8,29	8,03	8,14	<b>8,16</b>
pH u 1M KCl-u	7,34	7,43	7,49	7,29	7,45	<b>7,40</b>
Humus u %	7,37	4,19	5,00	6,73	5,35	<b>5,73</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	6,96	6,93	7,64	6,00	8,9	<b>7,29</b>
<b>Gornji Čajdraš - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovača</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	40,50	58	54,53	50,93	36,87	<b>48,17</b>
Olovo (Pb)	62,90	69,85	64,83	54,00	41,63	<b>58,64</b>
Kadmij (Cd)	0,27	<b>1,49</b>	0,60	0,56	1,20	<b>0,82</b>
Cink (Zn)	105,70	71,62	105,17	99,83	92,90	<b>95,04</b>
Nikal (Ni)	<b>62,73</b>	<b>102,46</b>	<b>103,13</b>	<b>87,97</b>	<b>63,90</b>	<b>84,04</b>
Hrom (Cr)	36,83	38,56	41,03	42,23	21,57	<b>36,04</b>
Kobalt (Co)	21,10	35,55	35,50	24,83	18,50	<b>27,10</b>
Mangan (Mn)	485	714	659	626	598	<b>616</b>
Željezo (Fe) %	2,31	4,43	2,88	3,72	2,77	<b>3,22</b>
Molibden (Mo)	0,82	0,55	1,02	0,59	0,40	<b>0,68</b>
Arsen (As)	0,78	0,92	0,80	0,63	15,31	<b>3,69</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,17	0,17	<b>0,17</b>
Sumpor (S)	<b>2.400</b>	-	<b>1.800</b>	<b>1.160</b>	<b>720</b>	<b>1.520</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,35	-	0,14	0,20	<b>0,56</b>

U skladu sa tim utvrđeno je:

- Kadmij (Cd) 2012. godine bio iznad granične vrijednosti od 1,25 mg/kg.

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

- Nikal (Ni) svih godina bio iznad granične vrijednosti od 62,5 mg/kg.
- Sumpor (S) u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti od 625 mg/kg.

Bakar, olovo, cink, hrom, kobalt, mangan, željezo, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla i sumpora.**

Tabela br. 42: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Gornji Čajdraš
Komponenta	Ukupni sadržaj u mg/kg
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	nema
Polihlorirani bifenili (PCB)	0,0002

Na ispitivanom području lokaliteta Gornji Čajdraš sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima

#### Ispitivanje perkolata

Tabela br. 43: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Gornji Čajdraš				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O	7,643	7,105	7,563	<b>7,437</b>
Elektroprovodljivost u μS/cm	39,527	612,400	293,433	<b>315,120</b>
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	149,45	373,32	186,660	<b>236,477</b>
Hloridi	7,2	7,98	-	<b>7,590</b>
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	76,56	55,36	66,667	<b>66,196</b>
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	<b>7,16</b>	0,009	0,062	<b>2,410</b>
Azot N	<b>33,33</b>	1,205	2,277	<b>12,271</b>
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )	<b>40,0</b>	0,695	0,230	<b>13,642</b>
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	<b>160,0</b>	8,195	-	<b>84,098</b>
Olovo (Pb)	0,0028	0,0083	0,018	<b>0,010</b>
Kadmij (Cd)	-	-	0,001	<b>0,001</b>
Cink (Zn)	0,037	0,047	0,090	<b>0,058</b>
Kobalt (Co)	-	0,001	0,012	<b>0,007</b>
Bakar (Cu)	0,016	0,021	0,037	<b>0,025</b>
Hrom (Cr)	0,019	0,005	0,046	<b>0,023</b>
Nikal (Ni)	0,038	0,007	0,052	<b>0,032</b>

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Mangan (Mn)	0,005	0,006	0,231	<b>0,081</b>
Arsen (As)	-	0,001	-	<b>0,001</b>
Molibden (Mo)	0,029	0,004	0,025	<b>0,019</b>
Kalcijum (Ca)	0,005	90,025	34,583	<b>41,538</b>
Željezo (Fe)	0,8915	0,246	18,974	<b>6,704</b>
Naftalen	-	0,0055	0,001	<b>0,003</b>
Acenaftilen	-	0,001	0,000	<b>0,001</b>
Acenaften	0,0155	-	-	<b>0,016</b>
Fluoren	0,031	-	-	<b>0,031</b>
Fenantren	0,015	-	-	<b>0,015</b>
Antracen	0,011	0,003	0,000	<b>0,005</b>
Fluoranten	0,026	0,0015		<b>0,014</b>
Piren	0,006	-	-	<b>0,006</b>
Benzo(a)antracen	0,0295	0,002	0,000	<b>0,011</b>
Krisen	0,0205	0,0015	-	<b>0,011</b>
Benzo(b)fluoranten	0,01	0,002	0,004	<b>0,005</b>
Benzo(k)fluoranten	0,0175		-	<b>0,018</b>
Benzo(a)piren	0,0065	0,003	-	<b>0,005</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,0225	-	-	<b>0,023</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,0355	-	-	<b>0,036</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,006	-	-	<b>0,006</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,2365</b>	<b>0,0165</b>	0,001	<b>0,085</b>

Na lokalitetu Gornji Čajdraš pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 7,105 do 7,643 što ukazuje da je perkolat neutralan do blago alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 39,527 do 612,400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013. godini što je posljedica gnojidbe organskim i mineralnim gnojivima.

Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, Mn i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2015. godine. Vrijednosti PAH-jedinjenja su povišene u 2013. i 2014. godini.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj sva tri oblika azota, željezo i PAH jedinjenja.**

## 7.12. Lokalitet Novo Selo

---

### Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Nalazi se istočno od centra emisije na udaljenosti od oko 4,3 km zračne linije i na 640 m nadmorske visine. Zemljište je inklinirano i po kulturi ekstenzivni voćnjak. Na ovom lokalitetu je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrično smeđe tlo na karbonatnom flišu ilovaste teksture, slabo alkalno, dosta humozno i uglavnom slabo karbonatno.

Ispitivanje tla prosječnih površinskih uzoraka do 25 cm

Tabela br. 4. Sadržaj teških metala i sumpora u ukupnom obliku

Godina	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
pH u H <sub>2</sub> O	6,66	7,84	8,17	7,28	7,48	<b>7,49</b>
pH u 1M KCl-u	5,41	6,79	7,23	6,38	6,64	<b>6,49</b>
Humus u %	5,40	5,30	5,38	8,37	8,77	<b>6,64</b>
CaCO <sub>3</sub> u %	-	7,67	2,95	0,94	0,37	<b>2,98</b>
<b>Novo Selo - Teksturna oznaka po Ehwald-u</b>				<b>Ilovača</b>		
<b>Elementi u tlu</b>	<b>( mg/kg tla)</b>					
Bakar (Cu)	31,93	74,49	75,97	51,57	50,20	<b>56,83</b>
Olovo (Pb)	86,07	59,08	46,03	49,50	44,00	<b>56,40</b>
Kadmij (Cd)	0,10	<b>1,63</b>	0,24	0,19	1,17	<b>0,67</b>
Cink (Zn)	97,60	72,13	100,50	93,33	109,2	<b>94,55</b>
Nikal (Ni)	44,40	<b>254,69</b>	<b>214,33</b>	<b>158,90</b>	<b>166,3</b>	<b>167,72</b>
Hrom (Cr)	38,20	<b>121,5</b>	96,23	101,43	<b>102,8</b>	<b>92,03</b>
Kobalt (Co)	25,97	47,04	46,30	29,13	27,17	<b>35,12</b>
Mangan (Mn)	<b>1005</b>	<b>1.398</b>	1.169	961	1.071	<b>1.121</b>
Željezo (Fe) %	2,54	<b>6,92</b>	4,29	4,39	3,95	<b>4,42</b>
Molibden (Mo)	0,65	1,32	1,35	0,40	0,29	<b>0,80</b>
Arsen (As)	0,36	0,31	0,39	0,07	1,010	<b>0,43</b>
Živa (Hg)	-	-	-	0,207	0,091	<b>0,15</b>
Sumpor (S)	<b>3.000</b>	-	<b>1.400</b>	<b>840</b>	<b>820</b>	<b>1.515</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	-	1,06	-	0,07	0,70	<b>0,61</b>

U skladu sa tim utvrđeno je:

- Kadmij (Cd) u 2012. godini bio iznad granične vrijednosti od 1,25 %.
- Nikal (Ni) svih godina osim 2011. bio iznad granične vrijednosti od 50 mg/kg.
- Hrom (Cr) 2012. godine bio iznad granične vrijednosti od 100 mg/kg.
- Mangan (Mn) u 2011. i 2012. godini bio iznad granične vrijednosti od 1.250 mg/kg.
- Željezo (Fe) 2012. godine bio iznad granične vrijednosti od 6,25 %.
- Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti od 500 mg/kg.

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Bakar, olovo, cink, kobalt, molibden, arsen, živa i PAH jedinjenja su u svim godinama ispod granične vrijednosti za ove elemente.

Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa petogodišnjeg istraživanja tla utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj nikla i sumpora.

Tabela br. 45: Sadržaj POPs jedinjenja

Lokalitet	Novo Selo
<b>Komponenta</b>	<b>Ukupni sadržaj u mg/kg</b>
HCH spojevi	nema
DDT/DDD/DDE	nema
Drini aldrini/dieldrini	0,0005
Polihlorirani bifenili (PCB)	nema

Na ispitivanom području lokaliteta Novo Selo sadržaj polihloriranih bifenila (PCB) i ostalih ispitivanih POP-s jedinjenjima u uzorku tla nije detektovan ili je pak vrlo nizak što znači da tlo nije kontaminirano ovim organskim jedinjenjima.

Ispitivanje perkolata

Tabela br. 46: Sadržaj ispitivanih materija u perkolatu

Lizimetarska stanica - Novo Selo				
Godina	2013	2014	2015	Prosjek
pHu H <sub>2</sub> O	6,883	7,547	8,073	7,501
Elektroprovodljivost u μS/cm	25,757	336,200	288,867	216,941
Parametri u mg/l				
Bikarbonati HCO <sub>3</sub>	117,93	189,10	161,853	156,294
Hloridi	3,343	15,60	-	9,472
Sulfati SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	45,827	45,413	76,667	55,969
Fosfati PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	13,09	0,06	0,076	4,409
Azot N	6,667	0,720	2,097	3,161
Amonijačni azot (NH <sub>4</sub> )	6,667	0,457	0,103	2,409
Nitratni azot (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	26,667	1,280	1,003	9,650
Olovo (Pb)	0,003	0,007	0,006	0,005
Kadmij (Cd)	-	-	-	-
Cink (Zn)	0,022	0,048	0,064	0,045
Kobalt (Co)	0,001	0,002	0,004	0,002
Bakar (Cu)	0,015	0,016	0,020	0,017
Hrom (Cr)	0,013	0,010	0,017	0,013
Nikal (Ni)	0,042	0,110	0,025	0,059
Mangan (Mn)	0,024	0,006	0,051	0,027
Arsen (As)	-	0,002	-	0,002

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

<b>Molibden (Mo)</b>	0,017	0,036	0,024	<b>0,026</b>
<b>Kalcijum (Ca)</b>	0,004	59,293	52,567	<b>37,288</b>
<b>Željezo (Fe)</b>	<b>2,694</b>	0,410	<b>3,149</b>	<b>2,084</b>
Naftalen	0,001	-	0,001	<b>0,001</b>
Acenaftilen	0,005	-	0,002	<b>0,004</b>
Acenaften	-	-	-	-
Fluoren	-	-	-	-
Fenantren	-	-	-	-
Antracen	0,007	0,002	-	<b>0,005</b>
Fluoranten	-	-	-	-
Piren	-	-	-	-
Benzo(a)antracen	0,004	0,002	-	<b>0,003</b>
Krisen	0,052	-	-	<b>0,052</b>
Benzo(b)fluoranten	0,003	-	-	<b>0,003</b>
Benzo(k)fluoranten	-	-	0,009	<b>0,009</b>
Benzo(a)piren	-	0,002	0,001	<b>0,002</b>
Indeno(1,2,3)piren	0,022	-	0,001	<b>0,012</b>
Dibenzo(a,h)antracen	0,046	-	0,002	<b>0,024</b>
Benzo(g,h,i)perilen	0,010	-	0,001	<b>0,006</b>
<b>Ukupno PAH-ova</b>	<b>0,084</b>	0,003	0,007	<b>0,031</b>

Na lokalitetu Novo Selo pH vrijednost perkolata (vode) se kreće u rasponu od 6,883 do 8,073 što ukazuje da je perkolat neutralne do alkalne reakcije. Elektroprovodljivost se kreće od 25,757 do 336,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  što predstavlja srednju elektroprovodljivost (dozvoljena granica do 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  u vodi za piće). Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine nitritni azot i fosfati koji su povišeni u 2013. godini što je posljedica najvjeovatnije gnojidbe organskim i mineralnim gnojivima. Vrijednosti Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, Mn i As u perkolatu su unutar dozvoljenih u svim horizontima tla, jedino sadržaj željeza je povišen 2013. i 2015. godine. Vrijednosti PAH- jedinjenja su povišene u 2013. godini.

**Proračunom prosječne vrijednosti svakog elementa na osnovu trogodišnjeg istraživanja procijednih voda utvrđeno je da je na ovoj lokaciji povišen sadržaj fosfata, željeza i PAH jedinjenja.**

## VIII NEORGANSKI I ORGANSKI POLUTANTI U TLU (Prikazani pojedinačno po lokalitetima)

Granične vrijednosti za neorganske i organske polutante zavise od teksture tla. Granične vrijednosti tla date u važećem Pravilniku se odnose na tla sa kiselom reakcijom.

---

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

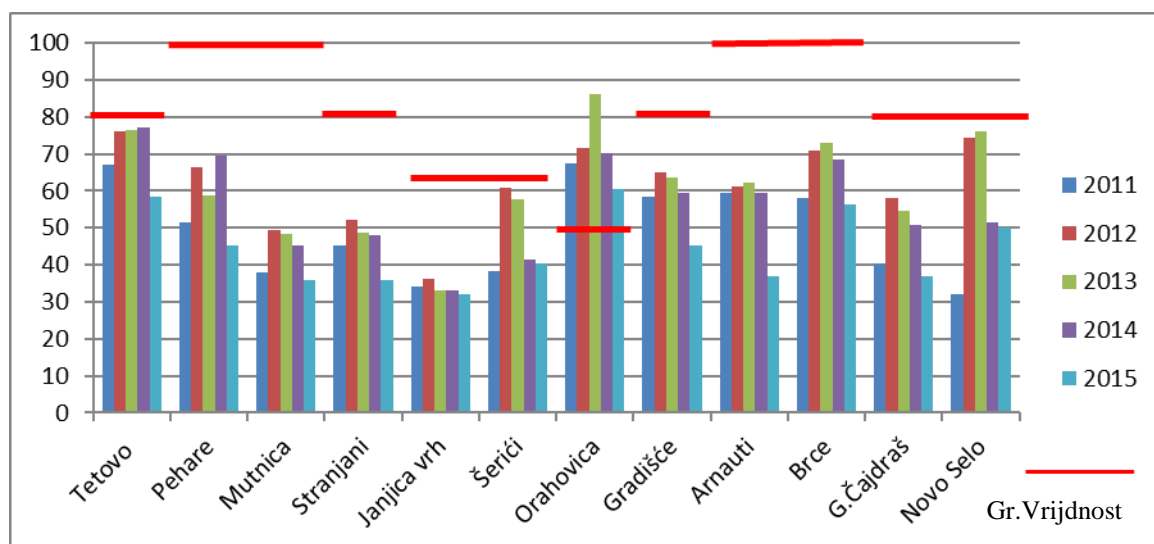
U alkalnim i karbonatnim tlima navedene vrijednosti se mogu povećati za 25%. Pri određivanju granične vrijednosti za pojedine lokalitete uzeta su u obzir ova povećanja.

### 8.1. Bakar (Cu)

Granična vrijednost za bakar (Cu), u pjeskovitim tlima iznosi 50 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 65 mg/kg i za glinovita tla 80 mg/kg.

Tabela br. 47: Sadržaj Bakra (Cu)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	67,20	76,21	76,37	77,27	58,57	<b>71,12</b>
Pehare	IG	A	51,37	66,56	58,80	69,60	45,07	<b>58,28</b>
Mutnica	IG	A	38,10	49,29	48,27	45,27	35,73	<b>43,32</b>
Stranjani	I	A	45,30	52,07	48,83	47,83	35,80	<b>45,97</b>
Janjički vrh	PI	K	34,06	36,28	33,17	32,97	31,87	<b>33,67</b>
Šerići	PI	K	38,37	60,79	57,77	41,33	40,47	<b>47,75</b>
Orahovica	IP	K	<b>67,43</b>	<b>71,56</b>	<b>86,13</b>	<b>70,37</b>	<b>60,60</b>	<b>71,22</b>
Gradišće	I	A	58,37	65,05	63,57	59,47	45,23	<b>58,34</b>
Arnauti	G	A	59,47	61,21	62,10	59,47	37,03	<b>54,95</b>
Brce	IG	A	58,23	70,88	73,00	68,53	56,37	<b>65,40</b>
G.Čajdraš	I	A	40,50	58,00	54,53	50,93	36,87	<b>48,17</b>
Novo Selo	I	A	31,93	74,49	75,97	51,57	50,20	<b>56,83</b>



Grafikon br. 5: Sadržaj Bakra (Cu)

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba



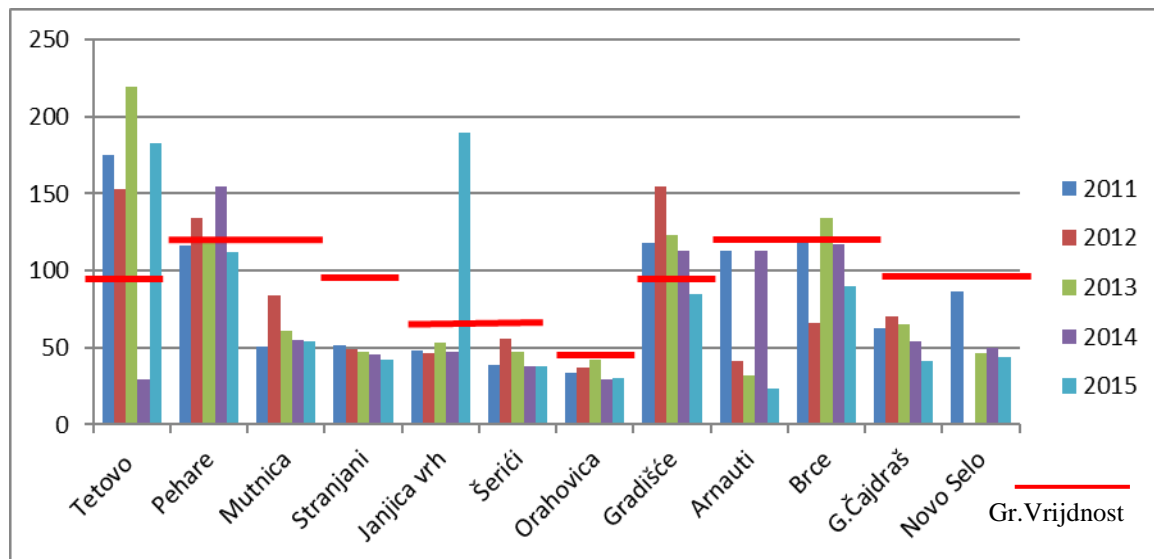
Kao što se iz tabele i grafikona primjećuje bakar (Cu) je samo na jednoj lokaciji (Orahovica) prisutan u prekograničnim vrijednostima.

## 8.2. Olovo (Pb)

Granična vrijednost za olovo (Pb) u pjeskovitim tlima iznosi 50 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 80 mg/kg i za glinovita tla 100 mg/kg.

Tabela br. 48: Sadržaj Olova (Pb)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	174,80	153,13	219,50	29,47	182,50	151,88
Pehare	IG	A	116,50	134,04	120,7	154,23	112,20	127,53
Mutnica	IG	A	51,03	83,54	60,50	54,77	54,10	60,79
Stranjani	I	A	51,13	48,56	47,53	45,73	42,00	46,99
Janjica vrh	PI	K	48,07	46,47	52,80	46,97	189,37	76,74
Šerići	PI	K	38,83	55,32	47,60	37,90	37,97	43,52
Orahovica	IP	K	33,93	36,77	41,83	28,97	29,80	34,26
Gradišće	I	A	117,77	154,26	122,83	112,53	84,70	118,42
Arnauti	G	A	112,53	41,32	31,53	112,53	23,13	64,21
Brce	IG	A	120,20	65,94	134,37	117,40	90,07	105,60
G.Čajdraš	I	A	62,90	69,85	64,83	54,00	41,63	58,64
Novo Selo	I	A	86,07	59,08	46,03	49,50	44,00	56,40



Grafikon br. 6: Sadržaj Olova (Pb) po lokalitetima

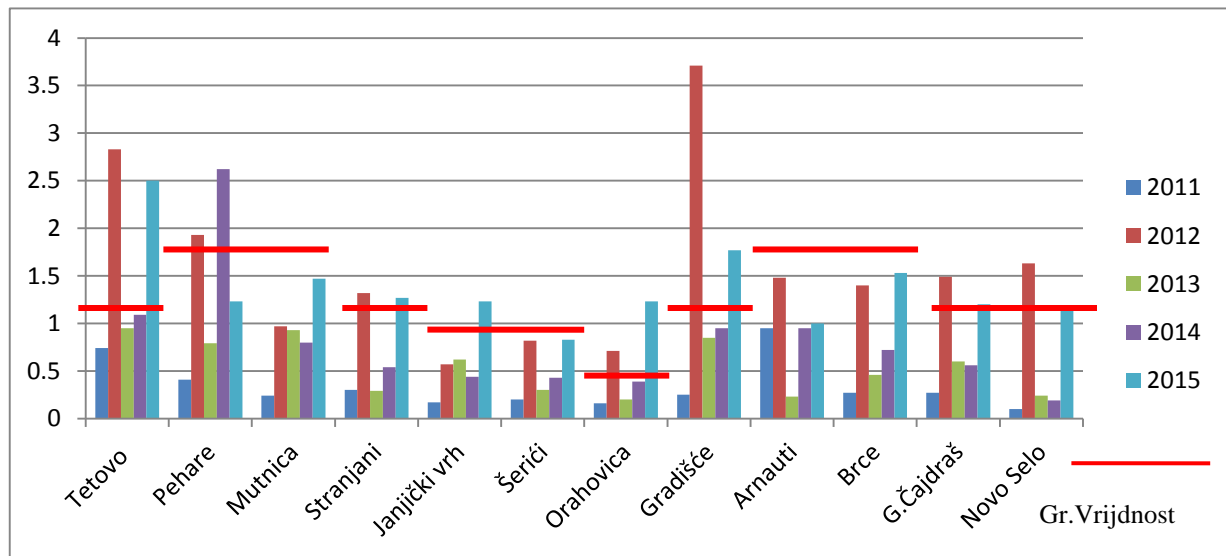
Kao što se iz tabele i grafikona primjećuje olovo (Pb) ima povišene vrijednosti na pojedinim lokacijama. Prosjek petogodišnjeg istraživanja ukazuje da je u Tetovu, Peharima i Gradišću tlo onečišćeno olovom (Pb).

### 8.3. Kadmij (Cd)

Za kadmij (Cd) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 0,5 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 1 mg/kg i za glinovita tla 1,5 mg/kg.

Tabela br. 49. Sadržaj Kadmija (Cd)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	0,74	2,83	0,95	1,09	2,50	1,62
Pehare	IG	A	0,41	1,93	0,79	2,62	1,23	1,40
Mutnica	IG	A	0,24	0,97	0,93	0,80	1,47	0,88
Stranjani	I	A	0,30	1,32	0,29	0,54	1,27	0,74
Janjički vrh	PI	K	0,17	0,57	0,62	0,44	1,23	0,61
Šerići	PI	K	0,20	0,82	0,30	0,43	0,83	0,52
Orahovica	IP	K	0,16	0,71	0,20	0,39	1,23	0,54
Gradišće	I	A	0,25	3,71	0,85	0,95	1,77	1,51
Arnauti	G	A	0,95	1,48	0,23	0,95	1,00	0,92
Brce	IG	A	0,27	1,40	0,46	0,72	1,53	0,88
G.Čajdraš	I	A	0,27	1,49	0,60	0,56	1,20	0,82
Novo Selo	I	A	0,10	1,63	0,24	0,19	1,17	0,67



Grafikon br. 7: Sadržaj Kadmija (Cd) po lokalitetima

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

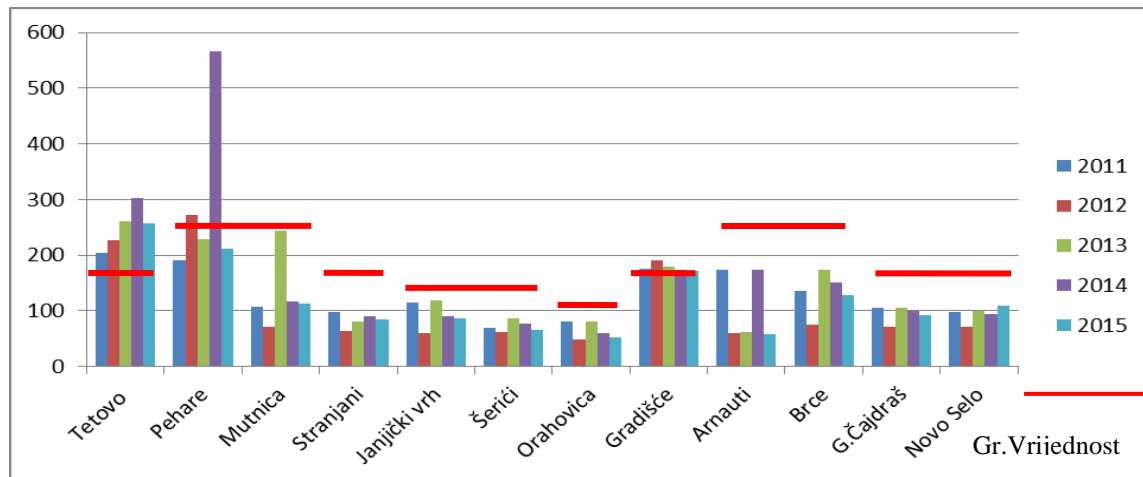
Zapažamo da su vrijednosti kadmija (Cd) u 2012. i 2015. godini na mnogim lokacijama povišene. Vrijednosti znatno iznad granične na Gradišću. Međutim, prosjek petogodišnjih istraživanja ukazuje da su Tetovo i Gradišće onečišćeni kadmijem (Cd).

#### 8.4. Zink (Zn)

Za cink granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 100 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 150 mg/kg i za glinovita tla 200 mg/kg.

Tabela br. 50. Sadržaj Zinka (Zn)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	205,03	226,13	261,5	301,83	256,90	250,28
Pehare	IG	A	190,33	271,86	229,67	566,67	212,60	294,23
Mutnica	IG	A	107,07	71,86	243,00	117,67	112,40	130,40
Stranjani	I	A	98,07	63,57	81,67	90,67	84,40	83,68
Janjički vrh	PI	K	115,30	60,10	118,00	89,50	85,83	93,75
Šerići	PI	K	70,03	62,77	87,50	77,33	65,67	72,66
Orahovica	IP	K	80,67	47,84	81,67	60,50	52,73	64,68
Gradišće	I	A	176,57	191,41	179,83	173,33	172,70	178,77
Arnauti	G	A	173,33	60,19	62,83	173,33	58,90	105,72
Brce	IG	A	135,53	75,41	174,17	151,67	128,60	133,08
G.Čajdraš	I	A	105,70	71,62	105,17	99,83	92,90	95,04
Novo Selo	I	A	97,60	72,13	100,50	93,33	109,20	94,55



Grafikon br. 8: Sadržaj Zinka (Zn) po lokalitetima

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

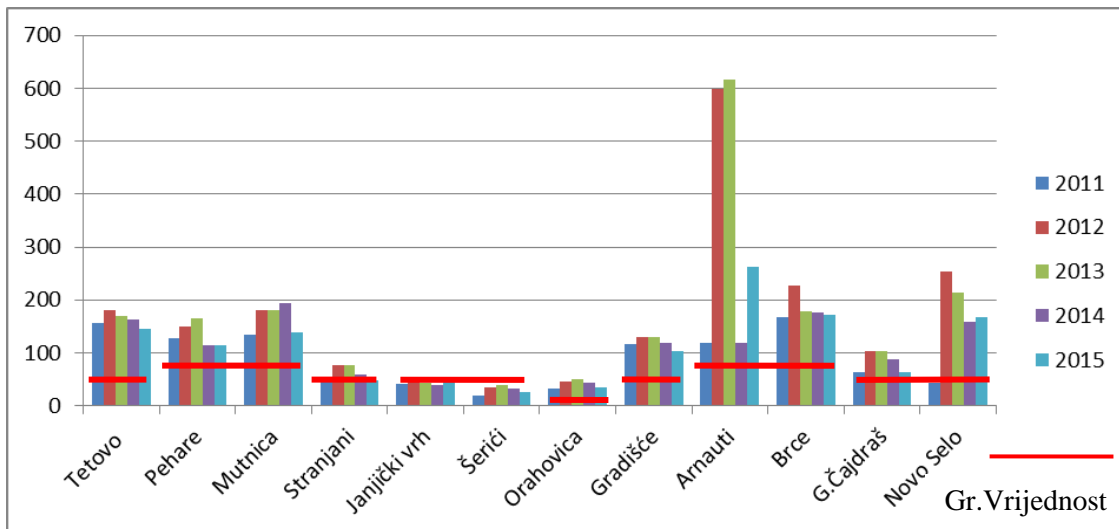
Primjećuje se da je vrijednost cinka (Zn) na lokalitetu Tetova konstantno povišena svih 5 godina. U Peharima i Gradišću u dvije, odnosno jednoj godini je iznad propisane vrijednosti. Prosjek petogodišnjih istraživanja ukazuje da su Tetovo i Pehare onečišćeni cinkom (Zn).

### 8.5. Nikl (Ni)

Za nikal (Ni) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 30 mg/kg za praškasto ilovasta tla 40 mg/kg i za glinovita tla 50 mg/kg.

Tabela br. 51. Sadržaj Nikla (Ni)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	155,6	180,25	169,33	163,37	144,30	162,57
Pehare	IG	A	126,97	149,17	165,17	114,80	114,40	134,10
Mutnica	IG	A	135,07	180,60	180,03	193,63	137,90	165,45
Stranjani	I	A	47,37	76,12	77,13	58,40	48,17	61,50
Janjički vrh	PI	K	41,00	46,70	44,43	39,53	44,67	43,30
Šerići	PI	K	18,33	34,77	38,70	33,17	25,40	30,07
Orahovica	IP	K	31,87	45,02	49,63	44,10	34,47	41,02
Gradišće	I	A	115,70	129,00	130,10	117,83	104,00	119,33
Arnauti	G	A	117,83	599,42	615,67	117,83	261,40	342,43
Brce	IG	A	166,63	227,15	178,07	176,00	172,10	184,00
G.Čajdraš	I	A	62,73	102,46	103,13	87,97	63,90	84,04
Novo Selo	I	A	44,40	254,69	214,33	158,90	166,30	167,72



Grafikon br. 9: Sadržaj Nikla (Ni) po lokalitetima

## Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

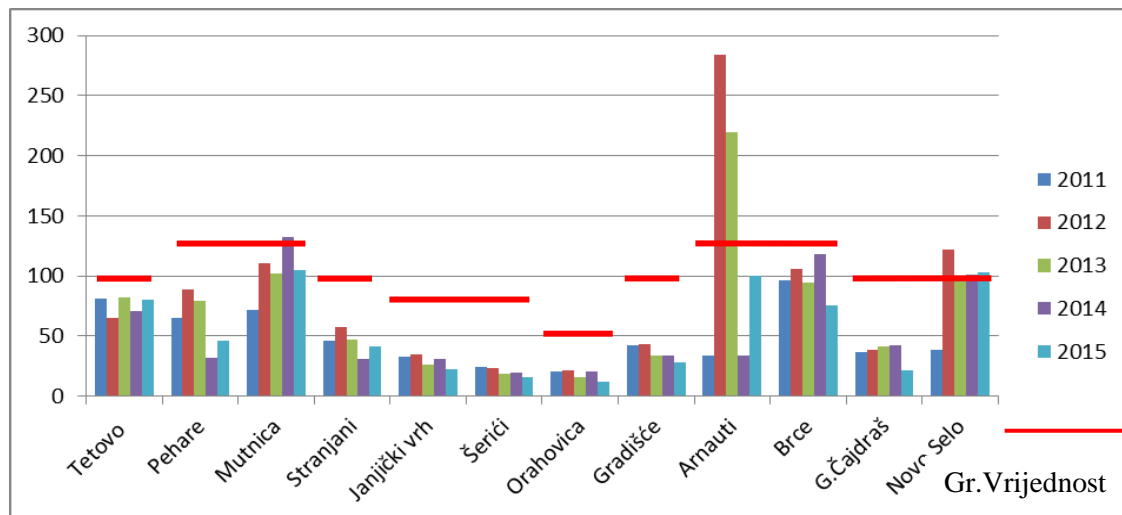
Iz tabele i grafikona se vidi da su vrijednosti ovog elementa u svim godinama i na svim lokacijama (izuzev Šerića) povišene. Međutim, sobzirom na geološko-petrografske karakteristike područja litološkog je porijekla tj. potiče od matičnog supstrata i u inaktivnom je obliku.

## 8.6. Hrom (Cr)

Za hrom (Cr) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 50 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 80 mg/kg i za glinovita tla 100 mg/kg ove vrijednosti se odnose na kisela zemljišta.

Tabela br. 52. Sadržaj Hroma (Cr)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	81,27	65,39	82,23	70,80	79,87	<b>75,91</b>
Pehare	IG	A	65,53	89,04	79,63	31,70	45,80	<b>62,34</b>
Mutnica	IG	A	71,30	110,15	101,87	<b>132,17</b>	104,90	<b>104,08</b>
Stranjani	I	A	46,43	57,87	47,50	31,17	41,07	<b>44,81</b>
Janjički vrh	PI	K	32,50	34,65	26,47	30,73	22,33	<b>29,34</b>
Šerići	PI	K	23,90	23,11	18,97	19,73	15,87	<b>20,32</b>
Orahovica	IP	K	20,53	21,81	15,90	20,43	12,03	<b>18,14</b>
Gradišće	I	A	42,13	43,44	33,43	33,57	28,17	<b>36,15</b>
Arnauti	G	A	33,57	<b>283,62</b>	<b>219,83</b>	33,57	100,30	<b>134,18</b>
Brce	IG	A	96,57	105,62	94,40	118,23	75,90	<b>98,14</b>
G.Čajdraš	I	A	36,83	38,56	41,03	42,23	21,57	<b>36,04</b>
Novo Selo	I	A	38,20	<b>121,50</b>	96,23	101,43	<b>102,80</b>	<b>92,03</b>



Grafikon br. 10: Sadržaj Hroma (Cr) po lokalitetima

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

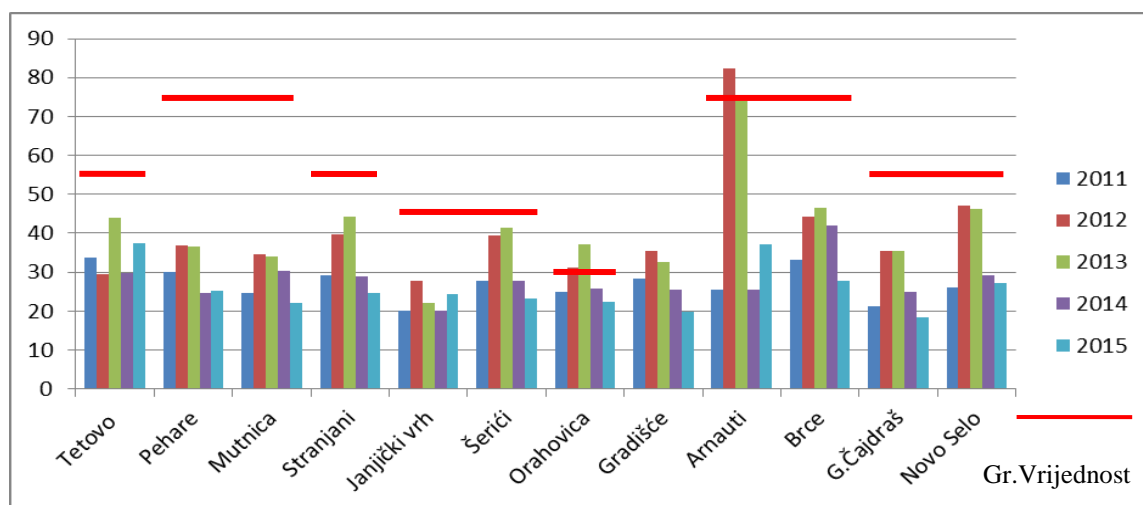
Zapaža se da ovaj elemenat se javlja rijetko u prekograničnim koncentracijama, a i tada je neznatno povišen. U Arnautima ima nešto veće vrijednosti u 2012. i 2013. godini i uzimajući u obzir prosjek zaključuje se da su Arnauti blago onečišćeni hromom (Cr).

## 8.7. Kobalt (Co)

Za kobalt (Co) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 30 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 45 mg/kg i za glinovita tla 60 mg/kg.

Tabela br. 53: Sadržaj Kobalt (Co)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	33,70	29,38	44,10	29,77	37,50	<b>34,90</b>
Pehare	IG	A	30,03	36,85	36,67	24,63	25,20	<b>30,70</b>
Mutnica	IG	A	24,53	34,65	34,17	30,30	22,17	<b>29,20</b>
Stranjani	I	A	29,07	39,76	44,40	28,83	24,57	<b>33,30</b>
Janjički vrh	PI	K	20,13	27,72	22,17	20,17	24,27	<b>22,90</b>
Šerići	PI	K	27,90	39,35	41,47	27,70	23,27	<b>31,90</b>
Orahovica	IP	K	24,87	31,12	37,17	25,73	22,47	<b>28,30</b>
Gradišće	I	A	28,30	35,36	32,70	25,63	19,73	<b>28,30</b>
Arnauti	G	A	25,63	82,39	74,13	25,63	37,23	<b>49,00</b>
Brce	IG	A	33,23	44,36	46,50	42,10	27,67	<b>38,80</b>
G.Čajdraš	I	A	21,10	35,55	35,50	24,83	18,50	<b>27,10</b>
Novo Selo	I	A	25,97	47,04	46,30	29,13	27,17	<b>35,10</b>



Grafikon br. 11: Sadržaj Kobalt (Co) po lokalitetima

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

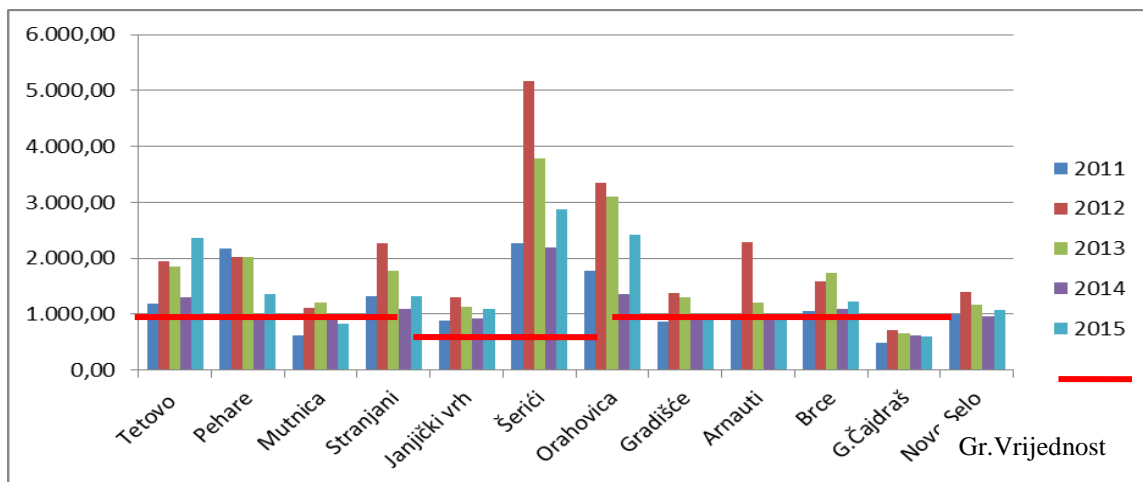
Vrijednosti kobalta (Co) su u Orahovici bile povišene u dvije godine, a u Arnautima samo u jednom uzorku. Ova odstupanja su vrlo mala. Međutim na osnovu prosjeka zaključuje se da ni jedna lokacija nije onečišćena kobaltom (Co).

## 8.8. Mangan (Mn)

Granična vrijednost za mangan (Mn) je prema prof. dr. H. Resulović je 1.000 mg/kg. Ove vrijednosti se odnose na tla sa kiselim reakcijom.

Tabela br. 54: Sadržaj Mangan (Mn)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	1.186,00	1.951,05	1.853,33	1.295,83	2.356,30	<b>1.728,50</b>
Pehare	IG	A	2.172,50	2.023,53	2.031,33	970,17	1.351,00	<b>1.709,71</b>
Mutnica	IG	A	617,67	1.108,45	1.198,33	969,17	820,30	<b>942,78</b>
Stranjani	I	A	1.314,70	2.265,21	1.785,00	1.089,00	1.323,20	<b>1.555,42</b>
Janjički vrh	PI	K	884,00	1.298,82	1.129,33	930,17	1.093,70	<b>1.067,20</b>
Šerići	PI	K	2.265,00	5.176,75	3.780,00	2.184,67	2.879,70	<b>3.257,22</b>
Orahovica	IP	K	1.772,50	3.339,45	3.109,33	1.350,00	2.422,30	<b>2.398,72</b>
Gradišće	I	A	872,67	1.382,13	1.299,00	896,67	932,70	<b>1.076,63</b>
Arnauti	G	A	896,67	2.288,50	1.216,00	896,67	962,80	<b>1.252,13</b>
Brce	IG	A	1060,00	1.584,12	1.740,67	1.092,00	1.229,50	<b>1.341,26</b>
G.Čajdraš	I	A	485,33	713,79	659,33	626,33	597,80	<b>616,52</b>
Novo Selo	I	A	1005,00	1.397,70	1.169,33	961,00	1.071,50	<b>1.120,91</b>



Grafikon br. 12: Sadržaj Mangan (Mn) po lokalitetima

Iz tabele i grafikona se vidi da su vrijednosti ovog elementa u svim godinama i na većini lokacija izuzev (Mutnice, Gradišća i Gornjeg Čajdraša) povišene. Međutim, s obzirom na geološko-petrografske karakteristike područja u inaktivnom je obliku.

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

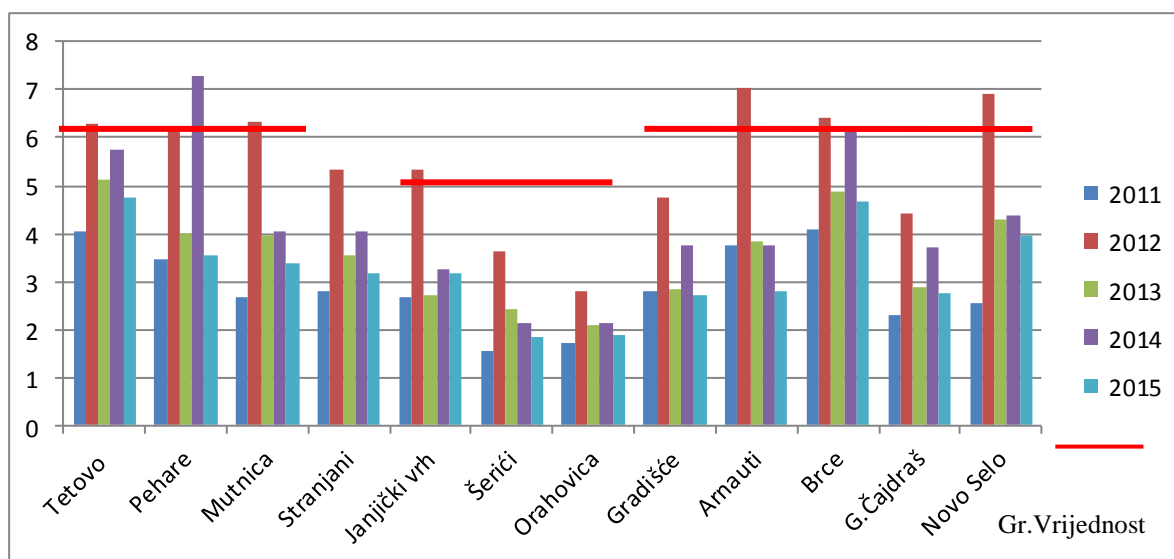
Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

## 8.9. Željezo (Fe)

Granične vrijednosti za željezo (Fe) prema prof. dr. H. Resulović je 5 %. Ove vrijednosti se odnose na tla sa kiselim reakcijom.

Tabela br. 55: Sadržaj Željeza (Fe)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	4,05	6,29	5,11	5,75	4,74	5,19
Pehare	IG	A	3,47	6,19	4,00	7,29	3,56	4,90
Mutnica	IG	A	2,69	6,35	3,98	4,03	3,37	4,08
Stranjani	I	A	2,82	5,35	3,56	4,06	3,16	3,90
Janjički vrh	PI	K	2,68	5,35	2,71	3,27	3,18	3,44
Šerići	PI	K	1,56	3,62	2,41	2,12	1,86	2,31
Orahovica	IP	K	1,7	2,80	2,08	2,13	1,90	2,12
Gradišće	I	A	2,79	4,76	2,85	3,75	2,70	3,37
Arnauti	G	A	3,75	7,05	3,84	3,75	2,79	4,24
Brce	IG	A	4,1	6,43	4,86	6,2	4,65	5,25
G.Čajdraš	I	A	2,31	4,43	2,88	3,72	2,77	3,22
Novo Selo	I	A	2,54	6,92	4,29	4,39	3,95	4,42



Grafikon br. 13: Sadržaj Željeza (Fe) po lokalitetima

Primjećuje se da je sadržaj željeza (Fe) bio povećan u 2012. godini na više lokalitetima, a u 2014. godini u Tetovu i Peharima. Međutim prosjek petogodišnjih vrijednosti ukazuje da tlo nije onečišćeno željezom (Fe).

## Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

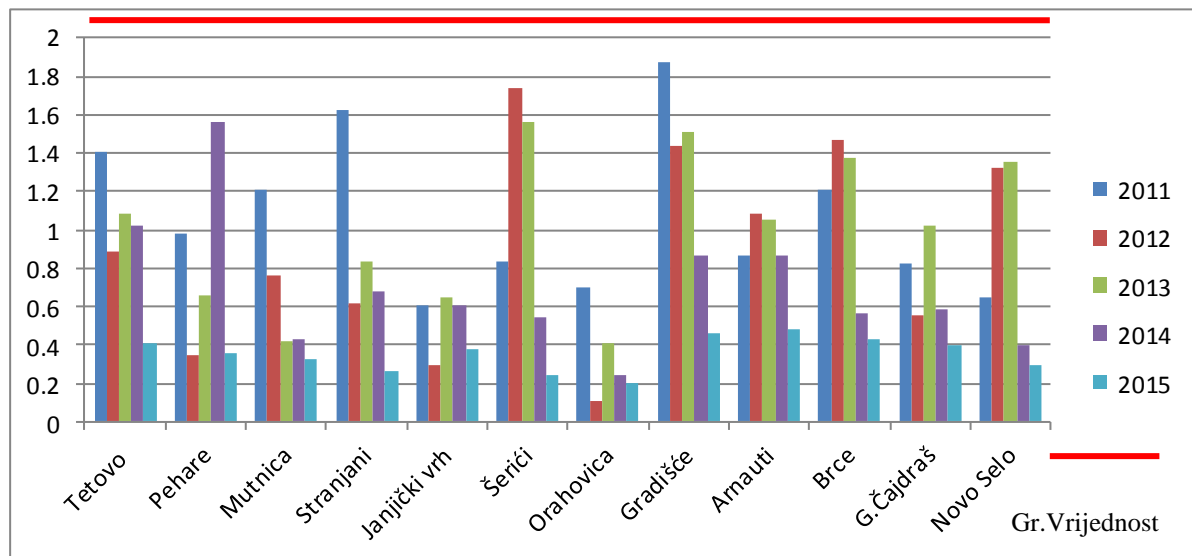


## 8.10. Molibden (Mo)

Za molibden (Mo) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 10 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 15 mg/kg i za glinovita tla 20 mg/kg ove vrijednosti se odnose na kisela tla.

Tabela br. 56: Sadržaj Molibden (Mo)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	1,41	0,89	1,08	1,02	0,41	<b>0,96</b>
Pehare	IG	A	0,98	0,35	0,66	1,56	0,35	<b>0,78</b>
Mutnica	IG	A	1,21	0,76	0,42	0,43	0,32	<b>0,63</b>
Stranjani	I	A	1,62	0,62	0,84	0,68	0,26	<b>0,80</b>
Janjički vrh	PI	K	0,61	0,3	0,65	0,61	0,37	<b>0,51</b>
Šerići	PI	K	0,83	1,74	1,56	0,54	0,24	<b>0,98</b>
Orahovica	IP	K	0,7	0,11	0,41	0,24	0,21	<b>0,33</b>
Gradišće	I	A	1,87	1,44	1,51	0,87	0,46	<b>0,23</b>
Arnauti	G	A	0,87	1,08	1,05	0,87	0,49	<b>0,87</b>
Brce	IG	A	1,21	1,47	1,37	0,57	0,43	<b>0,01</b>
G.Čajdraš	I	A	0,82	0,55	1,02	0,59	0,40	<b>0,68</b>
Novo Selo	I	A	0,65	1,32	1,35	0,4	0,29	<b>0,80</b>



Grafikon br. 14: Sadržaj Molibden (Mo) po lokalitetima

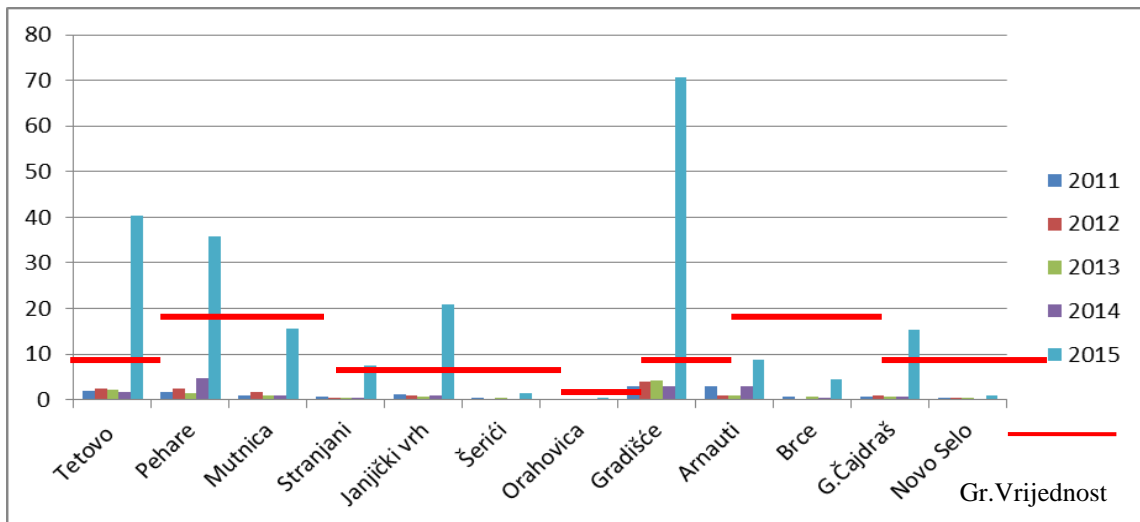
Na svim lokalitetima i u svim godinama vrijednost ovog elementa nije prešla prekograničnu.

## 8.11. Arsen (As)

Za arsena (As) granična vrijednost u pjeskovitim tlima iznosi 10 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 15 mg/kg i za glinovita tla 20 mg/kg.

Tabela br. 57. Sadržaj Arsen (As)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	1,85	2,33	2,17	1,58	40,31	9,65
Pehare	IG	A	1,59	2,51	1,54	4,79	35,81	9,25
Mutnica	IG	A	0,97	1,62	0,85	0,98	15,59	4,00
Stranjani	I	A	0,74	0,46	0,49	0,36	7,43	1,90
Janjički vrh	PI	K	1,2	0,9	0,76	0,82	20,96	4,93
Šerići	PI	K	0,31	0,23	0,33	0,04	1,31	0,44
Orahovica	IP	K	0,25	0,08	0,26	0,05	0,36	0,20
Gradišće	I	A	2,93	3,94	4,33	2,89	70,58	16,93
Arnauti	G	A	2,89	1,05	1,05	2,89	8,65	3,31
Brce	IG	A	0,67	0,25	0,58	0,32	4,40	1,24
G.Čajdraš	I	A	0,78	0,92	0,8	0,63	15,31	3,69
Novo Selo	I	A	0,36	0,31	0,39	0,07	1,01	0,43



Grafikon br. 15: Sadržaj Arsen (As) po lokalitetima

Sadržaj arsena (As) je povećan samo u 2015. godini i na 4 lokacije. Međutim na osnovu prosjeka zaključuje se da ni jedna lokacija nije onečišćena arsenom (As).

## 8.12. Živa (Hg)

Granična vrijednost za živu (Hg) u pjeskovitim tlima iznosi 0,5 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 1,0 mg/kg i za glinovita tla 1,5 mg/kg.

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

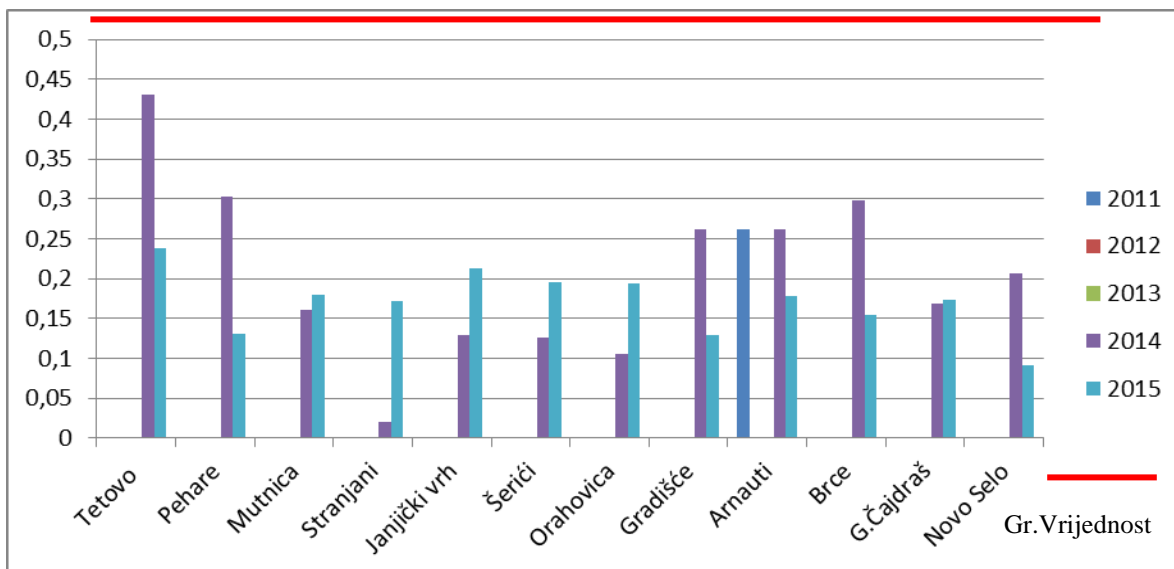
– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Tabela br. 58: Sadržaj Žive (Hg)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	-	-	-	0,43	0,24	<b>0,33</b>
Pehare	IG	A	-	-	-	0,30	0,13	<b>0,21</b>
Mutnica	IG	A	-	-	-	0,16	0,18	<b>0,17</b>
Stranjani	I	A	-	-	-	0,02	0,17	<b>0,09</b>
Janjički vrh	PI	K	-	-	-	0,13	0,21	<b>0,17</b>
Šerići	PI	K	-	-	-	0,13	0,20	<b>0,16</b>
Orahovica	IP	K	-	-	-	0,10	0,19	<b>0,15</b>
Gradišće	I	A	-	-	-	0,26	0,13	<b>0,19</b>
Arnauti	G	A	0,26	-	-	0,26	0,18	<b>0,23</b>
Brce	IG	A	-	-	-	0,30	0,15	<b>0,22</b>
G.Čajdraš	I	A	-	-	-	0,17	0,17	<b>0,17</b>
Novo Selo	I	A	-	-	-	0,21	0,09	<b>0,15</b>



Grafikon br. 16: Sadržaj Žive (Hg) po lokalitetima

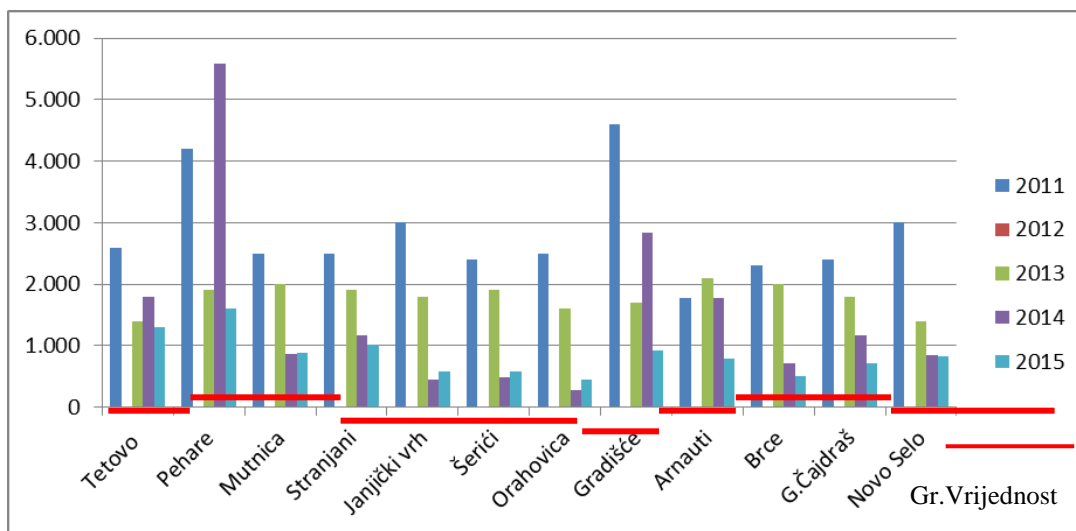
Sadržaj žive (Hg) u godinama kad su sprovedena istraživanja i na svim lokacijama je bila ispod granične vrijednosti.

### 8.13. Sumpor (S)

Granična vrijednost sumpora (S) u pjeskovitim tlima iznosi 300 mg/kg, za praškasto ilovasta tla 400 mg/kg i za glinovita tla 500 mg/kg.

Tabela br. 59: Sadržaj Sumpora (S)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
Tetovo	I	A	2.600	-	1.400	1.790	1.300	1.772
Pehare	IG	A	4.200	-	1.900	5.580	1.610	3.323
Mutnica	IG	A	2.500	-	2.000	860	890	1.562
Stranjani	I	A	2.500	-	1.900	1.160	1.010	1.642
Janjički vrh	PI	K	3.000	-	1.800	440	590	1.457
Šerići	PI	K	2.400	-	1.900	480	590	1.343
Orahovica	IP	K	2.500	-	1.600	270	450	1.205
Gradišće	I	A	4.600	-	1.700	2.840	920	2.515
Arnauti	G	A	1.780	-	2.100	1.780	790	1.613
Brce	IG	A	2.300	-	2.000	720	510	1.382
G.Čajdraš	I	A	2.400	-	1.800	1.160,00	720	1.520
Novo Selo	I	A	3.000	-	1.400	840	820	1.515



Grafikon br. 17: Sadržaj Sumpora (S) po lokalitetima

Sadržaj sumpora je na svim lokacijama i svake godine (nije praćen 2012. ) bio iznad granične vrijednosti. Vrlo često vrijednosti su više puta povećane.

#### 8.14. Policiklični aromatski ugljikovodoni (PAH)

Za PAH-ove granična vrijednost je 2 mg/kg, bez obzira dali se rado o kiselom ili alkaličmo zemljištu, odnosno ne zavisi ni od teksture tla. Određujemo se prema ovim graničnim vrijednostima.

Tabela br. 60: Sadržaj (PAH)

God/mjesto	Teks.	pH	2011	2012	2013	2014	2015	Prosjek
------------	-------	----	------	------	------	------	------	---------

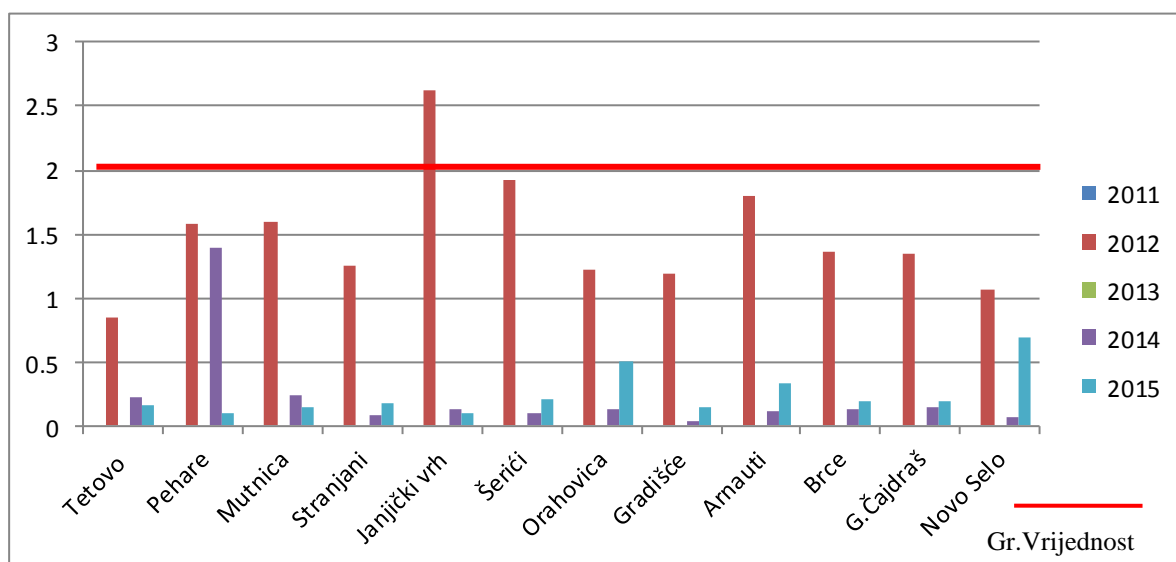
### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

Tetovo	I	A	-	0,84	-	0,22	0,17	<b>0,41</b>
Pehare	IG	A	-	1,58	-	1,40	0,10	<b>1,02</b>
Mutnica	IG	A	-	1,59	-	0,24	0,14	<b>0,65</b>
Stranjani	I	A	-	1,25	-	0,08	0,17	<b>0,50</b>
Janjički vrh	PI	K	-	2,62	-	0,13	0,10	<b>0,93</b>
Šerići	PI	K	-	1,93	-	0,09	0,21	<b>0,74</b>
Orahovica	IP	K	-	1,23	-	0,13	0,50	<b>0,62</b>
Gradišće	I	A	-	1,19	-	0,03	0,14	<b>0,45</b>
Arnauti	G	A	-	1,80	-	0,11	0,34	<b>0,73</b>
Brce	IG	A	-	1,36	-	0,13	0,19	<b>0,56</b>
G.Čajdraš	I	A	-	1,35	-	0,14	0,20	<b>0,56</b>
Novo Selo	I	A	-	1,06	-	0,07	0,70	<b>0,61</b>



Grafikon br. 18: Sadržaj (PAH) po lokalitetima

Samo je 2012. godine zabilježen povišen sadržaj PAH jedinjenja na lokalitetu Janjički vrh. Međutim na osnovu prosjeka zaključuje se da ni jedna lokacija nije onečišćena PAH jedinjenjima.

## IX ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Sagledavajući naprijed navedeno i s obzirom da je suma godišnjih padavina u području općine Zenice preko 800 mm, a smatra se da počinje ispiranje baza, odnosno zamjene alkalnih jona vodonikovim jonima u adsorptivnom kompleksu tla, kada godišnja suma padavina pređe 630 mm, za očekivati je da je istraživano područje donekle blago

### Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

zakiseljeno. Međutim, i pored povećanog sadržaja sumpora posebno u površinskim dijelovima rizosfere, reakcija tla je alkalična, što je jedan od glavnih preduslova da se gotovo svi teški metali nalaze u tlu u inaktivnom stanju. To svakako treba zahvaliti prije svega pufernoj sposobnosti tla na koju utiču mnoštvo faktora. Činjenice govore da se u ukupnim oblicima neki teški metali nalaze iznad graničnih vrijednost, pa se u skladu sa zakonskom legislativom, predlažu se mjere sanacije onečišćenih zemljišta.

Na osnovu rezultata analiziranih na sadržaj organskih i neorganskih polutanata u tlu, može se konstatovati da je na području općine Zenice mjestimično u manjoj ili većoj mjeri prisutan povišen sadržaj pojedinih istraživanih teških metala. Obzirom da su tla na 9 ispitivanih lokaliteta alkalne reakcije, karbonatna i relativno bogata organskom materijom, što su uz teksturu tla najvažniji faktori pristupačnosti polutanata u tlu, može se pretpostaviti da se teški metali pretežno nalaze u inaktivnom, odnosno u nepristupačnom obliku. Na lokalitetu Janjički vrh, Šerići i Orahovica tla su nepovoljne, kisele pH reakcije i ilovaste i pjeskovite teksture. Međutim vrlo dobra je činjenica da su ove lokacije i najdalje od centra emisije (pogledati kartu br.1.).

---

---

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

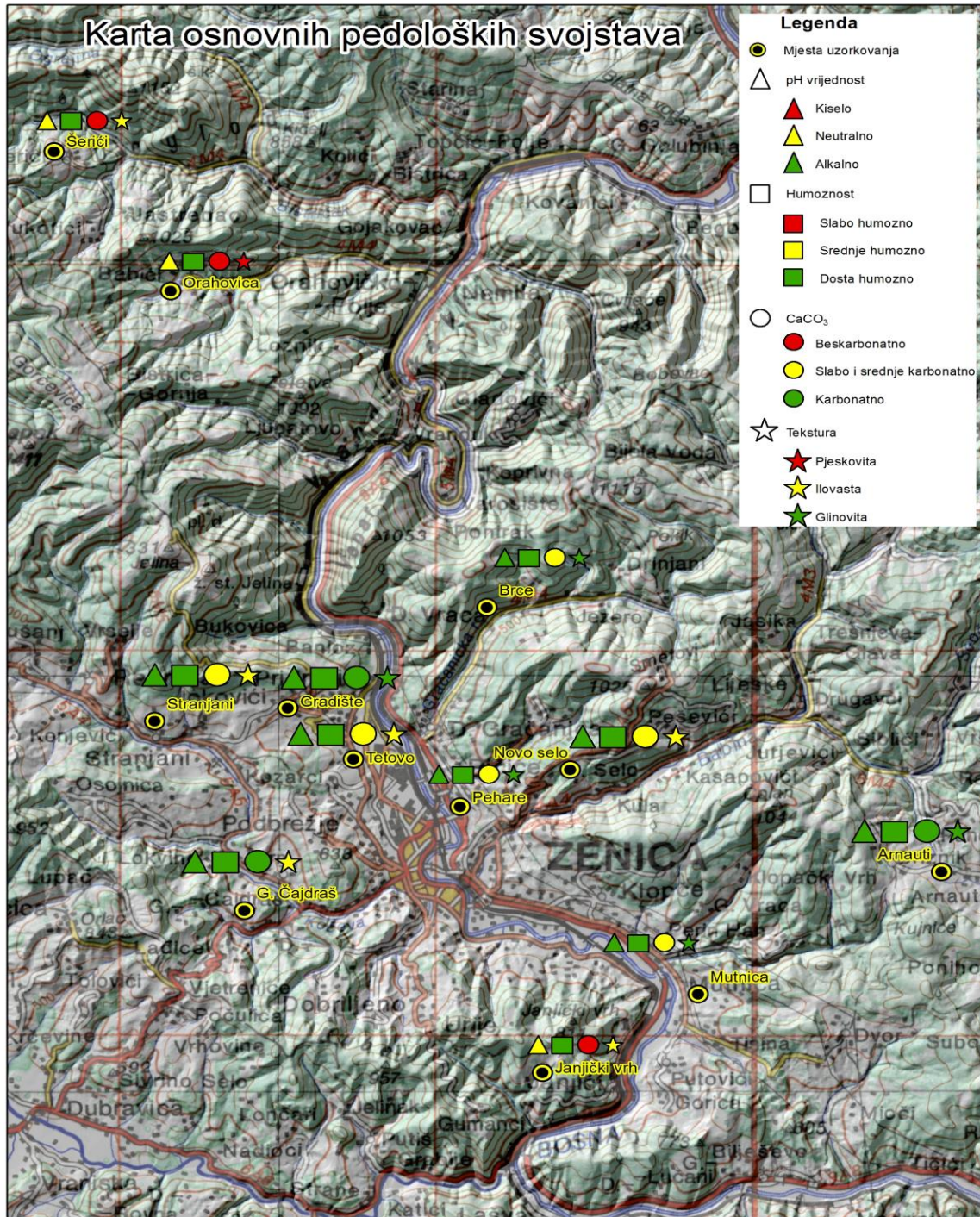
– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---



Karta br. 1. Osnovna pedološka svojstva

## Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

## 9.1. Presjek stanja istraženih lokaliteta

Istraživanja su obavljena na području 12 naseljenih mjesta u različitim dijelovima općine Zenica.

### Lokalitet Tetovo

Tetovo se nalazi zapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 0,5 km zračne linije i na 350 m nadmorske visine. Prosječan uzorak zemljišta je uzet sa dubine 0-25 cm, na blago inkliniranom terenu u blizini stambenih, individualnih kuća tj. u vrtu u kojem se intenzivno uzgajaju povrtna kultura. Na lokalitetu Tetovo zastupljeno je tlo: Eutrični kambisol na laporima i pješčarima, ilovaste teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i sa vrlo niskim sadržajem  $\text{CaCO}_3$ .

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, hroma, kobalta, molibdena i žive ni u jednoj godini. Međutim, sadržaj olova, cinka, nikla, mangana i naročito sumpora je prisutan u tlu u povišenim količinama. Željezo i arsen nisu konstantno povišeni već samo u po jednoj istraživanoj godini, dok je vrijednost kadmija u dvije godine povišena. Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je neutralan do blago alkalni i dobre elektroprovodljivosti. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u jednom od oblika javljanja, kao i fosfor koji su povišeni u jednoj godini, ali to je posljedica unošenja u tlo organskih i mineralnih gnojivima. Molibden i željezo su prisutni u nešto većim količinama u perkolatu, kao i vrijednosti PAH jedinjenja u 2013. godini.

### Lokalitet Pehare

Ovaj lokalitet se nalazi jugoistočno od centra emisije, na udaljenosti od oko 1,6 km zračne linije i na 325 m nadmorske visine. Prosječan uzorak tla je uzet sa dubine 0-25 cm. Lizimetri su postavljeni u ranije otvorenom profilu, na ravnom terenu i na zemljištu koje se koristi za uzgoj povrtlarskih kultura. Na ovoj lokaciji je zastupljeno tlo Eutrični kambisol na laporima, ilovasto glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i uglavnom slabo karbonatan.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, hroma, kobalta, molibdena i žive ni u jednoj istraživanoj godini. Međutim, sadržaj olova, kadmija, cinka i željeza je prisutan u tlu u povišenim količinama u 2012. i 2014. godini, dok su nikel i mangan prisutni svih istraživanih godina. Povišen sadržaj željeza je zabilježen samo 2015. godine. Međutim, sadržaj sumpora u cijelom istraživanom periodu je znatno povišen.

---

## **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je neutralane reakcije, sa povišenom elektroprovodljivošću, što se objašnjava povišenim vrijednostima otopljenih bikarbonata. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u elementarnom, amonijačnom i nitratnom obliku koji su povišeni i što je posljedica humizacije organskim gnojivima. Takođe i sadržaj bakra i PAH jedinjenja u 2013. godini je povišen.

#### Lokalitet Mutnica

Nalazi se jugoistočno od centra emisije na udaljenosti od oko 8,6 km zračne linije i na 430 m nadmorske visine. Profil je iskopan na inkliniranom terenu i na prirodnoj livadi. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrični kambisol na trošnim krečnjacima i laporima, ilovasto glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i uglavnom slabo karbonatan.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, olova, kadmija, cinka, kobalta, mangana, molibdena, arsena i žive ni u jednoj istraživanoj godini. Međutim, povišen sadržaj nikla i sumpora je zabilježen svih istraživanih godina. Povišen sadržaj željeza je zabilježen samo 2012. godine dok je hrom povišen 2014. godine.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je neutralne do slabije alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u propisanim granicama. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine fosfati i svi oblici azota koji su povišeni u 2013. i 2014. godini što je najvjerovatnije posljedica unošenja u tlo organskih i mineralnih gnojiva. Sadržaj bakra u 2013. i mangana u 2015. godini u perkolatu je povišen. PAH jedinjenja su u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

#### Lokalitet Stranjani

Nalazi se zapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 5,4 km zračne linije i na 795 m nadmorske visine. Prosječan uzorak tla je uzet sa dubine 0-25 cm. Lizimetri su postavljeni u ranije otvorenom profilu, na ravnom terenu i na zemljištu koje se koristi za uzgoj povrtlarskih kultura. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Duboka Rendzina na mehkim krečnjacima, ilovaste teksture, blago alkalne reakcije, uglavnom dosta humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, olova, cinka, hroma, kobalta, molibdena, arsena i žive ispod granične vrijednosti za ove elemente. Međutim, sadržaj kadmija je u

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

2012. i 2015. godini bio povećan, nikal 2012. i 2013., a mangan je u tri godine bio iznad granične vrijednosti. Željezo je u 2012. godini bilo povišeno, dok je sumpor u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je neutralane do alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u skladu sa propisanim vrijednostima. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine fosfati i svi oblici azota koji su povišeni u 2013. i 2014. godini što je najvjerovatnije posljedica unošenja u tlo organskih i mineralnih gnojiva. Molibden je u 2014. je povišen, kao i PAH jedinjenja čiji je sadržaj u 2013. godini iznad granične vrijednosti.

#### Lokalitet Janjički vrh

Nalazi se južno od centra emisije na udaljenosti od oko 7,8 km zračne linije i na 575 m nadmorske visine. Profil je otvoren na prirodnoj livadi i na inkliniranom zemljištu. Na ovoj lokaciji je zastupljen tip tla: Ranker na flišu, pjeskovito ilovaste teksture, kisele reakcije, dosta humozan i beskarbonatan.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, hroma, kobalta, molibdena i žive ni u jednoj godini. Međutim, sadržaj olova, cinka, nikla, mangana i naročito sumpora je prisutan u tlu u povišenim količinama. Željezo i arsen nisu konstantno povišeni već samo u po jednoj istraživanoj godini, dok je vrijednost kadmija u dvije godine povišena.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je slabo kiseo do neutralan. Elektroprovodljivost je dobra. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013. godini i što je posljedica humizacije organskim i mineralnim gnojivima. Nitratni azot je povišen u sve tri godine ispitivanja. Mangan je povišen 2015. godine, kao i vrijednosti PAH jedinjenja u 2013. i 2015. godini.

#### Lokalitet Šerići

Šerići se nalaze zapadno od centra emisije, na udaljenosti od 18 km zračne linije i na 795 m nadmorske visine. Profil je otvoren na inkliniranom terenu i zemljište se koristi za uzgoj povrtlarskih kultura. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Distrični kambisol na radiolaritima i pješčarima, pjeskovito ilovaste teksture, kisele reakcije, dosta humozan i beskarbonatan.

---

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, olova, kadmija, cinka, nikla, hroma, kobalta, željeza, molibdena, arsena i žive ni u jednoj godini. Sadržaj mangana je povišen u svim godinama istraživanja. Sumpor je konstantno povišen svih godina. Međutim, zapaža se da u posljednje dvije godine istraživanja vrijednost je znatno niža. Sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici ukazuje da je perkolat slabo kisele reakcije, dobre elektroprovodljivosti. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013. godini dok je u nitratnom obliku u sve tri godine povećan sadržaj, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Nitratni azot je povišen u sve tri godine ispitivanja. Takođe i sadržaj željeza je povišen 2015. godine. PAH jedinjenja su u sve tri godine iznad granične vrijednosti.

#### Lokalitet Orahovica

Ovaj lokalitet se nalazi južno od centra emisije na udaljenosti od oko 10 km zračne linije i na 640 m nadmorske visine. Profil je otvoren na vještačkoj livadi i na blago inkliniranom terenu. Na ovoj lokaciji je prisutan sljedeći tip tla: Distrični kambisol na radiolaritima. Tlo na ovoj lokaciji je ilovasto pjeskovite teksture, kiselo, slabije humozno i beskarbonatno.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost olova, cinka, hroma, željeza, molibdena, arsena i žive ni u jednoj istraživanoj godini. Međutim, povišen sadržaj bakra, nikla i mangana je zabilježen svih istraživanih godina. Povišen sadržaj kadmija je zabilježen samo 2012. i 2015. godine, dok je kobalta povišen 2012. i 2013. godine. Sumpor je u 2013. i 2015. godini bio iznad granične vrijednosti. Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je slabo kisele reakcije do alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u propisanim granicama. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u 2013. godini, dok je u nitratnom obliku povećan sadržaj 2014. i 2015. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe zabilježen je i povišen sadržaj željeza 2014. i mangana 2015. godine. PAH jedinjenja su u 2014. godini iznad granične vrijednosti.

#### Lokalitet Gradišće

Nalazi se sjeverozapadno od centra emisije na udaljenosti od oko 2,5 km zračne linije i na 540 m nadmorske visine. Profil je otvoren na blago inkliniranom terenu i na mjestu koje

---

### **Izvjestaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

se koristi za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrični kambisol na laporima i pješčarima, ilovaste teksture, alkalne reakcije, dosta humozan i jako karbonatan.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, hroma, kobalta, željeza, molibdena i žive, ispod granične vrijednosti za ove elemente. Međutim, povišen sadržaj olova je zabilježen svih godina izuzev posljednje. Kadmij je 2012. i 2014. godine bio iznad granične vrijednosti. Cink je 2012. godine bio povišen, a mangan je 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti. Sadržaj arsena je 2015. godine povišen, dok je sumpor u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat uzet na postavljenoj lizimetarskoj stanici je neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u granicama dozvoljenog. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013. i 2014. godini, dok je u ukupnom obliku povećan sadržaj 2014. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe je i sadržaj fosfata povišen 2013. i 2015. godine i to je posljedica gnojidbe mineralnim gnojivima. Sadržaj željeza je povišen 2015. godine. Vrijednosti PAH- jedinjenja su u sve tri godine iznad granične.

#### Lokalitet Arnauti

Ovaj lokalitet se nalazi istočno od centra emisije na 670 m nadmorske visine i na udaljenosti od oko 12,6 km zračne linije. Na ispitivanoj lokaciji teren je blago inkliniran i po kulturi je livada. Na ovoj lokaciji je zastupljen tip tla: Rendzine na konglomeratima, pješčarima i mehkim krečnjacima, glinovite teksture, alkalne reakcije, dosta humozna i uglavnom slabo karbonatna.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična bakra, olova, kadmija, cinka, molibdena, arsena i žive. Međutim, povišen sadržaj nikla je zabilježen svih godina istraživanja. Kadmij je 2012. i 2014. godine bio iznad granične vrijednosti. Kobalt, mangan i željezo su 2012. godine bili povišeni, a hrom je 2012. i 2013. godine bio iznad granične vrijednosti. Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat na lizimetarskoj stanici Arnauti je neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u okviru dozvoljenih vrijednosti. Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013.godini, dok je u nitratnom obliku povećan sadržaj i 2014. i 2015.godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe je i sadržaj fosfata povišen 2013. godine i to je posljedica gnojidbe mineralnim gnojivima. Sadržaj željeza je povišen 2015. godine, dok su vrijednosti PAH jedinjenja povišene u 2013. godini.

#### Lokalitet Brce

Ovaj lokalitet se nalazi sjeveroistočno od centra emisije na 350 m nadmorske visine i na udaljenosti od oko 1 km zračne linije. Profil je otvoren na livadi i na inkliniranom terenu. Na lokalitetu Brce zastupljen je sljedeći tip tla: Rendzina na flišu. Tlo na ovoj lokaciji je ilovasto glinovite teksture, alkalno, srednje humozno i uglavnom slabo karbonatno.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da sadržaj bakra, olova, kadmija, cinka, kobalta, mangana, molibdena, arsena i žive su ispod granične vrijednosti za ove elemente. Međutim, povišen sadržaj nikla je zabilježen svih godina istraživanja. Hrom je povišen 2014.godine, a željezo 2012. godine. Takođe i sadržaj sumpora je u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat na lizimetarskoj stanici Brce je blago alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u okviru dozvoljenih vrijednosti. Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013.godini što je posljedica gnojidbe organskim i mineralnim gnojivima. Sadržaj željeza je povišen 2015. godine, dok su vrijednosti PAH jedinjenja povišene u 2013. i 2014. godini.

#### Lokalitet Gornji Čajdraš

Ovaj lokalitet se nalazi jugozapadno od centra emisije, na udaljenosti od oko 5 km zračne linije i na 560 m nadmorske visine. Teren je blago inkliniran i po kulturi voćnjak. Na ovoj lokaciji je zastupljen sljedeći tip tla: Rendzine na konglomeratima, pješčarima i mehkim krečnjacima. Tlo na ovoj lokaciji je ilovaste teksture, alkalno, dosta humozno i uglavnom slabo karbonatno.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična vrijednost bakra, olova, cinka, hroma, kobalta, mangana, željeza, molibdena, arsena i žive. Međutim, povišen sadržaj nikla je zabilježen svih godina istraživanja. Kadmij je 2012. godine bio iznad granične vrijednosti. Kobalt, mangan i željezo su 2012. godine bili povišeni. Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio višestruko iznad granične vrijednosti.

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat na lizimetarskoj stanici Gornji Čajdraš je neutralan do blago alkalne reakcije i elektroprovodljivost je u granicama dozvoljenog. Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika i fosfati koji su povišeni u 2013. godini što je posljedica gnojidbe organskim i mineralnim gnojivima. Takođe je i sadržaj željeza je povišen 2015. godine. Vrijednosti PAH jedinjenja su povišene u 2013. i 2014. godini.

#### Lokalitet Novo Selo

Nalazi se istočno od centra emisije na udaljenosti od oko 4,3 km zračne linije i na 640 m nadmorske visine. Zemljište je inklinirano i po kulturi ekstenzivni voćnjak. Na ovom lokalitetu je zastupljen sljedeći tip tla: Eutrično smeđe tlo na karbonatnom flišu. Tlo na ovoj lokaciji je ilovaste teksture, slabo kiselo, neutralno do alkalno, dosta humozno i uglavnom slabo karbonatno.

Nakon analize polutanata u ukupnom obliku utvrđeno je da na ovoj lokaciji nije registrovana prekogranična bakra, olova, cinka, kobalta, molibdena, arsena i žive. Međutim, povišen sadržaj nikla je zabilježen svih godina istraživanja. Kadmij i hrom su u 2012. godini bili iznad granične vrijednosti. Sadržaj mangana je u 2011. i 2012. godini bio povišen, dok je željezo je 2012. godine bilo iznad granične vrijednosti. Sumpor je u svakoj godini istraživanja bio iznad granične vrijednosti.

Takođe i sve ispitivane organske štetne i opasne materije su prisutne u dozvoljenim količinama.

Perkolat na lizimetarskoj stanici Novo Selo je neutralne do slabo alkalne reakcije. Elektroprovodljivost je u okviru dozvoljenih vrijednosti. Bikarbonati imaju visoke vrijednosti što je rezultat dosta karbonatnog tla. Većina ispitivanih parametara je u granicama dozvoljenih vrijednosti. Izuzetak čine azot u sva tri oblika koji je povišen u 2013. godini, dok je u nitratnom obliku povećan sadržaj i 2014. i 2015. godine, a što je posljedica gnojidbe organskim gnojivima. Takođe je i sadržaj fosfata povišen 2013. godine i to je posljedica gnojidbe mineralnim gnojivima. Sadržaj željeza je povišen 2015. godine, dok su vrijednosti PAH jedinjenja povišene u 2013. godini.

## **9.2. Rezime rezultata istraživanja**

Iz naprijed navedenog proizilazi da je na istraživanom području utvrđeno slijedeće stanje:

### Fizičko-hemijska svojstva zemljišta

---

---

## **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

---

- Prema mehaničkom sastavu istraživano zemljište na 6 lokacija imaju ilovastu vrlo povoljnu teksturu, na 4 lokacije zastupljena su glinovita i nešto teža tla i na 2 lokacije prisutna su pjeskovita, propusna tla.
- Zemljišta su na 10 lokacijama dosta humozna, a slabo do srednje humozna na 2 lokacije.
- Zemljišta su na 3 lokacije beskarbonatna i kisele reakcije, dok su na 8 lokacija slabo karbonatna i na 1 lokaciji jako karbonatna, odnosno blago alkalna do jako alkalna.

#### Teški metali i elementi u tlu

Analizirajući sadržaj neorganskih polutanata u zemljištu, a uzimajući u obzir petogodišnje rezultate istraživanja zaključeno je slijedeće:

- Balkar (Cu) povišen sadržaj je detektovan samo na 1 lokaciji (Orahovica).
- Olovo (Pb) povišen sadržaj je utvrđen na 3 lokacije (Tetovo, Pehare i Gradišće).
- Kadmij (Cd) povišen sadržaj je utvrđen na 2 lokacije (Tetovo i Gradišće).
- Cink (Zn) povišen sadržaj na 2 lokacije (Tetovo i Pehare).
- Nikl (Ni) povišen sadržaj na svim lokacijama osim (Šerići).
- Hrom (Cr) neznatno povišen na 1 lokaciji (Arnauti).
- Kobalt (Co) u odnosu na prosjek nije utvrđen prekogranični sadržaj.
- Mangan (Mn) povišen sadržaj na 9 lokacija osim (Mutnica, Gradišće i G.Čajdraš).
- Željezo (Fe) u odnosu na prosjek nije utvrđen prekogranični sadržaj.
- Molibden (Mo) u odnosu na prosjek nije utvrđen prekogranični sadržaj.
- Arsen (As) u odnosu na prosjek nije utvrđen prekogranični sadržaj.
- Živa (Hg) u odnosu na prosjek nije utvrđen prekogranični sadržaj.
- Sumpor (S) povišen sadržaj na svim lokacijama.

#### Organski polutanti u tlu

- Sadržaj organskih polutanata je ispod graničnih vrijednosti na svim lokacijama, izuzev 2012. godine na 1 lokaciji.

#### Stanje perkolata

U uzorcima procjednih voda zapažen je:

- Nitratni azot (NO<sub>3</sub>) na 6 lokacija imao povišen sadržaj.
- Bikarbonati (CO<sub>2</sub>) na 2 lokacije prisutni su u nešto većim količinama,
- Mangan (Mn) na jednoj lokaciji imao povišenu vrijednost.

### **9.3. Ocjena stanja istraživanog područja**

Na osnovu urađenih opservacija na ispitivanim lokalitetima mogu se donijeti određeni zaključci i dati ocjena kvaliteta zemljišta i perkolata vode na ispitivanim lokacijama. Većina neorganskih i organskih polutanata utvrđenih u povećanim koncentracijama predstavljaju značajne zagađivače životne sredine, pa tako i zemljišta i perkolata vode. Organski i neorganski polutanti se iz zemljišta prenose i akumuliraju u biljkama, a zatim

---

#### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

lancem ishrane do životinja i čovjeka. Usvajanje organskih i neorganskih polutanata od strane biljaka zavisi od brojnih unutrašnjih i spoljnih činilaca. Ukoliko su zagađujuće materije prisutne u većim količinama u tlu može se i podzemna voda indirektno zagađivati. To se dešava u procesu spiranja štetnih hemijskih materija iz zemljišta. Na tom putu one lagano prelaze u podzemne vode, odakle procesima prirodnog kruženja vode dolaze do rijeka, jezera, mora i dr.

Prema tome, zemljište je veoma ugroženo i njegovoj zaštiti je neophodno posvetiti maksimalnu pažnju. Na osnovu dostupnih podataka i detaljne analize, dobija se informacija o stepenu oštećenja zemljišta kao segmenata životne sredine, s tim da se posebna pažnja mora posvetiti podacima koji upućuju na prekoračenje zakonom propisanih graničnih vrijednosti.

Osim ukupnog oblika sadržaja teških metala veoma je bitan i procentualni udio pristupačnih oblika teških metala u ukupnom sadržaju i kao takav je dobar pokazatelj stanja zagađenja zemljišta. Naime, ukoliko je sadržaj pristupačnog oblika nekog elementa nizak smatra se da je on prirodnog porijekla i da nema opasnosti od ulaska u lanac ishrane. Većina naučnika iz ove oblasti se slaže da nizak nivo pristupačnosti je od 1 do 3 %, i to je indicija geohemijskog porijekla elemenata, što ukazuje da je on tu prisutan „in situ“ i da je nastao prirodnim raspadanjem matičnog supstrata hiljadama godina na licu mjesta. Na kraju se može konstatovati da neki elementi bez obzira što je njihov sadržaj značajno iznad graničnih vrijednosti oni nisu opasni jer im je veoma nizak nivo pristupačnosti i biljke ih ne usvajaju.

Najznačajniji antropogeni izvori zagađivanja biosfere i pedosfere su industrija, saobraćaj i razne vrste otpada. U većini slučajeva polutanti se akumuliraju u površinskom sloju zemljišta pošto pedogeni procesi, poslije zagađivanja, nisu još djelovali dovoljno dugo da bi došlo do njihove redistribucije u zemljišnom profilu.

#### **9.4. Definisane zone rizika**

Petogodišnja istraživanja su pokazala da na gotovo cijelom području istraživanja su povišene vrijednosti nikla (Ni), mangana (Mn) pa i željeza (Fe) od teških metala, a od nemetala sumpor (S) u tlu. Činjenica je da su teški metali nikl (Ni) i mangan (Mn) najvjerovatnije litološkog porijekla (a to su potvrdila i istraživanja ovih elemenata iz profila tla) te da je njihova pristupačnost biljkama relativno mala. Prisustvo željeza (Fe) i sumpora (S) u tlu je najvjerovatnije antropogenog porijekla. Sumpor se (kao i azot (N) u tlu nalazi uglavnom organski vezan, a biljke ga usvajaju isključivo u mineralnoj formi. Prisustvo prekograničnih vrijednosti olova (Pb), kadmija (Cd) i cinka (Zn), utvrđen je uglavnom na manjem području općine Zenica u neposrednoj blizini željezare Arcelor Mittal Zenica, što ukazuje na mogućnost antropogenog zagađenja ovim elementima.

---

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



U perkolatu (trogodišnje istraživanje) povećan je sadržaj azota (N) u (amonijačnom ( $\text{NH}_4^+$ ) i nitratnom ( $\text{NO}_3^-$ ) obliku) policikličnih aromatskih jedinjenja (PAH-ova) te fosfata ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) u najvećem dijelu istraživanih površina.

Uzimajući u obzir rezultate istraživanja izdvojene su 2 zone zagađenosti zemljišta i to:

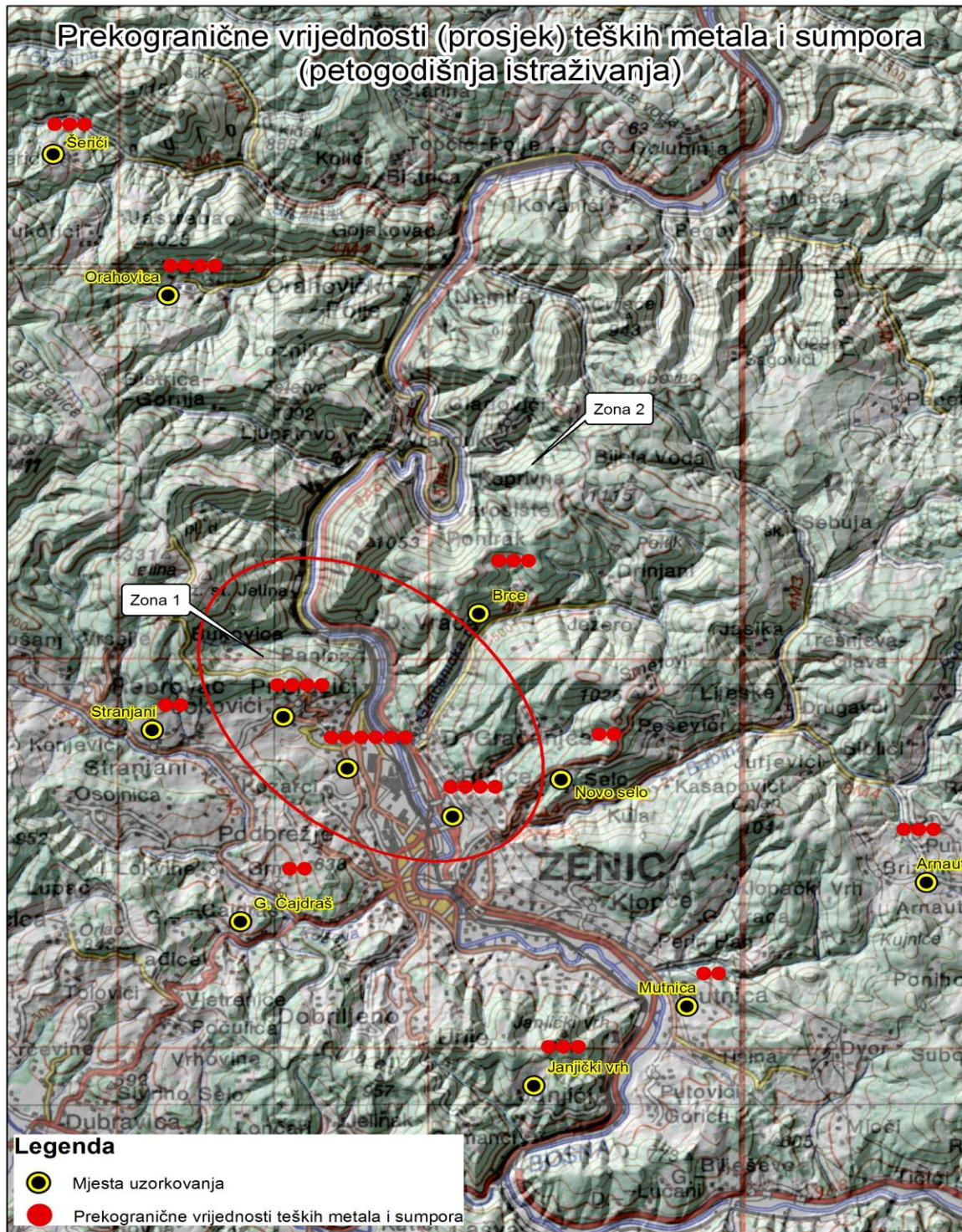
- zona I (rizična zona) i
- zona II (manje rizična zona)

#### Zona I – rizična zona

Prisustvo teških metala olova (Pb), kadmija (Cd) i cinka (Zn) u prekograničnim vrijednostima na lokalitetima Tetovo, Pehare i Gradišće, te uz prisustvo prekograničnih vrijednosti ostalih teških metala, ova tri lokaliteta čine **Zonu I-rizičnu zonu** (vidi kartu 2) za uzgoj kulturnih biljaka.

#### Zona II – manje rizična zona

U **Zoni II**, koja čini i najveći dio općine Zenica, preporučuje se uzgoj svih ostalih kulturnih biljaka, kako u plasteničkim i stakleničkim uslovima, tako i na otvorenom, osim biljaka fitoremedijatora (koje se takođe mogu uzgajati, ali ih ne preporučujemo).



Karta br. 2. Zone na osnovu sadržaja organskih i neorganskih polutanata u tlu

**Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

## **X PRIJEDLOG MJERA PREVENCIJE I SANACIJE ZEMLJIŠTA**

U cilju rješavanja problema zagađenosti tla, biljaka i procjednih voda neophodno je poduzimanja adekvatnih mjera u šta spadaju:

- mjere prevencije
- mjere sanacije

### **10.1. Mjere prevencije**

Prevencija zagađenja od strane čovjeka je izuzetno važna, jer je sanacija kontaminiranih tala vrlo skup i komplikovan proces. Nakon ulaska neorganskih polutanata (teških metala) u tlo i okoliš, oni tu ostaju prisutni jer se ne razgrađuju kao što je to slučaj sa organskim polutantima.

Međutim, ukoliko je tlo onečišćeno polutantima postoji opasnost ispiranja teških metala u dublje slojeve tla, i to pogotovo u slučaju kada se radi o teksturno lakšim tlima.

Veoma je bitno, u cilju sprječavanja štetnog uticaja kontaminanata na biljke, životinje i na ljude, poduzeti mjere prevencije kako bi se ublažio odnosno spriječio negativan uticaj na okoliš, a prevashodno na biljni i životinjski svjet.

U te mjere se prevashodno spada:

- smanjenje imisije štetnih materija u tlo,
- pravilan izbor biljnih kultura na onečišćenom tlu
- proizvodnja bilja u zaštićenim prostorima
- kontrolisana i racionalna gnojidba

#### Smanjenje imisije štetnih materija u tlo

Smanjenje imisije štetnih materija iz zraka i voda u tlo prevashodno iz potencijalnih izvora koji vrše emisiju štetnih materija iz industrije i saobraćaja te plavljenjem površinskih voda ili padanjem kiselih kiša.

U ovu svrhu primjenjuju se odgovarajuće tehničke mjere zaštite (ugradnja filtera, izgradnja prečistača otpadnih voda iz industrije, saobraćaja i komunalija, uređenje korita i podizanje odbrambenih nasipa), a koje se ovom prilikom neće posebno obrađivati jer su to mjere koje se regulišu drugim propisima iz segmenta zaštite okoliša.

Za poduzimanje ovih mjera izrađuju se posebni projekti kojim se definišu svi neophodni elementi neophodni za projektovanje i izvođenje radova, a što je u nadležnosti Federalnog ministarstva okoliša i turizma.

#### Pravilan odabir biljaka za uzgoj na onečišćenim tlima

Vema je važno, ukoliko se poljoprivredna proizvodnja obavlja na kontaminiranim tlima, izvršiti izbor kultura koje se mogu uzgajati u ovakvim situacijama i svakako ne uzgajati kulture koje u jestivom djelu deponuju toksične materije. Biljke usvajaju veće količine metala u svojim vegetativnim dijelovima (korijen, stablo, list) nego u plodu i sjemenu.

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Naročito treba obratiti pažnju o uzgoju zelenog lisnatog povrća, kao što su kupusnjače, koje usvajaju značajne količine polutanata u svojim jestivim dijelovima. Isto tako, uzgojem krmnog bilja i pašom, teški metali mogu ući u lanac ishrane preko stoke koja konzumira kontaminiranu krmu, a zatim preko mesa i mlijeka do čovjeka.

Uticaj onečišćenja tla na zdravlje čovjeka ovisi o kulturi koja se proizvodi na kontaminiranom tlu. Biljke imaju različit afinitet prema teškim metalima.

U narednoj tabeli se daje spisak kultura i njihovo grupisanje u odnosu na akumulaciju teških metala u jestivim djelovima biljaka.

*Tabela br.61: Akumulacija teških metala u biljnim kulturama*

<b>velika</b>	<b>srednja</b>	<b>mala</b>	<b>vrlo mala</b>
salata	kelj	kukuruz	grah
špinat	kupus	brokuli	grašak
mrkva	cvekla	karfiol	dinja
	bijela repa	jagoda	paradajz
	rotkvica	celer	paprika
	krompir	kupina	patlidžan
			jabuka

Sposobnost akumulacije teških metala u nekim biljnim vrstama koje se uzgajaju na ispitivanom području Zenice prikazana je u datoj tabeli. Ovu podjelu treba uzeti u obzir pri odabiru kultura za uzgoj. Iz navedenog pregleda jasno je da na području općine Zenica u predjelu Zone I- rizična zona (Tetovo, Pehare i Gradišće) ne treba uzgajati salatu, špinat i mrkvu kao i kelj, kupus, cveklu, bijelu repu, rotkvicu i krompir.

#### Biljna proizvodnja u zaštićenim prostorima

Također jedan od mjera zaštite od kontaminacije tla je uzgoj kulturnog bilja u staklenicima i plastenicima na području Zone I- rizična zona u općini Zenica.

Ukoliko je na lokaciji gdje je predviđena plastenička ili staklenička proizvodnja utvrđen iznadgranični sadržaj nekog polutanta preporučuje se kao prvo provođenje mjere fitoremedijacije. U tom slučaju je potrebno cjelokupnu biljnu masu u dva turnusa bezbjedno ukloniti, nakon toga treba provesti kontrolnu analizu tla na sadržaj polutanata i ukoliko su vrijednosti prihvatljive može se započeti proizvodnja.

#### Kontrolisana i racionalna gnojidba

Kontrola upotrebe organskih i mineralnih gnojiva ima za cilj sprječavanja imisije štetnih tvari kroz neracionalnu i prekomjernu upotrebu đubriva, čime se dodatno zagađuje poljoprivredno zemljište. Ovo je prevashodno važno kod gnojidbe azotnim gnojivima koji se lako ispiru i zagađuju podzemne vode i kontaminiraju biljke i na taj način ugrožavaju zdravlje ljudi i životinja.

---

## **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Kontrola plodnosti tla je Zakonom definisana kao obavezna mjera kojom se utvrđuju osnovna hemijska svojstva tla i daje preporuka za gnojidbu gajenih kultura. Na taj način se obezbjeđuje sistem kontrole i zaštite tla, a time i zaštite okoliša.

## 10.2. Mjere sanacije kontaminiranih površina

Među tehnike čišćenja tla ubrajaju se ubrajaju se slijedeće mjere:

- fizičke mjere,
- hemijske mjere,
- biološke mjere.

Osnovna podjela načina čišćenja kontaminiranog tla je:

- ex-situ, je izmještanje kontaminiranog tla
- in-situ, je tretman bez pomicanja tla

### Fizičke mjere čišćenja tla

Zajedničke odlike fizičkih tehnika dekontaminacije su da nepovratno utiču na osobine tla; uništavaju biološku raznovrsnost a tlo postaje neupotrebljivo izvjesno vrijeme za uzgoj biljaka. Pored toga one su i skupe, a vrlo često i neprovodive zbog same orografije (reljefa kontaminiranog terena).

*Mjere izmještanje kontaminiranog tla*, predstavljaju veoma skup način sanacije tako što se fizički uklanja zagađeni sloj tla i odvozi na deponiju, a nakon toga se provode mjere rekultivacije odnosno nanošenja zdravog površinskog sloja tla.

*Mjera inaktivacije i dekontaminacije tala*, primjenjuje se na licu mjesta gdje se koriste slijedeće metode:

- **Ispiranje polutanata iz tla**, sistemom natapanje kontaminiranih površina velikim količinama vode, kako bi se polutanti isprali u dublje slojeve tla. U ovom slučaju postoji i rizik od zagađenja podzemnih voda. U ovom slučaju je ova metoda teže izvodiva.

- **Odvodnjavanje** poboljšava aeraciju vlažnih tala, i na taj način omogućava oksidaciju prisutnih metala u tlu, što ih čini manje mobilnim, a time i manje dostupnim biljkama. Ovo jedino ne važi za hrom, koji je pokretniji u oksidiranom obliku.

- **Duboko oranje i rigolovanje**, ovom metodom se postiže miješanje tla po dubini i na taj način dolazi do smanjenja koncentracije u humusno-akumulativnom sloju tla.

### Hemijske mjere sanacije tla

Kako je rezultatima istraživanja utvrđeno, područje općine Zenica u najvećoj mjeri kontaminirano je određenim teškim metalima i organskim polutantima. Prethodno spomenute mjere bi bile opravdane ali nekada i neekonomične ili neprovodive.

---

---

## Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Iz tog razloga, navest će se neke od najboljih praksi upravljanja kontaminiranim tlima, koje neće ukloniti polutante iz tla, ali će u znatnoj mjeri smanjiti njihovu dostupnost, a time i njihove nuspojave. Od hemijskih mjera koriste se:

- **Tzv. Cementne materije**-unošenje minerala koji vrše vrlo dobru inaktivaciju teških metala i drugih organskih polutanata (npr. zeolit i bentonit). Tretiranje tla ovim mineralima koji vrši inaktivaciju teških metala i drugih organskih polutanata preporučuje se kod kiselih ali se mogu primjeniti i kod alkalnih zemljišta.

- **Kalcizacija** je vrlo česta meliorativna mjera neutralizacije kiselih tala. Vršiti se dodavanjem kreča ili nekog drugog krečnog materijala u tlo. Katjonski metali su u tlu mobilniji pri nižim pH vrijednostima, tako da ih neutralna i alkalna pH reakcija čini manje dostupnim biljkama, a time je i manje vjerojatno će ući u lanac ishrane.

- **Humizacijom**, odnosno dodavanjem organske materije stajnjaka i drugih organskih đubriva, smanjuje se mogućnost ispiranja polutanata njihovim vezivanjem za unesenu organsku materiju. Važno je naglasiti da koloidna (aktivna) organska frakcija tla sadrži velik broj različitih funkcionalnih grupa pogodnih za vezivanje metala (Lewisove baze): karboksilne, fenolne, aminske, karbonilne, sulfhidrilne itd. Nastali organometalni kompleksni spojevi (helati) vrlo su pogodan oblik biljnih hranjiva. Naime, tako vezani teški metali ne sudjeluju u drugim hemijskim reakcijama koje i h mogu prevesti u teže ili nepristupačne oblike, ne ispiru se iz rizosfere, a biljke ih lako usvajaju.

- **Fosfatizacija** (unošenje većih količina fosfatnih đubriva u tlo), je takođe efikasan način imobilizacije katjonskih polutanata u tlu. Pored pozitivnog uticaja na prinos u poljoprivrednoj proizvodnji, fosfor sa katjonskim metalima gradi teško topive soli i na taj način smanjuje njihovu dostupnost u tlu. Pri primjeni ove mjere treba obratiti pažnju na količinu unesenih fosfatnih đubriva, kako ne bi došlo do zagađenja podzemnih voda.

#### Biološke mjere čišćenja tla

U cilju smanjenja sadržaja teških metala u tlu od tretmana in-situ, od bioloških mjera općenito se koriste sljedeće:

- **Fitoremedijacija**, gdje se za dekontaminaciju tla koristite biljke koje mogu ekstrahovati iz tla veće količine pojedinih teških metala u svom nadzemnom dijelu (kopriva, špinat, kupusnjače i sl.). Ovi dijelovi biljaka se uklanjaju kosidbom, spaljivanjem i deponovanjem pepela.

Prema potrebama, biljke fitoremedijatori, se mogu upotrijebiti u različitim supstratima u životnoj sredini: za čišćenje vazduha, površinskih voda, otpadnih voda, zemljišta, tehnogenih supstrata. Za čišćenje kontaminiranog zemljišta i tehnogenih supstrata u pojedinim istraživanjima dobre osobine je iskazala biljna vrsta (*Brassica juncea* - *Indijska ili Smeđa gorušica*). Istraživanja su sprovedena i sa drugim biljkama fitoremedijatorima (*Brassica napus* – *Uljana repica*, *Helianthus annuus* - *Suncokret*, *Clamagrostis epigeios* – *čašuljica ili Metličasta trava*, *Tussilago farfara* - *Lepuh ili Podbjel*, *Sysimbrium orientale* - *Strižusa*) na kontaminiranim terenima.

Rješenje kroz primenu fitoremedijacije, se nameće kao alternativa skupim i agresivnim poznatim procesima čišćenja supstrata životne sredine. Prednost fitoremedijacije u odnosu na druge poznate tehnologije za uklanjanje toksičnih metala iz zemljišta je

---

### **Izveštaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

ekonomska isplativost. Ova tehnologija ne dovodi do degradacije ekosistema kao što je slučaj sa primjenom ostalih tehnologija za prečišćavanje.

### **Napomena:**

**Za realizaciju konkretnih programe prevencije i sanacije nadležno je Kantonalno ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Z-D kantona, a u skladu sa članom 27. i 28. Zakona.**

**Napominjemo da je nakon obavljanja bilo koje mjere dekontaminacije neophodno uraditi ponovnu analizu tla na sadržaj teških metala i organskih polutanata.**

### **XI PREPORUKE BUDUĆIH ISTRAŽIVANJA**

S obzirom da je i ovim elaboratom utvrđeno da su uzorci tla sa pojedinih lokaliteta kontaminirani određenim neorganskim polutantima, mogu se preporučiti u cilju sagledavanja stanja i potom otklanjanja posljedica zagađivanja životne sredine ovog područja sljedeće mjere:

- Praćenje promjena sadržaja teških metala na različitim udaljenostima od centra emisije
- Izrada karata kontaminacije zemljišta na osnovu stepena zagađenja tla
- Praćenje sadržaja organskih polutanata
- Praćenje sadržaja polutanata u drenažnim vodama
- Praćenje sadržaja sumpora u tlu i atmosferi zbog njegovog direktnog ili indirektnog uticaja na biljke
- Kontinuirano uvođenje systemske kontrole i praćenje sadržaja teških metala u tlu na svim lokacijama gdje su uočeni problemi sa povećanim koncentracijama opasnih i štetnih materija.
- Kontinuirano praćenje sadržaja teških metala u pojedinim poljoprivrednim kulturama koje se uzgajaju na ugroženom zemljištu, kao i praćenje deponovanja kontaminanata u pojedinim dijelovima biljaka (korijen, stabljika, plod) (Monitoring biljnih kultura)
- Eventualna izrada planova remedijacije na osnovu stepena zagađenja tla.

Cilj systemske kontrole je ispitivanje zemljišta, obrada podataka, formiranje i dopunjavanje baze podataka o stepenu, kao i vrsti prisutnih polutanata u tlu i biljkama. Dobiveni rezultati mogli bi se komparirati i vrednovati. Također, uz primjenu odgovarajućih mjera sanacije kontaminirano zemljište bi se moglo koristiti za poljoprivrednu proizvodnju. Značaj ovih postupaka bi bio da se ukaže na nastale promjene i da se primjene odgovarajuće mjere sanacije zemljišta.

O metodama i postupcima trebalo bi da se donesu odgovarajući programski ciljni dokumenti na nivou Općine kao i mjere kojima se postavljeni ciljevi podržavaju.

---

## **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

Dugoročnost ovih ciljeva, kontinuiranost i složenost izvođenja mjera, zahtijevaju ozbiljno uključivanje svih institucionalnih i individualnih snaga društva.

Važno je na ovakvim osjetljivim područjima prije svega nastaviti redovan ili makar povremeni monitoring, odnosno praćenje dinamike stanja onečišćenih područja sa ciljem pravilnog upravljanja takvim površinama. Ovaj petogodišnji izvještaj (elaborat) pruža osnovnu sliku stanja na istraživanim lokalitetima u općini Zenica i ukazuje na područja koja trebaju biti prioritetna za daljnja istraživanja.

Na kraju je potrebno naglasiti da rezultati ovog istraživanja nemogu imati visoku stručnu i praktičnu vrijednost ukoliko se ne nastavi sa navedenim mjerama popravke i sanacije. Preporuka je da se u eventualnim budućim istraživanjima analiziraju i mobilni oblici teških metala na svim lokalitetima gdje su zabilježene vrijednosti organskih i neorganskih polutanata.

## **XII ZAKLJUČCI**

Na osnovu rezultata provedenih istraživanja na području općine Zenica u periodu 2011-2015. godina u izvršavanju obaveza utvrđenih u Zaključku V. broj: 997/11, od 13.09.2011. godine, a koji je Vlada Federacije BiH donijela na 9. sjednici 13.09.2011. godine, Zavod je utvrdio stanje zagađenosti tla i perkolata procjednih voda na osnovu kojih su izvedeni slijedeći zaključci:

1. Istraživanja koja je u petogodišnjem periodu proveo Zavod, obavljena su u saradnji sa Federalnim zavodom za poljoprivredu, predstavnicima općine Zenica i sa predstavnicima Mašinskog fakulteta iz Zenice.
2. Korišten je propisan metod rada utvrđen Zakonom i podzakonskim aktima (Pravilnicima), kroz terenska istraživanja, laboratorijska ispitivanja, obradu podataka i definisane granične vrijednosti.
3. Istraživanja su provedena na 12 lokacija, a koje su na različitoj udaljenosti od centra emisije, i to: Tetovo, Pehare, Mutnica, Stranjani, Janjički vrh, Šerići, Orahovica, Gradišće, Arnauti, Brce, Gornji Čajdraš i Novo Selo.
4. Dat je prikaz karakteristika istraživanog područja kroz klimatske prilike, geološko-petrografske karakteristike i topografske osobine lokaliteta.
5. Prikazani su rezultati istraživanja za svako istraženo područje po godinama.
6. Monitoring tla i cjednih voda proveden je sa ciljem utvrđivanja stepena kontaminiranosti tla teškim metalima, sumporom i organskim zagađivačima.
7. Utvrđena su osnovna fizička i hemijska svojstva, zastupljenost tipova tla na svim istraživanim lokalitetima kao i stanje zagađenosti tla i cijednih voda teškim metalima /olovo (Pb), kadmij (Cd), cink (Zn), hrom (Cr), arsen (As), nikal (Ni), molibden (Mo), kobalt (Co), bakar (Cu), mangan (Mn), željezo (Fe) i sumpor (S)/ i organskim polutantima / PAH, HCH i PCB jedinjenja, DDT/DDD/DDE i Drini/.
8. Prezentirano je stanje teških metala (za svaki elemenat), sumpora i organskih polutanata (PAH-ova) po godinama i lokalitetima, tabelarno i grafikonima.

---

### **Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

---

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---



9. Definisane su 2 zone zagađenosti tla i to; Zona I- rizična zona i Zona II- manje rizična zona, a što je prikazano na izrađenoj karti.
10. Predložene su mjere prevencije (smanjenje imisije štetnih materija u tlo, pravilan izbor uzgoja biljnih kultura na onečišćenom tlu; proizvodnja bilja u zaštićenim prostorima i kontrolisana i racionalna gnojidba) i sanacije (kroz fizičke, hemijske i biološke mjere) zagađenih zemljišta na području općine Zenica.
11. Za realizaciju konkretnih programe prevencije i sanacije nadležno je Kantonalno ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede ZD kantona, a u skladu sa članom 27. i 28. Zakona.
12. Data je prijedlog preporuka budućih istraživanja
13. Predložen je nastavak monitoringa svake 3 godine kako bi se zadržao kontinuitet praćenja i iskoristila infrastruktura postavljenih lizimetarskih stanica.
14. U toku realizacije ovog petogodišnjeg monitoringa izrađeni su godišnji izvještaji koje je usvojila Vlada Federacije BiH i Skupština Općinskog/Gradskog Vijeća Zenice.

### **XIII LITERATURA**

**Resulović, H.; Čustović, H.** (2002): Pedologija, Univerzitet Sarajevo

**Resulović, H.; Čustović, H.; Čengić, I.** (2008): Sistematika tla/zemljišta

**Jakšić, Vojna** (1972): Ključ za čitanje i korištenje Pedološke karte BiH i njene dokumentacije u praksi, Zavod za agropedologiju, Sarajevo

**Vrlec, Ž. Golić S.** (1975.): Tumač Pedološke karte M 1:50.000 za list Zenica 1

**Ivetić, B.** (1983): Tumač Pedološke karte M 1:50.000 za list Zenica 3

**Vukadinović, V.** (1993): Ishrana bilja, Sveučilište J.J. Štrosmajer, Poljoprivredni fakultet, Osijek

**Zavod za agropedologiju, Sarajevo** (1986.): Studija o oštećenju i zagađenosti zemljišta, njegova zaštita i iskorištavanje na području opštine Zenica

**Zakon o poljoprivrednom zemljištu** ("Službene novine F BiH", broj 52/09)

**Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog ispitivanja** ("Službene novine F BiH", broj 72/09)

xxxx Osnovna geološka karta Bosne i Hercegovine u mjerilu 1:100.000, odgovarajući listovi

xxxx Meteorološki podaci-meteorološka stanica Zenica

---

**Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: info@fzap.gov.ba

---

xxxx (1994): World Reference Base for Soil Resources, International Society of Soil Science, International Soil Reference and Information Centre, Food and Agriculture organization of the United Nations, Wageningen/Roma

---

---

**Izvještaj o Monitoringu zemljišta na području općine Zenice 2011-2015. godina**

– Finalni izvještaj –

Dolina 6, 71000 Sarajevo Bosna i Hercegovina

Tel: ++ 387 33 22 17 80, 26 82 62; Fax ++ 387 33 26 82 61, E-mail: [info@fzap.gov.ba](mailto:info@fzap.gov.ba)

---

---