

TORIJ (Th) U TLU URBANOG DIJELA TUZLE**Stjepić Srkalović Željka¹, Babajić Elvir², Srkalović Dado², Gutić Senad¹, Ahmetbegović Semir¹, Lepirica Alen¹**Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju¹, Rudarsko-geološko-
građevinski fakultet, Odsjek za geologiju²

Univerzitetska 2 i 4, Tuzla, Bosna i Hercegovina

zeljka.stjepic-srkalovic@untz.ba, elvir.babajic@untz.ba, dado.srkalovic@gmail.com,
senad.gutic@untz.ba, semir.ahmetbegovic@untz.ba, alen.lepirica@untz.ba

Geohemijsko-pedogeografskim istraživanjima tla, područja urbanog dijela grada Tuzle, visokosofisticiranom instrumentalnom metodom (ICP-MS), utvrđene su koncentracije radioaktivnog elementa torija (Th) u 129 uzoraka. Uzorkovanje je izvršeno na površini od oko 100 km², po pravilnoj mreži 1x1 km, a prema uputama URGE-a. Koncentracije torija (Th) su širokog raspona (4,1 – 15,6 ppm), sa medijanom od 8,9 ppm. Razmatranje koncentracija torija (Th) je izvršeno u odnosu na vrijednost medijane, jer još uvijek ne postoji Pravilnik o graničnim vrijednostima radioaktivnih elemenata u tlima. Povišene koncentracije su uglavnom vezane za zapadni, jugozapadni, južni te jugoistočni dio istraživanog područja. Matične stijene (lignit i kvarcni pješčari) se mogu genetski korelirati sa povišenim koncentracijama torija i mogu biti jedan od izvora kontaminacije tla. Drugi mogući izvor kontaminacije tla je TE "Tuzla", u kojoj se spaljuju fosilna goriva, a šljaka i pepeo se odlažu na lokalitete u njenoj neposrednoj blizini. Ne treba zanemariti ni veliki broj individualnih kućnih ložišta koja, također, koriste fosilna goriva (lignit i mrki ugalj) te na taj način doprinose onečišćenju tla.

Ključne riječi: torij (Th), tlo, povišene koncentracije, okoliš, Tuzla.**THORIUM (Th) CONCENTRATIONS IN SOIL OF TUZLA'S URBAN AREA****Stjepić Srkalović Željka¹, Babajić Elvir², Srkalović Dado², Gutić Senad¹, Ahmetbegović Semir¹, Lepirica Alen¹**University of Tuzla, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Geography¹, Faculty of
Mining, Geology and Civil engineering, Department of Geology²

Univerzitetska 2 and 4, Tuzla, Bosnia and Herzegovina

The concentrations of the thorium (Th) radioactive element, was determined in 129 samples by a high-sophisticated instrumental method (ICP-MS). The geochemical - pedogeographic soil researches (soil sampling) were made in the urban area of Tuzla (on the area of about 100 km²), in the proper network of 1x1 km, and according to URGE instructions. The thorium concentrations (Th) are in the range from 4.1 to 15.6 ppm, with a median of 8.9 ppm. The concentrations had been compared to the value of the median, because there is still no ordinance of the limited values for radioactive elements in soils. The increased concentrations are mainly related to the western, southwestern, southern and southeastern parts of the researched area. The geological settings (lignite, quartz sands and sandstones) can be genetically correlated with increased thorium concentrations and may be one of the sources of the soil contamination. Another potential source of soil contamination is the thermal power plant "Tuzla", that burns coal, where the ash and slag are deposited in its immediate vicinity. Also, the large number of individual home furnaces, which are using fossil fuels (lignite and brown coal) and are contributing to the soil contamination shouldn't be ignored.

Key words: radioactive element (Th), soil, increased concentrations, environment, Tuzla.

UVOD

INTRODUCTION

Područje Grada Tuzle geografski pripada regiji sjeveroistočne Bosne, tačnije subregiji Sprečko-majevičkog kraja. Tuzla je smještena u dolini rijeke Jale. Sa sjeveroistoka je uokviruje srednje visoka gorska morfostruktura Majevice, a sa juga dolina Spreče. Urbani dio grada nalazi se između 18°56' i 18°79' E i 44°48' i 44°60' N, na nadmorskoj visini između 202 i 480 m. Urbano područje Tuzle obuhvata površinu od 98,37 km² i nalazi se na sjevernom podgorju Dinarskog planinskog sistema, te je generalno blago nagnuto prema Gornjo-sprečanskoj zavali (Stjepić Srkalović, 2015). Na ovom području živi 110 979 stanovnika u 66 naselja (Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini, 2013).

Područje grada i šire okoline Tuzle je obilježeno procesima urbanizacije i deruralizacije, industrijalizacije i deagrarizacije što je u najvećoj mjeri doprinijelo onečišćenju, degradaciji i devastaciji tla (Stjepić Srkalović, et al, 2016). Zbog pravilne interpretacije podataka bilo je potrebno sagledati geološke i pedogeografske karakteristike istraživanog područja.

Osnovni cilj istraživanja je bilo utvrditi do koje mjere je područje urbanog dijela Tuzle kontaminirano radioaktivnim elementom torij (Th). To je litofilni element, ali se u okoliš može dispergirati i spaljivanjem fosilnih goriva (posebno uglja), u metalurgiji za visokotemperaturne materijale, u IT tehnologiji i sl. Torij je radioaktivni element koji se taloži u kostima te može izazvati karcinom kostiju, čak i mnogo godina nakon izlaganja. Spojevi torija su umjereno toksični.

Koncentracije torija navedene i obrađene u radu su dio rezultata dobijenih u sklopu naučno-istraživačkog projekta: "Koncentracija teških metala u tlu grada Tuzle" podržanog od strane Federalnog ministarstva obrazovanja i nauke.

GEOLOŠKA GRAĐA I PEDOGEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE

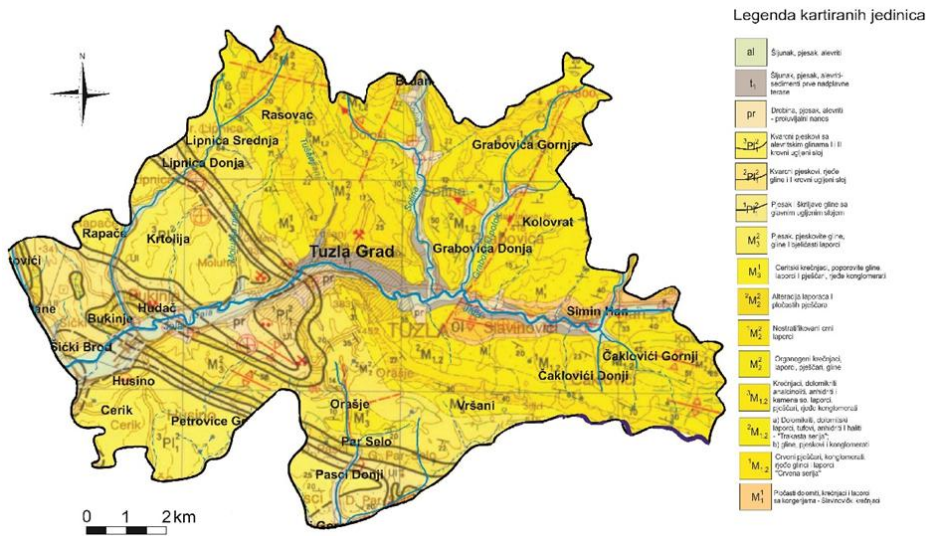
GEOLOGICAL SETTINGS AND PEDOGEOGRAPHIC CHARACTERISTICS

Geološka grada

Geological settings

Geološki najstarije tvorevine na području Tuzle pripadaju donjomiocenskim naslagama u kojima preovladavaju organogeni karbonati ("slavinovički" krečnjaci i dolomiti) uz sporadične laporce. Iznad njih su taloženi klastiti karakteristične crvene boje (pješčari i konglomerati) gradeći "crvenu" seriju. Nastavak sedimentacijskog ciklusa čini "trakasta" serija u kojoj je razvijena sona formacija uz prateće dolomite, anhidrite i tufove. Najmlađim miocenskim produktima pripadaju organogeni krečnjaci, gline, laporovite gline, pijeskovi i podređeno konglomerati.

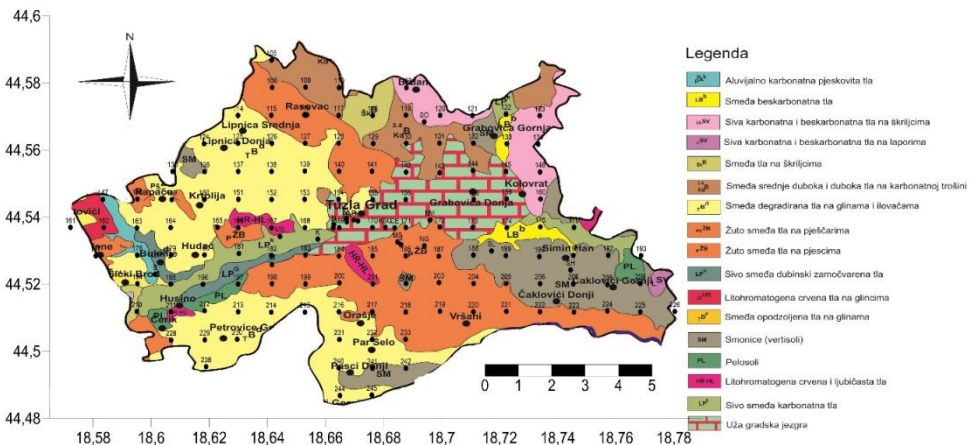
Razvoj donjeg pliocena okarakterisan je taloženjem slojeva lignita (glavni, I i II krovni sloj). Vertikalno razviće pliocenskog paketa ima veoma izražene odlike ritmičnosti: kvarcni pijesak, gline (škrljjava i alevritska) i lignit. Kvartarne tvorevine su razvijene duž korita potoka u formi proluvijalnih nanosa (drobina), te kao istaloženi terasni i aluvijalni sedimenti (pijesak i šljunak) (vidi sl. 1) (Čičić, 1988, Stjepić Srkalović, et al. 2017).



Sl. 1: Geološka karta urbanog dijela Tuzle (Čičić, 1988)
 Fig. 1: Geological map of the Tuzla's urban area (Čičić, 1988)

Pedogeografske karakteristike
Pedogeographic characteristics

Na pedološkoj karti (R = 1 : 50.000) urbanog dijela grada Tuzle je zastupljeno oko 16 (uglavnom automorfni) tipova tala (Stjepić Srkalović, 2015) (vidi sl. 2). Najzastupljeniji tipovi tala na istraživanom području su žutosmeđa tla na pjescima i pješčarima, smeđa degradirana tla na glinama i ilovačama, smeđa srednje duboka i duboka tla na karbonatnoj trošini, sivosmeđa karbonatna tla, sivosmeđa dubinski zamočvarena tla te pelosoli i smonice. Treba istaći, da je veliki dio ovih tala prekriven urbanom infrastrukturom te se ne koristi u poljoprivredne svrhe.



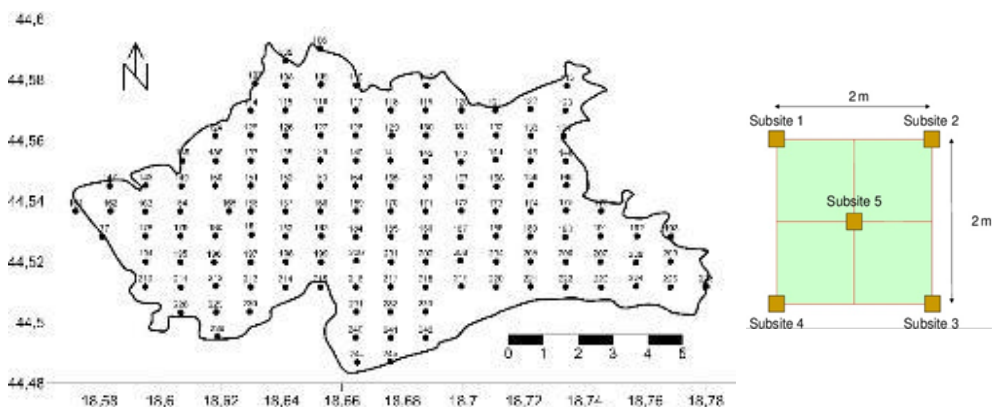
Sl. 2: Pedološka karta urbanog dijela Tuzle
 Fig. 2: Pedological map of the Tuzla's urban area

METODE I REZULTATI ISTRAŽIVANJA METHODS AND RESEARCH RESULTS

Metode istraživanja Research methods

Metode istraživanja i ispitivanja su obuhvatile analizu rezultata prethodnih istraživanja, terenske opservacije, pripremu uzoraka za laboratorijska ispitivanja, laboratorijska istraživanja te tekstualnu i grafičku obradu rezultata.

Na terenu je prikupljeno 129 uzoraka tla, na površini od oko 100 km², u urbanom dijelu grada Tuzle (vidi sl. 3). Uzorci su prikupljeni po kompozitnoj shemi uzorkovanja (vidi sl. 4) tj. 5 poduzoraka prikupljenih sa uglova i centra kvadrata čine 1 uzorak. Uzorci su uzeti sa dubine od oko 30 cm te pohranjeni u PVC vrećice sa navedenim rednim brojem, lokalitetom, koordinatama i dr. podacima. Uzorkovanje tla je izvršeno prema uputama geohemijske ekspertne skupine (The Urban Geochemistry Project (URGE)) (Ottesen, et al, 2008).



Sl. 3, 4: Lokaliteti uzorkovanja i shema uzorkovanja
Fig. 3, 4: Sample locations and soil sampling scheme

Priprema uzoraka tla za laboratorijsku analizu (sijanje, sušenje, mljevenje, vaganje) je izvršena na Rudarsko-geološko-građevinskom fakultetu Univerziteta u Tuzli. Laboratorijska analiza je obavljena u Bureau Veritas Commodities Canada Ltd. laboratoriju u Vancouveru – Kanada, metodom Ultra trace ICP-MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry), kod MA250. Detekcioni limit ove metode za torij iznosi 0,1 – 4.000 ppm.

Grafička obrada rezultata je izvršena u Golden software-u Surfer 12 programskom paketu.

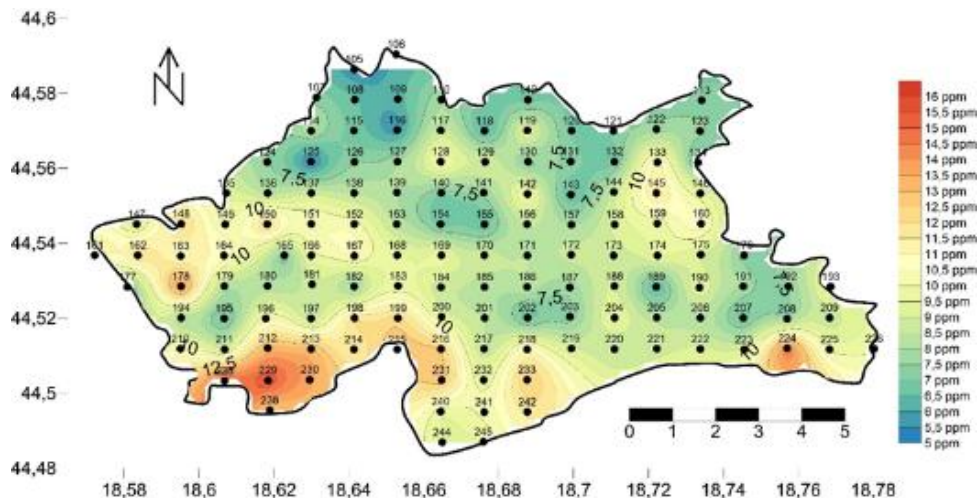
Rezultati istraživanja Research results

Koncentracije torija su analizirane u 129 uzoraka tla prikupljenih u urbanom dijelu Tuzle i prikazane su u tabeli 1. Grafički prikaz koncentracija torija u tlu urbanog dijela Tuzle je prikazan na slici 5.

Tabela 1. Koncentracija torija (Th) u tlu grada Tuzle

Table 1. Thorium (Th) concentrations in soil of Tuzla's urban area

Sample No.	Th u ppm	Sample No.	Th u ppm	Sample No.	Th u ppm	Sample No.	Th u ppm
105	5.5	142	10.4	175	9.0	207	6.6
108	6.6	143	6.2	176	7.2	208	7.4
109	6.3	144	8.8	177	6.3	209	8.5
110	8.0	145	11.8	178	14.6	210	10.7
112	6.7	146	9.7	179	8.1	211	8.8
114	8.4	147	9.0	180	8.3	212	13.3
115	6.8	148	12.4	181	8.9	213	13.3
116	5.4	149	9.9	182	7.3	214	11.3
117	8.8	150	12.5	183	9.6	215	12.8
118	6.0	151	10.6	184	8.5	216	12.6
119	9.8	152	10.3	185	8.1	217	8.3
120	6.8	153	8.3	186	8.5	218	11.3
121	7.1	154	6.6	187	7.7	219	9.1
122	7.7	155	6.4	188	9.1	220	8.3
123	7.7	156	8.5	189	6.0	221	8.8
124	7.6	158	9.2	190	9.6	222	9.2
125	4.9	159	9.5	191	8.0	223	9.1
126	7.5	160	10.9	192	7.5	224	15.0
127	8.0	161	11.8	193	10.3	225	9.8
128	10.5	162	12.3	194	7.9	226	9.9
129	9.2	163	10.5	195	6.6	228	15.6
130	7.1	164	10.9	196	10.5	229	15.6
131	7.4	165	7.0	197	8.3	230	13.7
132	6.6	166	9.9	198	12.2	231	13.0
133	11.3	167	10.8	199	12.4	232	9.5
134	6.3	168	9.7	200	9.2	233	12.7
135	9.2	169	10.1	201	8.5	238	12.5
136	8.1	170	9.0	202	6.4	240	9.5
137	9.1	171	8.5	203	7.1	241	10.2
138	8.4	172	8.7	204	9.9	242	11.7
139	8.0	173	8.7	205	8.4	244	9.5
140	6.9	174	9.8	206	8.2	245	9.5
Medijana							8,9
Avg.							9,18



Sl. 5: Koncentracija torija (Th) u tlu urbanog dijela Tuzle
 Fig. 5: Thorium concentration in Tuzla's urban area soil samples

DISKUSIJA DISCUSSION

Torij (Th) je radioaktivni aktinoidni metal. Srednji sadržaj torija u magmatskim stijenama je širokog raspona (ultramafiti -0,005 ppm, neutralne stijene -7 ppm i kisele stijene -18 ppm). U sedimentnim stijenama srednji sadržaj torija za pješčare iznosi 5,5 ppm, dok je u karbonatnim stijenama 1,7 ppm (Šorša i Halamić, 2014).

Torij ulazi u sastav sedamdeset i jednog minerala, od kojih četiri minerala sadrže više od 70% torija (torijanit - ThO_2 ; torogumit - $\text{Th}(\text{SiO}_4)_{1-x}(\text{OH})_{4x}$; hutonit - ThSiO_4 i torit - ThSiO_4). Najviši sadržaj torija je u torijanitu -87,88% (Emsley, 1991).

S obzirom da se uglavnom pojavljuje u mineralima koji su rezistentni na alteracije, geohemijska mobilnost mu je vrlo mala (Šorša i Halamić, 2014). Srednja vrijednost torija u tlima je oko 13 ppm. U tlima se najvećim dijelom akumulira iz matičnih stijena podloge (Halamić i Miko, 2009).

Raspon koncentracija torija na istraživanom području je od 4,1 do 15,6 ppm, sa medijanom od 8,9 ppm (vidi tabelu 1 i sl. 5). Povećane koncentracije u odnosu na medijanu su determinirane u 62 uzorka prikupljena u urbanom dijelu grada Tuzla. Maksimalne koncentracije torija su zabilježene na zapadnom, jugozapadnom, južnom i krajnjem jugoistočnom dijelu istraživanog područja. Uzorci tla 228 i 229 (jugozapadni dio istraživanog područja) su dostigli koncentraciju torija od 15,6 ppm, dok je u 33 uzorka koncentracija torija od 10-15 ppm.

Povišene koncentracije torija na ovim lokalitetima mogu biti posljedica geološke građe terena, odnosno sastava matičnih stijena koji neposredno utiče na sastav tla. Matične stijene se karakterišu smjenom slojeva lignita i slabovezanog kvarcnog pijeska, koji mogu biti u genetskoj vezi sa radioaktivnim elementima. Tla razvijena na ovom matičnom supstratu su aluvijalno – karbonatna pjeskovita tla (Bukinje, Šićki Brod), smeđa degradirana tla na glinama i ilovačama (Petrovice Gornje, Par Selo, Pasci Donji), žuto smeđa tla na pijescima i pješčarima (Par Selo, Čaklovići Donji) i smonice (Pasci Donji, Čaklovići Donji) (vidi sl. 2).

Evidentno je da je veći dio navedenih lokaliteta lociran iznad ugljenog sloja, što također može biti uzrok povećanju koncentracija torija u uzorcima tla.

Također, ne treba zanemariti ni uticaj čovjeka na raspršivanje ovog radioaktivnog elementa u okoliš, tj. spaljivanjem fosilnih goriva. U okoliš ovaj metal dospjeva spaljivanjem fosilnih goriva (posebno uglja), upotrebom u metalurgiji, IT tehnologiji i sl. Svi tipovi uglja su prirodno radioaktivni. Članovi uranovog (U) i torijevog (Th) niza se koncentrišu prilikom spaljivanja u termoelektranama na oko 1.700°C (Kovač, Marović, 2008). Glavni prinos i povećanje prirodne radioaktivnosti sadržane u uglju, nastaje u toku njegovog sagorijevanja u termoelektranama. Zbog koncentrisanja radionuklida u pepelu i šljaci dolazi do značajnog zagađenja životne sredine prirodnim radionuklidima, odnosno do tehnološki uslovljenog povećanja prirodne radioaktivnosti (Kljajić, et al, 1995). Površina gradskog područja pod šljačištima i pepelom nije neznatna, pogotovu ukoliko se uzme u obzir da negativno djeluje ne samo na tlo ispod deponije nego i u krugu od 5 km. Jedan od dodatnih problema je i sam položaj ovih šljačišta u dolini potoka i riječica koje, kao recipijenti, nizvodno transportuju i dalje distribuiraju polutante iz samog šljačišta (Stjepić Srkalović, et al, 2016).

Proizvodni proces TE "Tuzla" i nekontrolisano spaljivanje uglja u velikom broju individualnih kućnih ložišta, u kombinaciji sa meteorološkim uvjetima (termičke inverzije), odnosno, pravcima puhanja vjetra, utiču na povećavanje koncentracije torija u ovom području.

Disperzija polutanata zavisi od brzine i intenziteta vjetra. Prema vrijednostima godišnjih čestina pravaca uočava se da najveću učestalost javljanja na području Tuzlanske kotline ima sjeveroistočni vjetar, koji je zastupljen sa 17,5% te jugozapadni vjetar sa 13% (vidi tabelu 2).

Tabela 2. Čestine i srednje brzine pojedinih pravaca vjetra u Tuzlanskoj kotlini

Table 2. Frequencies and medium speeds of certain wind directions in the Tuzla valley

Pravac	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
%	11,2	17,5	5,8	4,9	3,9	13,0	8,7	4,3	30,6
m/s	1,5	1,4	1,3	1,6	1,8	2,0	1,6	1,3	

Izvor podataka: Meteorološki godišnjaci, FHMZ, Sarajevo.

Sa sl. 5 je vidljivo da su povišene koncentracije povezane sa širom okolinom TE "Tuzla". Povišene koncentracije torija u uzorcima 148, 149, 150, 151, 152, 162, 163, 164, 167 te 178 (od 9,9 - 14,6 ppm) vezane su za uzorke uzete u neposrednoj blizini deponija i šljačišta Divkovići I i II, što ukazuje da ova područja i nakon rekultivacije predstavljaju prijetnju po okoliš i zdravlje ljudi.

Povišene koncentracije torija na južnom dijelu istraživanog područja (uzorci 212, 213, 214, 215, 216, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 238, 240, 241, 242, 244, 245) koje se kreću od 9,1-15,6 ppm (slika 5, tabela 1) vezane su za uzorke uzete u neposrednoj blizini TE "Tuzla" i PK "Dubrave", odakle su se, najvjerovatnije, zračnim strujanjima raspršile u okolna područja i deponovale u tlo.

CONCLUSION

Koncentracije torija su analizirane u 129 uzoraka tla prikupljenih u urbanom dijelu Tuzle. Raspon koncentracija torija je širokog raspona (4,1 – 15,6 ppm). S obzirom da u zakonskim regulativama o tlima na teritoriju BiH (i šire) nema graničnih vrijednosti ni za jedan radioaktivni element, kao limitirajuća granica uzeta je vrijednost medijane (8,9 ppm).

Povećane koncentracije, u odnosu na medijanu su determinirane u 62 uzorka prikupljena u urbanom dijelu grada Tuzla. Maksimalne koncentracije torija su zabilježene na zapadnom, jugozapadnom, južnom i krajnjem jugoistočnom dijelu istraživanog područja.

Jedan od mogućih izvora torija su svakako matične stijene podloge (lignit, slabo vezani kvarcni pješčar) koje su u genetskoj vezi sa radioaktivnim elementima. Drugi izvor je antropogenog karaktera, a vezan je za spaljivanje fosilnih goriva u TE "Tuzla" i okolnim individualnim objektima sa ložištima, što se može vidjeti u rezultatima rada. Na ovaj izvor kontaminacije upućuje i mreža uzoraka povišene koncentracije koji su locirani u zapadnom i južnom dijelu istraživanog područja.

Literatura i izvori

Literature and sources

- Ahmetbegović S., Stjepić Srkalović Ž., Gutić S. 2017: Pedogeografija, "OFF-SET" Tuzla, Tuzla; Čičić, S., Jovanović, Č., Mojičević, S., Tokić, S., Dimitriv, P., 1988: Osnovna geološka karta SFRJ, list Tuzla, 1: 100 000, OOUR Geoinstitut Sarajevo;
- Čirić, M. 1991: Pedologija. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva. Svjetlost Sarajevo;
- Emsley, J. 1991: THE ELEMENTS : Sec. Ed., Clarendon Press, Oxford, 251 p.;
- Gutić, S. 2015: Geokološki aspekti upravljanja procesom proizvodnje u TE "Tuzla" u funkciji poboljšanja kvaliteta zraka. Magistarski rad. Univerzitet u Tuzli;
- Halamić, J., Miko, S. 2009: Geokemijski atlas Republike Hrvatske. Hrvatski geološki institut. Zagreb;
- Kljajić R., Šipka S., Mitrović, R. 1995: Ugljevi i mineralna đubriva kao izvor tehnološkog povećanja prirodne radioaktivnosti u: Jonizujuća zračenja iz prirode, Institut za nuklearne nauke "Vinča" i JDZZ, Beograd;
- Kovač, J., Marović, G. 2008: Radioaktivnost odlagališta pepela i šljake, VII. Simpozij HDZZ, Opatija;
- Ottesen, R.T., Alexander, J., Langedal, M., Haugland, T., Høygaard, E. 2008: Soil pollution in day-care centers and playgrounds in Norway: national action plan for mapping and remediation. Enviromental;
- Stjepić Srkalović, Ž. 2015: Pedogeografske karakteristke područja općine Tuzla. Magistarski rad. Univerzitet u Tuzli;
- Stjepić Srkalović, Ž., et al. 2017: Koncentracija olova (Pb) u tlu urbanog dijela Tuzle, Archives for Technical Sciences, Bijeljina;
- Stjepić Srkalović, Ž., Ahmetbegović, S., Gutić, S. 2016: Način korištenja, ugroženost i devastacija tla na području grada Tuzle, Zbornik radova PMF, Svezak Geografija, Godina XII, Broj 12, Tuzla. str. 105-112;
- Šorša, A., Halamić, J. 2014: Geokemijski atlas Siska. Sisak-Zagreb;
- Šorša, A., Halamić, J. 2014: Geokemijski atlas Siska. Sisak-Zagreb;
- Meteorološki godišnjaci (1961-1990), FHMZ, Sarajevo, 2005;
- Pedološka karta, 1:50000, list Tuzla 4, Zavod za agropedologiju, Sarajevo, 1967;
- Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Bosni i Hercegovini 2013, Konačni rezultati, Federalni zavod za statistiku, Sarajevo, 2016;
- <https://www.lenntech.com/periodic/elements/th.htm#ixzz4yujpjkhA>
- <http://webmineral.com/chem/Chem-Th.shtml#.Wh2-ekriYdV>

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo se Uredu za Naučno-istraživački rad Univerziteta u Tuzli i Federalnom ministarstvu obrazovanja i nauke za finansijsku potporu u realizaciji naučno-istraživačkog projekta: "Koncentracija teških metala u tlu grada Tuzle". Br. Projekta: 01-7227-1/15 Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke 05-39-3868-2/15, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli.

SUMMARY

THORIUM (Th) CONCENTRATIONS IN SOIL OF TUZLA'S URBAN AREA

Stjepić Srkalović Željka¹, Babajić Elvir², Srkalović Dado², Gutić Senad¹, Ahmetbegović Semir¹, Lepirica Alen¹

University of Tuzla, Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Geography¹,
Faculty of Mining, Geology and Civil engineering, Department of Geology²
Univerzitetska 2 and 4, Tuzla, Bosnia and Herzegovina

Thorium concentrations were analyzed in 129 soil samples, collected in the urban part of Tuzla. The thorium concentration is in the range from 4.1 to 15.6 ppm. Since the legal regulations on soils on the territory of Bosnia and Herzegovina (and beyond) have no limited values for any radioactive element, the value of the median (8.9 ppm) was taken as the limiting boundary.

The increased concentrations in relation to the median, were determined in 62 samples, collected in the urban area of Tuzla. The maximum concentrations of thorium were recorded in the western, southwestern, southern and southeastern parts of the researched area. One of the potential sources of thorium is certainly the parent rock (lignite, poorly bounded quartz sands) that are genetically linked to radioactive elements. Another source is of anthropogenic character, and is related to the combustion of fossil fuels in power plant "Tuzla", as well as the surrounding individual facilities with furnaces, which can be seen in the paper results. This source of contamination is also indicated by a network of increased concentrations in samples, located in the western and southern parts of the researched area.

Authors

Željka Stjepić Srkalović, master of geographical sciences, graduated at the Faculty of Sciences and Mathematics, University of Tuzla. Elected for senior associate assistant at the Faculty of Sciences and Mathematics, Geography Department in Tuzla, scientific field Physical geography. Author and coauthor of numerous scientific and professional papers published in scientific journals and one scientific book "Pedogeografija".

Elvir Babajić, doctor of geological science, assistant professor at the Faculty of Mining, Geology and Civil engineering, University of Tuzla, Bosnia and Herzegovina. In 2009. defended PhD Thesis "Petrological-geochemic and geotectonic characteristics of Krivaja-Konjuh ofiolite complex" at Geology Department of Faculty of Mining, Geology and Civil engineering, University of Tuzla. Author and coauthor of numerous scientific and technical articles.

Željka Stjepić Srkalović, Elvir Babajić, Dado Srkalović, Senad Gutić, Semir Ahmetbegović, Alen Lepirica: Thorij (Th) u tlu urbanog dijela Tuzle

Dado Srkalović, doctor of geological science, senior assistant at the Faculty of Mining, Geology and Civil engineering, University of Tuzla, Bosnia and Herzegovina. In 2017. defended PhD Thesis "Hydrochemical zoning of the groundwater bodies in northeastern Bosnia" at Geology Department of Faculty of Mining, Geology and Civil engineering, University of Tuzla. Author and coauthor of numerous scientific and technical articles.

Senad Gutić, master of geographical sciences, elected for senior associate assistant at the Faculty of Sciences and Mathematics, Department of Geography in Tuzla, scientific field Physical geography. Author and coauthor of numerous Physical geography scientific and professional papers and one scientific book "Pedogeografija".

Semir Ahmetbegović, doctor of geographical science, assistant professor at the Faculty of Sciences and Mathematics, University of Tuzla, Bosnia and Herzegovina. In 2012. he defended PhD Thesis "Relief as population gathering factor in Bosnia and Herzegovina" at Geography Department of Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Sarajevo. Author and coauthor of 31 scientific and technical articles and two scientific books.

Alen Lepirica, doctor of geographical science, assistant professor at the Faculty of Sciences and Mathematics, University of Tuzla, Bosnia and Herzegovina. In 2006. he defended PhD Thesis "Geomorphological and geocological characteristics of the Rakitnica valley" at Geography Department of Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Zagreb. Author and coauthor of numerous scientific and technical articles and one scientific book.