

PRIMENA GIS-A U ANALIZI JONIZUJUĆEG ZRAČENJA U VAZDUHU NA TERITORIJI OPŠTINE ŠTRPCE

msr Uroš Durlević¹, Vladimir Ćuric², dr Mirosljub A. Milinčić³, msr Uroš Milinčić¹

¹doktorand, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3, 11000 Beograd, Srbija, e-mail: durlevicuros@gmail.com; uros.milincic@gmail.com

²student osnovnih studija, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, 11000, Beograd, Srbija, e-mail: vlado.curic@yahoo.com

³redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, 11000, Beograd, Srbija, e-mail: mikan@gef.bg.ac.rs

Apstrakt: Jonizujuće (radioaktivno) zračenje predstavlja jednu od većih nepoznanica kada je u pitanju koncentracija ovih čestica na prostoru AP Kosova i Metohije. U radu je prikazana analiza jonizujućeg zračenja u vazduhu na teritoriji opštine Štrpce. Upotrebom odgovarajućeg uređaja za merenje jonizujućeg zračenja i geografskih informacionih sistema, izvršeno je merenje na 25 lokacija širom opštine. Terenskim istraživanjem i kabinetskim radom dobijeni su geoprostorni podaci na osnovu kojih je formirana karta jonizujućeg zračenja za teritoriju Štrpca. U skladu sa postojećom zakonskom regulativom i podzakonskim aktima, izvršena je komparativna analiza dobijenih vrednosti sa graničnim vrednostima propisanim za Republiku Srbiju. Cilj rada je prikaz trenutne koncentracije radionuklida u vazduhu na teritoriji opštine Štrpce.

Ključne reči: Jonizujuće zračenje, GIS, Štrpce, granične vrednosti

GIS APPLICATION IN AN ANALYSIS OF IONIZING RADIATION IN THE AIR WITHIN THE TERRITORY OF ŠTRPCE MUNICIPALITY

Abstract: Ionizing (radioactive) radiation represents one of insufficiently researched topics when it comes to the concentration of these particles within the area of AP Kosovo and Metohija. This research was focused on presenting the researched results of analyzing the ionizing radiation in the air within the territory of Štrpce Municipality. Measurements were conducted within 25 locations of this Municipality, by using the appropriate ionizing radiation measuring device, as well as geographic information systems. Field research and cabinet work provided geospatial data for creation of the map of ionizing radiation for the territory of Štrpce. According to prescribed laws and other binding documents, a comparative analysis of obtained values was performed, by comparing recorded limit values with those prescribed for the Republic of Serbia. The main aim of this research was oriented towards indicating the current concentration of radionuclides in the air within Štrpce Municipality, in order to find out whether the health of the population is endangered by artificial sources of radioactivity within this Municipality.

Key words: Ionizing radiation, GIS, Štrpce, limit values

UVOD

Značajna radioaktivna kontaminacija životne sredine sa antropogenim radionuklidima u Srbiji pojavila se nakon nuklearne katastrofe u Černobilju (Mitrović et al., 2008), a dodano je povećana NATO bombardovanjem 1999. godine. U svetu, nuklearni materijal se primenjuje za nuklearno oružje, sagorevanje uglja, proizvodnju i primenu fosfornih đubriva, a formiranje deponija radioaktivnog otpada doprinosi distribuciji radioaktivnosti (Kikoina, 1976; Andrejevna et al., 1987; Requejo et al., 2001; Bikit et al., 2005). Na Kosovu i Metohiji 20 godina unazad, ne postoje ozbiljna naučna istraživanja kada je u pitanju radioaktivno zračenje, koje je dobilo veliki značaj nakon 1999. godine, kada su velike količine osiromašenog uranijuma dospele na tlo južne srpske pokrajine. Zabrinutost lokalnog stanovništva od potencijalne prekomerne doze zračenja zastupljena je u svim opštinama. Osim veštačkih izvora

radioaktivnosti, postoje i prirodni izvori koji emituju zračenje. Prirodni izvori zračenja jesu izvori jonizujućeg zračenja prirodnog zemaljskog ili kosmogenog porekla (Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije lica, radne i životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije, "Sl. glasnik RS", br. 38/2011). Prirodni izvori koji imaju uticaj na koncentraciju radionuklida jesu geološka podloga (najviše se značaja pridaje Radonu), kao i kosmičko zračenje. Iz svih ovih razloga izvršeno je merenje koncentracije jonizujućeg zračenja u vazduhu na teritoriji opštine Štrpca.

MATERIJALI I METODE

Merenje je vršeno na 1 m prizemnog sloja vazduha, tokom 2018. i 2019. godine. Upotrebom Gajger-Milerovog brojača i geografskih informacionih sistema, izrađena je karta jonizujućeg zračenja u vazduhu za prostor Štrpca. Korišćeni su GIS softverski paketi: QGIS i NextGIS Mobile. Dobijene vrednosti izražene su u nSv/h (nano Sivert po času).

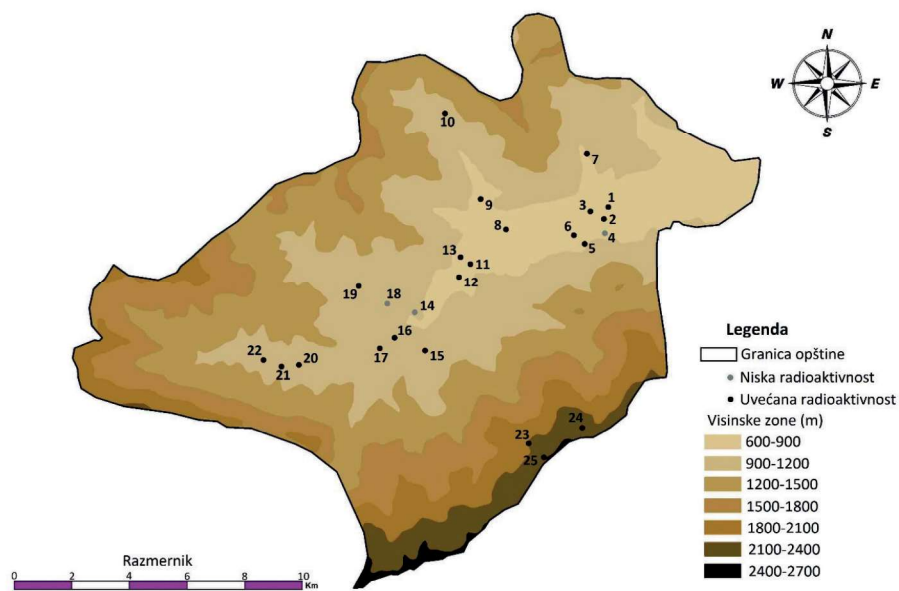
Da bi se izvršila komparativna analiza dobijenih i graničnih vrednosti, bilo je potrebno u istraživanju ubaciti i aktuelne zakonske regulative kao i podzakonske akte po pitanju jonizujućeg zračenja u Republici Srbiji.

Granica efektivne doze za pojedince iz stanovništva iznosi 1 mSv (mili Sivert) godišnje. Prema Pravilniku o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima („Sl. glasnik RS”, br. 86/2011 i 50/2018), efektivna doza stanovništva je:

1. uvećana, ukoliko je veća od 1 mSv za godinu dana;
2. niska, ukoliko je veća od 0,3 mSv za godinu dana;
3. veoma niska, ukoliko je manja ili jednaka 0,03 mSv za godinu dana;
4. zanemarljiva, ukoliko je manja ili jednaka 0,01 mSv za godinu dana.

REZULTATI I DISKUSIJA

Obradom podataka dobijenih sa terena, u geografskim informacionim sistemima formirana je karta jonizujućeg zračenja u vazduhu.



Slika 1: Karta jonizujućeg zračenja u vazduhu

Na karti se može videti da postoji veliki broj mernih mesta na kojima je zabeležena uvećana radioaktivnost. Ako se poredi granica efektivne doze izražena u mSv/god sa dobijenim vrednostima u nSv/h, dolazi se do zaključka da je granica efektivne doze za stanovništvo oko 114 nSv/h. Na osnovu izmerenih 25 lokacija u opštini Štrpce, utvrđeno je da je niska radioaktivnost prisutna na samo 3 merna mesta: lokacija 4 na karti, izmerena je vrednost od 110 nSv/h u jednom delu naselja Drajkovce, na nadmorskoj visini 750 – 800 metara, što bi na godišnjem nivou iznosilo ispod 1 mSv. Lokacija 14 na karti nalazi se u naselju Brezovica, i na ovom mestu je izmerena ubedljivo najniža radioaktivnost u vazduhu – 90 nSv/h. Nadmorska visina je oko 900 m, a dominantna geološka podloga jesu ultramafiti. Nedaleko od Brezovice, u naselju Vrbeštica je takođe na jednom mestu izmerena niska radioaktivnost, na nadmorskoj visini 900 – 1100 m.

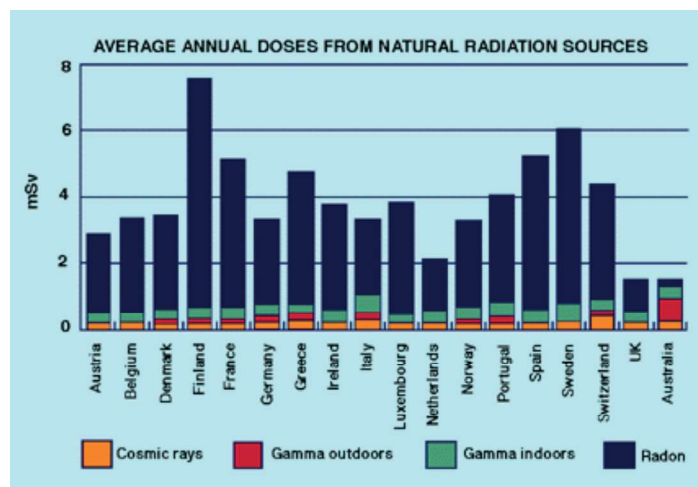
Tabela 1: Izmerene vrednosti jonizujućeg zračenja

Redni broj	Merna tačka	Vrednost (nSv/h)	Efektivna doza	Projektovana doza zračenja (mSv/god)
1.	Viča	160	Uvećana	1,40
2.	Drajkovce	120	Uvećana	1,05
3.	Viča	140	Uvećana	1,23
4.	Drajkovce	110	Niska	0,96
5.	Gotovuša	120	Uvećana	1,05
6.	Gotovuša	130	Uvećana	1,14
7.	Viča	170	Uvećana	1,49
8.	Donja Bitinja	130	Uvećana	1,14
9.	Gornja Bitinja	120	Uvećana	1,05
10.	Sušice	170	Uvećana	1,49
11.	Štrpce	150	Uvećana	1,32
12.	Štrpce	160	Uvećana	1,40
13.	Berevce	130	Uvećana	1,14
14.	Brezovica	90	Niska	0,79
15.	Brezovica	160	Uvećana	1,40
16.	Jažince	140	Uvećana	1,23
17.	Jažince	130	Uvećana	1,14
18.	Vrbeštica	110	Niska	0,96
19.	Vrbeštica	130	Uvećana	1,14
20.	Sevce	120	Uvećana	1,05
21.	Sevce	130	Uvećana	1,14
22.	Sevce	130	Uvećana	1,14
23.	Šar planina	140	Uvećana	1,23
24.	Livadičko jezero	200	Uvećana	1,75
25.	Šar planina	160	Uvećana	1,40

Ostale vrednosti se kreću 120 – 200 nSv/h, što je prema Pravilniku o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima, uvećana efektivna doza. Koncentracija radionuklida u vazduhu neznatno varira iz meseca u mesec, tako da je potrebno sprovesti monitoring jonizujućeg zračenja u vazduhu, odnosno vršiti svakodnevna merenja kako bi podaci na godišnjem nivou bili relevantniji i primenjeniji za dalja istraživanja (Дурлевић, 2019).

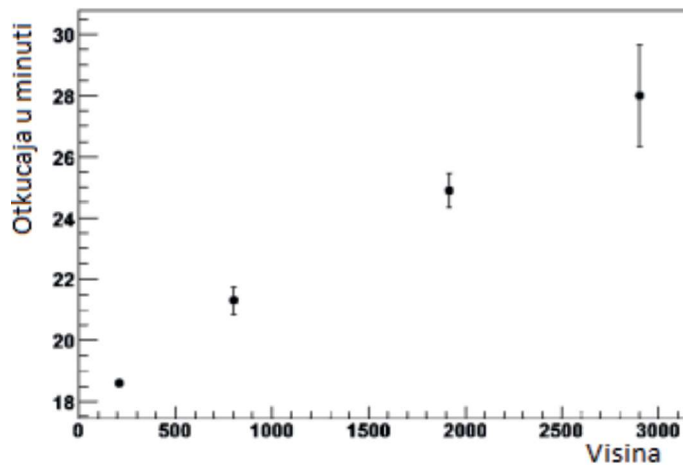
Veoma je bitno poznavati koncentracije radionuklida u životnoj sredini, jer voda za piće, životne namirnice, stočna hrana, lekovi, predmeti opšte upotrebe, građevinski materijal i druge robe ne mogu se stavljati u promet ako sadrže radionuklide iznad propisanih granica (Zakon o zaštiti od jonizujućih zračenja i o nuklearnoj sigurnosti („Sl. glasnik RS”, br/ 36/2009 i 93/2012)).

Kako bi se bolje analizirala uvećana koncentracija radionuklida, odrađena je uporedna analiza podataka iz opštine sa prosečnim vrednostima jonizujućeg zračenja u svetu.



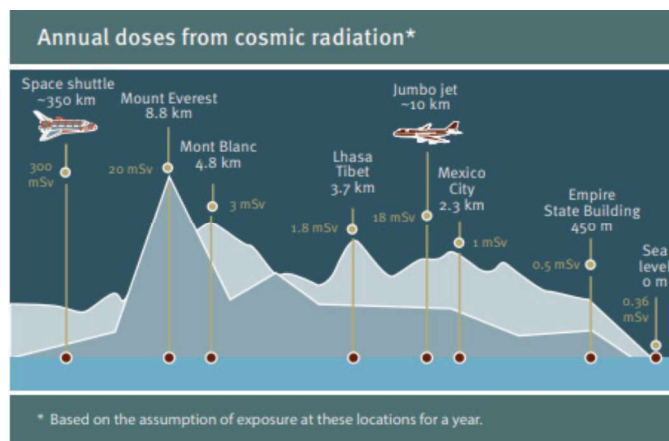
Slika 2: Prosečna godišnja doza zračenja prirodnih izvora u mSv/god (World nuclear association, 2018)

Iz prikazanog, može se primetiti da je prosečno godišnje zračenje u mnogim zemljama u svetu mnogo veće od onog u opštini Štrpce. Globalna prosečna godišnja efektivna doza po osobi je oko 2,4 mSv i kreće se od oko 1 do više od 10 mSv u zavisnosti od toga gde ljudi žive (Radioation effects and sources, UNEP, 2016). Najveća vrednost u opštini zabeležena je na Livadičkom jezeru, i iznosi 200 nSv/h. Najveći uticaj na radioaktivnost na Livadičkom jezeru ima kosmičko zračenje, s obzirom na nadmorsku visinu lokacije od 2173 m.



Slika 3: Broj detektovanih čestica u minuti izmeren Gajgerovim brojačem na planini Etna (do 2900 m n.v.) (Blanco et al., 2009)

Sa porastom nadmorske visine povećava se broj detektovanih čestica, odnosno, povećava se intenzitet kosmičkog zračenja.



Slika 4: Godišnje doze kosmičkog zračenja
(Radiation effects and sources, UNEP, 2016)

Intenzitet kosmičkog zračenja značajno varira u zavisnosti od nadmorske visine. U nivou svetskog mora, godišnja doza kosmičkog zračenja je 0,36 mSv, dok na najvišem vrhu na svetu – Mont Everestu na 8848 m nadmorske visine, koncentracija kosmičkog zračenja iznosi 20 mSv/god.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih podataka i njihove analize, može se zaključiti da je u naseljenim mestima u opštini Štrpce nivo zračenja vazduha ispod prosečnog globalnog nivoa, a da je prema državnom Pravilniku, koncentracija u velikom delu opštine uvećana. Projektovana doza zračenja 0,79 – 1,75 mSv/god ne bi trebalo da ima štetan uticaj po zdravlje ljudi, s obzirom da su ovakve koncentracije zabeležene i u većini mesta u Srbiji i svetu. Nedostatak podataka o radioaktivnom zračenju pre 1999. godine onemogućava uporednu analizu koncentracije radionuklida u vazduhu pre i posle bombardovanja, tako da jedini indikator koji može da predoči promenu koncentracije radionuklida jeste zdravlje ljudi, odnosno analiza i broj obolelih od malignih oboljenja u periodu pre i posle 1999. godine.

Za postojeći nivo radioaktivnosti u vazduhu, najveću ulogu ima kosmičko zračenje, s obzirom da se sva merna mesta nalaze iznad 700 m nadmorske visine. Osim kosmičkog zračenja, bitnu ulogu ima i plemeniti gas – radon. Kao potencijalni faktor povećanja radioaktivnosti moguće je izdvojiti i osiromašeni uranijum, čije prisustvo i nakon 20 godina od bombardovanja i dalje nije detaljno ispitano. Iako je po državnim pravilnicima radioaktivnost uvećana, prosečna doza radijacije u naseljima u opštini Štrpce daleko je manja od globalnog proseka i proseka mnogih evropskih zemalja.

LITERATURA

- [1] Requejo, A. M., Ortega, R. M., Robies, B. & Suanes, A. (2001). *Estudio sobre dietas y hábitos alimentarios en la población Española*. Final Report CSN-Ciemat Contract CIEMAT IAEPIRA.
- [2] Bikit, I., Slivka, J., Čonkić, Lj., Krmar, M., Vesković, M., Žikić-Todorović, N., Varga, E., Čurčić, S. & Mrdja, D. (2005). Radioactivity of the soil in Vojvodina (Northern Province of Serbia and Montenegro). *Journal of Environmental Radioactivity*, 78, 11–19.
- [3] Blanco, F., La Rocca, P. & Riggi F. (2009). Cosmic rays with portable Geiger counters: from sea level to airplane cruise altitudes. *European Journal of Physics*.

- [4] Дурлевић, У. (2019). *Анализа природних услова, буке, јонизујућег и електромагнетног зрачења на територији општине Штрпце*. Завршни рад. Београд: Универзитет у Београду, Географски факултет.
- [5] Kikoina, K. (1976). *Tables of physical constants*. Atomizdat, Moscow (in Russian).
- [6] Mitrović, B., Vitorović, G., Vitorović, D., Pantelić, G. & Adamović, I. (2009). Natural and anthropogenic radioactivity in the environment of mountain region of Serbia. *J. Environ. Monit.*, 11, 383–388.
- [7] *Nuclear Radiation and Health Effects*, World nuclear association, 2018.
- [8] Andrejevna, O. S., Badjin, V. I. & Kornilov, A. N. (1987). *Natural and depleted uranium*. Atomizdat, Moscow (in Russian).
- [9] Pravilnik o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima i merenjima radi procene nivoa izlaganja jonizujućim zračenjima („Sl. glasnik RS”, br. 86/2011 i 50/2018).
- [10] Pravilnik o granicama radioaktivne kontaminacije lica, radne i životne sredine i načinu sprovođenja dekontaminacije, („Sl. glasnik RS”, br. 38/2011).
- [11] *Radiation effects and sources*, United Nations Environmental Programme [UNEP], 2016.
- [12] Zakon o zaštiti od jonizujućih zračenja i o nuklearnoj sigurnosti („Sl. glasnik RS”, br/ 36/2009 i 93/2012