

UKUPNA ALFA I UKUPNA BETA AKTIVNOST U POVRŠINSKIM, DRENAŽNIM I PRELIVNIM VODAMA

GROSS ALPHA AND GROSS BETA ACTIVITY IN SURFACE, DRAIN AND OVERFLOW WATERS

Marija Janković*,
Nataša Sarap,
Jelena Krneta Nikolić,
Ivana Vukanac,
Dragana Todorović,
Milica Rajačić,
Gordana Pantelić

*marijam@vinca.rs

Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke "Vinča", Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, 11001 Beograd, Srbija
Radiation and Environmental Protection Department, "Vinča" Institute of Nuclear Sciences - National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, 11001 Belgrade, Serbia

Sažetak

U radu su prikazani rezultati merenja ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u površinskim vodama, reke Sava, Kolubara i Turija koje se nalaze u okolini termoelektrana Nikola Tesla TENT A i Kolubara za 2018. i 2019. godinu, kao i rezultati ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u Savi i Dunavu u Beogradu, van uticaja termoelektrana. Prikazani su i rezultati merenja ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u drenažnim i prelivnim vodama u termoelektranama Nikola Tesla TENT A i Kolubara za 2018. i 2019. godinu i za termoelektranu Kostolac za 2018. i 2020. godinu. Rezultati analize prikazani u ovom radu su važni s obzirom na to da se stanovništvo u Srbiji dominantno snabdeva vodom iz reka koje se nalaze u okolini termoelektrana.

Кључне речи: radioaktivnost; ukupna alfa i ukupna beta aktivnost; površinske vode; otpadne vode;

Summary

The paper presents the results of gross alpha and gross beta activity measurement in the surface water Sava, Kolubara and Turija in the vicinity of the coal-fired power plants Nikola Tesla TENT A and Kolubara for 2018. and 2019., as well as the results of the gross alpha and beta activity in the Sava and Danube in Belgrade, outside the influence of power plants. The results of measuring the gross alpha and gross beta activity in drain and overflow waters in the power plants Nikola Tesla TENT A and Kolubara for 2018. and 2019. and for the power plant Kostolac for 2018. and 2020. are also presented. Analysis presented in this paper is important considering that the population in Serbia is predominantly supplied with water from rivers located in the vicinity of power plants.

Uvod

Prirodne vode (vode za piće, bunarske, podzemne, površinske vode i padavine) sadrže prirodne alfa emitere ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{232}Th i beta emitere ^{210}Pb , ^{228}Ra , (u ukupnu beta aktivnost mogu ući i proizvedeni radionuklidi ^{90}Sr i ^{137}Cs) [1]. Najveći doprinos ukupnoj beta aktivnosti potiče od prirodnog radionuklida ^{40}K . Merenje ukupna alfa i ukupne beta aktivnosti predstavlja indikativno merenje prisutnosti radioaktivnih elemenata u uzorcima, i metoda kao takva predstavlja skrining metodu. Pomenutom metodom nije moguće odrediti koji je radionuklid u pitanju, već samo detekciju da li je radioaktivnost (najčešće prirodna) prisutna. Ukoliko se u uzorcima detektuje vrednost ukupne alfa ili ukupne beta aktivnosti koja je veća od preporučene, potrebno je kvalitativno i kvantitativno određivanje pojedinačnih radionuklida specifičnim metodama (gamaspektrometrijskom analizom, merenjem tricijuma, merenjem ^{90}Sr).

Različiti tehnološki procesi mogu biti potencijalni zagađivači životne sredine, odnosno u procesu rada

termoelektrana može doći do tehnološkog povećanja prirodne radioaktivnosti. Zbog toga je važno vršiti sistematsko praćenje radioaktivnosti [2]. Prilikom rada termoelektrana, pri proizvodnji električne energije sagoreva uglj. Prilikom sagorevanja nastaju elektrofilterski pepeo i šljaka. Pepeo predstavlja zagađivača životne sredine – vazduha, voda (ispiranjem sa deponija ili rashladnom vodom) i zemljišta. Prilikom proizvodnje električne energije potrebno je obezbediti dovoljnu količinu vode. Iz tog razloga termoelektrane se nalaze pored velikih reka (Sava, Morava, Kolubara). Posle korišćenja, voda se ispušta kao otpadna voda u prirodne recipijente.

Ovaj rad prikazuje rezultate merenja ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u površinskim, drenažnim i prelivnim vodama u termoelektranama TENT A, Kolubara i Kostolac.

Metode rada

Analiza uzoraka urađena je metodom EPA-900 [3]. Određena zapremina uzorka vode se uparava do suva pod IC lampom, potom mineralizuje na 450 °C. Za analizu se koristi 0,13 g ili 0,26 g mineralizovanog ostatka, u zavisnosti od ukupne količine ostatka. Mineralni ostatak se prenosi u aluminijumsku planšetu, ravnomerno raspoređuje, fiksira alkoholom i upari pod IC lampom.

Za merenje uzoraka korišćen je gasni proporcionalni niskofonski α/β brojač THERMO-EBERLINE FHT 770T, efikasnosti 26 % za ukupnu alfa aktivnost i 35 % za ukupnu beta aktivnost. Kalibracija brojača urađena je sertifikovanim radiokativnim standardima ^{241}Am i ^{90}Sr . Vreme merenja uzoraka je 14400 s.

Ukupna alfa i beta aktivnost

Ukupna alfa i beta aktivnost u uzorcima računa se na osnovu sledeće jednačine [4]:

$$A_{\alpha,\beta} = \frac{N - N_0}{\text{Eff} \cdot V} \quad (1)$$

gde je $A_{\alpha,\beta}$ – aktivnost uzorka (Bq/l), N – odbroj za mereni uzorak (cps), N_0 – odbroj fona (cps), Eff – efikasnost, V – zapremina uzorka (l).

Minimalna detektabilna koncentracija (MDC) data je sledećom jednačinom:

$$\text{MDC} = \frac{\text{LLD}}{V} \quad (2)$$

gde je LLD – granica detekcije (cps).

Rezultati i diskusija

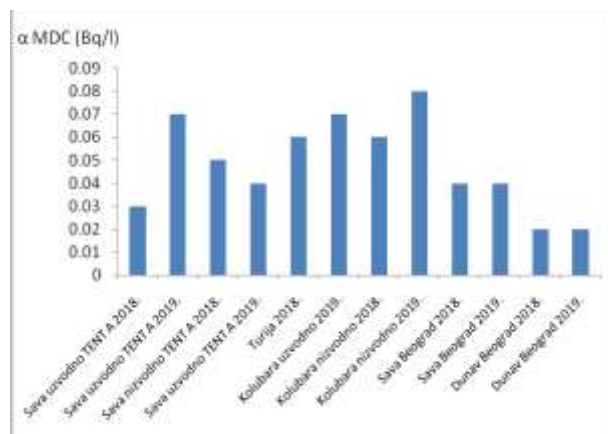
Rezultati merenja ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u površinskim vodama reke Sava, Turija, Kolubara i Dunav za 2018. i 2019. godinu prikazani su na slikama 1 i 2. Na slici 1 prikazane su vrednosti za ukupnu alfa aktivnost za Savu, uzvodno i nizvodno od termoelektrane TENT A, za Kolubaru i Turiju, uzvodno i nizvodno od termoelektrane Kolubara i za Savu i Dunav u Beogradu, van uticaja rada termoelektrana, za 2018. i 2019. godinu. S obzirom da su sve dobijene vrednosti ukupne alfa aktivnosti ispod (MDC), na slici su prikazane vrednosti MDC za sve merene uzorke. Uzorci voda iz reka u okolini termoelektrana se uzorkuju jednokratno, jednom godišnje, dok se uzorci voda iz Save i Dunava u Beogradu uzorkuju dekadno tokom svakog meseca u godini [5]. Rezultati ukupne alfa aktivnosti za Savu i Dunav u Beogradu u svim uzorcima tokom 2018. i 2019. godine su ispod MDC [5]. Slika 2 prikazuje ukupnu beta aktivnost u svim navedenim površinskim vodama, s tim što su sve vrednosti ukupne beta aktivnosti iznad minimalne detektabilne koncentracije. Ukupna beta aktivnost je generalno veća od ukupne alfa aktivnosti. Za vodu iz Save i Dunava u Beogradu na slici 2 su prikazane maksimalne vrednosti dobijene u 2018. i 2019. godini [5]. Kako se može videti sa slika, ne postoji značajan uticaj rada termoelektrana na

površinske vode u okolini, s obzirom da su vrednosti ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti u rekama van uticaja rada termoelektrana istog reda veličine.

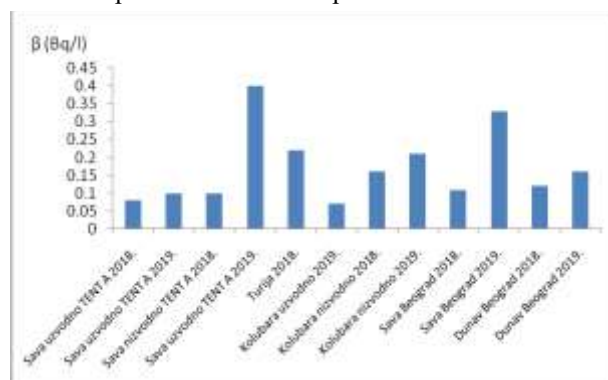
U uzorcima prelivnih voda u termoelektranama TENT A (2018. i 2019.), Kolubara (2018. i 2019.) i Kostolac (2018. i 2020.) dobijeni su sledeći rezultati: ukupna alfa aktivnost je u svim uzorcima manja od MDC, dok se ukupna beta aktivnost kreće od MDC do 0,27 Bq/l, koliko je dobijeno za uzorak prelivne vode u Kolubari 2018. godine. U uzorcima drenažnih voda u termoelektranama za isti period dobijene su sledeće vrednosti: ukupna alfa aktivnost je u svim uzorcima manja od MDC, dok se ukupna beta aktivnost kreće od MDC do 0,44 Bq/l, koliko je dobijeno za uzorak drenažne vode u TENT A 2018. godine.

Rezultati dobijeni u ovom radu slažu se sa vrednostima prikazanim u radu [6] za period 2003-2015. godine.

Pravilnik [7] propisuje dozvoljene vrednosti ukupne alfa i beta aktivnosti od 0,1 Bq/l i 1 Bq/l, redom, za pijaću vodu. U Pravilniku ne postoje preporučene vrednosti za površinske i otpadne vode, tako da je poređenje rezultata prikazanih u ovom radu moguće samo sa vrednostima dozvoljenim za pijaću vodu. Svi dobijeni rezultati su manji od 0,1 Bq/l za ukupnu alfa aktivnost, odnosno manji od 1 Bq/l za ukupnu beta aktivnost. U slučaju pijaćih voda, kada su vrednosti ukupne alfa aktivnosti i ukupne beta aktivnosti manje od 0,1 odnosno 1 Bq/l, pretpostavlja se da je indikativna doza manja od 0,1 mSv. Prema dobijenim rezultatima, ispitivane vode u ovom radu zadovoljavaju kriterijume za pijaću vodu kao što je definisano u Pravilniku.



Slika 1. Minimalna detektabilna koncentracija (MDC) za ukupnu alfa aktivnost u površinskim vodama



Slika 2. Ukupna beta aktivnost u površinskim vodama

Zaključak

Na osnovu rezultata prikazanih u ovom radu može se zaključiti da rad termoelektrana nema značajnog uticaja na životnu sredinu kada su u pitanju površinske vode. Vrednosti ukupne alfa i ukupne beta aktivnosti dobijene u površinskim vodama u okolini termoelektrana ne odstupaju značajno od vrednosti dobijenih u površinskim vodama van uticaja rada termoelektrana. Rezultati dobijeni za otpadne vode, prelivne i drenažne, takođe nemaju uticaja na životnu sredinu u okolini termoelektrana.

Zahvalnica

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- [1] Duong, H.V., Le, H.L., Nguyen, D.T., Vu, N.M., Duong, T.H., Hegedus, M., Peka, A., Kovacs, T., Gross alpha/beta activity concentrations in spa and mineral waters in North Vietnam, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 326 (2020) 1511–1517
- [2] Izveštaj o izlaganju stanovništva jonizujućem zračenju u 2019. godini, Republika Srbija, Direktorat za radijacionu i nuklearnu sigurnost i bezbednost Srbije
- [3] EPA, 1980. Prescribed Procedures for Measurement of Radioactivity in Drinking Water. EPA-600/4-80-032. Method 900.0
- [4] Janković, M.M., Todorović, D.J., Todorović, N.A., Nikolov, J., [Natural radionuclides in drinking waters in Serbia](#), *Applied Radiation and Isotopes*, 70 (2012) 2703–2710
- [5] Kvalitet životne sredine u Beogradu u 2018. godini, Grad Beograd, Gradska uprava, Sekretarijat za zaštitu životne sredine, ISBN 978-86-912029-6-5, 2019.
- [6] Janković, M.M., Todorović, D.J., Sarap, N.B., Krneta Nikolić, J.D., Rajačić, M.M., Pantelić, G.K., Natural radionuclides in waste water discharged from a coal fired power plants in Serbia, *Water Science & Technology*, 74 (2016) 2634-2638.
- [7] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet (Sl.gl. RS 36/18)