



RADIONUKLIDI U ZEMLJIŠTU U OBLASTI GRADA NIŠA

Branko RADOJKOVIĆ¹, Dejan MLADENOVIĆ¹, Goran MANIĆ¹, Dušica VUČIĆ¹, Marin JOVANOVIĆ¹ i Vesna MANIĆ²

1. Odeljenje za zaštitu od zračenja, Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika "Niš", Niš, Srbija,

2. Departman za fiziku, Prirodno-matematički fakultet, Niš, Srbija,



➤ U radu je prezentovana koncentracija aktivnosti radionuklida u zemljištu uzorkovanom u oblasti grada Niša.

➤ Takođe su određene i doze koje potiču od gama zračenja radionuklida iz zemljišta.

Uzorkovanje i metod merenja

Uzorkovanje je izvršeno u 5 opština Niša. Uzorci su takođe kategorisani prema specifičnim lokacijama sa kojih su uzeti. Ukupno je ispitivano 638 uzoraka, koji su prikupljeni i mereni u toku perioda od 6 godina. Mapa uzorkovanja prikazana je na:

www.radioactivityofsoilnish.wordpress.com.

Merenja su izvršena korišćenjem standardnog sistema za gama – spektrometriju sa HPGe detektorom. Koncentracije aktivnosti merene su sa pridruženom kombinovanom standardnom neodređenošću od oko 10 % za nivo poverenja od 68 %.

Tabela 1. Koncentracije aktivnosti radionuklida u uzorcima zemljišta u 5 opština grada Niša (Bq/kg), kao i odgovarajuće jačine apsorbovane doze u vazduhu (nGy/h) i godišnje efektivne doze (mSv)

Opština (Broj uzoraka)	Koncentracija aktivnosti (Bq/kg) (Opseg)				Jačina doze (Opseg)	
	Srednja vrednost ± standardna devijacija		Srednja vrednost ± st. devijacija		\dot{D} (nGy/h)	E (mSv)
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs		
Medijana (177)	(6,0 – 49) 19 ± 5,7	(7,6 – 72) 26 ± 9,1	(190 – 713) 414 ± 94	(< 2 – 27) 4,3 ± 3,7	(16 – 89) 41 ± 11	(0,020 – 0,110) 0,051 ± 0,014
Pantelej (117)	(11 – 70) 20 ± 6,8	(5,6 – 46) 27 ± 6,6	(137 – 715) 409 ± 82	(< 2 – 30) 5,0 ± 4,6	(14 – 70) 42 ± 8,5	(0,017 – 0,085) 0,052 ± 0,011
Palilula (143)	(9,8 – 103) 21 ± 9,0	(11 – 44) 26 ± 6,7	(241 – 652) 431 ± 84	(< 2 – 21) 3,8 ± 3,5	(25 – 78) 44 ± 9,0	(0,030 – 0,097) 0,054 ± 0,011
Crveni Krst (142)	(7,0 – 77) 19 ± 6,9	(4,4 – 41) 26 ± 7,2	(162 – 700) 411 ± 99	(< 2 – 76) 5,9 ± 10	(15 – 66) 41 ± 9,6	(0,020 – 0,082) 0,051 ± 0,012
Niška Banja (59)	(8,0 – 139) 34 ± 28	(9,7 – 49) 24 ± 8,7	(179 – 656) 389 ± 108	(< 2 – 46) 4,6 ± 3,3	(17 – 120) 47 ± 20	(0,022 – 0,146) 0,058 ± 0,024

Srednje vrednosti aktivnosti radionuklida u zemljištu u oblasti grada Niša su: ²²⁶Ra – 21 Bq/kg, ²³²Th – 26 Bq/kg, ⁴⁰K – 414 Bq/kg i ¹³⁷Cs – 4,7 Bq/kg. Za svet (UNSCEAR, 2008), srednje koncentracije aktivnosti ²²⁶Ra i ²³²Th u zemljištu su 32 i 45 Bq/kg, respektivno, dok je aktivnost ⁴⁰K 412 Bq/kg.

Izmerene su velike vrednosti koncentracije ²²⁶Ra u sedimentu iz opštine Niška Banja (Tabela 3).

Tabela 3. Koncentracija aktivnosti ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K i ¹³⁷Cs u uzorcima sedimenata u Niškoj Banji (Bq/kg)

Uzorci	Koncentracija aktivnosti (Bq/kg)			
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
Sediment 1	573	< 2	106	< 2
Sediment 2	340	< 2	25	< 2
Sediment 3	353	< 2	61	< 2

Zaključak

Rezultati merenja radioaktivnosti u svim uzorcima iz oblasti grada Niša pokazuju prisustvo prirodnih radionuklida oko srednjih vrednosti u svetu i dugoživećih radionuklida veštačkog porekla u značajno niskim koncentracijama. Međutim, usled rizika od akcidenata, neophodno je nastaviti monitoring prisustva radionuklida u zemljištu.

Rezultati

Rezultati merenja prikazani su u Tabelama 1 i 2. Detaljni prikaz rezultata za sve uzorke dat je na:

www.radioactivityofsoilnish.wordpress.com.

U svakom uzorku detektovani su prirodni radionuklidi: ²²⁶Ra, ²³²Th i ⁴⁰K. U mnogim uzorcima izmeren je i ¹³⁷Cs.

Tabela 2. Koncentracije aktivnosti radionuklida u zemljištu sa različitim karakterističnih lokacija u Nišu (Bq/kg), kao i odgovarajuće jačine apsorbovane doze u vazduhu (nGy/h) i godišnje efektivne doze (mSv)

Uzorci zemljišta (Broj uzoraka)	Koncentracija aktivnosti (Bq/kg) (Opseg)				Jačina doze (Opseg)	
	Srednja vrednost ± standardna devijacija		Srednja vrednost ± st. devijacija		\dot{D} (nGy/h)	E (mSv)
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs		
Zemljište u blizini saobraćajnice i industrijskih objekata (101)	(8,3 – 94) 22 ± 13	(5,6 – 38) 24 ± 7,1	(137 – 544) 397 ± 80	(< 2 – 12) 2,7 ± 2,6	(14 – 83) 41 ± 10	(0,017 – 0,100) 0,051 ± 0,013
Zemljište iz industrijskih radnih područja (80)	(11 – 77) 21 ± 8,1	(4,4 – 42) 25 ± 7,0	(178 – 530) 387 ± 78	(< 2 – 13) 2,2 ± 2,1	(15 – 61) 40 ± 8,5	(0,020 – 0,074) 0,054 ± 0,011
Zemljište iz dvorišta škola i obdaništa (105)	(11 – 95) 23 ± 11	(9,9 – 72) 28 ± 8,6	(196 – 714) 416 ± 91	(< 2 – 56) 5,7 ± 6,9	(23 – 89) 45 ± 12	(0,028 – 0,110) 0,050 ± 0,014
Zemljište iz nereguliranih deponija (56)	(6,2 – 103) 20 ± 12	(9,8 – 39) 23 ± 7,1	(182 – 700) 393 ± 96	(< 2 – 22) 3,2 ± 3,9	(17 – 78) 40 ± 11	(0,022 – 0,096) 0,048 ± 0,013
Poljoprivredno zemljište (162)	(8,0 – 139) 22 ± 14	(12 – 59) 28 ± 7,1	(231 – 693) 449 ± 89	(< 2 – 46) 6,9 ± 5,2	(21 – 120) 46 ± 12	(0,025 – 0,146) 0,057 ± 0,014
Nepoljoprivredno zemljište (100)	(7,0 – 109) 22 ± 14	(9,3 – 46) 26 ± 7,6	(162 – 715) 416 ± 100	(< 2 – 76) 5,7 ± 10	(16 – 81) 44 ± 11	(0,020 – 0,098) 0,053 ± 0,013
Zemljište u blizini izvora vode "Naisus" (34)	(6,0 – 20) 15 ± 3,4	(7,6 – 38) 22 ± 7,3	(191 – 531) 377 ± 93	(< 2 – 7,6) 2,8 ± 2,4	(16 – 53) 36 ± 9,6	(0,020 – 0,065) 0,045 ± 0,012

Za izračunavanje jačine apsorbovane doze u vazduhu na 1 m iznad zemlje, upotrebljena je jednačina:

$$\dot{D} = q_{Ra} A_{Ra} + q_{Th} A_{Th} + q_K A_K$$

gde je \dot{D} jačina doze u nGy/h, A_{Ra} , A_{Th} i A_K su koncentracije aktivnosti ²²⁶Ra, ²³²Th i ⁴⁰K u Bq/kg, respektivno, a q_{Ra} , q_{Th} i q_K su konverzioni koeficijenti. Godišnja efektivna doza usled zračenja zemlje određena je pomoću formule:

$$E(\text{mSv}) = \dot{D}(\text{nGy/h}) \cdot f \cdot 8760(\text{h}) \cdot E/D(\text{Sv/Gy}) \cdot 10^{-6}$$

gde je faktor zauzetosti $f=0,2$, a konverzioni koeficijent

$$E/D=0,7 \text{ Sv/Gy.}$$