

## RADIOEKOLOŠKI MONITORING U SRBIJI

Gordana Pantelić\*, Vedrana Vuletić, Maja Eremić-Savković,

Ljiljana Javorina, Irena Tanasković

Institut za medicinu rada Srbije "Dr Dragomir Karajović", Deligradska 29, Beograd

### Kratak sadržaj

Radioekološki monitoring životne sredine obuhvata merenje specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima iz životne sredine koji su relevantni za ekspoziciju stanovništva, prvenstveno u vazduhu, vodi za piće, životnim namirnicama, i u nekim tipičnim predstavnicima flore i faune sa svojstvima bioindikatora radioaktivne kontaminacije (sposobnost koncentrisanja radionuklida). Cilj monitoringa je: a) da se blagovremeno otkrije i identifikuje uzrok bilo kog nekontrolisanog izvora zračenja ili radioaktivnog zagađenja; b) da se izvrši procena stvarnog ili mogućeg izlaganja kritične grupe ili stanovništva radioaktivnim materijama u životnoj sredini zbog korišćenja bilo kog izvora zračenja; c) da se kontinuirano vodi evidencija nivoa radioaktivnosti u životnoj sredini; d) da se u svim slučajevima proverí da li su ispunjeni važeći zakonski propisi i druga ograničenja; i e) da se o svemu informiše javno mnjenje. Prema ukupnim rezultatima merenja različitih uzoraka sa teritorije Republike Srbije u periodu od 1986. do 2008. godine, može se zaključiti da su se nivoi aktivnost prirodnih i veštačkih (dugoživećih) radionuklida (černobiljskog porekla) kretali u niskim, tolerantnim i prihvatljivim nivoima.

**Ključne reči:** monitoring,  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$

---

\* E-mail: gpantelic@nadlanu.com

## RADIECOLOGICAL MONITORING IN SERBIA

Gordana Pantelić, Vedrana Vuletić, Maja Eremić-Savković,  
Ljiljana Javorina, Irena Tanasković  
Institute for Occupational Health Clinical Centre for Serbian "Dr Dragomir  
Karajović", Deligradska 29, Beograd

### Abstract

Radio-ecological monitoring of the environment encompasses the measures of specific radionuclide activity in the samples from the environment that is relevant for the exposure of inhabitants, first of all in air, drinking water, food and in some typical representatives of flora and fauna with characteristic features of radioactive contamination (the ability of radionuclide to concentrate). The aim of monitoring is: a) timely detection and identification of all uncontrolled radiation sources or radiation contamination; b) assessment of real and possible exposure of the critical group or inhabitants to radioactive matters in the environment due to use of any radiation sources; c) keep the record on the radioactivity level in the environment; d) check if all the legislative regulations and other restrictions are fulfilled; e) inform the public. According to the final results of measuring different samples from the territory of the Republic of Serbia in the period 1986 to 2008, it may be concluded that the level of natural and artificial (long-lived) radionuclides (originating from Chernobyl) was low, in tolerant and acceptable levels.

**Key words:** monitoring,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$

### UVOD

Radi preventivne zaštite zdravlja stanovništva i čovekove sredine od štetnog dejstva jonizujućeg zračenja, više od pola veka se u Institutu za medicinu rada i radio-lošku zaštitu "Dr Dragomir Karajović" sprovodi sistematsko ispitivanje kontaminacije radioaktivnim materijama različitih uzoraka iz životne sredine.

U vazduhu se konstantno nalaze radionuklidi kosmičkog porekla, kao što je  $^7\text{Be}$ , prirodni radionuklidi, članovi radioaktivnih nizova i  $^{40}\text{K}$ . Čovek svojim aktivnostima može značajno da izmeni prirodne izvore jonizujućeg zračenja (sagorevanjem uglja, upotrebom mineralnih đubriva, ispitivanjem nuklearnog naoružanja, municija sa osiromašenim uranijumom, havarijama na nuklearnim istraživačkim i energetskim reaktorima, primenom radioaktivnih izotopa u privredi, medicini). U slučaju nuklearnog akcidenta može doći do emisije radioaktivnih gasova i aerosola u atmosferu koji nošeni vazдушnim strujama u veoma kratkom vremenskom periodu prelaze velike udaljenosti. Nakon nuklearne nesreće u Černobilu u 1986. godini u svim

segmentima životne sredine povećao se nivo aktivnost dugoživećih radionuklida fisionog porekla, pre svega  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$ .

Glavni putevi ekspozicije stanovništva potiču od inhalacije, ingestije i od spoljašnjeg ozračenja od radionuklida iz vazduha i deponovanih na zemljištu, tako da monitoring radioaktivnosti u životnoj sredini obuhvata sistem vertikalne analize: **vazduh - padavine - zemljište - vode - biljke - životinje - čovek**. Ispitivanje sadržaja radionuklida vrši se u vazduhu, zemljištu, građevinskom materijalu, rekama, jezerima, čvrstim i tečnim padavinama, vodi za piće i ljudskoj i stočnoj hrani. Program obuhvata različita radiometrijska merenja u uzorcima iz životne sredine:

- a) merenje jačine apsorbovane doze gama zračenja u vazduhu;
- b) gamaspektrometrijska ispitivanja;
- c) određivanje specifične aktivnosti  $^{90}\text{Sr}$ ;
- d) merenje koncentracije radona.

Vrsta uzoraka, način i frekvencija uzorkovanja, kao i metode merenja propisane su domaćim propisima („Sl. list SRJ”, 1997) i preporukama Međunarodne agencije za atomsku energiju („IAEA”, 1989).

## MONITORING

Radioekološki monitoring životne sredine obuhvata merenje specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima iz životne sredine koji su relevantni za ekspoziciju stanovništva.

Monitoring životne sredine omogućava utvrđivanje da li je ispuštanje radioaktivnosti u okolinu u skladu sa propisanim granicama za vreme normalnog rada nuklearnih postrojenja i ostalih postrojenja koja koriste radioaktivni materijal. Takođe omogućava procenu uticaja ispuštene radioaktivnosti na životnu sredinu i na zdravlje stanovništva. Ako se pojave neplanirana ispuštanja ili akcidenti koji dovode do toga da radioaktivnost u životnoj sredini prelazi dozvoljene granice, upozoravaju se nadležne institucije radi pokretanja postupka zaštite životne sredine i stanovništva od štetnog dejstva jonijuzujućeg zračenja.

Zbog načina i brzine širenja fisionog materijala vazduhom, kontrola radioaktivnosti u vazduhu je važan deo monitoringa radioaktivnosti kako u normalnim, tako i u akcidentnim situacijama. Jačina apsorbovane doze gama zračenja u vazduhu je prvi indikator eventualnog radiološkog ili nuklearnog incidenta ili akcidenta. Osnovno zračenje koje se registruje u normalnim uslovima potiče od kosmičkog zračenja i prirodnih radionuklida, a zavisi i od geologije terena i nadmorske visine mernog mesta, te je karakteristično za određenu teritoriju. Jačina apsorbovane doze se kontinuirano prati na teritoriji Republike Srbije sistemom rane najave radijacionog akcidenta. Ovaj sistem čini devet umreženih detektora jačine apsorbovane doze gama zračenja u vazduhu sa kojih se podaci prikupljaju svakih pola sata. Detektori su postavljeni na Paliću, u Novom Sadu, Beogradu, Vinči, Kladovu, na Zlatiboru, u Nišu, Vranju i Kosovskoj Mitrovici. Podaci o jačini apsorbovane doze

gama zračenja u vazduhu na teritoriji Republike Srbije su dostupni javnosti preko internet stranice Ministarstva zaštite životne sredine ([www.ekoplan.gov.rs](http://www.ekoplan.gov.rs)).

Radionuklidi se iz atmosfere uklanjaju suvom depozicijom ili padavinama. Na taj način se količina radionuklida u atmosferi smanjuje, ali dolazi do kontaminacije površinskih slojeva flore, faune i tla, te je neophodna kontrola radioaktivnosti čvrstih i tečnih padavina. Kontaminacijom zemljišta, vodenih površina i biljnih vrsta radionuklidi ulaze u lanac ishrane i postaju potencijalni izvor interne kontaminacije ingestijom (faune i humane populacije).

Radioaktivnost zemljine kore nastaje i od uticaja prirodnih radioaktivnih elemenata koji se nalaze u zemljištu, stenama, vodi, vazduhu i živim organizmima. Najznačajniji prirodni izvor gama zračenja su radionuklidi koji pripadaju radioaktivnim serijama  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , kao i  $^{40}\text{K}$ .

Čovek svojim aktivnošću može u bitnoj meri da izmeni prirodne izvore jonizujućeg zračenja. Do kontaminacije biosfere, samim tim i zemljišta dolazi prilikom ispitivanja nuklearnog oružja, kao posledice havarije u nuklearnim elektranama, primenom radioaktivnih izotopa u privredi, medicini, u toku prerade i obogaćivanja urana.

Zemljište predstavlja osnovni supstrat iz kojeg kreće migracija radionuklida u biljke, odakle ovi preko biljne ishrane dospevaju do čoveka ili životinja. Vrsta zemljišta utiče na raspodelu radionuklida u samom zemljištu i na transfer istih u biljke. Migracija radionuklida u zemljištu zavisi od: a) brojnih ekoloških činilaca; i b) osobina zemljišta - *fizičko-hemijska svojstva* (sadržaj organske materije, pH vrednost, mineraloški sastav), *struktura* (mehanički sastav, poroznost), *vodni režim* (sadržaj vode, nivo podzemnih voda), *agrotehničke mere* (obrađa, đubrenje) i slično.

U poljoprivrednoj proizvodnji koja se najvećim delom odvija na slobodnom prostoru, biljke usvajaju radionuklide iz zemljišta i vazduha, a time se radiokontaminacija prenosi u lanac ishrane. Biljke usvajaju radionuklide, translociraju, uključuju u metabolizam i akumuliraju na isti način kao i neaktivne izotope istih elemenata. Usvajanje radionuklida može da se odvija na dva načina: a) pomoću nadzemnih organa (listova i cveta); i b) korena, pri čemu se javlja konkurencija u inkorporaciji od strane biljaka, kada su u pitanju joni sličnih fizičkih i hemijskih osobina (kalijum-cezijum, kalcijum-stroncijum). Pojedine radionuklide biljke transportuju u nadzemne organe (pšenica -  $^{90}\text{Sr}$   $^{137}\text{Cs}$ ), a neke zadržavaju u korenu. Kako biljke zauzimaju ključno mesto u lancu ishrane kod životinja i ljudi, neophodna je permanentna kontrola sadržaja radionuklida u njima radi kontrole i zaštite zdravstvenog statusa.

Mleko i mlečni proizvodi su veoma značajni u ljudskoj ishrani. Zbog toga, u slučaju nuklearnih nesreća i radioaktivne kontaminacije životne sredine, mleko predstavlja značajan put unosa radionuklida u ljudski organizam.

Na osnovu rezultata merenja aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  u hrani i godišnje potrošnje različitih prehrambenih proizvoda po stanovniku, može se odrediti efektivna doza zračenja od unosa ovih radionuklida ingestijom (Pantelić i sar., 2005).

## METODE ISPITIVANJA

Merenje ukupne alfa i beta aktivnosti vrši se na niskofonskom  $\alpha\beta$  - proporcionalnom gasnom brojaču PIC-WPC-9550 proizvođača Protean Instrument Corporation. Brojač koristi u procesu rada smešu gasova 10% metana i 90% argona. Nivo osnovnog beta zračenja 0,5 imp/min. Prečnik planšete je 5 cm. Efikasnost brojača za alfa zračenje je 33% a za beta zračenje iznosi 47%, i određena je pomoću standarda  $^{241}\text{Am}$  i  $^{90}\text{Sr}$  respektivno. Relativna greška pripreme uzorka i merenja je  $\pm 10\%$ . U procesu merenja se koristi računarski program *Vista 2000* nabavljen od proizvođača uređaja.

Gamaspektromerijska merenja vrše se na tri čista germanijumska detektora firme EG&G „ORTEC”. Detektori su povezani sa višekanalnim analizatorom (8192 kanala) istog proizvođača i sa odgovarajućom računarskom opremom. Energetska kalibracija, kao i kalibracija efikasnosti detektora, obavlja se pomoću radioaktivnih standarda nabavljenih od Amershama ili od Czech Metrological Institute.

Radiohemijska metoda odvajanja  $^{90}\text{Sr}$  zasniva se na oksalatnom izdvajanju Ca i Sr, žarenju do oksida i korišćenju aluminijuma kao povlačivača za  $^{90}\text{Y}$ . Ravnoteža se uspostavlja za 18 dana, nakon čega se  $^{90}\text{Y}$  izdvaja na povlačivaču  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , koji se zatim žari do oksida koji se nakon toga meri na  $\alpha\beta$  brojaču.

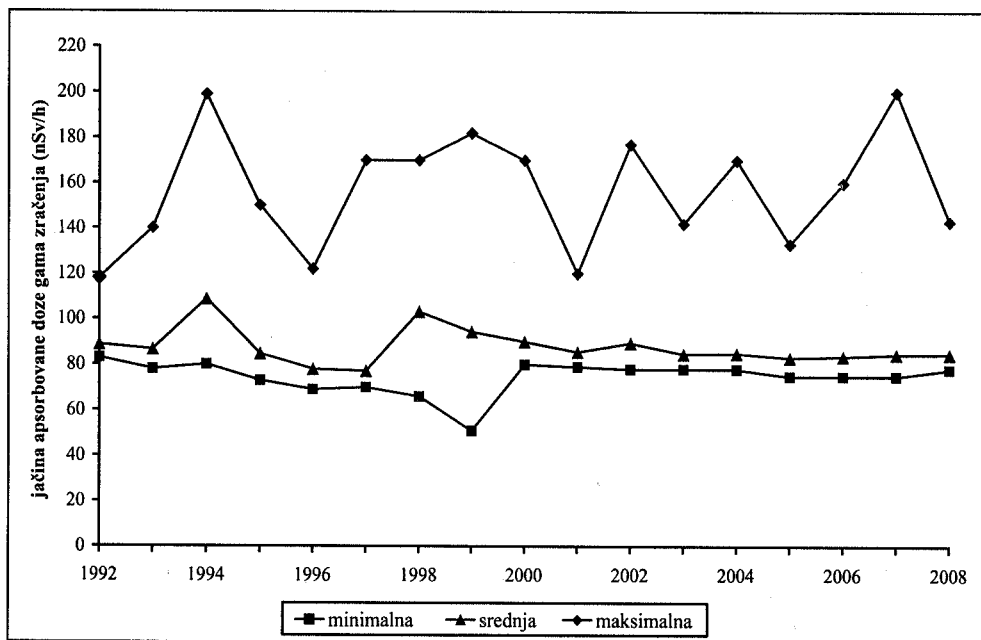
## REZULTATI

Rezultati ispitivanja se objavljuju u godišnjim izveštajima Instituta za medicinu rada i radiološku zaštitu “Dr Dragomir Karajović” (ELABORACIJA, 1995, 1996, 1997, ..., 2008). Rezultati merenja uzoraka iz Beograda, Obrenovca i Lazarevca mogu se naći na sajtu Sekretarijata za zaštitu životne sredine grada Beograda ([www.eko.bg.gov.yu](http://www.eko.bg.gov.yu)). U ovom radu je prikazan samo deo rezultata koji se dobijaju kroz monitoring program u Srbiji.

U tabeli 1 su prikazane srednje mesečne vrednosti jačine apsorbovane doze gama zračenja u mestima koja su uključena u sistem rane najave nuklearnog akcidenta u Srbiji. Ovi rezultati su u skladu sa višegodišnjim merenjima u Beogradu (grafik 1).

Tabela 1: Srednje mesečne vrednosti jačine apsorbovane doze gama zračenja u Srbiji za 2008. god.

Mes.	Beograd	Vinča	Kladovo	Novi Sad	Palić	Zlati-bor	Niš	Vranje	K.Mitrovica
Jan.	84,8	133,6	87,9	117,6	104,6	110,1	107,8	132,3	124,5
Feb.	83,4	137,6	92,1	119,2	105,4	112,1	109,5	133,7	125,4
Mar.	84,5	137,7	92,5	120,8	106,4	115,4	110,8	134,6	126,5
Apr.	85,5	138,1	93,3	122,7	106,2	115,2	110,5	133,8	126,6
Maj	84,3	141,6	93,8	123,5	107,6	115,2	111,9	138,4	127,5
Jun	84,7	140,7	93,4	123,2	107,4	115,2	113,2	137,5	128,7
Jul	85	137,2	95,6	124,6	108,3	116,1	113,5	139,0	129,6
Avg.	85,5	138,3	96,5	126,6	110,1	116,2	114,4	140,9	130,2
Sep.	85,2	137,9	97,2	124,8	110,3	119,0	113,6	138,4	129,5
Okt.	84,1	134,3	95,2	121,9	108,9	115,2	113,4	137,0	128,1
Nov.	85	135,7	96,9	123,9	110,8	114,7	114,4	137,5	129,4
Dec.	83,8	132,1	96,7	120,6	107,5	114,0	110,7	133,4	126,2



Grafik 1 : Minimalne, srednje i maksimalne vrednosti jačina apsorbovane doze gama zračenja u Beogradu

Gamaspektrometrijska analiza kompozitnih mesečnih uzoraka vazduha u Beogradu, Nišu i Paliću, kao i padavina u Beogradu, Nišu, Zaječaru, Kragujevcu, Zlatiboru, Paliću i Novom Sadu, pokazuje prisustvo radionuklida prirodnog porekla u niskim nivoima. Aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  u ovim uzorcima je takođe niska poslednjih 10 godina (ELABORACIJA, 1995, 1996, 1997, ..., 2008).

Aktivnost prirodnih radionuklida u zemljištu ne razlikuje se mnogo za različite ispitivane regione u Srbiji. Odnos aktivnosti  $^{238}\text{U}$  i  $^{235}\text{U}$  u merenim uzorcima odgovara njihovom odnosu u prirodnom uranu. Prisustvo osiromašenog urana u zemljištu na teritoriji Republike Srbije iznad 43 paralele (regioni Beograda, Niša, Užica, Zaječara, Golupca, Novog Sada i Subotice) nije utvrđeno u dosadašnjim merenjima. Rezultati merenja na 4 lokaliteta na jugu Srbije (Pljačkovica, Borovac, Bratoselce i Reljan) ukazuju na visoke kontaminacije zemljišta u mikrolokacijama, na mestima gde su pronađena zrna od osiromašenog uranijuma (Pantelić i sar., 2006). Aktivnost  $^{238}\text{U}$  u uzorcima zemljišta bila je veoma visoka, tako da je bilo neophodno da se pristupi uklanjanju preostalih projektila i dekontaminacija ovih terena, što je i učinjeno u periodu 2003-2006. godina. Merenja izvršena nakon dekontaminacije pokazala su da je ona uspešno izvršena (ELABORACIJA, 1995, 1996, 1997, ..., 2008).

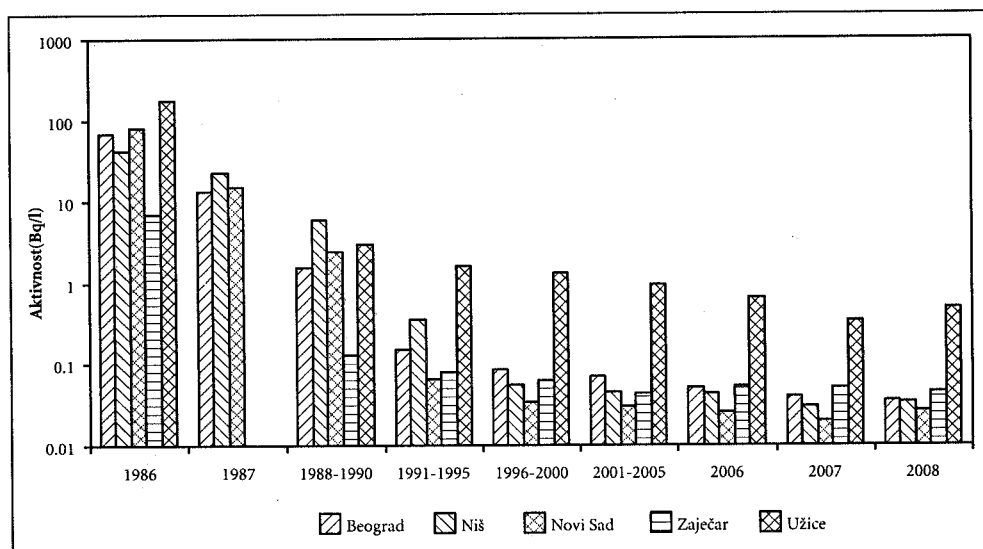
Zbog dugog vremena poluraspada  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  njihova aktivnost u zemljištu je još uvek značajna (Pantelić i sar., 2006). U tabeli 2 dati su rezultati merenja neobrađivog zemljišta sa dubine 0-5 cm u poslednje 2 godine.

Kod kultivisanih biljaka (povrće, voće, žitarice) zbog niskih koeficijenata prelaska ovih radionuklida iz zemljišta u biljke (ELABORACIJA, 1995, 1996, 1997, ..., 2008), aktivnost u biljnim kulturama je veoma niska u poslednjih 10 godina. Rezultati gamaspektrometrijske analize u prehrambenim proizvodima iz poljoprivrednih kombinata i individualne proizvodnje pokazuju značajno niske nivoe aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u uzorcima povrća, voća, mesa, žitarica i drugim prehrambenim proizvodima, tako da je poslednjih godina u većini namirnica ova aktivnost ispod 1 Bq/kg.

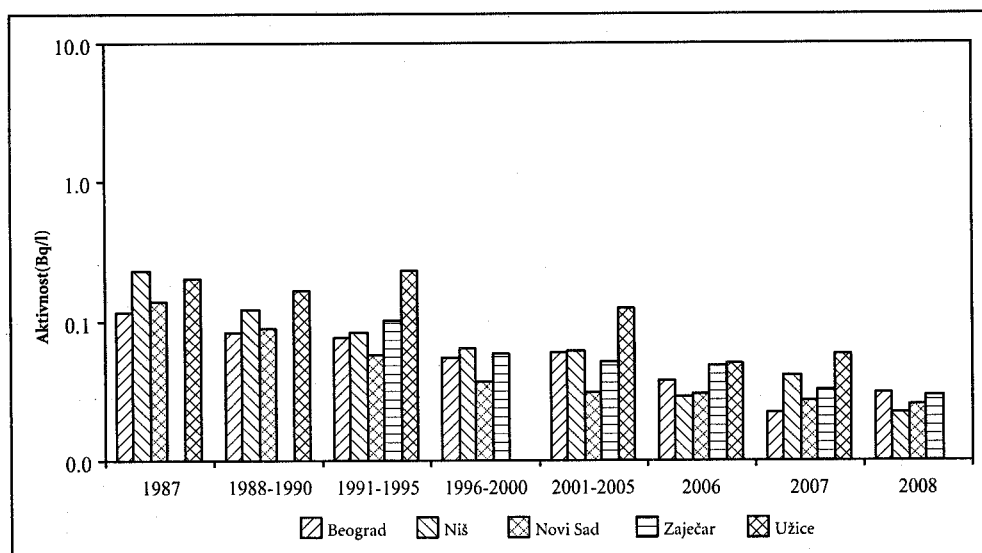
Tabela 2: Aktivnost radionuklida u zemljištu na teritoriji Srbije u 2007. i 2008. Godini (uzorci neobradivog zemljišta sa dubine 0-5 cm)

Lokacija		$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	$^{232}\text{Th}$ (Bq/kg)	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)	$^{238}\text{U}$ (Bq/kg)	$^{235}\text{U}$ (Bq/kg)
Beograd	Min.vr.	527	2	31,8	39,2	23,7	1,8
	Sr.vr.	682 ± 62	23 ± 21	44,4 ± 5,3	47,5 ± 7,5	44,4 ± 7,4	2,2 ± 0,3
	Maks.vr.	938	63,7	58,9	61,3	65,4	2,8
Lazarevac	Min.vr.	674	0,8	53,8	51,5	49,7	2,4
	Sr.vr.	718 ± 45	17,7 ± 18,4	58,0 ± 3,3	56,4 ± 3,2	65 ± 11	3,0 ± 0,5
	Maks.vr.	770	34,9	62,6	60,4	80	3,5
Obrenovac	Min.vr.	622	0,8	54,7	53,9	42	2,5
	Sr.vr.	703 ± 82	31 ± 19	59,0 ± 3,1	64,2 ± 6,1	54,8 ± 9,1	2,9 ± 0,3
	Maks.vr.	804	48,7	62,2	69	69	3,2
Vojvodina	Min.vr.	312	1,5	28	26,2	29	1,2
	Sr.vr.	470 ± 90	5,8 ± 2,5	40,9 ± 6,3	41,0 ± 7,7	46 ± 16	1,9 ± 0,4
	Maks.vr.	612	7,9	48,8	48,8	73	2,6
Centralana Srbija	Min.vr.	179	11,9	17,6	20,2	37,9	1
	Sr.vr.	457 ± 192	62 ± 77	29,7 ± 9,4	27,0 ± 6,6	42,6 ± 4,9	1,3 ± 0,3
	Maks.vr.	606	176,4	40	34,3	48	1,7
Zapadna Srbija	Min.vr.	161	67	7,4	11	23	0,5
	Sr.vr.	255 ± 141	114 ± 49	30 ± 27	29 ± 23	36 ± 16	1,3 ± 1,0
	Maks.vr.	417	164,4	59,7	54,8	53	2,5
Istočna Srbija	Min.vr.	285	14,4	14,9	21,3	24	1
	Sr.vr.	415 ± 13	56 ± 44	26 ± 14	31 ± 16	27,9 ± 2,7	1,4 ± 0,6
	Maks.vr.	545	117	45,5	54,4	30	2,3
Južna Srbija	Min.vr.	480	1,4	30,6	31,6	24	1,5
	Sr.vr.	542 ± 87	12,0 ± 2,7	40,5 ± 9,7	40,0 ± 4,4	37 ± 14	1,8 ± 0,1
	Maks.vr.	603	29,3	46,7	50,8	43,9	2,3
Banje u Srbiji	Min.vr.	370	12,6	27,7	28,3	9,4	1,3
	Sr.vr.	518 ± 131	24 ± 15	39 ± 10	35,3 ± 7,2	40 ± 19	1,8 ± 0,4
	Maks.vr.	735	51,5	49,6	47,6	58	2,2

Aktivnost radionuklida veštačkog porekla ( $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$ ) u uzorcima mleka povećala se nakon Černobiljskog akcidenta. Međutim, njihova aktivnost je svake godine u stagnaciji, tako da je već nekoliko godina nakon akcidenta aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  bila ispod 10 Bq/l (grafik 2), a aktivnost  $^{90}\text{Sr}$  ispod 0,1 Bq/l (grafik 3).



Grafik 2: Srednje godišnje vrednosti aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  u mleku



Grafik 3: Srednje godišnje vrednosti aktivnosti  $^{90}\text{Sr}$  u mleku

Na osnovu rezultata merenja specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  u uzorcima hrane izračunat je ukupan godišnji unos ovih radionuklida putem ishrane, kao i efektivna doza zračenja za stanovništvo od tih radionuklida unetih ingestijom (tabela 3). Efektivna doza zračenja za stanovništvo od  $^{137}\text{Cs}$  ili  $^{90}\text{Sr}$  unetog ingestijom je značajno ispod preporučene godišnje granice primljene doze za pojedinca iz stanovništva.

Tabela 3: Unos  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  putem ishrane i efektivna doza zračenja za stanovništvo od tih radionuklida unetih ingestijom

Godina	Unos $^{137}\text{Cs}$ Bq/godina	Efektivna doza od unosa $^{137}\text{Cs}$ ingestijom mSv	Unos $^{90}\text{Sr}$ Bq/godina	Efektivna doza od unosa $^{90}\text{Sr}$ ingestijom mSv
1986	47310	0,662	718,5	0,02012
1987	11782	0,164	175,1	0,00490
1988	826,6	0,011	86,2	0,00241
1989	940,5	0,013	93,4	0,00261
1990	357,7	0,005	102,8	0,00288
1991	123,0	0,0017	85,5	0,00239
1992	112,0	0,0015	99,3	0,00279
1993	74,19	0,001	54,4	0,00152
1994	38,65	0,0005	39,2	0,00110
1995	41,26	0,0006	89,9	0,00252
1996	44,20	0,0006	37,6	0,00105
1997	21,01	0,0003	-	-
straight 1998	44,60	0,00058	29,6	0,00083
1999	27,53	0,00036	31,8	0,00089
2000	44,79	0,00058	53,1	0,00149
2001	42,77	0,00056	34,7	0,00097
2002	32,97	0,00043	40	0,00109
2003	34,85	0,00045	69	0,00137
2004	33,98	0,00044	53	0,00148
2005	33,55	0,00044	25,4	0,00071
2006	34,25	0,00045	26,1	0,00073
2007	33,76	0,00044	52,1	0,00146
2008	23,88	0,00031	16,5	0,00046

## ZAKLJUČAK

Prema ukupnim rezultatima merenja radioaktivnosti životne sredine, metodologijom vertikalne analize uzoraka na teritoriji Republike Srbije u zadnjoj deceniji prošlog veka i prvoj deceniji novog milenijuma, može se zaključiti: a) da se aktivnost prirodnih radionuklida i dugoživećih radionuklida veštačkog porekla (uglavnom od černobiljskih padavina), u različitim vrstama uzoraka, kretala u niskim nivoima; b) Izračunata efektivna doza zračenja koja potiče od veštačkih radionuklida unetih ingestijom, značajno je ispod preporučene godišnje granice primljene doze za pojedinca iz stanovništva, a koja iznosi 1 mSv/god i odnosi se na zbir odgovarajućih doza od spoljašnjeg izlaganja i očekivane efektivne doze unutrašnjeg izlaganja od izvora zračenja veštačkog porekla, za period od godinu dana.

## LITERATURA:

1. Odluka o sistematskom ispitivanju sadržaja radionuklida u životnoj sredini, *Sl. list SRJ*, 45, 1997.
2. IAEA: Measurement of radionuclides in food and the environment, A Guide-book, Technical Report Series No. 295, Vienna, 1989
3. Pantelić G., Javorina Lj., Tanasković I., Vuletić V., Eremić-Savković M.: Monitoring radioaktivnosti životne sredine i procena efektivne doze zračenja za stanovništvo Srbije koja potiče od unosa  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  ingestijom. U: Zbornik radova, XXIII simpozijum društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, Donji Milanovac, 89-96, 2005.
4. Pantelić G., Eremić-Savković M., Vuletić V.: Ispitivanje zemljišta u okviru programa monitoringa radioaktivnosti životne sredine u Srbiji. U: Mirjana Stojanović, urednik, Kontaminacija zemljišta Srbije radionukleidima i mogućnost njihove remedijacije, Beograd: ITNMS, 141-164, 2006.
5. Radioaktivnost životne sredine u Srbiji, Beograd: Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu „Dr Dragomir Karajović”, 1995-2008.

Primljeno: 15.11.2009.

Odobreno: 23.11.2009.