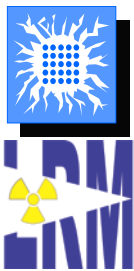




**ИСПИТИВАЊА САДРЖАЈА РАДИОНУКЛИДА У
ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ У 2016. ГОДИНИ
НА ЛОКАЦИЈАМА НА КОЈИМА ЈЕ ДЕЈСТВОВАНО
ОСИРОМАШЕНИМ УРАНИЈУМОМ**

Београд, 2017. године



ИНСТИТУТ ЗА НУКЛЕАРНЕ НАУКЕ "ВИНЧА"
Лабораторија за заштиту од зрачења и заштиту
животне средине "ЗАШТИТА"
Лабораторија за радијациона мерења
Лабораторија за испитивање, сектор за активност
радионуклида



Број: 1- 300
Датум: 3.04.2017. године

ИЗВЕШТАЈ
ИСПИТИВАЊА САДРЖАЈА РАДИОНУКЛИДА У ЖИВОТНОЈ
СРЕДИНИ У 2016. ГОДИНИ НА ЛОКАЦИЈАМА НА КОЈИМА ЈЕ
ДЕЈСТВОВАНО ОСИРОМАШЕНИМ УРАНИЈУМОМ

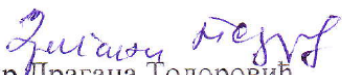
Овај извештај је документ о извршењу задатака у складу са:

- Законом о заштити од јонизујућег зрачења и о нуклеарној сигурности, Сл. Гласник РС бр. 36/09 и
- Правилником о утврђивању програма систематског испитивања радиоактивности у животној средини, Сл. Гласник бр. 100/2010,

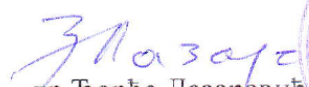
На основу Уговора број 404-02-4/9/2016-04 од 08.06.2016. године између Агенције за заштиту од јонизујућих зрачења и нуклеарну сигурност Србије и Института за нуклеарне науке "Винча", Лабораторије за заштиту од зрачења и заштиту животне средине.

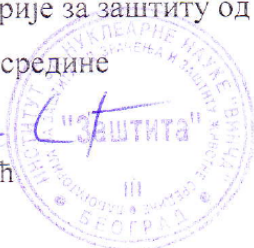
У овом извештају су дати резултати испитивања садржаја радионуклида у животној средини на локацијама на којима је дејствовано осиромашеним уранијумом.

Руководилац сектора за активност радионуклида


др Драгана Тодоровић

Директор Лабораторије за заштиту од зрачења
и заштиту животне средине


др Ђорђе Лазаревић



САРАДНИЦИ НА ПОСЛОВИМА

1. др Драгана Тодоровић, дипл.физичар
2. др Гордана Пантелић, дипл.физичар
3. др Марија Јанковић, дипл.физикохемичар
4. др Јелена Николић, дипл.физичар
5. MSc. Наташа Сарап, дипл.физикохемичар
6. MSc. Милица Рајачић, дипл.физичар

ТЕХНИЧКИ САРАДНИЦИ:

1. Јелена Арсић
2. Радица Грујић
3. Хацић Зоран

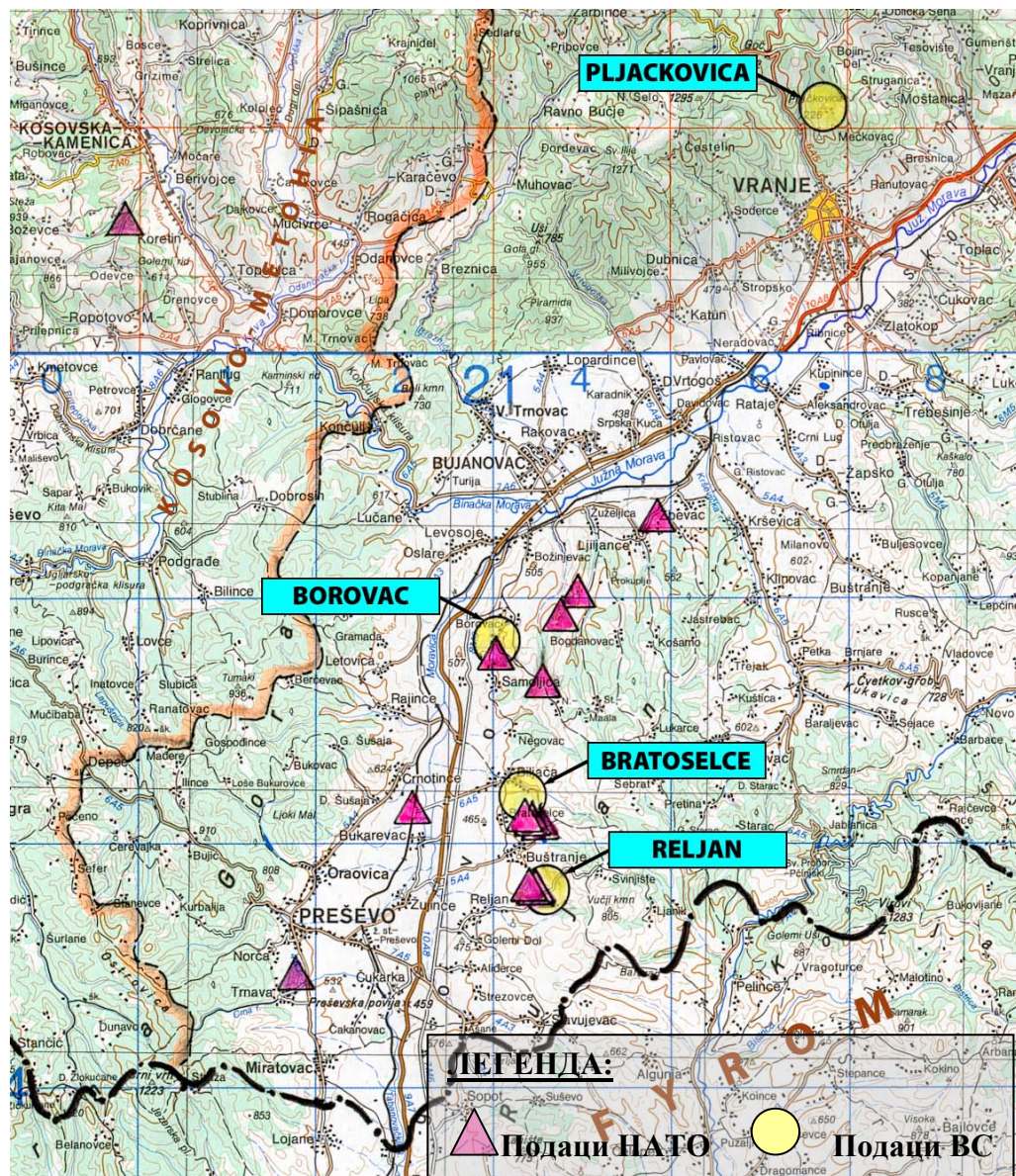
С А Д Р Ж А Ј

1.	УВОД	1
2.	ПРОГРАМ ИСПИТИВАЊА	2
3.	МЕТОДЕ МЕРЕЊА	3
3.1.	Спектрометрија гама емитера	3
3.1.1.	Припрема узорака	3
3.1.2.	Мерења	3
3.2.	Мерење укупне алфа и бета активности	4
3.2.1.	Припрема узорака	4
4.	РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА	4
4.1.	Спектрометрија гама емитера	4
4.1.1.	Резултати мерења узорака земљишта	4
4.1.2.	Резултати мерења узорака воде	8
4.1.3.	Резултати мерења узорака биљних култура	9
4.2.	Резултати мерења укупне алфа и бета активности	11
5.	ЗАКЉУЧАК	12
6.	ЛИТЕРАТУРА	12

1. УВОД

У нападу на Савезну Републику Југославију 1999. године, НАТО снаге су поред осталих убојних средстава користиле муницију са осиромашеним уранијумом. Ова муниција, чија је ознака у армији САД: PGU-14/B API, је испаливана из седмоцевног авионског топа GETLING GAU/8A - 30 mm којима су наоружани авиони типа А -10 из састава ратног ваздухопловства САД. Тежиште дејства авиона било је на простору Косова и Метохије и на југу Србије.

Према подацима које је дао НАТО, ради се о 91. локацији на којима је употребљаван осиромашени уранијум. Подаци НАТО и ВС се у значајној мери не слажу тако да је употреба осиромашеног уранијума потврђена на 4 места на југу Србије, у општинама Прешево, Бујановац и Врање. Подаци о локацијама које су дали НАТО и ВС дати су на слици 1.



Слика 1. Подаци о локацијама које су гађане осиромашеним уранијумом

У периоду од 2002. до 2007. године спроведена је акција чишћења осиромашеног уранијума на локацијама: Пљачковица, Братоселце, Боровац и Рељан.

На свим локацијама урађена је детаљна дозиметријска перспекција и деконтаминација. Због растреситог земљишта пројектили од осиромашеног уранијума су налажени до дубине од 1 m. Пронађени пројектили, контаминирано земљиште и сав радиоактивни материјал су сакупљени и ускладиштени на радиоактивни отпад. После чишћења, терен је поравнат и урађена још једна дозиметријска перспекција.

Да би се проценила угроженост животне средине и здравствени ризик за становништво, неопходно је стално испитивање радиоактивности на овим локалитетима.

2. ПРОГРАМ ИСПИТИВАЊА

Контрола радиоактивности на локацијама на југу Србије, где је коришћена муниција са осиромашеним уранијумом, на основу програма испитивања који је дефинисала Агенција за јонизујуће зрачење и нуклеарну сигурност (1), обухватила је спектрометрију гама емитера узорака земљишта, биљних култура и воде, као и мерење укупне алфа и бета активности воде. На основу програма извршено је узорковање на локацијама Братоселце, Боровац, Рељан и Пљачковица. У табели 1 дате су координате локација на којима је извршено узорковање.

На свим локацијама, узорци земљишта узети су са дубине 0-15 cm, где је претходно отклоњена трава и растиње са места одакле се извршило узорковање. Један узорак је узет у центру локације, а остали источно, западно, северно и јужно од њега. Дубина узорковања је изабрана на основу чињенице да се овим мерењима прати миграција радионуклида по дубини.

Биљне културе на локацијама биле су различите и није постојала могућност да се једна врста биљних култура нађе на свим локацијама. Због тога је узорак биљне културе на локацији обухватио оне биљне културе које су биле присутне.

Узорци воде узети су са јавних чесми или са бунара одакле се снабдева становништво из околних села.

Табела 1. Координате локација са којих је извршено узорковање

Локација	GPS координате	
Братоселце	42°20'40" N	21°45'23" E
Боровац	42°23'45" N	21°45'09" E
Рељан	42°18'57" N	21°46'01" E
Пљачковица	42°34'48" N	21°53'49" E

3. МЕТОДЕ МЕРЕЊА

3.1. Спектрометрија гама емитера

3.1.1. Припрема узорака

Узорци земљишта се суше на 105°C, просејавају, одмеравају и затапају пчелињим воском у маринели геометрији од 0.5 L, како би се у узорцима успоставила радиоактивна равнотежа (време успостављања радиоактивне равнотеже је 40 дана). Спектрометријом гама емитера анализирају се узорци у којима је успостављена радиоактивна равнотежа.

Припрема узорака биљне културе састоји се од сушења на собној температури, концентрисања, односно минерализације на температури од 450°C и затапања пчелињим воском (због успостављање радиоактивне равнотеже). Биљне културе су припремане као целина, односно нису одвајани делови биљака као корен и стабло. Геометрија мерења је пластична цилиндрична посуда од 120 mL.

Припрема узорака вода врши се упаравањем одређене количине воде, у конкретном случају око 10 L, до сувог остатка и минерализацијом на температури од 450°C. У узорцима вода, такође се успоставља радиоактивна равнотежа, као и у узорцима биљних култура и земљишта. Биљне културе и воде се концентришу како би се смањила укупна мерна несигурност резултата мерења и минимална детекциона концентрација, као и повећала ефикасност детекције.

3.1.2. Мерења

Спектрометрија гама емитера урађена је на HPGe детекторима релативне ефикасности 18%, 20% и 50%, фирме Canberra. Резулција детектора је 1.8 keV на енергији од 1332 keV. Калибрација детектора за мерење узорака земљишта, урађена је примарним референтним радиоактивним материјалом у геометрији маринели посуде, Czech Metrological Institute Praha, Cert. No.9031-OL-420/12, укупне активности 41.48 kBq на 31.08.2012. године (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{139}Ce , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{203}Hg).

За калибрацију детектора, за мерење узорака биљних култура и вода, коришћени су секундарни референтни радиоактивни материјали у геометрији цилиндричне пластичне посуде од 120 mL, који је добијен од примарног референтног радиоактивног материјала, Czech Metrological Institute, Praha, 9031-OL-427/12, type ERX, укупне активности 72,40 kBq на 31.08.2012. године (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{139}Ce , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{137}Cs , ^{210}Pb).

Време мерења узорака је 60 ks. Мерна несигурност резултата мерења изражена је као проширена мерна несигурност за фактор $k = 2$, који за нормалну расподелу одговара нивоу поверења од 95%.

3.2. Мерење укупне алфа и бета активности

3.2.1. Припрема узорака

Припрема узорака за мерење укупне алфа и бета активности, састоји се од упаравања одређене количине узорака (3L) до сувог остатка и минерализације на температури од 450°C.

3.2.2. Мерења

Анализа узорака урађена је на нискофонском пропорционалном α/β бројачу THERMO EBERLINE ESM, ефикасности 26% за алфа емитере и 35% за бета емитере. Резултати мерења дати су са мерном несигурношћу која је изражена као проширена мерна несигурност за фактор $k=2$ који за нормалну расподелу одговара нивоу поверења од 95 %.

4. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА

4.1. Спектрометрија гама емитера

4.1.1. Резултати мерења узорака земљишта

Резултати мерења гама емитера у узорцима земљишта дати су у табели 2. Детектовани су природни радионуклиди ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{235}U , ^{238}U , и произведени радионуклид ^{137}Cs . У последњој колони табеле 2, дат је однос активности $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$.

Добијене специфичне активности за све природне радионуклиде на локацији Братоселце у свим узорцима током 2016. године, биле су веће у односу на 2015. годину, осим у источном узорку где су добијене мање специфичне активности.

На локацији Рељан, у јужном узорку добијене су ниже специфичне активности за све природне радионуклиде, у узорку узетом у центру добијене су веће специфичне активности, а у узорку који је узет на северној страни добијене су сличне специфичне активности, у 2016. години у односу на 2015. годину. У узорку који је узет на западној страни, специфичне активности ^{226}Ra , ^{238}U и ^{235}U мање су у 2016. години у односу на 2015. годину, али је специфична активност ^{232}Th , већа у односу на 2015.годину. Такође и у узорку који је узет на источној страни за радионуклиде ^{226}Ra и ^{238}U добијене су веће специфичне активности, а за радионуклиде ^{232}Th , ^{40}K , ^{235}U мање специфичне активности.

Уколико посматрамо локацију Пљачковица, у узорцима који су узети на источној, северној страни и у центру, добијене разлике у специфичној активности у 2016. години у односу на 2015.годину, су у оквиру мерне несигурности резултата мерења, док су у узорцима који су узети на јужној страни и у на западној добијене знатно веће специфичне активности. У узорку који је узет на јужној страни добијена је максимална специфична активност ^{238}U од почетка контроле локације 2011. године.

Као и ранијих година најниже вредности концентрације за све радионуклиде добијене су на локацији Боровац, а такође добијене специфичне активности за природне радионуклиде у 2016. години се не разликују у односу на 2015.годину, односно добијене разлике су у оквиру мерне несигурности резултата мерења.

Табела 2. Концентрација природних и произведених радионуклида (Bq/kg) у узорцима земљишта

Мерно место	Специфична активност радионуклида (Bq/kg)						
БРАТОСЕЛЦЕ	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁵ U/ ²³⁸ U
Југ	127 ± 8	61 ± 6	1010 ± 70	12 ± 1	130 ± 10	6,8 ± 0,7	0,054
Исток	82 ± 6	50 ± 5	820 ± 60	8 ± 1	90 ± 10	4,0 ± 0,5	0,044
Центар	125 ± 7	77 ± 8	1060 ± 70	9,3 ± 0,8	150 ± 10	8,8 ± 0,6	0,059
Север	124 ± 7	64 ± 4	970 ± 60	9,3 ± 0,7	140 ± 10	6,9 ± 0,5	0,05
Запад	133 ± 9	81 ± 7	1030 ± 70	3,7 ± 0,8	170 ± 20	8,1 ± 0,7	0,047
РЕЉАН	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁵ U/ ²³⁸ U
Југ	30 ± 2	55 ± 4	810 ± 50	6,1 ± 0,4	31 ± 5	1,3 ± 0,2	0,042
Исток	38 ± 2	51 ± 4	760 ± 50	9,8 ± 0,7	50 ± 5	2,5 ± 0,2	0,05
Центар	40 ± 3	70 ± 5	840 ± 50	1,9 ± 0,3	48 ± 6	2,6 ± 0,3	0,055
Север	32 ± 3	63 ± 6	830 ± 60	61 ± 4	36 ± 10	1,5 ± 0,4	0,042
Запад	23 ± 2	87 ± 7	910 ± 60	6,2 ± 0,5	34 ± 6	1,6 ± 0,2	0,046
ПЉАЧКОВИЦА	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁵ U/ ²³⁸ U
Југ	46 ± 3	53 ± 5	680 ± 40	51 ± 3	390 ± 20	8,6 ± 0,6	0,022
Исток	24 ± 2	33 ± 4	450 ± 30	16 ± 1	34 ± 5	1,6 ± 0,2	0,047
Центар	15 ± 1	32 ± 3	430 ± 30	1,2 ± 0,2	32 ± 4	1,5 ± 0,2	0,048
Север	28 ± 2	35 ± 3	480 ± 30	5,8 ± 0,5	36 ± 5	1,9 ± 0,2	0,052
Запад	54 ± 3	59 ± 6	700 ± 40	1,2 ± 0,3	76 ± 7	3,6 ± 0,3	0,046
БОРОВАЦ	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁵ U/ ²³⁸ U
Југ	16 ± 2	14 ± 1	200 ± 10	4,0 ± 0,4	13 ± 3	1,0 ± 0,1	0,075
Исток	15 ± 1	15 ± 1	220 ± 10	3,3 ± 0,3	19 ± 3	1,0 ± 0,1	0,054
Центар	15 ± 1	16 ± 1	180 ± 10	4,3 ± 0,4	18 ± 3	1,0 ± 0,1	0,054
Север	15 ± 1	18 ± 2	200 ± 10	1,4 ± 0,2	18 ± 3	0,9 ± 0,1	0,052
Запад	14 ± 1	15 ± 1	190 ± 10	3,6 ± 0,3	15 ± 3	0,7 ± 0,1	0,048

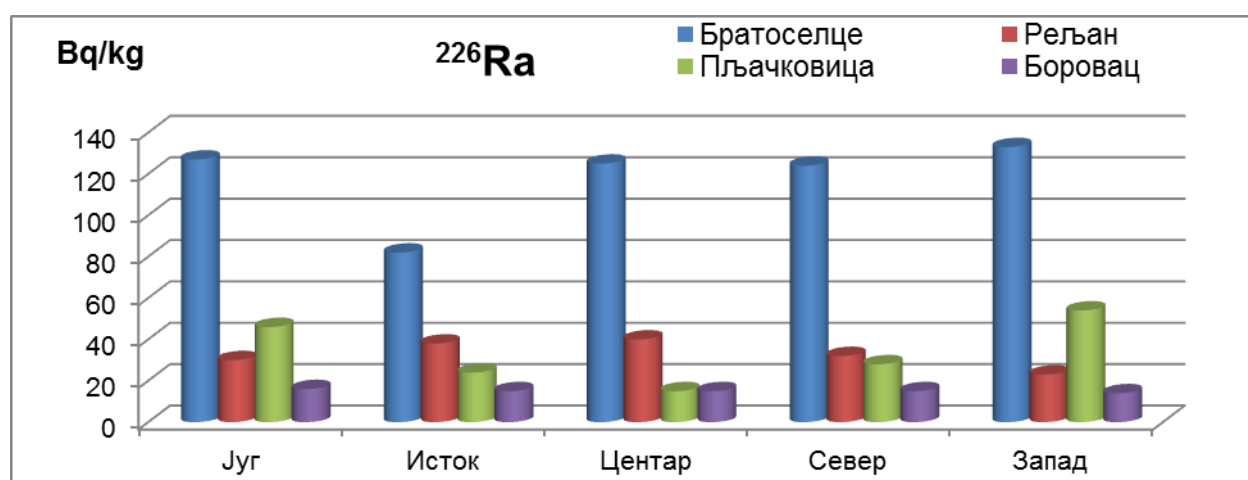
Без обзира на разлике у вредностима, однос активности $^{235}/^{238}$ уранијума одговара природном уранијуму на свим локацијама, осим у узорку који је узет на јужној страни на локацији Пљачковица, где је добијен нижи однос $^{235}/^{238}$ уранијума.

Максималне специфичне активности за ^{226}Ra и ^{40}K , добијене су на локацији Братоселце, као и за ^{232}Th осим у узорку који је узет на западној страни где је максимална специфична активност забележена на локацији Рељан. У случају радионуклида ^{238}U и ^{235}U , максималне специфичне активности су биле на локацији Пљачковица у узорку који је узет на јужној страни.

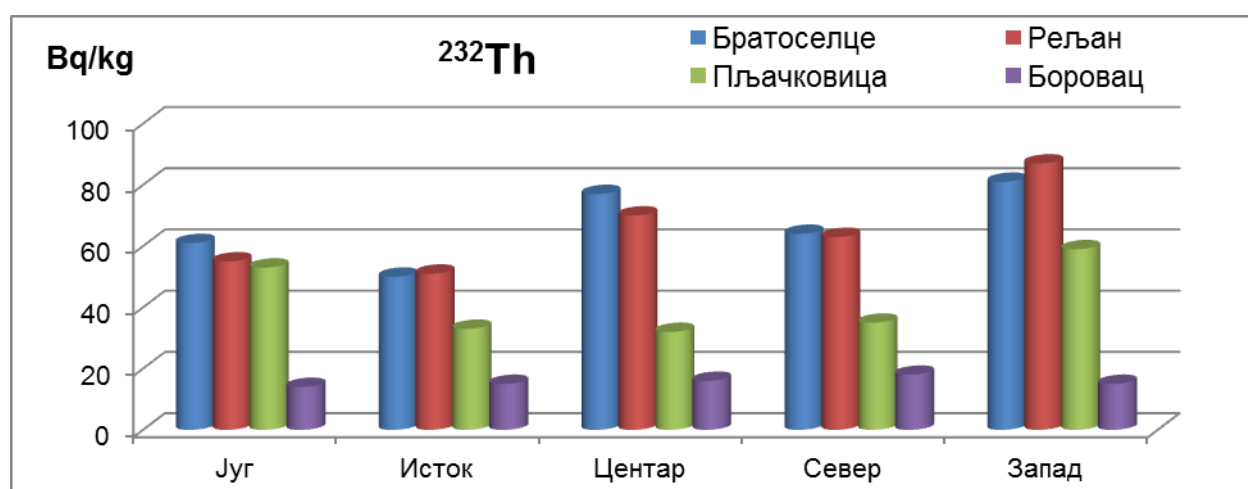
Интервали специфичних активности за природне радионуклиде износе: 14-127 Bq/kg за ^{226}Ra , 14-87 Bq/kg за ^{232}Th , 180-1010 Bq/kg за ^{40}K , 13-390 Bq/kg за ^{238}U и 0,7-8,6 Bq/kg за ^{235}U .

Добијене специфичне активности ^{137}Cs , карактеристичне су за земљиште са наших простора, с обзиром да је његово порекло последица нуклеарног акцидента у Чернобиљу и биле су у интервалу од 1,2 до 61 Bq/kg.

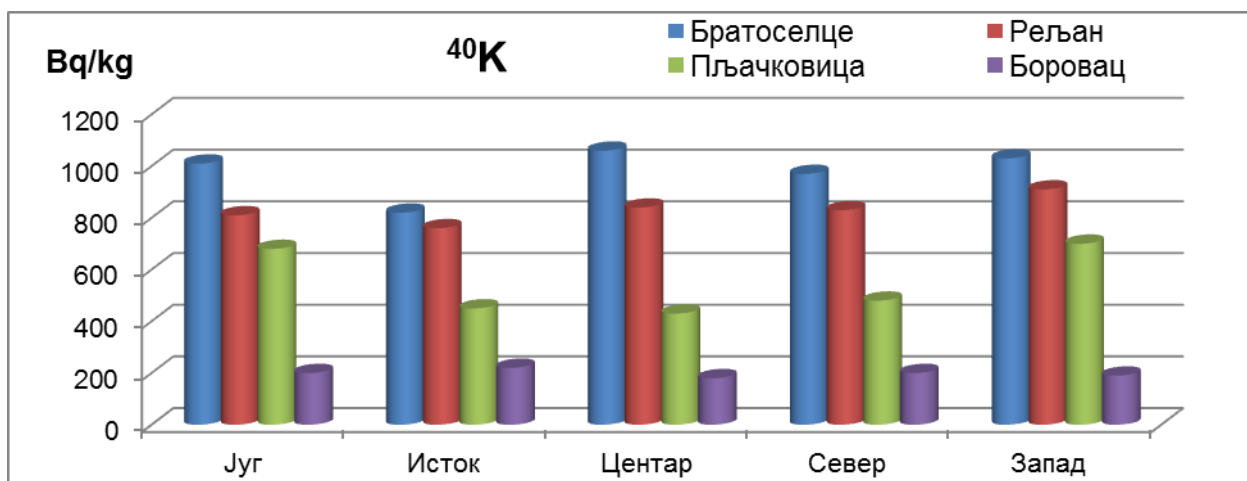
Добијене вредности специфичне активности детектованих радионуклида за узорак земљишта приказани су и хистограмски на графицима 2-7.



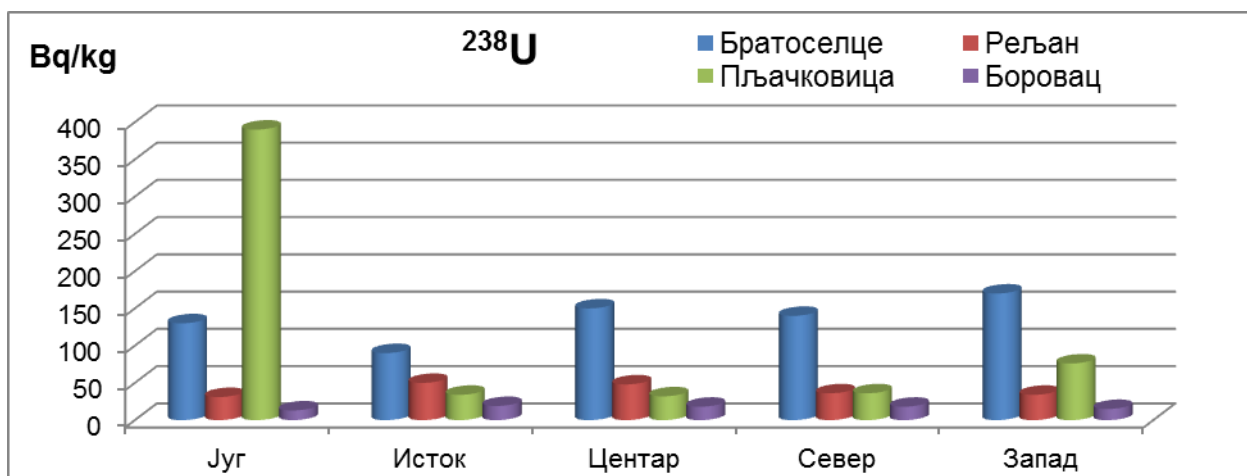
Слика 2. Специфична активност ^{226}Ra у узорцима земљишта



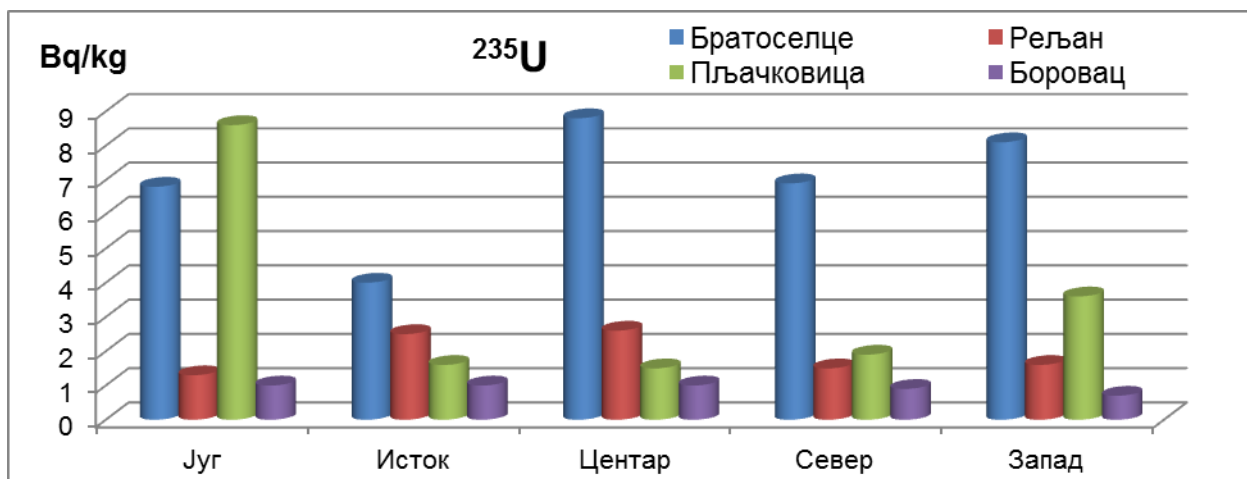
Слика 3. Специфична активност ^{232}Th у узорцима земљишта



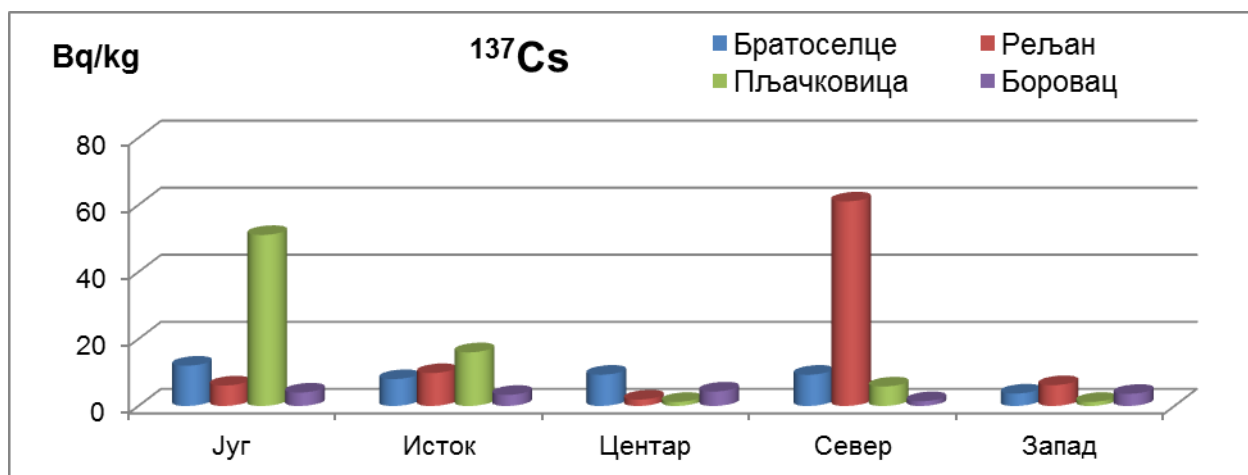
Слика 4. Специфична активност ^{40}K у узорцима земљишта



Слика 5. Специфична активност ^{238}U у узорцима земљишта



Слика 6. Специфична активност ^{235}U у узорцима земљишта



Слика 7. Специфична активност ^{137}Cs у узорцима земљишта

4.1.2. Резултати мерења узорака воде

Као и ранијих година (2011., 2013., 2014., 2015.), све добијене специфичне активности детектованих радионуклида у узорцима вода су ниске, углавном испод минималне детекционе концентрације (Табела 3). На свим локацијама специфичне активности природних радионуклида ^{238}U , ^{235}U и произведеног радионуклида ^{137}Cs су испод минималне детекционе концентрације.

Специфичне активности детектованих радионуклида природног порекла ^{226}Ra , ^{40}K и ^{232}Th на свим локацијама су реда величине који је карактеристичан за воде.

Табела 3. Концентрације природних и произведених радионуклида у водама (Bq/L)

Мерно место	Специфична активност радионуклида (Bq/L)					
БРАТОСЕЛЦЕ	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{238}U	^{235}U
Бунар у селу	$0,061 \pm 0,007$	$0,024 \pm 0,006$	$0,28 \pm 0,04$	$< 0,001$	$< 0,04$	$< 0,003$
Вода из дворишта	$0,058 \pm 0,009$	$0,04 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,05$	$< 0,003$	$< 0,08$	$< 0,004$
РЕЉАН	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{238}U	^{235}U
Вода узета са јавне чесме поред школе	$< 0,03$	$< 0,02$	$0,10 \pm 0,03$	$< 0,004$	$< 0,08$	$< 0,004$
Вода узета из чесме код цамије	$< 0,02$	$< 0,02$	$0,09 \pm 0,03$	$< 0,004$	$< 0,08$	$< 0,004$

Табела 3. Наставак

ПЉАЧКОВИЦА	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{238}U	^{235}U
Вода са чесме	< 0,03	< 0,02	$0,10 \pm 0,03$	< 0,004	< 0,08	< 0,005
Вода са извора поред пута	< 0,03	< 0,02	$0,12 \pm 0,03$	< 0,004	< 0,08	< 0,005
БОРОВАЦ	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{238}U	^{235}U
Вода из приватног домаћинства у дворишту	< 0,06	< 0,05	$0,5 \pm 0,2$	< 0,009	< 0,2	< 0,01
Вода узета са јавне чесме поред пута	$0,04 \pm 0,01$	< 0,03	< 0,2	< 0,003	< 0,1	< 0,007

4.1.3. Резултати мерења узорак биљних култура

У узорцима биљних култура, поред наведених природних радионукида: ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{238}U и ^{235}U , детектовани су и природни радионуклиди: ^7Be , космогеног порекла и ^{210}Pb . Добијени резултати мерења дати су табели 4 и односе се на Bq/kg суве материје.

Специфичне активности ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K и ^{137}Cs су у интервалима: од минималне детекционе концентрације до 3,4 Bq/kg, 2,0 Bq/kg, 320 Bq/kg и 0,56 Bq/kg, респективно. Специфичне активности за ^{238}U и ^{235}U на свим локацијама и у свим биљним културама, су биле испод минималне детекционе концентрације, осим у једном узорку биљне културе на локацији Братоселце.

У случају ^{210}Pb специфичне активности су се кретале од 15 до 56 Bq/kg док су за ^7Be биле у интервалу од 88 до 300 Bq/kg. Специфичне активности природног радионуклида ^{210}Pb , су веће у односу на ^{226}Ra и ^{232}Th , што се и очекује, јер га биљка апсорбује и путем земљишта као и путем ваздуха (фолијарна депозиција).

Све добијене вредности специфичне активности карактеристичне су за биљне културе са простора наше земље. Биљне културе на локацијама су различите, као што је наведено у програму испитивања, и директно упоређивање вредности концентрација природних радионуклида није коректно.

Табела 4. Концентрације природних и произведених радионуклида (Bq/kg суве материје) у биљним културама

Мерно место	Активност радионуклида (Bq/kg суве материје)							
БРАТОСЕЛЦЕ	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U	^{235}U	^{137}Cs	$^7\text{Be} *$	^{210}Pb
1	$1,4 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,5$	200 ± 10	< 1	$< 0,06$	$0,14 \pm 0,05$	150 ± 10	15 ± 3
2	$1,7 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,5$	200 ± 10	4 ± 1	$0,16 \pm 0,04$	$0,22 \pm 0,05$	190 ± 10	22 ± 3
3	$3,4 \pm 0,4$	$< 0,5$	240 ± 20	< 2	$< 0,1$	$< 0,1$	170 ± 10	17 ± 5
БОРОВАЦ	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U	^{235}U	^{137}Cs	$^7\text{Be} *$	^{210}Pb
1	$< 0,5$	$2,0 \pm 0,6$	300 ± 20	< 2	$< 0,09$	$0,56 \pm 0,09$	200 ± 10	32 ± 4
2	$< 0,4$	$1,9 \pm 0,5$	210 ± 10	< 1	$< 0,08$	$0,48 \pm 0,07$	240 ± 20	31 ± 4
3	$0,8 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,3$	109 ± 7	< 1	$< 0,06$	$< 0,03$	121 ± 8	21 ± 3
ПЉАЧКОВИЦА	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U	^{235}U	^{137}Cs	$^7\text{Be} *$	^{210}Pb
1	$< 0,8$	$< 0,5$	104 ± 8	< 3	$< 0,1$	$< 0,1$	124 ± 8	43 ± 6
2	< 1	$< 0,7$	320 ± 20	< 3	$< 0,2$	$0,20 \pm 0,08$	160 ± 10	24 ± 6
3	$3,7 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,5$	92 ± 7	< 2	$< 0,1$	$< 0,09$	300 ± 20	56 ± 7
РЕЉАН	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U	^{235}U	^{137}Cs	$^7\text{Be} *$	^{210}Pb
1	$< 0,4$	$1,0 \pm 0,3$	160 ± 10	< 1	$< 0,09$	$0,17 \pm 0,06$	180 ± 10	19 ± 3
2	$0,7 \pm 0,2$	$< 0,5$	$< 0,04$	< 2	$< 0,1$	$< 0,04$	210 ± 10	23 ± 5
3	$2,0 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,3$	170 ± 10	< 2	$< 0,1$	$< 0,05$	88 ± 6	19 ± 3

* Активност је приказана на дан узорковања

4.2. Резултати мерења укупне алфа и бета активности

У истим узорцима вода, које су анализирани спектрометријом гама емитера, урађено је и мерење укупне алфа и бета активности. Добијене вредности (табела 5) су у складу са важећом законском регулативом (2), односно укупна алфа активност је мања од 0.5 Bq/ L док је укупна бета активност мања од 1 Bq/L, на свим испитиваним локацијама. Вредности концентрације укупне алфа активности су у свим узорцима испод минималне детекционе концентрације.

Табела 5. Резултати мерења укупне алфа и бета активности у водама (Bq/L)

Мерно место	Активност (Bq/L)	
БРАТОСЕЛЦЕ	Алфа	Бета
Бунар у центру села	< 0,05	0,25 ± 0,05
Вода из дворишта	< 0,06	0,34 ± 0,07
РЕЉАН	Алфа	Бета
Вода узета из чесме код цамије	< 0,06	0,17 ± 0,05
Вода узета са јавне чесме поред школе	< 0,05	0,18 ± 0,04
БОРОВАЦ	Алфа	Бета
Вода из приватног домаћинства у дворишту	< 0,03	0,08 ± 0,02
Вода узета са јавне чесме поред пута	< 0,02	0,09 ± 0,02
ПЉАЧКОВИЦА	Алфа	Бета
Вода са чесме	< 0,02	0,09 ± 0,02
Вода са извора поред пута	< 0,02	0,12 ± 0,02

5. ЗАКЉУЧАК

Гамаспектрометријска испитивања вода за пиће, као и резултати мерења укупне алфа и бета активности из водовода и бунара на свим локалитетима, показују да ове воде задовољавају критеријуме о радиолошкој исправности на основу законских прописа (2) и могу се користити за пиће.

Специфичне активности ^{235}U и ^{238}U у узорцима земљишта кретале су се у истим интервалима као и ранијих година, осим у једном узорку земљишта на локацији Пљачковица где је детектована већа концентрација ^{238}U . У узорцима биљних култура и вода није детектовано присуство ^{235}U и ^{238}U .

Резултати гамаспектрометријских мерења у 2016. години, на свим локалитетима, показују вредности активности природних радионуклида на истом нивоу као и у другим регионима Србије (3-5). Активност ^{137}Cs , који потиче од акцидента у Чернобиљу, у свим узорцима биљних култура и земљишта је на истом нивоу као и у другим регионима Србије (3-5). У односу на претходне периоде испитивања, 2011., 2013., 2014. и 2015. годину, вредности специфичне активности детектованих радионуклида у 2016. години се не разликују значајно.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Правилник о утврђивању програма систематског испитивања радиоактивности у животној средини (Сл. Гл. РС 100/10 од 28.12.2010)
2. Правилник о границама садржаја радионуклида у води за пиће, животним намирницама, сточној храни, лековима, предметима опште употребе, грађевинском материјалу и другој роби која се ставља у промет (Сл. Гл. РС 86/11 од 18.11.2011)
3. I. Vukasinović, A. Djordjević, D. Todorović, M.B. Rajković, V. Pavlović, Distribution of natural radionuclides in rigosol type soil, Turkish journal of agriculture and forestry, 34, (2010), 539-546
4. G. Đurić, D. Popović, D. Todorović, M. Radenković. Contents of radionuclides in uncultivated soils of a mountainous region, Proceedings from the Second International Symposium and Exhibition of Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest 94, IX 1994, Budapest, Hungary, Government Institute, Inc. Rockville, MD. USA, 1994, P.753-754
5. Пантелић Г, Еремић-Савковић М, Вулетић В. Испитивање земљишта у оквиру програма мониторинга радиоактивности животне средине у Србији, Контаминација земљишта Србије радионуклидима и могућност њихове ремедијације, Монографија, уредник/едитор др Мирјана Стојановић, ИТНМС, Београд, 2006, 141-164.