

# **РАДИОАКТИВНОСТ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У БЕОГРАДУ У 2019. ГОДИНИ**

**Београд,  
март 2020. године**

Институт "Винча", Лабораторија за заштиту од зрачења и заштиту животне средине "Заштита" Лабораторија за радијациона мерења Мике Петровића Аласа 12-14 11001 Београд Тел: 011/630-84-37 Факс: 011-630-84-37	 ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ ISO/IEC 17025	Институт за медицину рада Србије "Др Драгомир Карајовић" Делиградска 29 11000 Београд Тел: 011/3400-958 Факс: 011/2643-675	 АКРЕДИТОВАНА ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ SRPS ISO/IEC 17025:2006
Број Извештаја: 1-188 Датум: 17.03.2020.		Заводни број: 03-1265 Датум: 17.03.2020.	

Република Србија, Град Београд, Градска управа града Београда  
 Секретаријат за заштиту животне средине  
 27. марта 43-45  
 11000 Београд

## Извештај о реализацији програма систематског испитивања нивоа радиоактивности у животној средини на територији Београда за 2019. годину

На основу :

Закона о радијационој и нуклеарној сигурности и безбедности ("Сл. гласник РС", бр. 95/18 и 10/19);  
 Правилника о утврђивању програма систематског испитивања радиоактивности у животној средини ("Сл. гласник РС", бр. 100/10);  
 Правилника о мониторингу радиоактивности ("Сл. гласник РС", бр. 97/11);  
 Правилника о границама излагања јонизујућим зрачењима и мерењима ради процене нивоа излагања јонизујућим зрачењима ("Сл. гласник РС", бр. 86/11 и 50/18);  
 Правилника 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. гласник РС", бр. 36/18).  
 Град Београд је донео Програм Систематског испитивања нивоа радиоактивности у животној средини на територији Београда у 2019. години и његову реализацију доделио је Институту за нуклеарне науке "Винча", Лабораторији за заштиту од зрачења и заштиту животне средине и Институту за медицину рада Србије "др Драгомир Карајовић", на основу уговора број V-01-4011-01 од 08.01.2018. године.

Овај извештај садржи приказ резултата свих мерења током 2019. године.

Технички руководиоца  
 Сектора за испитивање активности  
 радионуклида

др Марија Јанковић

Директор Лабораторије  
 "Заштита"

(М.П.)

др Славко Димовић

Технички руководиоца  
 Лабораторије за испитивање радиоактивности

др Сузана Богојевић

Директор  
 Института за медицину рада Србије  
 "Др Драгомир Карајовић"

(М.П.) Проф. др Александар Миловановић

## САРАДНИЦИ НА ОВИМ ПОСЛОВИМА:

- ***Сектор за испитивање активности радионуклида, Лабораторија за радијациона мерења, Лабораторије за заштиту од зрачења и заштиту животне средине, Института Винча***

1. др Милица Рајачић, дипл. физичар
2. др Јелена Николић, дипл. физичар
3. др Наташа Сарап, дипл. физикохемичар
4. др Марија Јанковић, дипл. физикохемичар
5. др Драгана Тодоровић, дипл. физичар
6. др Ивана Вуканац, дипл. физичар
7. др Војислав Станић, дипл. хемичар
8. Радица Грујић, хемијски техничар
9. Јелена Арсић, хемијски техничар
10. Горан Пауновић, технички сарадник
11. Саша Скробоња, технички сарадник
12. Контић Милош, технички сарадник
13. Владимир Ранђеловић, технички сарадник

- ***Одељење за радиоекологију Институт "др Драгомир Карајовић"***

1. др Сузана Богојевић, дипл. физикохемичар
2. др Ирена Танасковић, дипл. физикохемичар
3. мр Весна Арсић, дипл. физичар
4. Јована Илић, дипл. физикохемичар
5. др Горица Сбутега-Милошевић, спец. хигијене
6. Предраг Дракулић, лабораторијски техничар
7. Сузана Мирков, хемијски техничар
8. Мира Чабаркапа, хемијски техничар
9. Милена Станковић, хемијски лаборант
10. Кристина Поповић, хемијски техничар

## Садржај

<b>1. УВОД.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ПРОГРАМ УЗОРКОВАЊА.....</b>	<b>8</b>
Испитивање садржаја радионуклида у ваздуху .....	8
Испитивање садржаја радионуклида у чврстим и течним падавинама .....	8
Испитивање садржаја радионуклида у води за пиће .....	9
Испитивање садржаја радионуклида у површинској води и седименту .....	9
Испитивање садржаја радионуклида у земљишту.....	10
Испитивање садржаја радионуклида у животним намирницама и храни за животиње .....	10
Испитивање нивоа излагања јонизујућем зрачењу природног порекла .....	10
<b>3. МЕТОДЕ МЕРЕЊА И ОДРЕЂИВАЊА АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДА .....</b>	<b>11</b>
Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида.....	11
Одређивање укупне алфа и бета активности .....	11
Одређивање активности $^{90}\text{Sr}$ .....	11
Одређивање концентрације $^{222}\text{Rn}$ .....	11
Мерна несигурност.....	11
<b>4. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА.....</b>	<b>12</b>
Садржај радионуклида у ваздуху .....	12
Садржај радионуклида у падавинама .....	14
Садржај радионуклида у води за пиће.....	16
Садржај радионуклида у површинским водама и седименту .....	20
Садржај радионуклида у земљишту .....	26
Садржај радионуклида у животним намирницама и храни за животиње .....	32
Испитивање излагања јонизујућем зрачењу природног порекла у боравишним просторијама и радној средини.....	37
<b>5. КОМЕНТАР РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА .....</b>	<b>42</b>
<b>6. ЗАКЉУЧАК.....</b>	<b>43</b>

# 1. УВОД

Програм систематског испитивања радиоактивности у животној средини на територији града Београда у 2019. години обухвата:

- систематско испитивање радиоактивности у редовним условима у свим сегментима животне средине (ваздух, чврсте и течне падавине, површинске воде и седимент, земљиште, вода за пиће, животне намирнице и храна за животиње);
- повремена, односно циљана мерења радиоактивности на мерним местима која нису у мрежи мерних места систематског испитивања, по индикацијама или захтеву наручиоца;
- циљана мерења концентрације радона у затвореним просторима стамбених објеката, предшколских и школских установа по захтеву наручиоца;
- обраду и анализу података и извештавање о резултатима испитивања радиоактивности у животној средини (у писаној и електронској форми).

Испитивања у оквиру датог програма се односе на:

- Испитивање садржаја радионуклида у ваздуху;
- Испитивање садржаја радионуклида у чврстим и течним падавинама;
- Испитивање садржаја радионуклида у води за пиће;
- Испитивање садржаја радионуклида у површинским водама и седименту;
- Испитивање садржаја радионуклида у земљишту;
- Испитивање садржаја радионуклида у животним намирницама и храни за животиње;
- Испитивање нивоа излагања јонизујућем зрачењу природног порекла у боравишним просторијама и радној средини - мерење концентрације радона.

Преглед броја узорака, врста испитивања и динамика мерења у 2019. години приказани су у Табелама 1 и 2.

**Табела 1. План узорковања, врста испитивања и динамика мерења**

Врста узорка		Узорковање	Врста испитивања	Мерење
Ваздух	Дневно		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Четири пута месечно
			Испитивање садржаја Sr-90	Тромесечно
Чврсте и течне падавине	Дневно		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Месечно
			Испитивање садржаја Sr-90	
Вода за пиће	Дневно		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Месечно
			Одређивање укупне алфа и бета активности	
			Испитивање садржаја Sr-90	Тромесечно
Површинске воде	На 10 дана		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Месечно
			Одређивање укупне алфа и бета активности	Три пута месечно
Речни седимент	Тромесечно		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Тромесечно
			Испитивање садржаја Sr-90	
Земљиште: обрадиво (0-20cm) и необрадио (0- 5cm, 5-15cm)	Два пута годишње		Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	
			Испитивање садржаја Sr-90	
Животне намирнице	Млеко	Дневно	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Месечно
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Млечни производи	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Месо	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Житарице	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Поврће	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Воће	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Дечји оброк	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
Сточна храна	Свежа кабаста храна	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Сува кабаста храна	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње
			Испитивање садржаја Sr-90	
	Крмна смеша	Два пута годишње	Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида	Два пута годишње

**Табела 2. План узорковања и динамика мерења радона**

Врста објекта	Учесталост испитивања на годишњем нивоу	Број објеката
Стамбени објекат	Једном годишње у зимском периоду	20
Предшколска установа		10
Школа		20

Узорковања су извршена на следећим локацијама (слика 1):

- 1) Београд, Карађорђево парк - метеоролошка станица (ваздух, падавине, пијаћа вода);
- 2) Београд, Зелено брдо - метеоролошка станица (падавине, земљиште);
- 3) Београд, Савско пристаниште и Дунавски кеј (речна вода, седимент);
- 4) Београд, Јабучки рит и Дунавац (земљиште);
- 5) Обреновац (падавине, пијаћа вода, земљиште, људска и сточна храна);
- 6) Лазаревац (падавине, пијаћа вода, земљиште, људска и сточна храна);
- 7) Београд, градске пијаце (људска храна).

**Слика 1. План места узорковања**



## 2. ПРОГРАМ УЗОРКОВАЊА

### *Испитивање садржаја радионуклида у ваздуху*

Мерна станица за сакупљање узорака ваздуха (Слика 2) постављена је у Карађорђевој парку (N: 44° 47'; E: 20° 27', надморска висина 134 m).

Узорци ваздуха узимају се на висини од 1 m изнад тла, помоћу система за узорковање ваздуха, континуално у току 24 h, сваког дана. Проток ваздуха кроз филтер папир (Петрианов, FPP-15-1.5) кретао се у интервалу 500-550 m<sup>3</sup>/h. Недељни узорци аеросола анализирају се спектрометријом гама емитера. Збирни тромесечни узорак се добија састављањем недељних узорака, у којима се анализира садржај <sup>90</sup>Sr после радиохемијске сепарације, одређивањем укупне бета активности на пропорционалном бројачу.

Резултати испитивања узорака ваздуха изражавају се у Bq/m<sup>3</sup>.



*Слика 2. Систем за узимање узорака ваздуха*

### *Испитивање садржаја радионуклида у чврстим и течним падавинама*

Узорци чврстих и течних падавина сакупљају се помоћу узоркивача падавина површине 0,6 m<sup>2</sup>, на висини 1 m изнад тла, континуално током целог месеца, на локацијама: Карађорђевој парк (N: 44° 47'; E: 20° 27') (Слика 3), Зелено брдо (N: 44° 44'; E: 20° 31'), Лазаревац (N: 44° 23'; E: 20° 16') и Обреновац (N: 44° 39'; E: 20° 12').

Спектрометрија гама емитера и одређивање садржаја <sup>90</sup>Sr се раде на збирном месечном узорку, добијеном његовим упаравањем до сувог остатка и минерализацијом.

Резултати мерења изражавају се у Bq/m<sup>2</sup>.



**Слика 3. Узоркивач падавина на мерној станици Карађорђевог парка**

### ***Испитивање садржаја радионуклида у води за пиће***

Вода за пиће се сакупља свакодневним узорковањем 0,2-0,3 l воде из водоводне мреже у Београду, Обреновцу и Лазаревцу.

Прикупљени узорци се упаравају до сувог остатка, након чега се минерализују. Укупна алфа/бета активност и активност гама емитера се раде у композитном месечном узорку (сви дневни узорци), а одређивање садржаја  $^{90}\text{Sr}$  се врши у композитном тромесечном узорку.

Резултати мерења се изражавају у Bq/l.

### ***Испитивање садржаја радионуклида у површинској води и седименту***

Површинска вода река Саве (N: 44° 49'; E: 20° 26') и Дунава (N: 44° 50'; E: 20° 25'), узоркује се три пута месечно (на 10 дана). Узорци се упаравају до сувог остатка и минерализују. Укупне алфа и бета активности се одређују у појединачним десетодневним узорцима, док се спектрометријом гама емитера испитују композитни месечни узорци (сва три десетодневна узорка).

Резултати мерења се изражавају у Bq/l.

На истим локацијама на Сави и Дунаву, узима се по један узорак седимента на свака три месеца, у току једне године. Узорци се суше на 105°C до константне масе, просејавају кроз сито и узима се фракција мања од 250  $\mu\text{m}$ . Део узорка се у одговарајућој геометрији мерења одвоји за спектрометрију гама емитера и у њему се успоставља радиоактивна равнотежа. За одређивање активности  $^{90}\text{Sr}$ , узима се део од 300 g сувог и просејаног узорка који се минерализује на 500°C и даље подлеже радиохемијској аналитичкој процедури.

Резултати мерења се изражавају у Bq/kg.

## ***Испитивање садржаја радионуклида у земљишту***

Земљиште се узоркује два пута годишње, на пет локација: Зелено брдо (N: 44° 47'; E: 20° 31'), Обреновац (N: 44° 39'; E: 20° 12'), Лазаревац (N: 44° 23'; E: 20° 16'), Дунавац (N: 45° 03'; E: 20° 22') и Јабучки рит (N: 44° 55'; E: 20° 33'). Са сваке локације се узима по три узорка: један са обрадиве површине на дубини 0-20 cm и два са необрадиве површине на дубинама 0-5 cm и 5-15 cm.

Припрема узорака обухвата: сушење на 105°C, просејавање и одмеравање за сваки тип анализе. Део узорка, одвојен за испитивање садржаја  $^{90}\text{Sr}$  се у наставку припреме минерализује, док се део одвојен за гама спектрометрију, затапа и одлаже 40 дана ради успостављања радиоактивне равнотеже.

Резултати мерења изражавају се у Bq/kg.

## ***Испитивање садржаја радионуклида у животним намирницама и храни за животиње***

Садржај радионуклида у животним намирницама се испитује у узорцима млека, млечних производа, меса, житарица, поврћа, воћа и композитним мешаним узорцима дечије хране из друштвене исхране (из дечијих вртића). Испитивање садржаја биолошког значајног физионог радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  у сточној храни обухвата свежу кабасту храну, суву кабасту храну и крмне смеше за исхрану различитих врста и категорија животиња. Узорци животних намирница и сточне хране се узимају из примарне производње и садржај радионуклида се испитује према дозревању вегетације и узгоју (за месо).

Осим узорака млека, који се узимају свакодневно из откупне мреже млекара и анализирају као збирни месечни узорци, сви остали узорци животних намирница и сточне хране се узимају два пута у току године.

Уколико се изузму узорци крмних смеша, који се испитују само методом гамаспектрометрије, у свим осталим узорцима животних намирница и сточне хране се одређује и садржај  $^{90}\text{Sr}$ .

Резултати мерења изражавају се у Bq/kg, а одговарајућа ефективна годишња доза у mSv/год.

## ***Испитивање нивоа излагања јонизујућем зрачењу природног порекла***

Постављање канистера са угљеним филтером, извршено је на 50 локација које обухватају школске и предшколске установе као и стамбене објекте. Канистери се отварају и излажу у затвореним просторијама, на један метар од пода и зидова, у периоду од 3 дана. Три сата по затварању канистера успоставља се равнотежа између радона и његових потомака.

Резултати мерења изражавају се у Bq/m<sup>3</sup>.

### 3. МЕТОДЕ МЕРЕЊА И ОДРЕЂИВАЊА АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДА

#### *Гамаспектрометријско одређивање садржаја радионуклида*

Гамаспектрометријске анализе садржаја радионуклида урађене су на следећим детекторима:

- а) HPGe детектори релативне ефикасности 18%, 20 % и 50% фирме CANBERRA. Резолуција свих детектора је 1,8 keV на енергији 1332 keV. Калибрације детектора су урађене референтним радиоактивним материјалима, а анализа спектра је рађена помоћу софтверског пакета GENIE 2000.
- б) HPGe детектори релативне ефикасности 25 % и 40 % фирме ORTEC. Резолуција детектора на енергији 1332 keV износи 1,95 keV и 1,85 keV, респективно. Калибрација ефикасности детектора извршена је сертифицикованим референтним материјалима. За обраду спектра коришћен је софтвер GammaVision.

Време мерења узорака износило је 60000 s и 250000 s.

#### *Одређивање укупне алфа и бета активности*

За мерење укупне алфа и бета активности користе се гасни пропорционални бројачи:

- Thermo Eberline FHT 770 T, ефикасност бројача за бета и алфа зрачење је 35 % и 26 %, редом.
- PIC-WPC-9550 произвођача Protean Instrument Corporation, ефикасност бројача за бета и алфа зрачење износи 44 % и 31 %, респективно

Оба бројача користе гасну мешавину у односу од 10 % метана и 90 % аргона.

Мерења узорака је трајало 14400 s

#### *Одређивање активности $^{90}\text{Sr}$*

Радиохемијска аналитичка метода одређивања концентрације активности  $^{90}\text{Sr}$  заснива се на оксалатном издвајању Са и Sr, жарењу до оксида и коришћењу алуминијум хидроксида као носача за  $^{90}\text{Y}$ . Равнотежа између  $^{90}\text{Y}$  и  $^{90}\text{Sr}$  се успоставља за 18 дана, након чега се  $^{90}\text{Y}$  издваја на носачу алуминијум хидроксида, који се затим жари до оксида и мери на  $\alpha\beta$  - пропорционалном гасном бројачу.

#### *Одређивање концентрације $^{222}\text{Rn}$*

Специфична активност  $^{222}\text{Rn}$  који је адсорбован на активном угљу, одређује се индиректном методом - спектрометријом гама зрачења његових потомака ( $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$ ). За гамаспектрометријска мерења коришћен је NaI детектор, резолуције 8,5 % на енергији од 662 keV. Детектор је калибрисан референтним радиоактивним материјалом  $^{226}\text{Ra}$ .

#### *Мерна несигурност*

Мерна несигурност резултата мерења изражена је као проширена мерна несигурност за фактор  $k=1$  ( $1\sigma$ ), који за нормалну расподелу одговара нивоу поверења од 68%, односно за фактор  $k=2$  ( $2\sigma$ ), који за нормалну расподелу одговара нивоу поверења од 95%.

Мерна несигурност резултата свих анализа које је извршио Институт за медицину рада Србије "Др Драгомир Карајовић" изражена је са нивоом поверења од 68 % ( $1\sigma$ ), док су резултати анализа које је извршио Институт за нуклеарне науке "Винча" изражени на нивоу поверења од 95 % ( $2\sigma$ ).

## 4. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА

### Садржај радионуклида у ваздуху

У Табелама 3 и 4, приказани су резултати мерења радиоактивности ваздуха са мерном несигурношћу ( $1\sigma$ ) на локацији Карађорђевог парка током 2019. године. Активност космогеног радионуклида  $^7\text{Be}$  се односи на средину периода узорковања.

**Табела 3.1. Резултати мерења активности гама емитера у ваздуху, прва половина године**

Врста узорка:		ВАЗДУХ	
Локација:		БЕОГРАД	
Врста анализе:		Гама-спектрометрија	
Месец	Недеља у месецу	$^{137}\text{Cs}$ ( $\mu\text{Bq/m}^3$ )	$^7\text{Be}$ ( $\text{mBq/m}^3$ )
Јануар	I	$1,6 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$
	II	$1,6 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$
	III	$1,3 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$
	IV	$3,1 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,1$
Фебруар	I	$0,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
	II	$2,6 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$
	III	$1,9 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$
	IV	$2,6 \pm 0,4$	$4,5 \pm 0,3$
Март	I	$1,6 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,1$
	II	$< 0,7$	$6,5 \pm 0,4$
	III	$1,4 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,1$
	IV	$1,2 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,3$
Април	I	$3,4 \pm 0,12$	$6,9 \pm 0,1$
	II	$1,4 \pm 0,1$	$8,5 \pm 0,1$
	III	$1,2 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,2$
	IV	$2,0 \pm 0,2$	$10,6 \pm 0,6$
Мај	I	$0,9 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,1$
	II	$0,4 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,1$
	III	$0,6 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2$
	IV	$< 0,3$	$3,8 \pm 0,1$
Јун	I	$< 0,6$	$4,4 \pm 0,3$
	II	$< 0,7$	$8,0 \pm 0,4$
	III	$< 0,3$	$10,4 \pm 0,1$
	IV	$0,5 \pm 0,2$	$10,2 \pm 0,3$

**Табела 3.2. Резултати мерења активности гама емитера у ваздуху, друга половина године**

Врста узорка:		ВАЗДУХ	
Локација:		БЕОГРАД	
Врста анализе:		Гама-спектрометрија	
Месец	Недеља у месецу	$^{137}\text{Cs}$ ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )	$^{70}\text{Se}$ ( $\text{mBq}/\text{m}^3$ )
Јул	I	$0,6 \pm 0,2$	$8,4 \pm 0,2$
	II	$< 0,6$	$6,5 \pm 0,4$
	III	$< 0,8$	$10,3 \pm 0,6$
	IV	$< 0,8$	$5,1 \pm 0,1$
Август	I	$< 0,6$	$5,3 \pm 0,3$
	II	$< 0,4$	$7,2 \pm 0,2$
	III	$< 0,7$	$5,7 \pm 0,2$
	IV	$< 0,9$	$8,2 \pm 0,2$
Септембар	I	$< 0,9$	$4,5 \pm 0,1$
	II	$< 0,2$	$10,5 \pm 0,1$
	III	$< 0,8$	$7,8 \pm 0,2$
	IV	$< 0,3$	$5,9 \pm 0,2$
Октобар	I	$< 0,4$	$5,2 \pm 0,1$
	II	$< 0,7$	$6,0 \pm 0,2$
	III	$< 0,4$	$4,6 \pm 0,1$
	IV	$1,1 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,1$
Новембар	I	$< 0,4$	$3,0 \pm 0,1$
	II	$< 0,6$	$4,8 \pm 0,1$
	III	$< 0,4$	$3,5 \pm 0,1$
	IV	$< 0,7$	$1,6 \pm 0,1$
Децембар	I	$< 0,6$	$3,4 \pm 0,1$
	II	$2,9 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,1$
	III	$2,2 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,1$
	IV	$1,0 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,1$

**Табела 4. Резултати мерења активности  $^{90}\text{Sr}$  у ваздуху**

Врста узорка:	ВАЗДУХ
Период узорковања	Активност $^{90}\text{Sr}$ ( $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ )
Јануар - Март	$0,15 \pm 0,01$
Април - Јун	$3,50 \pm 0,07$
Јул - Септембар	$3,21 \pm 0,07$
Октобар - Децембар	$4,8 \pm 0,1$

## Садржај радионуклида у падавинама

Резултати мерења радиоактивности падавина са мерном несигурношћу ( $2\sigma$ ), на мерним станицама Карађорђев парк, Зелено брдо, Обреновац и Лазаревац током 2019. године, приказани су у Табели 5. Активност космогеног радионуклида  $^7\text{Be}$  се односи на средину периода узорковања (15. дан у месецу).

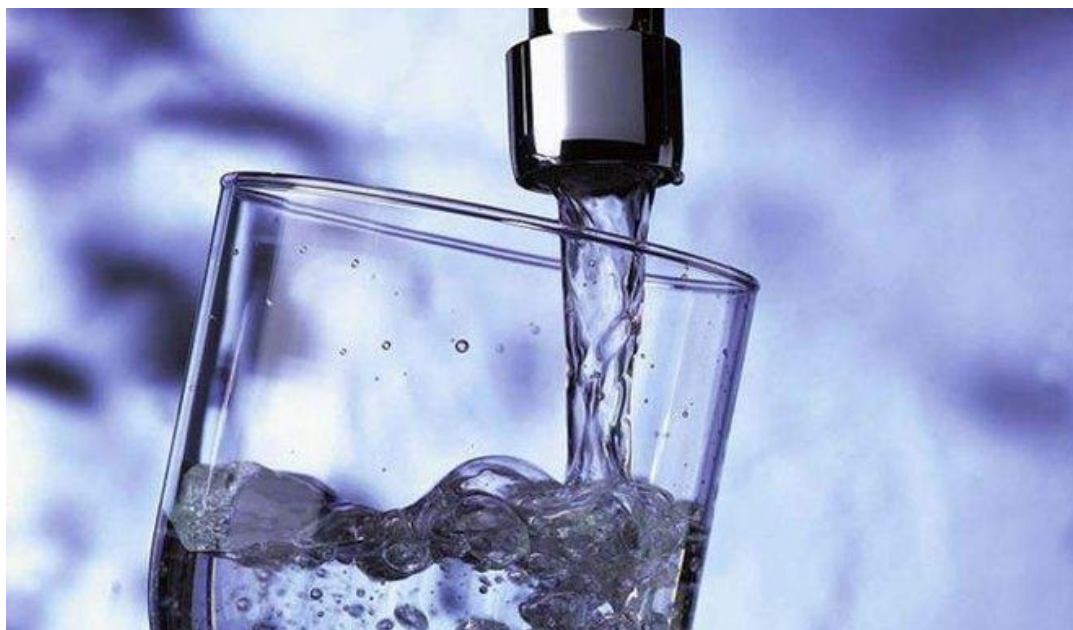
**Табела 5.1. Резултати мерења радиоактивности у падавинама на локацијама Карађорђев парк и Зелено брдо**

Врста узорка:		ПАДАВИНЕ			
		Активност испитаних радионуклида ( $\text{Bq/m}^2$ )			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			$^{90}\text{Sr}$
Локација	Месец	$^7\text{Be}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{90}\text{Sr}$
КАРАЂОРЂЕВ ПАРК	Јануар	$15 \pm 1$	$0,04 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,2$	$< 0,450$
	Фебруар	$15 \pm 1$	$< 0,04$	$< 1$	$< 0,302$
	Март	$3,2 \pm 0,5$	$< 0,03$	$< 0,6$	$0,257 \pm 0,082$
	Април	$7,2 \pm 0,8$	$< 0,04$	$< 1$	$< 0,088$
	Мај	$25 \pm 2$	$< 0,05$	$< 1$	$< 0,093$
	Јун	$25 \pm 2$	$0,06 \pm 0,02$	$< 1$	$< 0,084$
	Јул	$15 \pm 1$	$< 0,01$	$2,0 \pm 0,3$	$< 0,26$
	Август	$7,1 \pm 0,7$	$< 0,01$	$< 2$	$< 0,13$
	Септембар	$6,3 \pm 0,6$	$< 0,01$	$< 0,7$	$< 0,20$
	Октобар	$2,5 \pm 0,4$	$< 0,03$	$< 1$	$< 0,18$
	Новембар	$9,9 \pm 0,9$	$< 0,03$	$1,9 \pm 0,4$	$< 0,20$
	Децембар	$42 \pm 3$	$< 0,04$	$2,0 \pm 0,5$	$0,16 \pm 0,04$
ЗЕЛЕНО БРДО	Јануар	$20 \pm 2$	$0,05 \pm 0,02$	$1,2 \pm 0,4$	$< 0,146$
	Фебруар	$8,8 \pm 0,9$	$0,06 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,2$	$< 0,286$
	Март	$7,5 \pm 0,8$	$< 0,04$	$1,2 \pm 0,4$	$< 0,119$
	Април	$26 \pm 2$	$< 0,04$	$1,6 \pm 0,5$	$< 0,207$
	Мај	$26 \pm 2$	$< 0,05$	$1,9 \pm 0,4$	$< 0,108$
	Јун	$15 \pm 1$	$< 0,03$	$< 1$	$< 0,102$
	Јул	$23 \pm 2$	$< 0,01$	$1,6 \pm 0,3$	$< 0,18$
	Август	$6 \pm 1$	$< 0,05$	$1,6 \pm 0,6$	$< 0,20$
	Септембар	$< 0,1$	$< 0,01$	$< 0,7$	$< 0,12$
	Октобар	$3,3 \pm 0,5$	$< 0,03$	$< 0,9$	$< 0,16$
	Новембар	$4,8 \pm 0,6$	$< 0,03$	$1,8 \pm 0,4$	$< 0,19$
	Децембар	$4,0 \pm 0,4$	$< 0,01$	$< 0,8$	$0,23 \pm 0,04$

**Табела 5.2. Резултати мерења радиоактивности у падавинама на локацијама  
Обреновац и Лазаревац**

Врста узорка:		ПАДАВИНЕ			
		Активност испитаних радионуклида (Bq/m <sup>2</sup> )			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Локација	Месец	<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>90</sup> Sr
ОБРЕНОВАЦ	Јануар	29 ± 2	0,08 ± 0,03	0,9 ± 0,3	< 0,315
	Фебруар	14 ± 1	< 0,03	0,8 ± 0,3	< 0,238
	Март	5,7 ± 0,6	0,07 ± 0,02	< 0,6	< 0,297
	Април	18 ± 2	< 0,04	< 2	< 0,109
	Мај	47 ± 3	< 0,01	1,9 ± 0,3	< 0,092
	Јун	29 ± 2	< 0,03	1,5 ± 0,4	< 0,106
	Јул	32 ± 3	< 0,08	< 2	< 0,24
	Август	1,4 ± 0,3	< 0,03	< 1	< 0,38
	Септембар	< 0,08	< 0,01	< 0,7	< 0,21
	Октобар	3,7 ± 0,5	< 0,03	< 1	< 0,20
	Новембар	23 ± 2	< 0,03	1,9 ± 0,4	< 0,76
	Децембар	25 ± 2	< 0,03	< 1	0,18 ± 0,05
ЛАЗАРЕВАЦ	Јануар	46 ± 3	0,04 ± 0,01	1,2 ± 0,2	< 0,414
	Фебруар	3,9 ± 0,5	< 0,03	0,9 ± 0,3	< 0,213
	Март	26 ± 2	< 0,04	1,6 ± 0,5	< 0,147
	Април	5,7 ± 0,5	< 0,02	< 0,7	< 0,107
	Мај	9,9 ± 0,8	< 0,01	< 0,8	< 0,100
	Јун	16 ± 1	< 0,03	< 1	< 0,118
	Јул	20 ± 2	< 0,03	2,1 ± 0,7	< 0,27
	Август	4,0 ± 0,5	< 0,03	5,3 ± 0,5	< 0,20
	Септембар	3,8 ± 0,4	< 0,01	1,0 ± 0,2	< 0,27
	Октобар	1,6 ± 0,3	< 0,03	< 1	< 0,16
	Новембар	12 ± 1	< 0,03	2,3 ± 0,4	< 0,38
	Децембар	3,8 ± 0,6	< 0,03	< 1	< 0,14

## *Садржај радионуклида у води за пиће*



Резултати испитивања радиоактивности воде за пиће су приказани у Табелама 6 и 7 са мерном несигурношћу ( $2\sigma$ ).

Табела 6.1. Резултати мерења радиоактивности у води за пиће у Београду

Врста узорка:		ВОДА ЗА ПИЋЕ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/L)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна α/β	
Локација	Месец	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	Укупна α	Укупна β
БЕОГРАД	Јануар	0,028 ± 0,004	< 0,008	0,06 ± 0,02	< 0,05	< 0,002	< 0,002	0,053 ± 0,014	0,104 ± 0,023
	Фебруар	< 0,02	< 0,007	0,07 ± 0,02	< 0,04	< 0,002	< 0,001	< 0,027	< 0,071
	Март	0,08 ± 0,01	< 0,008	0,08 ± 0,02	< 0,05	< 0,002	< 0,001	< 0,031	< 0,069
	Април	0,023 ± 0,005	< 0,006	0,09 ± 0,02	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,038	< 0,085
	Мај	0,040 ± 0,006	< 0,007	0,07 ± 0,02	< 0,06	< 0,002	< 0,002	< 0,036	< 0,064
	Јун	< 0,009	< 0,005	< 0,04	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,028	< 0,055
	Јул	0,009 ± 0,001	< 0,003	0,16 ± 0,02	< 0,02	< 0,001	< 0,003	< 0,028	< 0,073
	Август	0,008 ± 0,001	< 0,003	0,09 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,043	< 0,063
	Септембар	0,044 ± 0,003	< 0,006	0,07 ± 0,01	< 0,05	< 0,002	< 0,001	< 0,040	< 0,060
	Октобар	0,033 ± 0,003	< 0,005	0,11 ± 0,02	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,086	< 0,098
	Новембар	0,050 ± 0,005	< 0,005	0,09 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,054	0,102 ± 0,023
	Децембар	< 0,01	< 0,006	< 0,04	< 0,04	< 0,002	< 0,001	< 0,053	< 0,076

**Табела 6.2. Резултати мерења радиоактивности у води за пиће у Обреновицу**

Врста узорка:		ВОДА ЗА ПИЋЕ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/L)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна α/β	
Локација	Месец	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	Укупна α	Укупна β
ОБРЕНОВАЦ	Јануар	0,063 ± 0,007	< 0,008	0,05 ± 0,01	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,041	< 0,082
	Фебруар	< 0,007	< 0,007	< 0,05	< 0,04	< 0,002	< 0,001	< 0,024	< 0,071
	Март	0,024 ± 0,004	< 0,008	< 0,06	< 0,05	< 0,003	< 0,002	< 0,035	0,141 ± 0,017
	Април	0,039 ± 0,005	< 0,005	0,05 ± 0,01	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,046	< 0,060
	Мај	0,009 ± 0,001	< 0,003	0,040 ± 0,008	< 0,02	< 0,001	< 0,0005	< 0,028	< 0,048
	Јун	< 0,009	< 0,005	< 0,04	< 0,05	< 0,002	< 0,0005	< 0,040	< 0,087
	Јул	< 0,01	< 0,004	0,068 ± 0,009	< 0,02	< 0,001	< 0,0005	< 0,040	< 0,067
	Август	< 0,02	< 0,006	0,03 ± 0,01	< 0,03	< 0,002	< 0,0007	< 0,076	< 0,098
	Септембар	< 0,03	< 0,008	< 0,05	< 0,07	< 0,003	< 0,002	< 0,052	< 0,064
	Октобар	0,050 ± 0,005	< 0,005	0,09 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,088	< 0,130
	Новембар	0,035 ± 0,003	< 0,005	0,06 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,070	< 0,081
	Децембар	< 0,04	< 0,02	< 0,09	< 0,1	< 0,005	< 0,003	< 0,072	< 0,093

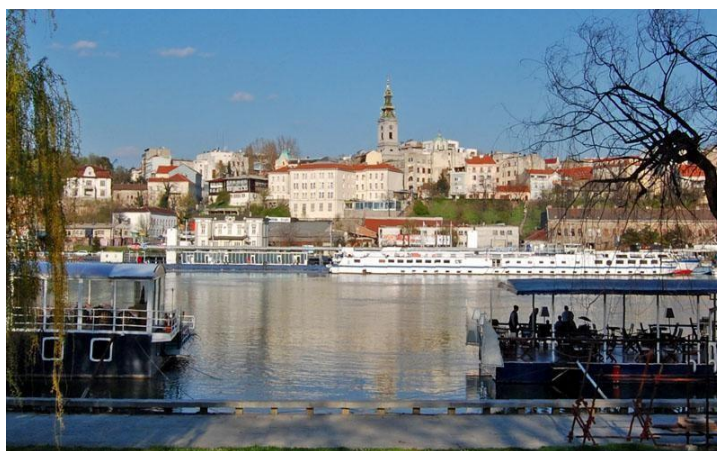
**Табела 6.3. Резултати мерења радиоактивности у води за пиће у Лазаревцу**

Врста узорка:		ВОДА ЗА ПИЋЕ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/L)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна α/β	
Локација	Месец	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	Укупна α	Укупна β
ЛАЗАРЕВАЦ	Јануар	0,041 ± 0,004	0,015 ± 0,003	0,07 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,0005	< 0,055	0,174 ± 0,028
	Фебруар	< 0,005	0,006 ± 0,002	0,06 ± 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,0004	< 0,031	0,128 ± 0,019
	Март	0,045 ± 0,005	< 0,005	0,07 ± 0,01	< 0,02	< 0,002	< 0,0006	< 0,047	< 0,103
	Април	0,030 ± 0,004	0,013 ± 0,004	0,06 ± 0,02	< 0,08	< 0,002	< 0,002	< 0,061	0,119 ± 0,025
	Мај	0,038 ± 0,005	< 0,006	< 0,04	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,037	< 0,059
	Јун	< 0,009	< 0,005	0,06 ± 0,01	< 0,05	< 0,002	< 0,002	< 0,061	< 0,086
	Јул	0,018 ± 0,002	< 0,003	0,06 ± 0,01	< 0,02	< 0,001	< 0,004	< 0,059	< 0,092
	Август	0,038 ± 0,002	< 0,003	0,068 ± 0,008	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,051	< 0,086
	Септембар	0,075 ± 0,005	< 0,006	0,13 ± 0,02	< 0,05	< 0,003	< 0,001	0,036 ± 0,005	0,137 ± 0,008
	Октобар	0,051 ± 0,004	< 0,005	< 0,03	< 0,02	< 0,001	< 0,0004	< 0,086	< 0,108
	Новембар	0,10 ± 0,01	< 0,01	0,19 ± 0,03	< 0,05	< 0,004	< 0,001	< 0,089	< 0,116
	Децембар	0,059 ± 0,007	< 0,01	0,20 ± 0,03	< 0,05	< 0,003	< 0,001	< 0,055	< 0,082

**Табела 7. Резултати мерења активности  $^{90}\text{Sr}$  у води за пиће**

Врста узорка:	ВОДА ЗА ПИЋЕ		
Локација:	БЕОГРАД	ОБРЕНОВАЦ	ЛАЗАРЕВАЦ
Период узорковања	Активност $^{90}\text{Sr}$ (mBq/L)		
Јануар - Март	< 2,8	< 2	< 3
Април - Јун	< 0,9	< 1,3	< 1,8
Јул - Септембар	< 1,4	< 1,8	< 1,6
Октобар - Децембар	< 1,6	$3,1 \pm 0,8$	$6,4 \pm 1,4$

### **Садржај радионуклида у површинским водама и седименту**



Резултати мерења радиоактивности у површинским водама приказани су у Табелама 8 и 9, док су резултати мерења радиоактивности у седименту приказани у Табели 10. Мерна несигурност приказаних резултата је  $1\sigma$ .

**Табела 8.1. Резултати мерења радиоактивности у површинској води реке Дунав, прва половина године**

Врста узорка:		ПОВРШИНСКА ВОДА							
Река:		ДУНАВ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/l)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна $\alpha/\beta$	
Месец	Декада	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{137}\text{Cs}$	Укупна $\alpha$	Укупна $\beta$
Јануар	I	< 0,003	< 0,007	$0,024 \pm 0,003$	< 0,06	< 0,002	< 0,003	< 0,02	$0,039 \pm 0,009$
	II							< 0,02	< 0,02
	III							< 0,02	< 0,02
Фебруар	I	< 0,005	< 0,004	$0,063 \pm 0,007$	< 0,05	< 0,002	< 0,001	< 0,02	$0,028 \pm 0,007$
	II							< 0,02	$0,035 \pm 0,008$
	III							< 0,02	$0,045 \pm 0,009$
Март	I	< 0,003	< 0,004	$0,064 \pm 0,018$	< 0,04	< 0,003	< 0,001	< 0,02	$0,027 \pm 0,007$
	II							< 0,02	$0,039 \pm 0,008$
	III							< 0,02	$0,034 \pm 0,008$
Април	I	< 0,004	< 0,007	$0,045 \pm 0,004$	< 0,08	< 0,002	< 0,001	< 0,02	$0,043 \pm 0,008$
	II							< 0,02	$0,054 \pm 0,009$
	III							< 0,02	$0,047 \pm 0,009$
Мај	I	< 0,005	< 0,009	$0,101 \pm 0,009$	< 0,04	< 0,001	< 0,002	< 0,02	$0,066 \pm 0,009$
	II							< 0,02	$0,060 \pm 0,010$
	III							< 0,01	$0,034 \pm 0,007$
Јун	I	< 0,028	< 0,007	$0,141 \pm 0,009$	< 0,06	< 0,003	< 0,001	< 0,02	$0,057 \pm 0,010$
	II							< 0,02	$0,161 \pm 0,017$
	III							< 0,02	$0,049 \pm 0,009$

**Табела 8.2. Резултати мерења радиоактивности у површинској води реке Дунав, друга половина године**

Врста узорка:		ПОВРШИНСКА ВОДА							
Река:		ДУНАВ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/l)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна $\alpha/\beta$	
Месец	Декада	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{137}\text{Cs}$	Укупна $\alpha$	Укупна $\beta$
Јул	I	< 0,005	< 0,011	$0,097 \pm 0,006$	< 0,06	< 0,002	< 0,002	< 0,02	$0,046 \pm 0,010$
	II							< 0,02	$0,063 \pm 0,010$
	III							< 0,02	$0,044 \pm 0,008$
Август	I	< 0,005	< 0,015	$0,515 \pm 0,029$	< 0,01	< 0,003	< 0,001	< 0,02	$0,046 \pm 0,008$
	II							< 0,01	$0,038 \pm 0,007$
	III							< 0,02	$0,069 \pm 0,011$
Септембар	I	< 0,004	< 0,006	$0,060 \pm 0,006$	< 0,10	< 0,001	< 0,002	< 0,02	< 0,02
	II							< 0,02	$0,062 \pm 0,009$
	III							< 0,02	$0,035 \pm 0,008$
Октобар	I	< 0,010	< 0,005	< 0,030	< 0,10	< 0,010	< 0,002	< 0,02	$0,033 \pm 0,009$
	II							< 0,02	$0,031 \pm 0,009$
	III							< 0,02	< 0,03
Новембар	I	< 0,003	< 0,005	$0,059 \pm 0,021$	< 0,05	< 0,001	< 0,002	< 0,02	$0,042 \pm 0,008$
	II							< 0,02	$0,078 \pm 0,012$
	III							< 0,02	$0,025 \pm 0,007$
Децембар	I	< 0,002	< 0,004	$0,083 \pm 0,016$	< 0,03	< 0,001	< 0,001	< 0,02	$0,054 \pm 0,010$
	II							< 0,02	$0,071 \pm 0,010$
	III							< 0,01	< 0,02

**Табела 9.1. Резултати мерења радиоактивности у површинској води реке Саве, прва половина године**

Врста узорка:		ПОВРШИНСКА ВОДА							
Река:		САВА							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/l)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна $\alpha/\beta$	
Месец	Декада	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{137}\text{Cs}$	Укупна $\alpha$	Укупна $\beta$
Јануар	I	< 0,010	< 0,012	< 0,04	< 0,07	< 0,002	< 0,001	< 0,02	$0,029 \pm 0,009$
	II							< 0,02	< 0,02
	III							< 0,02	< 0,02
Фебруар	I	< 0,005	< 0,012	$0,179 \pm 0,014$	< 0,04	< 0,002	< 0,002	< 0,02	$0,048 \pm 0,008$
	II							< 0,02	$0,035 \pm 0,008$
	III							< 0,02	$0,045 \pm 0,009$
Март	I	< 0,010	< 0,007	$0,095 \pm 0,025$	< 0,07	< 0,002	< 0,002	< 0,02	< 0,02
	II							< 0,02	< 0,02
	III							< 0,02	$0,022 \pm 0,006$
Април	I	< 0,005	< 0,010	$0,092 \pm 0,008$	< 0,04	< 0,003	< 0,003	< 0,01	$0,060 \pm 0,010$
	II							< 0,02	$0,031 \pm 0,007$
	III							< 0,02	$0,064 \pm 0,010$
Мај	I	< 0,004	< 0,008	$0,107 \pm 0,009$	< 0,04	< 0,014	< 0,002	< 0,01	$0,056 \pm 0,008$
	II							< 0,02	$0,058 \pm 0,010$
	III							< 0,01	$0,30 \pm 0,007$
Јун	I	< 0,002	< 0,005	$0,109 \pm 0,009$	< 0,11	< 0,001	< 0,003	< 0,02	< 0,02
	II							< 0,02	$0,065 \pm 0,010$
	III							< 0,02	$0,049 \pm 0,009$

**Табела 9.2. Резултати мерења радиоактивности у површинској води реке Саве, друга половина године**

Врста узорка:		ПОВРШИНСКА ВОДА							
Река:		САВА							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/l)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						Укупна α/β	
Месец	Декада	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	Укупна α	Укупна β
Јул	I	< 0,005	< 0,008	0,064 ± 0,007	< 0,09	< 0,001	< 0,002	< 0,02	0,330 ± 0,008
	II							< 0,02	0,063 ± 0,010
	III							< 0,02	0,036 ± 0,009
Август	I	0,014 ± 0,002	< 0,008	0,058 ± 0,006	< 0,04	< 0,002	< 0,002	< 0,02	0,072 ± 0,010
	II							< 0,01	0,043 ± 0,009
	III							< 0,02	0,016 ± 0,007
Септембар	I	< 0,010	< 0,009	0,081 ± 0,008	< 0,07	< 0,015	< 0,001	< 0,02	0,036 ± 0,009
	II							< 0,04	0,071 ± 0,017
	III							< 0,02	< 0,02
Октобар	I	< 0,010	< 0,008	0,034 ± 0,004	< 0,04	< 0,003	< 0,002	< 0,03	0,046 ± 0,012
	II							< 0,02	0,031 ± 0,010
	III							< 0,02	< 0,02
Новембар	I	< 0,028	< 0,007	0,099 ± 0,029	< 0,06	< 0,002	< 0,001	< 0,02	0,052 ± 0,009
	II							< 0,02	0,083 ± 0,012
	III							< 0,02	0,028 ± 0,007
Децембар	I	< 0,021	< 0,004	0,053 ± 0,022	< 0,09	< 0,001	< 0,002	< 0,02	0,046 ± 0,009
	II							< 0,02	0,090 ± 0,011
	III							< 0,01	< 0,02

**Табела 10. Активност радионуклида у речним седиментима**

Врста узорка:		РЕЧНИ СЕДИМЕНТ							
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)							
Врста анализе:		Гама-спектрометрија							<sup>90</sup> Sr
Река	Квартал	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
ДУНАВ	I	39,4 ± 1,3	40,3 ± 2,2	531 ± 13	40,0 ± 6,7	< 1,0	18,1 ± 0,7	< 7,6	< 0,05
	II	27,4 ± 1,1	31,5 ± 1,9	398 ± 12	49,2 ± 5,8	2,8 ± 0,4	5,9 ± 0,4	< 3,5	0,43 ± 0,05
	III	25,8 ± 0,7	51,4 ± 2,3	508 ± 9	28,2 ± 3,4	1,7 ± 0,1	9,2 ± 0,2	41,0 ± 3,1	0,13 ± 0,04
	IV	28,0 ± 1,1	40,7 ± 2,0	472 ± 13	55 ± 9	1,5 ± 0,2	8,1 ± 0,4	< 5,7	0,23 ± 0,04
САВА	I	21,6 ± 3,1	24,4 ± 3,5	375 ± 12	< 11,3	< 1,4	7,1 ± 0,9	< 7,6	0,27 ± 0,04
	II	27,3 ± 1,2	37,6 ± 2,4	402 ± 13	40,2 ± 12,1	1,8 ± 0,6	10,4 ± 0,5	< 4,2	0,19 ± 0,03
	III	25,4 ± 0,7	37,3 ± 1,4	486 ± 8	42 ± 11	1,6 ± 0,2	9,4 ± 0,2	35,5 ± 2,1	0,12 ± 0,04
	IV	29,7 ± 1,3	36,1 ± 1,9	529 ± 15	39,4 ± 5,5	2,4 ± 0,4	14,3 ± 0,6	36,4 ± 9,0	0,30 ± 0,05

## *Садржај радионуклида у земљишту*



У Табели 11 су приказани резултати мерења радиоактивности земљишта на локацијама Зелено брдо, Јабучки рит, Дунавац, Обреновац и Лазаревац, са мерном несигурношћу од 2 $\sigma$ . Узорковано је обрадиво земљиште са једне и необрадиво земљиште са две дубине, два пута у току 2019. године.

**Табела 11.1 Резултати мерења радиоактивности земљишта узоркованих на локацији Зелено брдо**

Врста узорка:		ЗЕМЉИШТЕ						
Локација:		ЗЕЛЕНО БРДО						
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)						
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						<sup>90</sup> Sr
Период	Тип земљишта	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	необрадиво (0-5) cm	43 ± 3	55 ± 4	550 ± 40	40 ± 10	2,5 ± 0,2	14 ± 1	< 0,53
	необрадиво (5-15) cm	43 ± 3	56 ± 4	540 ± 30	50 ± 10	2,4 ± 0,2	22 ± 1	< 0,32
	обрадиво (0-20) cm	42 ± 3	52 ± 4	530 ± 30	50 ± 10	2,4 ± 0,2	22 ± 1	< 0,50
Јул - Децембар	необрадиво (0-5) cm	35 ± 2	45 ± 4	480 ± 30	29 ± 9	1,5 ± 0,2	36 ± 2	< 0,41
	необрадиво (5-15) cm	37 ± 2	48 ± 4	470 ± 30	37 ± 9	2,3 ± 0,2	16 ± 1	< 0,69
	обрадиво (0-20) cm	39 ± 2	40 ± 3	440 ± 30	42 ± 9	1,5 ± 0,2	38 ± 2	< 0,86

**Табела 11.2 Резултати мерења радиоактивности земљишта узоркованих на локацији Јабучки рит**

Врста узорка:		ЗЕМЉИШТЕ						
Локација:		ЈАБУЧКИ РИТ						
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)						
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						<sup>90</sup> Sr
Период	Тип земљишта	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	необрадиво (0-5) cm	31 ± 1	45 ± 3	580 ± 40	37 ± 8	2,6 ± 0,2	4,2 ± 0,4	< 0,36
	необрадиво (5-15) cm	35 ± 2	47 ± 3	590 ± 40	34 ± 8	1,9 ± 0,2	4,6 ± 0,4	< 0,48
	обрадиво (0-20) cm	34 ± 2	48 ± 3	610 ± 40	34 ± 8	1,9 ± 0,2	4,2 ± 0,4	< 0,44
Јул - Децембар	необрадиво (0-5) cm	29 ± 2	35 ± 3	520 ± 30	30 ± 10	1,7 ± 0,2	4,5 ± 0,4	1,22 ± 0,19
	необрадиво (5-15) cm	27 ± 2	33 ± 3	520 ± 30	25 ± 9	1,6 ± 0,2	4,0 ± 0,4	1,17 ± 0,19
	обрадиво (0-20) cm	28 ± 2	35 ± 3	510 ± 30	29 ± 8	2,0 ± 0,2	4,6 ± 0,4	1,47 ± 0,23

**Табела 11.3 Резултати мерења радиоактивности земљишта узоркованих на локацији Дунавац**

Врста узорка:		ЗЕМЉИШТЕ						
Локација:		ДУНАВАЦ						
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)						
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						<sup>90</sup> Sr
Период	Тип земљишта	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	необрадиво (0-5) cm	35 ± 2	49 ± 3	610 ± 40	37 ± 9	2,4 ± 0,2	4,0 ± 0,4	< 0,34
	необрадиво (5-15) cm	34 ± 2	47 ± 3	600 ± 40	51 ± 9	2,5 ± 0,2	4,2 ± 0,4	< 0,33
	обрадиво (0-20) cm	35 ± 1	47 ± 3	580 ± 40	49 ± 6	2,3 ± 0,2	4,2 ± 0,3	< 0,35
Јул - Децембар	необрадиво (0-5) cm	36 ± 2	33 ± 3	490 ± 30	14 ± 5	0,82 ± 0,08	6,1 ± 0,5	1,05 ± 0,23
	необрадиво (5-15) cm	25 ± 2	34 ± 3	510 ± 30	36 ± 1	1,7 ± 0,3	6,6 ± 0,7	1,19 ± 0,22
	обрадиво (0-20) cm	22 ± 1	35 ± 3	520 ± 30	30 ± 8	2,0 ± 0,2	7,2 ± 0,6	1,23 ± 0,40

**Табела 11.4 Резултати мерења радиоактивности земљишта узоркованих на локацији Обреновац**

Врста узорка:		ЗЕМЉИШТЕ						
Локација:		ОБРЕНОВАЦ						
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)						
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						<sup>90</sup> Sr
Период	Тип земљишта	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	необрадиво (0-5) cm	40 ± 2	46 ± 3	650 ± 40	32 ± 7	1,6 ± 0,2	19 ± 1	0,39 ± 0,14
	необрадиво (5-15) cm	29 ± 1	31 ± 2	450 ± 30	20 ± 7	1,5 ± 0,1	47 ± 3	< 0,68
	обрадиво (0-20) cm	35 ± 2	43 ± 3	650 ± 40	34 ± 8	2,3 ± 8	17 ± 1	< 0,40
Јул - Децембар	необрадиво (0-5) cm	34 ± 2	40 ± 3	600 ± 40	33 ± 8	1,5 ± 0,2	14 ± 1	< 0,61
	необрадиво (5-15) cm	27 ± 2	36 ± 3	560 ± 40	36 ± 8	1,2 ± 0,2	36 ± 2	< 0,55
	обрадиво (0-20) cm	37 ± 3	43 ± 4	650 ± 40	22 ± 12	1,3 ± 0,2	39 ± 3	1,27 ± 0,21

**Табела 11.5 Резултати мерења радиоактивности земљишта узоркованих на локацији Лазаревац**

Врста узорка:		ЗЕМЉИШТЕ						
Локација:		ЛАЗАРЕВАЦ						
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)						
Врста анализе:		Гама-спектрометрија						<sup>90</sup> Sr
Период	Тип земљишта	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	необрадиво (0-5) cm	52 ± 4	51 ± 4	422 ± 27	32 ± 14	1,3 ± 0,1	50,7 ± 3,2	< 0,52
	необрадиво (5-15) cm	31 ± 3	38 ± 3	400 ± 25	29 ± 11	1,6 ± 0,2	25,0 ± 1,6	< 0,37
	обрадиво (0-20) cm	48 ± 4	63 ± 5	413 ± 26	65 ± 14	3,8 ± 0,3	22,1 ± 1,5	< 0,48
Јул - Децембар	необрадиво (0-5) cm	42 ± 2	52 ± 5	340 ± 20	37 ± 14	1,9 ± 0,2	53 ± 4	< 0,92
	необрадиво (5-15) cm	48 ± 2	51 ± 4	380 ± 20	50 ± 11	2,4 ± 0,2	55 ± 4	< 0,41
	обрадиво (0-20) cm	54 ± 3	56 ± 5	410 ± 30	50 ± 16	1,8 ± 0,2	23 ± 2	< 0,79

## Садржај радионуклида у животним намирницама и храни за животиње



У Табелама 12 и 13, приказани су, са мерном несигурношћу  $1\sigma$ , резултати испитивања концентрације активности радионуклида у млеку и људској храни, док је садржај радионуклида у сточној храни, са мерном несигурношћу  $1\sigma$ , приказан у Табели 14.

**Табела 12. Резултати мерења радиоактивности млека**

Врста узорка:	МЛЕКО			
Локација:	БЕОГРАД			
	Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)			
Врста анализе:	Гама-спектрометрија			$^{90}\text{Sr}$
Месец	$^{40}\text{K}$	$^{137}\text{Cs}$	$^7\text{Be}$	$^{90}\text{Sr}$
Јануар	$32,2 \pm 1,2$	$< 0,01$	$< 0,11$	$0,231 \pm 0,008$
Фебруар	$29,3 \pm 1,1$	$< 0,01$	$< 0,04$	$0,056 \pm 0,004$
Март	$29,3 \pm 1,0$	$< 0,02$	$< 0,08$	$0,657 \pm 0,016$
Април	$33,5 \pm 1,3$	$< 0,01$	$< 0,10$	$0,028 \pm 0,003$
Мај	$30,6 \pm 1,1$	$< 0,02$	$< 0,07$	$0,027 \pm 0,004$
Јун	$36,2 \pm 1,3$	$< 0,02$	$< 0,07$	$0,059 \pm 0,004$
Јул	$22,2 \pm 1,1$	$< 0,01$	$< 0,07$	$0,130 \pm 0,008$
Август	$31,5 \pm 1,2$	$< 0,01$	$< 0,11$	$0,038 \pm 0,004$
Септембар	$35,5 \pm 1,3$	$< 0,01$	$< 0,06$	$0,029 \pm 0,003$
Октобар	$28,2 \pm 1,1$	$< 0,01$	$< 0,08$	$0,022 \pm 0,003$
Новембар	$26,9 \pm 0,9$	$< 0,06$	$< 0,12$	$0,217 \pm 0,009$
Децембар	$38,2 \pm 1,3$	$< 0,01$	$< 0,05$	$0,030 \pm 0,003$

**Табела 13.1 Резултати мерења радиоактивности људске хране узорковане у Београду**

Врста узорка:		ЉУДСКА ХРАНА			
Локација:		БЕОГРАД			
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Период	Врста хране	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	Дечији оброк 1	38,0 ± 2,1	< 0,03	< 0,36	0,049 ± 0,008
	Дечији оброк 2	21,4 ± 1,3	< 0,03	< 0,65	0,074 ± 0,008
	Сир	42,6 ± 2,6	< 0,04	< 0,55	0,181 ± 0,014
	Јунеће месо	78,0 ± 3,0	< 0,03	< 0,46	0,011 ± 0,004
	Хлеб	20,3 ± 0,8	< 0,01	< 0,22	0,042 ± 0,008
	Лук	22,5 ± 1,1	< 0,01	< 0,14	0,103 ± 0,006
	Купус	56,2 ± 2,3	< 0,01	< 0,12	0,102 ± 0,007
	Јабукe	13,7 ± 0,6	< 0,01	< 0,08	0,014 ± 0,002
	Јагоде	36,6 ± 1,4	< 0,01	< 0,10	0,007 ± 0,002
Јул - Децембар	Дечији оброк 1	42,9 ± 2,6	< 0,11	< 0,31	0,036 ± 0,010
	Дечији оброк 2	72,0 ± 2,7	< 0,05	< 0,47	< 0,01
	Сир	38,5 ± 2,7	< 0,08	< 0,45	0,068 ± 0,012
	Јунеће месо	79,8 ± 2,9	0,12 ± 0,03	< 0,40	0,025 ± 0,005
	Хлеб	19,0 ± 1,0	< 0,04	< 0,25	0,057 ± 0,008
	Кромпир	79,8 ± 2,9	0,14 ± 0,04	< 0,33	0,025 ± 0,004
	Пасуљ	375 ± 12	< 0,11	< 1,94	0,165 ± 0,022
	Јабукe	27,0 ± 1,1	< 0,01	0,8 ± 0,2	0,030 ± 0,003
	Грожђе	28,5 ± 1,1	< 0,03	0,5 ± 0,1	0,018 ± 0,002

**Табела 13.2 Резултати мерења људске хране узорковане у Лазаревицу**

Врста узорка:		ЉУДСКА ХРАНА			
Локација:		ЛАЗАРЕВАЦ			
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Период	Врста хране	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	Јунеће месо	111 ± 5	< 0,26	< 0,22	0,163 ± 0,014
	Сир	35,5 ± 2,4	< 0,17	< 0,33	0,279 ± 0,018
	Хлеб	23,1 ± 1,2	< 0,01	< 0,14	0,061 ± 0,009
	Пасуљ	318 ± 11	< 0,10	< 0,45	0,075 ± 0,015
	Купус	56,8 ± 2,3	0,13 ± 0,05	< 0,09	0,137 ± 0,007
	Јабукe	18,9 ± 0,8	< 0,02	< 0,06	0,016 ± 0,002
	Крушке	20,3 ± 0,9	< 0,02	< 0,08	0,006 ± 0,001
Јул - Децембар	Јунеће месо	80,1 ± 3,1	0,12 ± 0,04	< 0,33	< 0,01
	Сир	32,4 ± 1,9	< 0,09	< 0,45	0,107 ± 0,016
	Хлеб	19,6 ± 1,1	< 0,02	< 0,43	0,112 ± 0,013
	Пасуљ	309 ± 10	< 0,04	< 0,80	0,305 ± 0,025
	Кромпир	111 ± 4	< 0,04	< 0,13	0,030 ± 0,005
	Јабукe	26,5 ± 1,0	< 0,01	< 0,37	0,005 ± 0,001
	Крушке	30,7 ± 1,3	< 0,01	< 0,32	0,030 ± 0,003

**Табела 13.3 Резултати мерења људске хране узорковане у Обреновицу**

Врста узорка:		ЉУДСКА ХРАНА			
Локација:		ОБРЕНОВАЦ			
		Активност испитаних радионуклида (Bq/kg)			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Период	Врста хране	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	Јунеће месо	97,6 ± 3,9	< 0,04	< 0,45	< 0,01
	Сир	40,4 ± 2,2	< 0,09	< 0,50	0,041 ± 0,009
	Хлеб	21,4 ± 1,1	< 0,03	< 0,14	0,075 ± 0,010
	Пасуљ	416 ± 14	< 0,09	< 0,53	0,122 ± 0,018
	Купус	54,6 ± 1,9	< 0,05	< 0,23	0,118 ± 0,007
	Јабукe	19,6 ± 0,8	< 0,03	< 0,12	0,020 ± 0,002
	Крушке	25,0 ± 1,0	< 0,01	< 0,05	0,009 ± 0,002
Јул - Децембар	Јунеће месо	67,7 ± 2,8	0,80 ± 0,08	< 0,38	0,023 ± 0,005
	Сир	34,3 ± 2,0	< 0,04	< 1,24	0,054 ± 0,011
	Хлеб	22,0 ± 1,2	< 0,02	< 0,09	0,077 ± 0,010
	Пасуљ	359 ± 12	< 0,18	< 0,52	0,095 ± 0,017
	Кромпир	92,8 ± 3,2	< 0,08	< 0,35	0,035 ± 0,005
	Јабукe	16,3 ± 0,7	< 0,01	0,3 ± 0,1	0,015 ± 0,002
	Грожђе	28,9 ± 1,1	< 0,04	< 0,27	0,038 ± 0,004

**Табела 14.1 Резултати мерења сточне хране узорковане у Лазаревцу**

Врста узорка:		СТОЧНА ХРАНА			
Локација:		ЛАЗАРЕВАЦ			
		Активност испитаних радионукида (Bq/kg)			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Период	Врста хране	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	Луцерка	142 ± 6	< 0,07	8,0 ± 1,2	0,36 ± 0,02
	Сено	204 ± 7	< 0,34	< 0,9	2,07 ± 0,09
	Крмна смеша	282 ± 9	< 0,26	< 1,5	/
Јул - Децембар	Луцерка	142 ± 6	< 0,13	29,5 ± 1,9	1,12 ± 0,05
	Сено	249 ± 10	< 0,28	10,4 ± 1,5	1,13 ± 0,06
	Крмна смеша	286 ± 8	< 0,16	< 2,7	/

**Табела 14.2 Резултати мерења сточне хране узорковане у Обреновцу**

Врста узорка:		СТОЧНА ХРАНА			
Локација:		ОБРЕНОВАЦ			
		Активност испитаних радионукида (Bq/kg)			
Врста анализе:		Гама-спектрометрија			<sup>90</sup> Sr
Период	Врста хране	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>90</sup> Sr
Јануар - Јун	Луцерка	122 ± 5	< 0,25	7,2 ± 1,2	0,48 ± 0,03
	Сено	205 ± 8	< 0,40	< 1,7	1,81 ± 0,09
	Крмна смеша	280 ± 10	< 0,30	< 2,6	/
Јул - Децембар	Луцерка	135 ± 6	< 0,06	25,2 ± 2,0	0,86 ± 0,04
	Сено	207 ± 9	< 0,63	12,1 ± 1,7	2,69 ± 0,10
	Крмна смеша	277 ± 9	< 0,25	< 0,6	/

## **Испитивање излагања јонизујућем зрачењу природног порекла у боровишним просторијама и радној средини**

Процена излагања јонизујућем зрачењу природног порекла у боровишним просторијама и радној средини врши се одређивањем концентрације радиоактивног гаса радона ( $^{222}\text{Rn}$ ), као већинског узрочника примљене дозе природним путем. Измерене концентрације приказане су у Табели 15.

**Табела 15.1. Концентрација  $^{222}\text{Rn}$  у боровишним просторијама и радној средини**

Месец:	Децембар	
Врста објекта:	ШКОЛА	
Назив установе, Општина, Насеље	Просторија	Активност $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
ОШ "Јелена Ћетковић" Звездара	Кабинет за информатику	25 ± 7
	ТИО 1	55 ± 8
	ТИО	24 ± 7
ОШ "Вељко Дугошевић", Звездара	Учионица бр.1	28 ± 7
	Учионица бр.2	31 ± 7
	Учионица бр.3	53 ± 8
ОШ "Ћирило и Методије", Звездара	Учионица IV1/2	41 ± 4
	Боравак за децу (III и IV)	99 ± 6
	Кабинет за хемију	175 ± 9
ОШ "Ратко Митровић", Нови Београд	Учионица А2	50 ± 5
	Учионица 7а	72 ± 6
	Учионица Б8	63 ± 6
ОШ "Јован Дучић", Нови Београд	Учионица бр.2, дневни боравак	36 ± 6
	Учионица бр.213, кабинет за историју	28 ± 6
	Учионица бр.104	19 ± 6
ОШ "Јосиф Панчић", Чукарица	Трпезарија	70 ± 7
	Боравак	26 ± 6
	Зборница	49 ± 6
ОШ "Љуба Ненадовић", Чукарица	Радионица	68 ± 7
	Кабинет за математику	143 ± 9
	Кабинет за енглески	92 ± 8

**Табела 15.2. Концентрација  $^{222}\text{Rn}$  у боравишним просторијама и радној средини**

Месец:	Децембар	
Врста објекта:	ШКОЛА	
Назив установе, Општина, Насеље	Просторија	Активност $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
ОШ "Ослободиоци Београда", Палилула	Кабинет за техничко	1910 ± 84
	Кабинет за француски	305 ± 16
	Кабинет за руски	466 ± 23
ОШ "Илија Гарашанин", Гроцка	Кабинет за техничко	44 ± 6
	Кабинет за енглески	61 ± 6
	Учионица I-3	80 ± 7
ОМШ "Невена Поповић", Гроцка	Учионица бр.1	750 ± 37
	Учионица бр.5	720 ± 35
	Кабинет за медиатеку	136 ± 12
"Средња школа Гроцка", Гроцка	Учионица бр.8, кабинет за информатику	45 ± 7
	Библиотека	68 ± 5
	Кабинет за ликовно	44 ± 4
"Х гимназија Михајло Пупин", Нови Београд	Учионица бр.15, кабинет за хемију	41 ± 7
	Учионица бр.20, кабинет за српски	61 ± 7
	Учионица бр.5, кабинет за друштвене науке	49 ± 7
"Средња техничка ПТТ школа", Палилула	Учионица бр.3, кабинет за електромашинска мерења	44 ± 7
	Учионица бр.4, кабинет за ТК инсталације	224 ± 13
	Учионица бр.1, кабинет за кабловске ТКЛ	131 ± 9
Балетска школа "Лујо Давичо", Стари град	Зборница	30 ± 6
	Учионица бр.7	121 ± 9
	Учионица бр.8	29 ± 6
СМШ "Мокрањац", Стари град	Учионица бр.8 (сала)	33 ± 4
	Учионица бр.3	36 ± 4
	Радна просторија	38 ± 6

**Табела 15.3. Концентрација  $^{222}\text{Rn}$  у боравишним просторијама и радној средини**

Месец:	Децембар	
Врста објекта:	ШКОЛА	
Назив установе, Општина, Насеље	Просторија	Активност $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
"Средња геодетска школа", Звездара	Учионица бр.2	63 ± 5
	Учионица бр.1	81 ± 6
	Учионица бр.3	117 ± 7
"Средња грађевинска школа", Звездара	Учионица бр.4	34 ± 6
	Учионица бр.14	97 ± 8
	Учионица бр.13	96 ± 8
"VI београдска гимназија", Звездара	Учионица бр.18	53 ± 5
	Учионица бр.16	40 ± 5
	Учионица бр.20	36 ± 4
"XIII београдска гимназија", Чукарица	Кабинет за географију	237 ± 13
	Учионица, II/8	41 ± 6
	Учионица, 2-9	144 ± 9
СМШ "Станковић", Стари град	Зборница	50 ± 5
	Радна просторија	19 ± 4
	Радна просторија	43 ± 6

**Табела 15.4. Концентрација  $^{222}\text{Rn}$  у боравишним просторијама и радној средини**

Месец:	ДЕЦЕМБАР	
Врста објекта:	ПРЕДШКОЛСКА УСТАНОВА	
Назив установе, Општина, Насеље	Просторија	Активност $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
РЈ "Рода", Чукарица	Дечија соба бр.2	115 ± 8
	Дечија соба бр.3	162 ± 10
РЈ "Свети Сава", Чукарица	Дечија соба бр.8	41 ± 6
	Јаслице	308 ± 15
РЈ "Наша радост", Нови Београд	Дечија соба бр.7	120 ± 9
	Дечија соба бр.4	136 ± 9
РЈ "Весна", Нови Београд	Дечија соба, средња група	53 ± 7
	Дечија соба, старија група	53 ± 7
РЈ "Дамбо", Стари град	Дечија соба, старија јаслена група	29 ± 6
	Дечија соба, предшколци	29 ± 7
РЈ "Лептирић", Стари град	Дечија соба 1, мала школа	27 ± 6
	Дечија соба, простор расположења	29 ± 6
РЈ "Скадарлија", Стари град	Дечија соба, старија јаслена група	59 ± 7
	Дечија соба бр.3, предшколци	86 ± 8
РЈ "Вила", Стари град	Дечија соба	89 ± 8
	Дечија соба	56 ± 7
РЈ "Мали принц", Палилула	Канцеларија службе за социјални рад	114 ± 8
	Дечија соба	113 ± 8
РЈ "Облачак", Звездара	Сала	188 ± 11
	Дечија соба бр.6	94 ± 8

**Табела 15.5. Концентрација  $^{222}\text{Rn}$  у боравишним просторијама и радној средини**

Месец:	Децембар	
Врста објекта:	СТАМБЕНИ ОБЈЕКАТ	
Адреса објекта, Општина, Насеље	Просторија	Активност $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
Томице Поповића 31/4, Земун поље	Спаваћа соба	< 21
Милоша Обреновића 18, Гроцка, Винча	Спаваћа соба	232 ± 12
Борска 45/25, Раковица	Радна просторија	55 ± 8
Париске комуне 10/29, Нови Београд	Остава	< 20
Париске комуне 47, Нови Београд	Дневна соба	40 ± 7
Ђорђа Станојевића 9 , Нови Београд	Дневна соба	55 ± 8
Јасенова 10, Чукарица, Церак	Спаваћа соба	43 ± 7
Милутина Миланковића 36, Нови Београд	Дневна соба	35 ± 8
Живана Сарамандића 1, Чукарица	Спаваћа соба	56 ± 9
Димитрија Вученова 20, Раковица	Дневна соба	< 19
Аврама Петронијевића 17, Звездара	Трпезарија	45 ± 9
Чајничка 22а, Чукарица, Петлово брдо	Предсобље	385 ± 20
Браће Јерковић 237, Вождовац	Спаваћа соба	< 17
Ивићева 2, Земун	Дневна соба	104 ± 11
Устаничка 136, Вождовац, Коњарник	Дневна соба	22 ± 6
Булевар Арсенија Чарнојевића 122/22, Нови Београд	Спаваћа соба	29 ± 7
Николаја Гогоља 34, Чукарица, Баново брдо	Дневна соба	21 ± 7
Исмета Мујезиновића 18, Нови Београд, Бежанијска коса	Трпезарија	56 ± 9
Генерала Љубомира Милића 5, Вождовац	Дневна соба	54 ± 7
Заплањска 74, Вождовац	Трпезарија	51 ± 7

## 5. КОМЕНТАР РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА

Концентрације произведеног радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  у ваздуху на метеоролошкој станици Карађорђевог парк, током 2019. године нису прелазиле  $3,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ . Поред произведеног радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , детектован је и природни радионуклид космогеног порекла  $^7\text{Be}$ , чије су концентрације биле у интервалу од  $1,3 \text{ mBq}/\text{m}^3$  до  $10,6 \text{ mBq}/\text{m}^3$ . Током летњег периода су детектоване веће средње месечне вредности у односу на јесењи период, што се и очекује, с обзиром на то да промену концентрације овог космогеног радионуклида карактерише сезонски ефекат. Измерене концентрације произведеног радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  у ваздуху, кретале су се у интервалу од  $0,15 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$  до  $4,8 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ .

На метеоролошким станицама Карађорђевог парк, Зелено брдо, Обреновац и Лазаревац, у 2019. години, у узорцима **падавина** детектовани су радионуклиди природног порекла  $^7\text{Be}$  и  $^{40}\text{K}$ , чије концентрације нису прелазиле  $47 \text{ Bq}/\text{m}^2$  и  $5,3 \text{ Bq}/\text{m}^2$ , респективно, као и произведени радионуклиди  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , чије концентрације нису прелазиле  $0,08 \text{ Bq}/\text{m}^2$  и  $0,26 \text{ Bq}/\text{m}^2$ , респективно

У анализираним узорцима **пијаће воде** концентрације произведених радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  нису прелазиле  $4 \text{ mBq}/\text{l}$  (Табеле 6.1 - 6.3), односно  $6,4 \text{ mBq}/\text{l}$  (Табела 7), што је у складу са важећом законском регулативом Републике Србије. Све вредности укупних алфа и бета активности су биле испод Правилником 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 („Службени гласник РС“, бр. 36 од 10.05.2018. године) ограничених вредности од  $0,1 \text{ Bq}/\text{l}$ , односно  $1 \text{ Bq}/\text{l}$ . (Табеле 6.1 и 6.2). На основу мерења активности појединачних радионуклида методом гама спектрометрије, установљено је да у поменутих узорцима вредност индикативне дозе не прелази параметарску вредност ( $0,1 \text{ mSv}$ ).

Осим  $^{40}\text{K}$ , чија је максимална измерена концентрација активности износила  $0,52 \text{ Bq}/\text{l}$  и  $^{226}\text{Ra}$  у августовском узорку Саве ( $0,014 \pm 0,002$ )  $\text{Bq}/\text{l}$ , у узорцима **површинске воде** ниједан други природан радионуклид није детектован. Укупна алфа активност је била испод минималне границе детекције од  $0,04 \text{ Bq}/\text{l}$  током целе године, док је максимална вредност укупне бета активности износила  $0,33 \text{ Bq}/\text{l}$ . Активности произведеног радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  нису прелазиле минималну границу детекције од  $0,003 \text{ Bq}/\text{l}$  (Табеле 8.1 и 8.2 као и 9.1 и 9.2).

Концентрације природних радионуклида у **речном седименту** нису се битно разликовале ни по периоду узорковања ни по локацији и одговарају карактеристичним вредностима. Вредности добијене за произведени радионуклид  $^{137}\text{Cs}$  су се кретале у интервалима од  $5,9 \text{ Bq}/\text{kg}$  до  $18,1 \text{ Bq}/\text{kg}$ , док концентрација  $^{90}\text{Sr}$  није прелазила  $0,43 \text{ Bq}/\text{kg}$ .

У свим узорцима **земљишта** су детектовани природни радионуклиди  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  и  $^{235}\text{U}$ , при чему су њихове измерене активности биле у интервалима карактеристичним за земљиште на територији Србије:  $^{226}\text{Ra}$  ( $22\text{-}54$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ ,  $^{232}\text{Th}$  ( $31\text{-}63$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ ,  $^{40}\text{K}$  ( $340\text{-}650$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ ,  $^{238}\text{U}$  ( $14\text{-}65$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$  и  $^{235}\text{U}$  ( $0,82\text{-}3,8$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ . Највеће концентрације природних радионуклида су измерене у узорцима са локације Зелено брдо, при чему су јесењи узорци имали нешто ниже концентрације у односу на пролећне. На осталим локацијама, концентрације поменутих радионуклида су имале сличне вредности и нису се битно разликовале по сезонама.

Измерене концентрације произведеног радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  су имале најниже вредности у узорцима земљишта са локација Јабучки рит и Дунавац ( $4,0\text{-}7,2$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ , док се у земљишту узоркованом на Зеленом брду и општинама Лазаревац и Обреновац његова концентрација кретала у интервалу ( $14\text{-}55$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ . Активност  $^{90}\text{Sr}$  је у узорцима са локација Зелено брдо и Лазаревац била испод минималне границе детекције, док у узорцима са осталих испитаних локација није прелазила  $1,5 \text{ Bq}/\text{kg}$ .

У **људској храни**, произведени радионуклид  $^{137}\text{Cs}$  је био испод минималне детектабилне концентрације без обзира на врсту намирнице и период узорковања, осим у три узорка јунећег меса (Табела 13), где су детектоване вредности биле у интервалу од  $0,12 \text{ Bq}/\text{kg}$  до  $0,80 \text{ Bq}/\text{kg}$  и једном узорку купуса ( $0,13 \pm 0,05$ )  $\text{Bq}/\text{kg}$ . Детектоване концентрације  $^{90}\text{Sr}$  нису прелазиле  $0,66 \text{ Bq}/\text{kg}$ , док су

концентрације природних радионуклида ( $^{40}\text{K}$  и  $^7\text{Be}$ ) биле на нивоу који је карактеристичан за испитане узорке хране.

У узорцима **сточне хране** вредности природних радионуклида такође одговарају уобичајним вредностима, а произведени радионуклид  $^{137}\text{Cs}$  није прелазио 0,63 Bq/kg. Специфична активност  $^{90}\text{Sr}$  кретала се од 0,36 Bq/kg до 2,69 Bq/kg.

**Концентрација  $^{222}\text{Rn}$**  у испитаним објектима је у 75 % случајева била ниже од 100 Bq/m<sup>3</sup>, међутим у 4 испитане просторије је детектована концентрација која превазилази препоручену максималну вредност од 400 Bq/m<sup>3</sup> ("Сл. гласник РС", бр. 86/11). Максимална измерена вредност износила је чак 1910 Bq/m<sup>3</sup> и детектована је у ОШ "Ослободиоци Београда", на територији општине Палилула. Такође, концентрација  $^{222}\text{Rn}$  изнад 400 Bq/m<sup>3</sup> је детектована и у ОМШ "Невена Поповић", на територији општине Гроцка. Препоруке за понашање при одређеним интервалима концентрације радона, као и број узорака са измереним вредностима у одговарајућим интервалима дати су у Табели 16.

**Табела 16. Препоруке за понашање при одређеним интервалима концентрације радона, као и број узорака са измереним вредностима у одговарајућим интервалима**

Интервали концентрације $^{222}\text{Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )	Проценат узорака у датом интервалу	Препоруке
< 100	75 %	Измерена вредност се налази у границама просечних вредности за станове.
100 - 200	15 %	Препоручујемо чешће проветравање
200 - 400	6 %	Препоручујемо чешће проветравање и сматрамо да су потребна додатна мерења у стану.
> 400	4 %	Препоручујемо ИНТЕНЗИВНО проветравање и сматрамо да треба извршити додатна мерења, а затим приступити санацији објекта.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Сви испитани узоци воде за пиће на територији града Београда, Лазаревца и Обреновца задовољавају критеријуме прописане Правилником („Сл. гласник РС“, бр. 36/18). Такође, концентрација активности произведеног радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  у води за пиће је далеко нижа од прописане вредности од 4,9 Bq/l.

Активности дугоживећих произведених радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  у прехранбеном циклусу у Београду су на ниском нивоу због чега је ефективна доза зрачења, услед уноса ових радионуклида путем ингестије, значајно испод 1 mSv/год, што је препоручена годишња граница примљене дозе за појединца из категорије становништва ("Сл. гласник РС", бр. 36/18).

На основу добијених резултата мерења, може се закључити да током 2019. године није постојало повишено излагање становништва јонизујућем зрачењу из животне средине на територији града Београда.