



ЗБОРНИК РАДОВА



XXXII Симпозијум Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

**04-06. октобар 2023. године
Будва, Црна Гора**

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



ЗБОРНИК РАДОВА

XXXII СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ

**Будва, Црна Гора
04-06. октобар 2023. године**

**Београд
2023. године**

**RADIATION PROTECTION ASSOCIATION OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

XXXII SYMPOSIUM RPASM

**Budva, Montenegro
4th-6th October 2023**

**Belgrade
2023**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXXII СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
04-06.10.2023.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Проф. Др Снежана Пајовић

Уредници:

Др Милица Рајачић
Др Ивана Вуканац

ISBN 978-86-7306-169-6

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Милош Ђалетић, Милица Рајачић

Електронско издање:

Институт за нуклеарне науке „Винча“, Мике Петровића Аласа 12-14,
11351 Винча, Београд, Србија

Година издања:

Октобар 2023.



Овај Зборник као и сви радови у њему подлежу лиценци:

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License, <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ова лиценца дозвољава само преузимање и дистрибуцију дела, ако/док се правилно назначавача име аутора, без икаквих промена дела и без права комерцијалног коришћења дела.

**XXXII СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА
ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**

Будва, 04-06.10.2023. године

Организатори:

ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

Институт за нуклеарне науке „Винча“

Лабораторија за заштиту од зрачења и заштиту животне средине „Заштита“

Центар за екотоксиколошка испитивања Подгорица д.о.о, ЦЕТИ

Организациони одбор:

Председник:

Ивана Вуканац

Чланови:

Милица Рајачић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Александра Милатовић, ЦЕТИ, Подгорица, Црна Гора

Никола Свркота, ЦЕТИ, Подгорица, Црна Гора

Ранко Зекић, ЦЕТИ, Подгорица, Црна Гора

Гордана Пантелић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Милош Ђалетић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Никола Кржановић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Наташа Сарап, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Јелена Станковић Петровић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Ивана Коматина, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Јелена Влаховић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Зорица Обрадовић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Игор Челиковић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Јелена Крнета Николић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Александра Самолов, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

**XXXII СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА
ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**

Будва, 04-06.10.2023. године

Научни одбор:

др Владимир Удовичић, Институт за физику, Земун, Универзитет у Београду

др Војислав Станић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду

др Душан Мрђа, Природно математички факултет, Универзитет у Новом Саду

др Ивана Вуканац, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду

др Игор Челиковић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду

др Јелена Крнета Николић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду

др Јелена Пајић, Институт за медицину рада Србије "Др Драгомир Карајовић",
Београд

др Јелица Грујић, Институт за медицинска истраживања, Универзитет у Београду

др Јована Николов, Природно математички факултет, Универзитет у Новом Саду

др Маја Еремић-Савковић, Директорат за радијациону и нуклеарну сигурност и
безбедност Србије

др Марија Јанковић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у Београду

др Мирјана Ђурашевић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у
Београду

др Мирјана Раденковић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у
Београду

др Невена Здјеларевић, ЈП Нуклеарни објекти Србије, Београд

др Оливера Митровић Ајтић, Институт за медицинска истраживања, Универзитет у
Београду

др Софија Форкапић, Природно математички факултет, Универзитет у Новом Саду

др Србољуб Станковић, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитет у
Београду

Организацију су помогли:

Институт за нуклеарне науке „Винча“, Лабораторија за заштиту од зрачења и заштиту животне средине „Заштита“

Мике Петровића Аласа 12-14

11351 Винча, Београд, Србија

<https://www.vin.bg.ac.rs/>

Центар за екотоксиколошка испитивања Подгорица д.о.о, ЦЕТИ

Булевар Шарла де Гола бр. 2

81000 Подгорица, Црна Гора

<https://mne.ceti.me/>

МОЈ ЛАБ

ул. Московска бр. 26

81000 Подгорица, Црна Гора

<https://mojlab.me/>

ФАРМАЛАБ

Булевар Михаила Лалића бр. 8

81000 Подгорица, Црна Гора

<https://farmalab.me/>

ГЛОСАРИЈ ДОО

ул. Војисављевића бр. 76

81000 Подгорица, Црна Гора

<https://www.glosarij.me/me/pocetna>

Излагачи:

Canberra Packard Central Europe GmbH.

Wienersiedlung 6

2432 SCHWADORF, Austria

Phone: +43 (0)2230 3700-0

Fax: +43 (0)2230 3700-15

Web: <http://www.cpce.net/>

LKB Vertriebs doo Beograd-Palilula

Свијићева 115

11120 Beograd, Srbija

Tel: +381 (0)11 676 6711

Faks: +381 (0)11 675 9419

Web: www.lkb.eu

Овај Зборник је збирка радова саопштених на XXXII Симпозијуму Друштва за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе који је одржан у Будви, Црна Гора, 04-06.10.2023. године. Радови су према обрађеној проблематици груписани у једанаест секција. Сви радови у Зборнику су рецензирани од стране Научног одбора, а за све приказане резултате и тврдње одговорни су сами аутори.

*Југословенско друштво за заштиту од зрачења основано је 1963. године у Порторожу, а од 2005. носи име "Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе". На XXXII Симпозијуму, ове године обележавамо веома значајан јубилеј - **60 година организоване заштите од зрачења на нашим просторима.***

Од оснивања, Симпозијуми Друштва за заштиту од зрачења представљају прилику да се кроз стручни програм прикажу резултати истраживања у области заштите од зрачења, представе различите области примене извора и генератора зрачења, анализирају актуелна дешавања, размене искуства са колегама из региона, дефинишу проблеми и правци даљег унапређивања наше професионалне заједнице.

Поред тога, Симпозијуми друштва представљају и прилику да у мање формалном маниру сретнемо старе и упознамо нове пријатеље и колеге, обновимо старе и започнемо нове професионалне сарадње.

Ауторима и коауторима научних и стручних радова саопштених на XXXII Симпозијуму се захваљујемо на уложеном труду и настојању да квалитетним радовима заједно допринесемо остваривању циљева и задатака Друштва и наставимо традицију дугу импозантних 60 година.

Посебно се захваљујемо свима који су подржали одржавање овог Симпозијума.

Свим члановима Друштва, сарадницима и колегама честитамо овај значајан јубилеј!

Организациони одбор XXXII Симпозијума ДЗЗСЦГ

IZBOR REFERENTNOG DATUMA ZA PREZENTOVANJE AKTIVNOSTI RADIONUKLIDA U VREMENSKI KOMPOZITNIM UZORCIMA

Milica RAJAČIĆ¹, Ivana VUKANAC¹, Jelena KRNETA NIKOLIĆ¹, Nataša SARAP¹,
Marija JANKOVIĆ¹

- 1) *Institut za nuklearne nauke Vinča, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Mike Petrovića Alasa 12-14, 11351 Vinča, Beograd, Srbija*

Autor za korespondenciju: Milica RAJAČIĆ, milica100@vinca.rs

SAŽETAK

Pitanje kojim se ovaj rad bavi je: “Kako predstaviti “dan uzorkovanja” kod vremenski kompozitnih uzoraka?”. Izbor referentnog datuma koji će predstaviti “dan uzorkovanja” je stvar dogovora, ali rezultati aktivnosti ispitivanog radionuklida dati na različite referentne datume suštinski nisu međusobno poredivi. Cilj je bio da se ispita na koji dan korigovana izmerena aktivnost (A_r) najpribližnije određuje ukupnu dnevnu aktivnost svih uzorka na dan njihovog uzorkovanja (A_u).

Ispostavlja se da dan kada je razlika ove dve aktivnosi (Δ) minimalna zavisi od više faktora: ukupne vrednosti dnevnih aktivnosti (A_u), vremenske raspodele dnevnih vrednosti (homogenost), dužine perioda sakupljanja (D) i vremena poluraspada posmatranog radionuklida ($T_{1/2}$). Shodno tome, u radu je praćeno kako promena navedenih parametara utiče na promenu optimalnog referentnog datuma za koji je vrednost Δ minimalna (dan r).

Rezultati pokazuju izvestan nivo pravilnosti kod homogenih uzoraka, međutim nehomogenost dnevnih aktivnosti, što je slučaj u realnosti, ima veliki uticaj na promenu optimalnog referentnog datuma, ali za sada bez utvrđenih pravilnosti.

Uvod

Kod određivanja aktivnosti radionuklida, vrlo je važno obratiti pažnju na vremenski period koji je protekao od referentnog datuma do dana merenja. Ukoliko je ova vremenska razlika uporediva sa vremenom poluraspada radionuklida, potrebno je izvršiti takozvanu “korekciju na raspad, na referentni datum” (Jednačina 1) [1].

$$(1) \quad A_0 = A_m \cdot \exp\left(\ln 2 \cdot \frac{\Delta t}{T_{1/2}}\right) = A_m \cdot e^{\lambda \cdot \Delta t}$$

gde A_0 i A_m predstavljaju aktivnosti na referentni datum i na dan merenja, redom, Δt vremenski period između uzorkovanja i merenja i $T_{1/2}$ vreme poluraspada ispitivanog izotopa (*obratiti pažnju da Δt i $T_{1/2}$ budu izraženi u istim jedinicama*).

Na primer, u slučaju kompozitnih mesečnih uzoraka aerosola, kada vremenska distanca između sakupljanja pojedinih delova uzorka (prvi dani u mesecu) i merenja celokupnog uzorka može biti i više od 45 dana, ova korekcija je značajana za radionuklide poput Be-7 ($T_{1/2} \approx 53$ dana) i I-131 ($T_{1/2} \approx 8$ dana) [2].

U suštini, za praćenje promene koncentracije izotopa je važno samo da se korekcija vrši uvek na isti dan u odnosu na početak uzorkovanja, pa je izbor "referentnog datuma" stvar dogovora (obično su to sredina, prvi ili poslednji dani perioda uzorkovanja).

Međutim, rezultati aktivnosti ispitanoг radionuklida dati na različite referentne datume suštinski nisu međusobno poredivi. Postavlja se pitanje: "Šta je najbolji izbor za referentni datum kod vremenski kompozitnih uzoraka?". Cilj je da aktivnost na referentni datum (A_r) što približnije određuje ukupnu vrednost dnevnih uzoraka na dan njihovog uzorkovanja (A_i), $\Sigma A_i = A_u$.

Ispostavlja se da dan kada je razlika ove dve aktivnosi (Δ) minimalna zavisi od više faktora: ukupne aktivnosti dnevnih uzoraka (A_u), vremenske raspodele dnevnih vrednosti, dužine perioda sakupljanja (D), vremena poluraspada posmatranog radionuklida ($T_{1/2}$).

U radu je praćena promena dana r za koji je vrednost Δ minimalna (poželjan referentni datum), pri pojedinačnom variranju navedenih parametara.

Rezultati

Na početku treba istaći da je potpuno identično da li se aktivnost meri u kompozitnom uzorku ili se sabiraju pojedinačne dnevne aktivnosti, određene na isti referentni datum, što Jednačine 2-7 i pokazuju [3].

$$(2) \quad A_0 = \sum_{i=1}^D A_{i,o} = \sum_{i=1}^D A_{i,m} \cdot e^{\lambda(T_m - T_i)} \cdot e^{-\lambda(T_o - T_i)}$$

$$(3) \quad A_0 = \sum_{i=1}^D A_{i,o} = \sum_{i=1}^D A_{i,m} \cdot e^{\lambda(T_m - T_i - T_o + T_i)}$$

$$(4) \quad A_0 = \sum_{i=1}^D A_{i,o} = \sum_{i=1}^D A_{i,m} \cdot e^{\lambda(T_m - T_o)}$$

$$(5) \quad A_0 = \sum_{i=1}^D A_{i,o} = e^{\lambda(T_m - T_o)} \sum_{i=1}^D A_{i,m}$$

$$(6) \quad \sum_{i=1}^D A_{i,m} = A_m = \frac{N}{E_{ff} \cdot P_{\gamma} \cdot t} \rightarrow \text{Izmerena vrednost}$$

$$(7) \quad A_0 = A_m e^{\lambda(T_m - T_o)}$$

gde je: A_0 -ukupna aktivnost za uzorkovani period na izabrani dan za prikazivanje rezultata; $A_{i,o}$ -aktivnost i -tog uzorka na referentni dan; $A_{i,m}$ -aktivnost i -tog uzorka na dan merenja (udeo u izmerenoj vrednosti); A_m -koncentracija ukupne aktivnosti za uzorkovani period na dan merenja (izmerena vrednost); D -broj dana uzorkovanja; T_m -dan merenja; T_i -dan uzorkovanja; T_o -referentni dan na koji se prikazuje aktivnost.

U Tabeli 1 su prikazane promene:

- r dana - dan sa minimalnom razlikom ukupne mesečne aktivnosti i izmerene aktivnosti korigovane na taj dan ($\Delta_r = \Delta_{\min}$);
- vrednosti Δ_{\min} ;
- $T_{1/2, sr}$ - minimalno vreme poluraspada radionuklida za koje je Δ minimalna pri korekciji na sredinu perioda uzorkovanja ($\Delta_{\min} = \Delta_{sr}$);
- $T_{1/2, 0}$ - minimalno vreme poluraspada radionuklida za koje je $\Delta = 0$;

pri variranju ukupne aktivnosti dnevnih uzoraka (A_u), perioda poluraspada radionuklida ($T_{1/2}$) i dužine perioda uzorkovanja (D).

Tabela 1: Promena referentnog datuma (r), Δ_r , $T_{1/2, sr}$ i $T_{1/2, 0}$ pri promenama A_u , $T_{1/2}$ i D

A_u	Period sakupljanja (D):	7 dana $\Delta_{sr} = \Delta_4$	23 dana $\Delta_{sr} = \Delta_{12}$	30 dana $\Delta_{sr} = \Delta_{15} = \Delta_{16}$
1 Bq	$T_{1/2} = 2$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_5 = 0,11$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 0,16$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{24} = 0,09$ Bq
	$T_{1/2} = 3$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,11$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 0,06$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{22} = 0,02$ Bq
	$T_{1/2} = 10$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,01$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{13} = \Delta_{14} = 0,03$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 0,00$ Bq
	$T_{1/2} = 200$ dana	$\Delta_{min} \in [\Delta_3 - \Delta_5] = 0,00$ Bq	$\Delta_{min} \in [\Delta_{11}, \Delta_{13}] = 0,00$ Bq	$\Delta_{min} \in [\Delta_{15} - \Delta_{17}] = 0,00$ Bq
	$\Delta_{min} = \Delta_{sr}$	za $T_{1/2} \geq 3$ dana	za $T_{1/2} \geq 31$ dana	za $T_{1/2} \geq 26$ dana
	$\Delta_{min} = 0$	za $T_{1/2} \geq 14$ dana	za $T_{1/2} \geq 47$ dana	za $T_{1/2} \geq 35$ dana
20 Bq	$T_{1/2} = 2$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_5 = 2,21$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 3,21$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{24} = 1,79$ Bq
	$T_{1/2} = 3$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 2,20$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 1,14$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{22} = 0,50$ Bq
	$T_{1/2} = 10$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,19$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{14} = 0,69$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 0,01$ Bq
	$T_{1/2} = 200$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,00$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{12} = 0,01$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 0,03$ Bq
	$\Delta_{min} = \Delta_{sr}$	za $T_{1/2} \geq 3$ dana	za $T_{1/2} \geq 31$ dana	za $T_{1/2} \geq 26$ dana
	$\Delta_{min} = 0$	za $T_{1/2} \geq 62$ dana	za $T_{1/2} \geq 206$ dana	za $T_{1/2} \geq 1333$ dana
50 Bq	$T_{1/2} = 2$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_5 = 5,54$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 8,03$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{24} = 4,48$ Bq
	$T_{1/2} = 3$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 5,51$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 2,85$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{22} = 1,25$ Bq
	$T_{1/2} = 10$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,48$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{14} = 1,72$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 0,03$ Bq
	$T_{1/2} = 200$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,00$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{12} = 0,01$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 0,06$ Bq
	$\Delta_{min} = \Delta_{sr}$	za $T_{1/2} \geq 3$ dana	za $T_{1/2} \geq 31$ dana	za $T_{1/2} \geq 26$ dana
	$\Delta_{min} = 0$	za $T_{1/2} \geq 99$ dana	za $T_{1/2} \geq 326$ dana	za $T_{1/2} \geq 3413$ dana
500 Bq	$T_{1/2} = 2$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_5 = 55,37$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 80,28$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{24} = 44,79$ Bq
	$T_{1/2} = 3$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 55,07$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{14} = 28,45$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{22} = 12,48$ Bq
	$T_{1/2} = 10$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 4,82$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{12} = 17,24$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{18} = 0,30$ Bq
	$T_{1/2} = 200$ dana	$\Delta_{min} = \Delta_4 = 0,01$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{12} = 0,13$ Bq	$\Delta_{min} = \Delta_{16} = 0,64$ Bq
	$\Delta_{min} = \Delta_{sr}$	za $T_{1/2} \geq 3$ dana	za $T_{1/2} \geq 31$ dana	za $T_{1/2} \geq 26$ dana
	$\Delta_{min} = 0$	za $T_{1/2} \geq 310$ dana	za $T_{1/2} \geq 1029$ dana	za $T_{1/2} \geq 34606$ dana

* Δ_d , d -redni broj dana tokom perioda uzorkovanja; $d = sr$ predstavlja sredinu perioda uzorkovanja, $d = r$ predstavlja dan za koji je $\Delta = \Delta_{min}$

Iz prikazanog u Tabeli 1 se može konstatovati:

- Za istu dužinu perioda uzorkovanja i istu ukupnu aktivnost, sa povećanjem $T_{1/2}$, Δ_{min} se približavala Δ_{sr} . Za periode uzorkovanja od 7 i 23 dana, Δ_{min} je bila obrnuto proporcionalna $T_{1/2}$, dok za $D = 30$, ovo nije važno u celom ispitanom opsegu perioda poluraspada, jer je $\Delta_{min}(T_{1/2} = 10 \text{ dana}) < \Delta_{min}(T_{1/2} = 200 \text{ dana})$.
- Za istu dužinu perioda uzorkovanja i isti period poluraspada, Δ_{min} je bila obrnuto proporcionalna A_u .
- Razlika između Δ_{min} za različite ukupne aktivnosti, istog radionuklida (isti period poluraspada) je obrnuto proporcionalna povećanju perioda poluraspada radionuklida.
Npr. $T_{1/2} = 2$ dana: $\Delta_{min}(A_u = 500 \text{ Bq}) - \Delta_{min}(A_u = 1 \text{ Bq}) = 55,26$ Bq;
dok je za $T_{1/2} = 200$ dana: $\Delta_{min}(A_u = 500 \text{ Bq}) - \Delta_{min}(A_u = 1 \text{ Bq}) = 0,01$ Bq.
- Za ispitane slučajeve, period poluraspada za koji je $\Delta_{min} = \Delta_{sr}$ se nije menjao sa promenom ukupne aktivnosti ($T_{1/2, sr} \neq f(A_u)$), ali se menjao sa promenom trajanja uzorkovanja (D).
- Period poluraspada za koji je $\Delta_{min} = 0$ Bq, je rastao i sa povećanjem ukupne aktivnosti ($T_{1/2, 0} \sim A_u$) i sa povećanjem perioda uzorkovanja ($T_{1/2, 0} \sim D$), osim u slučaju za $A_u = 1$ Bq, kada je $T_{1/2, 0}$ za $D = 30$ dana manje nego za $D = 23$ dana.
- Skraćivanjem perioda uzorkovanja (D), dan r se od kraja uzorkovanog perioda približava njegovoj sredini.

U Tabeli 2 je ispitan uticaj vremenske nehomogenosti uzorka i dužine perioda uzorkovanja na promenu parametra r .

Tabela 2: Uticaj vremenske nehomogenosti uzorka i dužine perioda uzorkovanja na promenu parametra r i vrednosti Δ_r

$T_{1/2} = 100$ dana			
Period sakupljanja:	7 dana $\Delta_{sr} = \Delta_4$	23 dana $\Delta_{sr} = \Delta_{12}$	30 dana $\Delta_{sr} = \Delta_{15} = \Delta_{16}$
Svaki dan: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_4 = 0,00$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,05$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,08$ Bq
1. dan: $A_1 = 30$ Bq Poslednji dan: $A_p = 70$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_4 = 0,12$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{13} = 0,16$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,05$ Bq
1. dan: $A_1 = 70$ Bq Poslednji dan: $A_p = 30$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_4 = 0,11$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,08$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{15} = 0,13$ Bq
1. dan: $A_1 = 500$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_2 = 0,26$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_9 = 0,05$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,22$ Bq
Poslednji dan: $A_p = 500$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_6 = 0,24$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{15} = 0,14$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{19} = 0,08$ Bq
Sredina perioda: $A_{sr} = 500$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_4 = 0,00$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,05$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,08$ Bq
Sredina perioda: $A_{sr} = 1$ Bq Ostali dani: $A_i = 50$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_4 = 0,00$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,05$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,08$ Bq
$A_{sr-1} = 500$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_3 = 0,35$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,08$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,19$ Bq
$A_{sr-2} = 500$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_3 = 0,09$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,22$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{15} = 0,16$ Bq
$A_{sr+1} = 500$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_5 = 0,34$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{12} = 0,19$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,02$ Bq
$A_{sr+2} = 500$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_5 = 0,11$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{13} = 0,16$ Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,13$ Bq

* Δ_d , d -redni broj dana tokom perioda uzorkovanja; $d = sr$. predstavlja sredinu perioda uzorkovanja, $d = r$ predstavlja dan za koji je $\Delta = \Delta_{\min}$

Rezultati prikazani u Tabeli 2 ukazuju da nehomogenost dnevnih aktivnosti dovodi i do pomeranja optimalnog referentnog datuma na vremenskoj skali i do promene vrednosti Δ_{\min} , ali za sada bez utvrđenih pravlnosti. Jedino je jasno da ekstremumi koji se dogode na dan d , ne utiču na vrednost Δ_d .

Na kraju će biti razmotreni slučajevi dva kratkoživeća radionuklida čije se aktivnosti posebno prate u uzorcima aerosola (Be-7 i I-131), a čija su vremena poluraspada 53 dana i 8 dana, redom.

Pri posmatranju Be-7 u sedmodnevnim uzorcima ($T_{1/2, sr} = 3$ dana), za vremenski homogene uzorke je sredina perioda uzorkovanja najpovoljniji referentni dan ($\Delta_{\min} = \Delta_4 = \Delta_{sr}$). Takođe, do 15 Bq, što je i najčešći raspon aktivnosti, $\Delta_{\min} = 0$.

Za I-131, čije je vreme poluraspada nešto kraće od Be-7, situacija je dosta slična i ispostavlja se da je za referentni datum takođe najpovoljnije izabrati sredinu perioda uzorkovanja, s tim što za homogene uzorke aktivnosti u intervalu (1-20) Bq, Δ_{\min} ima vrednosti (0,02-0,30) Bq, dok je $\Delta_{\min} = 0$ Bq za aktivnosti $< 0,3$ Bq.

Kod mesečnih uzoraka, za Be-7 se situacija ne menja osetno u odnosu na sedmodnevne uzorke. Naime, za period uzorkovanja od 30 dana, $\Delta_{\min} = \Delta_{16} = \Delta_{sr}$. i za najčešći raspon aktivnosti (do 15 Bq) $\Delta_{\min} = 0$ Bq. Za period od 31 dan, $\Delta_{\min} = \Delta_{17}$, ali ni slučaj $\Delta_{\min} = \Delta_{17} = \Delta_{16}$ nije retkost, a za najčešći raspon aktivnosti (do 15 Bq) $\Delta_{\min} < 0,1$ Bq.

Za određivanje I-131, u homogenim mesečnim uzorcima $\Delta_{\min} = \Delta_{19}$. Za raspon aktivnosti (1-20) Bq, Δ_{\min} ima vrednosti (0,04-0,71) Bq, odnosno (0,02-0,49) Bq za 30-dnevne, odnosno 31-dnevne uzorke, redom.

Kao što je već utvrđeno, nehomogenost uzorka dovodi do promene optimalnog referentnog datuma i vrednosti Δ_{\min} , što je prikazano u Tabeli 3.

Tabela 3: Uticaj nehomogenosti u 30-dnenom uzorku

Period uzorkovanja: 30 dana			
Aktivnost prvih 15 dana	Aktivnost poslednjih 15 dana	Be-7	I-131
5 Bq	1 Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{11} = 0,01$	$\Delta_{\min} = \Delta_{13} = 0,01$
3 Bq	2 Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{14} = \Delta_{15} = 0,02$	$\Delta_{\min} = \Delta_{17} = 0,04$
4 Bq	2 Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{13} = \Delta_{14} = 0,02$	$\Delta_{\min} = \Delta_{16} = 0,04$
1 Bq	5 Bq	$\Delta_{\min} = \Delta_{21} = 0,01$	$\Delta_{\min} = \Delta_{22} = 0,08$

Iako se iz većine primera prikazanih u Tabeli 3 stiče utisak da se dan r pomera ka periodu veće aktivnosti, iz druge razmotrene situacije za I-131, kao i iz nekoliko slučajeva iz Tabele 2 se vidi takav trend nije pravilnost.

Zaključak

Na osnovu svega prikazanog u radu, može se zaključiti da dan r ($\Delta_r = A_u - A_r = \Delta_{\min}$) zavisi od više faktora: vrednosti ukupne aktivnosti dnevnih uzoraka (A_u), vremenske raspodele dnevnih vrednosti (homogenost), dužine perioda uzorkovanja (D), vremena poluraspada posmatranog radionuklida ($T_{1/2}$). Rezultati pokazuju izvestan nivo pravilnosti promene dana r i vrednosti Δ_{\min} kod homogenih uzoraka, međutim nehomogenost dnevnih aktivnosti, što je slučaj u realnosti, ima značajan uticaj na promenu optimalnog referentnog datuma, ali za sada bez utvrđenih pravlnosti.

Zahvalnica

Istraživanje je podržano od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj aneksa 451-03-47/2023-01/200017).

Literatura

- [1] Technical Report Series No.295, IAEA, Viena, 1989.
- [2] <http://www.lnhb.fr/nuclear-data/nuclear-data-table/>
- [3] Rajačić M., Analiza uticaja aktivnosti Sunca i meteoroloških parametara na koncentraciju ^7Be u prizemnom sloju atmosfere, Doktorska disertacija, Fizički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 14.02.2019.

SELECTION OF REFERENCE DATE FOR PRESENTATION OF RADIONUCLIDE ACTIVITY IN TIME-COMPOSITE SAMPLES

Milica RAJAČIĆ¹, Ivana VUKANAC¹, Jelena KRNETA NIKOLIĆ¹, Nataša SARAP¹,
Marija JANKOVIĆ¹

1) *Vinča Institute of Nuclear Sciences, National Institute of the Republic of Serbia,
University of Belgrade, Radiation and Environmental Protection Department, Mike
Petrovića Alasa 12-14, 11001 Belgrade, Serbia*

APSTRACT

The question that this paper deals with is: "How to present the "sampling day" in temporal composite samples?". The choice of the reference data that will represent the "sampling day" is a matter of agreement, but the results of the activity of the tested radionuclide given on different reference dates are essentially not mutually comparable.

The aim of the paper was to examine on which day the corrected measured activity (A_r) most closely determines the total daily activity of all samples on the day of their sampling (A_u). It turns out that the day when the difference between these two activities (Δ) is minimal depends on several factors: the total value of daily activities (A_u), the temporal distribution of daily values (homogeneity), the length of the collection period (D) and the half-life of the observed radionuclide ($T_{1/2}$). Accordingly, the influence of the variation of mentioned parameters on the change of the optimal reference date for which the value of Δ is minimal (day r) is presented in this paper.

The results show some level of regularity in homogeneous samples, however, the inhomogeneity of daily activities, which is the case in reality, has a great influence on the change of the optimal reference date, but for now, without established consistency.

САДРЖАЈ

ОПШТИ ПРОБЛЕМИ ЗАШТИТЕ ОД ЗРАЧЕЊА GENERAL PROBLEMS OF RADIATION PROTECTION 1

OPRAVDANOST, OPTIMIZACIJA I REFERENTNI NIVOI U SITUACIJAMA POSTOJEĆEG IZLAGANJA 2

JUSTIFICATION, OPTIMIZATION AND REFERENCE LEVELS IN EXISTING EXPOSURE SITUATIONS 8

METROPOEM PROJEKAT – METROLOGIJA ZA HARMONIZACIJU MERENJA ZAGADJIVAČA ŽIVOTNE SREDINE U EVROPI 9

METROPOEM – METROLOGY FOR THE HARMONISATION OF MEASUREMENTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS IN EUROPE 14

РАДИОЕКОЛОГИЈА И ИЗЛАГАЊЕ СТАНОВНИШТВА RADIOECOLOGY AND POPULATION EXPOSURE 15

RADIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA NA TERITORIJI VOJVODINE 16

RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF AGRICULTURAL SOIL IN THE TERRITORY OF VOJVODINA 23

MONITORING RADIOAKTIVNOSTI I PROCENA RADIJACIONOG RIZIKA U OKOLINI TERMOELEKTRANA U REPUBLICI SRBIJI U 2021. I 2022. GODINI 24

RADIOACTIVITY MONITORING AND RADIATION RISK ASSESSMENT IN THE SURROUNDINGS OF THERMAL POWER PLANTS IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN 2021 AND 2022 29

GRAMON BAZA PODATAKA: DESETOGODIŠNJA MERENJA SPECIFIČNE AKTIVNOSTI BERILIJUMA-7 U VAZDUHU 30

GRAMON DATABASE: TEN YEARS OF BERYLLIUM-7 SPECIFIC ACTIVITY MEASUREMENTS 35

ISPITIVANJE SADRŽAJA RADIONUKLIDA U VODI I SEDIMENTU, REKA SAVA 36

RADIONUCLIDES IN WATER AND SEDIMENT, SAVA RIVER 41

RADIOLOŠKA ANALIZA NEKIH VRSTA LEKOVITOG BILJA SA PODRUČJA GUČEVA I PROCENA GODIŠNJE EFEKTIVNE DOZE USLED INGESTIJE 42

RADIOLOGICAL ANALYSIS OF SOME TYPES OF MEDICINAL PLANTS FROM THE GUČEVO AREA AND ESTIMATION OF ANNUAL EFFECTIVE DOSE DUE TO INGESTATION 48

PRIMENA JONOIZMENJIVAČKIH SMOLA ZA GAMA SPEKTROMETRIJSKO ODREĐIVANJE RADIJUMA U VODI 49

APPLICATION OF ION EXCHANGE RESINS FOR GAMMA SPECTROMETRIC DETERMINATION OF RADIUM IN WATER 55

ODREĐIVANJE VEŠTAČKIH I PRIRODNIH RADIONUKLIDA U UZORKU ZEMLJIŠTA U SVRHU INTERKOMPARACIJE IAEA-TERC-2022-02 56

DETERMINATION OF GAMMA-EMITTING ANTHROPOGENIC AND NATURAL RADIONUCLIDES IN SOIL SAMPLE FOR THE PURPOSE OF PROFICIENCY TEST IAEA-TERC-2022-02 ALMERA 61

RASPODELA KONCENTRACIJA AKTIVNOSTI PRIRODNIH RADIONUKLIDA U UZORCIMA ŽIVOTNE SREDINE KAO POSLEDICA RADA TERMOELEKTRANE “KOLUBARA” U PERIODU 2010 – 2022. GODINE 62

THE ACTIVITY CONCENTRATION DISTRIBUTIONS OF NATURALLY OCCURRING RADIONUCLIDES IN THE ENVIRONMENTAL SAMPLES AS A RESULT OF THE OPERATION OF THE “KOLUBARA” COAL-FIRED POWER PLANT IN THE PERIOD OF 2010 – 2022. 70

RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ALKALI ACTIVATED MATERIALS CONTAINING WOOD AND FLY ASH 71

RADIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA ALKALNO AKTIVNIH MATERIJALA KOJI SADRŽE DRVENI I LETEĆI PEPEO	79
POTENCIJALNI ODNOS IZMEĐU KONCENTRACIJE TRICIJUMA U KIŠNICI I REKAMA.....	80
RELATIONSHIP BETWEEN TRITIUM CONCENTRATIONS IN PRECIPITATION AND RIVERS.....	85
ANALIZA TRENDA PROMENE UKUPNE ALFA I UKUPNE BETA AKTIVNOSTI U POLJOPRIVREDNOM EKOSISTEMU.....	86
ANALYSIS OF TREND OF THE GROSS ALPHA AND GROSS BETA ACTIVITY IN THE AGRICULTURAL ECOSYSTEM.....	92
AKUMULACIJA RADIONUKLIDA IZ ZEMLJIŠTA U PLODOVIMA LEŠNIKA	93
ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES FROM SOIL IN HAZELNUT FRUITS.....	102
REZULTATI MERENJA PRIVATNE MERNE STANICE U POŽAREVCU ZA KONTINUALNO MERENJE AMBIJENTALNOG EKVIVALENTA DOZE ZA 2021. I 2022. GODINU.....	103
MEASUREMENT RESULTS OF PRIVATE MEASURING STATION IN POŽAREVAC FOR CONTINUOUS MEASUREMENT OF AMBIENT DOSE EQUIVALENT FOR 2021 AND 2022	109
ISPITIVANJE KONCENTRACIJE RADIONUKLIDA U SEDIMENTU PODMORJA CRNE GORE	110
CONCENTRATION OF RADIONUCLIDES IN THE SUBMARINE SEDIMENT OF MONTENEGRO	115
SADRŽAJ RADIONUKLIDA I DOZA INGESTIJOM ZA ČAJEVE SPRAVLJENE OD LEKOVITOG BILJA SA TERITORIJE REPUBLIKE SRBIJE.....	116
RADIONUCLIDE CONTENT AND INGESTION DOSE FOR TEA MADE FROM MEDICINAL HERBES FROM THE THERITORY OF REPUBLIC OF SERBIA	121
ANALIZA FRAKTALNE PRIRODE SPECIFIČNE AKTIVNOSTI BERILIJUMA-7 U PRIZEMNOM SLOJU ATMOSFERE MERENE U BEOGRADU, SRBIJA (1991-2022)	122
ANALYSIS OF THE FRACTAL NATURE OF THE SPECIFIC ACTIVITY OF BERYLLIUM-7 IN THE NEAR-SURFACE LAYER OF THE ATMOSPHERE MEASURED IN BELGRADE, SERBIA (1991–2022)	127
FLY-ASH FOR USAGE IN THE BUILDING MATERIAL INDUSTRY	128
UPOTREBA LETEĆEG PEPELA U INDUSTRIJI GRAĐEVINSKOG MATERIJALA	136
IZBOR REFERENTNOG DATUMA ZA PREZENTOVANJE AKTIVNOSTI RADIONUKLIDA U VREMENSKI KOMPOZITNIM UZORCIMA.....	137
SELECTION OF REFERENCE DATE FOR PRESENTATION OF RADIONUCLIDE ACTIVITY IN TIME-COMPOSITE SAMPLES.....	142
SADRŽAJ RADIONUKLIDA I TEŠKIH METALA U OTPADNOM TALOGU OD PREČIŠĆAVANJA RASTVORA ZA ELEKTROLIZU CINKA U “ZORKI” ŠABAC	143
CONTENT OF RADIONUCLIDES AND HEAVY METALS IN THE WASTE PRECIPITATE FROM THE PURIFICATION OF THE SOLUTION FOR THE ELECTROLYSIS OF ZINC IN "ZORKA" ŠABAC	152
SOIL TO PLANT TRANSFER OF CS-137, SR-90, RA-226, PB-210 AND K-40 IN DIFFERENT AGRICULTURAL PRODUCTS IN CROATIA.....	153
PRIJENOS CS-137, SR-90, RA-226, PB-210 I K-40 IZ TLA U BILJKU U RAZLIČITIM POLJOPRIVREDNIM KULTURAMA U HRVATSKOJ	159
РАДОН RADON.....	160
MERENJE RADIOAKTIVNOSTI I EKSHALACIJE RADONA IZ KONCENTRATA ARSENA KORIŠĆENOG U INDUSTRIJI CINKA „ZORKA” ŠABAC	161
MEASUREMENTS OF RADIOACTIVITY AND RADON EXHALATION FROM THE ARSENIC CONCENTRATE USED IN THE ZINC INDUSTRY "ZORKA" ŠABAC	171
RADON U SREDNJIM ŠKOLAMA U CRNOJ GORI.....	172

RADON IN SECONDARY SCHOOLS IN MONTENEGRO.....	177
RAZVOJ METODOLOGIJE ZA BRZU DIJAGNOSTIKU POVIŠENIH NIVOVA RADONA I ANALIZU GEOLOŠKIH FAKTORA U RADONOM UGROŽENIM PODRUČJIMA	178
DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR RAPID DIAGNOSTIC OF ELEVATED RADON LEVELS AND ANALYSIS OF GEOLOGICAL FACTORS IN RADON PRIORITY AREAS.....	185
MERENJE KONCENTRACIJE RADONA U ZATVORENOM PROSTORU – PRIKAZ JEDNOG SLUČAJA.....	186
INDOOR RADON CONCENTRATION MEASUREMENT - CASE STUDY	195
TRACERADON PROJEKAT – PREGLED NAJVAŽNIJIH REZULTATA.....	196
TRACERADON PROJECT – AN OVERVIEW OF SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS	205
MONITORING KONCENTRACIJE RADONA U RADNOM PROSTORU, LABORATORIJA PMF-A U KOSOVSKOJ MITROVICI	206
MONITORING OF RADON CONCENTRATION IN THE WORKPLACE, LABORATORY OF FACULTY IN KOSOVSKA MITROVICA.....	211
ISPITIVANJE KONCENTRACIJE AKTIVNOSTI RADONA SA VODOIZVORIŠTA U CRNOJ GORI	212
INVESTIGATION OF RADON ACTIVITY CONCENTRATION FROM WATER SOURCES IN MONTENEGRO	218
METODE DETEKCIJE I MERNA INSTRUMENTACIJA DETECTION METHODS AND MEASUREMENT INSTRUMENTATION.....	219
PONOVLJIVOST ODREĐIVANJA AKTIVNOSTI RADIONUKLIDA CS-137 IZ CILINDRIČNOG RADIOAKTIVNOG IZVORA.....	220
REPEATABILITY OF CS-137 RADIONUCLIDE ACTIVITY DETERMINATION FROM CYLINDRICAL RADIOACTIVE SOURCE	224
VARIJACIJE FONA HPGE DETEKTORA	225
BACKGROUND VARIATIONS OF HPGE DETECTORS	231
INTERNA KONTROLA KVALITETA HPGE GAMASPEKTROMETRIJSKOG SISTEMA.....	232
INTERNAL QUALITY CONTROL OF HPGE GAMMA SPECTROMETRY SYSTEM.....	237
ODREĐIVANJE SADRŽAJA PRIRODNIH RADIONUKLIDA U UZORCIMA MINERALNIH ĐUBRIVA.....	238
DETERMINATION OF THE CONTENT OF NATURAL RADIONUCLIDES IN SAMPLES OF MINERAL FERTILIZERS.....	244
GODIŠNJA KONTROLA DETEKTORA INSPECTOR 1000 I RADEYE PRD	245
ANNUAL CONTROL OF INSPECTOR 1000 AND RADEYE PRD DETECTORS.....	251
UPOTREBA FRAM SOFTVERA U ANALIZI GAMA SPEKTARA NUKLEARNIH MATERIJALA	252
FRAM SOFTVER	252
THE USE OF FRAM SOFTWARE IN THE ANALYSIS OF GAMMA SPECTRA OF NUCLEAR MATERIALS	258
REZULTATI ISPITIVANJA SONDE S1 SA KOMPENZACIONIM FILTEROM ZA MERENJE AMBIJENTALNOG EKVIVALENTA DOZE ZA UREĐAJ DMRZ-M15	259
TEST RESULTS OF PROBE S1 WITH COMPENSATION FILTER FOR MEASURING THE AMBIENT EQUIVALENT DOSE USED WITH DMRZ-M15 SURVEY METER.....	264
MERNA NESIGURNOST AMBIJENTALNIH FOTONSKIH DOZIMETARA U IMPULSNOM REŽIMU RADA SA POSEBNIM OSVRTOM NA UTICAJ OSETLJIVOSTI DETEKCIJE I VREMENA MERENJA	265

MEASUREMENT UNCERTAINTY OF AMBIENT PHOTON DOSIMETERS IN PULSE MODE OPERATION WITH SPECIAL EMPHASIS TO THE INFLUENCE OF DETECTION SENSITIVITY AND MEASUREMENT TIME	271
PRIPREMA RADIOAKTIVNIH STANDARDA ZA KALIBRACIJU GAMA SPEKTROMETARA	272
PREPARATION OF RADIOACTIVE STANDARDS FOR CALIBRATION OF GAMMA SPECTROMETER	279
ODREĐIVANJE SR-89 I SR-90 ČERENKOVljeVIM BROJENJEM.....	280
DETERMINATION OF SR-89 AND SR-90 BY CHERENKOV COUNTING.....	286
ANALIZA FLUKSA I DOZNIH EFEKATA TERESTRIJALNOG SKYSHINE ZRAČENJA	287
ANALYSIS OF FLUX AND DOSE EFFECTS OF TERRESTRIAL SKYSHINE RADIATION	292
KALIBRACIJA LSC DETEKTORA U OKVIRU RAZVOJA METODE ZA MERENJE URANIJUMA U PODZEMNIM VODAMA	293
CALIBRATION OF LSC DETECTOR FOR THE DEVELOPMENT OF METHOD FOR MEASURING URANIUM IN GROUNDWATER.....	297
ЗАШТИТА ОД ЗРАЧЕЊА У МЕДИЦИНИ RADIATION PROTECTION IN MEDICINE.....	298
ANALIZA RASEJANJA ZRAČENJA OD ZAUSTAVLJAČA SNOPI KOD LINEARNIH MEDICINSKIH AKCELERATORA	299
ANALYSIS OF RADIATION SCATTERING FROM BEAM STOPPERS AT LINEAR MEDICAL ACCELERATORS	305
UNAPREĐENJE ZAŠTITE MEDICINSKOG OSOBLJA KOJE UČESTVUJE U FLUOROSKOPSKI VOĐENIM INTERVENTNIM PROCEDURAMA UVOĐENJEM POLUAUTOMATSKOG SISTEMA UPRAVLJANJA VISEĆIM ZAŠTITNIM EKSTRANOM.....	306
IMPROVING THE PROTECTION OF MEDICAL STAFF PARTICIPATING IN FLUOROSCOPICALLY GUIDED INTERVENTIONAL PROCEDURES BY INTRODUCING A SEMI-AUTOMATIC SYSTEM FOR MANAGING A CEILING-SUSPENDED PROTECTIVE SCREEN	312
NOVI PRISTUP U KONSTRUKCIJI ZAŠTITE U BRAHITERAPIJI-BRAHITERAPIJSKA KOMORA	313
A NEW APPROACH IN THE CONSTRUCTION OF PROTECTION IN BRACHYTHERAPY – BRACHYTHERAPY CHAMBER.....	320
EKSPERIMENTALNI MODEL ZA PROCENU MOGUĆEG RADIOPROTEKTIVNOG EFEKTA BILJNOG EKSTRAKTA	321
EXPERIMENTAL MODEL FOR ASSESSING THE POSSIBLE RADIOPROTECTIVE EFFECT OF PLANT EXTRACT	327
CT PROTOKOL I VRIJEDNOSTI DOZA ZA PREGLED UROGRAFIJE	328
CT PROTOCOL AND DOSE VALUES FOR UROGRAPHY EXAMINATION	334
STANJE RENDGEN-APARATA U DIJAGNOSTIČKOJ RADIOLOGIJI U CRNOJ GORI.....	335
THE CONDITION OF X-RAY MACHINES IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY IN MONTENEGRO	341
VALIDACIJA ITLC METODE ZA ODREĐIVANJE SADRŽAJA RADIOHEMIJSKE NEČISTOĆE C U ^{99m} Tc-MIBI INJEKCIJI	342
VALIDATION OF AN ITLC METHOD FOR THE DETERMINATION OF RADIOCHEMICAL IMPURITIES C IN ^{99m} Tc-MIBI INJECTION.....	349
METODA ISPITIVANJA FIZIOLOŠKE RASPODELE ^{99m} Tc-DPD.....	350
METHOD FOR INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL DISTRIBUTION OF ^{99m} Tc DPD	355
AUTOMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE RADIOFARMACEUTIKA U CILJU SMANJENJA DOZE ZRAČENJA OPERATERA.....	356

AUTOMATION OF THE PRODUCTION OF RADIOPHARMACEUTICAL WITH THE AIM TO REDUCE THE OPERATOR'S RADIATION DOSE	360
ДОЗИМЕТРИЈА DOSIMETRY	361
USPOSTAVLJANJE ETALONSKOG POLJA ZA MALE VREDNOSTI JAČINE DOZNOG EKVIVALENTA.....	362
ESTABLISHING CALIBRATION FIELD FOR SMALL VALUES OF DOSE EQUIVALENT RATE....	368
EVALUATION OF DIAGNOSTIC RADIOLOGY DETECTOR PERFORMANCE IN REFERENCE MAMMOGRAPHY RADIATION FIELDS	369
EVALUACIJA PERFORMANSI DETEKTORA ZA DIJAGNOSTIČKU RADIOLOGIJU U REFERENTNIM POLJIMA ZRAČENJA ZA MAMMOGRAFIJU	375
PROVERA RADIOTERAPIJSKIH USTANOVA SRBIJE OD 2019. DO 2022. GODINE POŠTANSKOM DOZIMETRIJOM U VELIČINI APSORBOVANA DOZA U VODI.....	376
POSTAL DOSIMETRY AUDIT OF RADIOTHERAPY CENTERS IN SERBIA FOR THE PERIOD FROM 2019. TO 2022. IN TERMS OF ABSORBED DOSE TO WATER	381
THE INFLUENCE OF COMPRESSION PADDLE POSITIONING ON HVL MEASUREMENTS IN MAMMOGRAPHY	382
UTICAJ POZICIJE KOMPRESIJE PAPUČICE NA HVL MERENJA U MAMMOGRAFIJI	386
PRIMENA TL DOZIMETARA ZA ISPITIVANJE TAČNOSTI ISPORUČENE DOZE U OZRAČIVAČU KRVU	387
APPLICATION OF TL DOSIMETERS FOR TESTING THE ACCURACY OF DELIVERED DOSE IN BLOOD IRRADIATOR.....	393
БИОЛОШКИ ЕФЕКТИ ЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА BIOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION	394
SINTEZA LUTECIJUMA(III) KOMPLEKSA SA POLIAZAMAKROCIKLIČNIM LIGANDOM	395
SYNTHESIS OF LUTETIUM(III) COMPLEX WITH A POLYAZAMACROCYCLIC LIGAND.....	400
ANTIOKSIDATIVNI I RADIOPROTEKTIVNI EFEKAT FLAVONOIDA NA UČESTALOST MIKRONUKLEUSA U HUMANIM LIMFOCITIMA	401
ANTIOXIDATIVE AND RADIOPROTECTIVE EFFECT OF FLAVONOIDS ON FREQUENCY OF MICRONUCLEI IN HUMAN LYMPHOCYTES.....	405
PROMENE GENETIČKOG MATERIJALA U LIMFOCITIMA PERIFERNE KRVU IZLOŽENIH U VANREDNOM DOGAĐAJU NA GRANIČNOM PRELAZU BEZDAN.....	406
CYTOGENETIC CHANGES IN PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES OF THE EXPOSED PERSONS IN THE EMERGENCY EVENT AT THE BORDER CROSSING BEZDAN	410
ANALIZA ZDRAVSTVENOG STANJA RADNIKA NA CARINSKOM PRELAZU AKCIDENTALNO IZLOŽENIH RADIOAKTIVNOM ZRAČENJU	411
ANALYSIS OF THE HEALTH CONDITION AFTER THE EMERGENCY EVENT AT BEZDAN BORDER CROSSING	416
THE EFFECT OF HONEY ON MALONDIALDEHYDE LEVEL IN PLASMA EXPOSED TO A THERAPEUTIC DOSE OF RADIATION.....	417
DELOVANJE MEDA NA NIVO MALONDIALDEHIDA U PLAZMI IZLOŽENOJ TERAPIJSKOJ DOZI ZRAČENJA.....	423
OKSIDATIVNI STATUS KOD PACIJENATA OBOLELIH OD DOBRO DIFERENTOVANIH KARCINOMA ŠTITASTE ŽLEZDE NAKON TERAPIJE ¹³¹ I.....	424
OXIDATIVE STATUS IN PATIENTS SUFFERED FROM WELL DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA AFTER ¹³¹ I THERAPY.....	429

РАДИОАКТИВНИ ОТПАД И ДЕКОНТАМИНАЦИЈА RADIOACTIVE WASTE AND DECONTAMINATION.....430

BEZBEDNO UPRAVLJANJE ZATVORENIM IZVORIMA JONIZUJUĆEG ZRAČENJA: MOGUĆI PRISTUPI, RUKOVANJE, KONDICIONIRANJE I SKLADIŠTENJE 431

SAFE MANAGEMENT OF SEALED RADIOACTIVE SOURCES: POSSIBLE APPROACHES, HANDLING, CONDITIONING AND STORAGE 438

EFIKASNOST I KAPACITET SORPCIJE JONA BA^{2+} ZEOLITOM 4A I PRIRODNIM KLINOPTILOLITOM I UTICAJ KOMPETICIJE SA JONIMA SR^{2+} 439

EFFICIENCY AND CAPACITY OF BA^{2+} IONS SORPTION BY ZEOLITE 4A AND NATURAL KLINOPTILOLITE AND INFLUENCE OF COMPETING SR^{2+} IONS..... 444

PREGLED POTENCIJALNIH PRIMENA OTPADNOG STAKLA EKRANA U MALTER-MATRIKSU ZA IMOBILIZACIJU TEČNOG RADIOAKTIVNOG OTPADA 445

OVERVIEW OF POTENTIAL APPLICATIONS OF SCREEN WASTE GLASS IN MORTAR-MATRIX FOR LIQUID RADIOACTIVE WASTE IMMOBILIZATION 451

ПРОБНИ РАД ПОСТРОЈЕЊА ЗА ПРЕРАДУ РАДИОАКТИВНОГ ОТПАДА БЕЗ РАДИОАКТИВНИХ И НУКЛЕАРНИХ МАТЕРИЈАЛА 452

TRIAL OPERATION OF THE RADIOACTIVE WASTE PROCESSING FACILITY WITHOUT RADIOACTIVE AND NUCLEAR MATERIALS 460

UPRAVLJANJE RADIOAKTIVNIM OTPADOM INSTITUTA ZA ONKOLOGIJU I RADIOLOGIJU SRBIJE 461

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT OF THE INSTITUTE FOR ONCOLOGY AND RADIOLOGY OF SERBIA 468

РЕГУЛАТИВА, ЕДУКАЦИЈА И ЈАВНО ИНФОРМИСАЊЕ REGULATION, EDUCATION AND PUBLIC INFORMATION.....469

PRIMENA KAZNENIH MERA U INSPEKCIJSKOM NADZORU 470

APPLICATION OF PENALTIES IN INSPECTION OVERSIGHT 476

TERMINOLOGIJA U OBLASTI RADIJACIONE I NUKLEARNE SIGURNOSTI I BEZBEDNOSTI – IZAZOVI..... 477

TERMINOLOGY IN THE FIELD OF RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AND SECURITY – CHALLENGES 482

BEZBEDNOSNI IZAZOVI USLED POJAVE FALSIFIKOVANIH, LAŽNIH I SUMNJIVIH PREDMETA U LANCU NUKLEARNOG SNABDEVANJA 483

SECURITY CHALLENGES DUE TO THE APPEARANCE OF COUNTERFEIT, FAKE AND SUSPICIOUS ITEMS IN THE NUCLEAR SUPPLY CHAIN..... 488

UNAPREĐENJE REGULATORNOG OKVIRA U OBLASTI PRIMENE IZVORA ZRAČENJA U MEDICINI..... 489

IMPROVEMENT OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF APPLICATION OF RADIATION SOURCES IN MEDICINE..... 495

GENERALNA PREVENCIJA ILEGALNE TRGOVINE RADIOAKTIVNIH MATERIJALA 496

GENERAL PREVENTION OF RADIOACTIVE MATERIALS ILLICIT TRAFFICKING..... 508

НЕЈОНИЗУЈУЋА ЗРАЧЕЊА NON-IONIZING RADIATION509

UTICAJ EVOLUCIJE MOBILNIH TEHNOLOGIJA NA IZLAGANJE LJUDI EM POLJIMA..... 510

THE INFLUENCE OF THE EVOLUTION OF MOBILE TECHNOLOGIES ON THE EXPOSURE OF PEOPLE TO EM FIELDS..... 518

ФОТОТЕРАПИЈА ЗА НЕОНАТАЛНУ ХИПЕРБИЛИРУБИНЕМИЈУ 519

PHOTOTHERAPY FOR NEONATAL HYPERBILIRUBINEMIA 525