



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

Cvijičeva 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

POTENCIJALNI ODNOS IZMEĐU KONCENTRACIJE TRICIJUMA U KIŠNICI I REKAMA

Marija JANKOVIĆ¹, Nataša SARAP¹, Jelena KRNETA NIKOLIĆ¹, Milica RAJAČIĆ¹,
Ivana VUKANAC¹, Ivana JELIĆ¹, Marija ŠLJIVIĆ-IVANOVIĆ¹

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, 11001 Vinča, Beograd, Srbija*

Autor za korespondenciju: *Marija JANKOVIĆ, marijam@vinca.rs*

SAŽETAK

U radu je razmatran potencijalni odnos između dobijenih rezultata za koncentraciju tricijuma u kišnici i rekama, Savi i Dunavu, u Beogradu. Uzorkovanja su vršena svakog meseca tokom 2021. godine. Svi uzorci su koncentrisani primenom metode sa elektrolitičkim obogaćenjem, dok je za detekciju tricijuma korišćen tečni scintilacioni spektrometar. Dobijeni rezultati korišćeni su za izračunavanje količine tricijuma deponovane po m² površine, kao i prosečnog toka tricijuma u rekama na osnovu protoka vode. Dobijena distribucija tricijuma tumačena je u skladu sa meteorološkim i hidrološkim parametrima.

Uvod

Tricijum, radioaktivni izotop vodonika, sa vremenom poluraspada od 12,32 godine [1], prirodno nastaje u reakciji neutrona iz kosmičkog zračenja sa molekulima azota u gornjim slojevima atmosfere. Veštački stvoren tricijum nastao je prilikom nuklearnih proba u periodu 1945-1980. Nuklearne probe dovele su do ispuštanja tricijuma u atmosferu u obliku tritiranog vodonika HT i metil tricijumskog gasa CH₃T, pri čemu dolazi do brze oksidacije i pretvaranja u tritiranu vodu (HTO) [2]. Ovo ispuštanje u atmosferu dovelo je do sto puta većih koncentracija tricijuma u padavinama u odnosu na prirodni nivo [3]. Izotopski sastav padavina prati se više od 50 godina širom sveta kroz globalnu mrežu izotopa u padavinama (GNIP - Global Network of Isotopes in Precipitation), oformljenu od strane Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA - International Atomic Energy Agency) i Svetske Meteorološke Organizacije (WMO - World Meteorological Organization), kao i pojedinačnih institucija. Globalna mreža izotopa u rekama (GNIR - Global Network of Isotopes in Rivers) pokrenuta je u periodu 2002-2005. kao deo Programa za vodene resurse IAEA u okviru pilot projekta. Fokusirana je na stabilne izotope i sadržaj tricijuma u različitim slivovima svetskih reka. Cilj GNIR programa je prikupljanje i širenje vremenskih serija o podacima za izotopske sastave svetskih reka, kao i diseminacija ka širokim naučnim disciplinama, uključujući hidrologiju, meteorologiju i klimatologiju, okeanografiju, limnologiju i vodenu ekologiju [4].

Cilj ovog rada je razmatranje potencijalnog odnosa između dobijenih rezultata za koncentraciju tricijuma u padavinama i u rekama, Savi i Dunavu, kao i da se na osnovu meteoroloških i hidroloških parametara proceni količina deponovanog tricijuma i njegov prosečan tok u rekama. Podaci koji se dobijaju za mesečne uzorke bitni su u cilju identifikacije potencijalnih izvora kontaminacije. Povišeni nivoi tricijuma mogu ukazati na prisustvo drugih veštačkih radionuklida [5].

Ekperimentalni deo

U cilju analize sadržaja tricijuma u kišnici i u rekama, tokom 2021. kišnica je uzorkovana na meteorološkoj stanici Zeleno brdo (ZB) u Beogradu, dok su površinske vode Save i Dunava

uzorkovane na Novom Beogradu i u Zemunu (Slika 1). Analiza se radi u kompozitnim mesečnim uzorcima. Priprema uzoraka uključuje preliminarnu destilaciju, elektrolitičko obogaćenje i sekundarnu destilaciju. Zajedno sa uzorcima u sistemu za elektrolizu obogaćuje se i standard tricijuma poznate aktivnosti u cilju računanja faktora obogaćenja. Nakon sekundarne destilacije uzorci se mešaju sa scintilacionim koktelom Ultima Gold LLT u zapreminskom odnosu 8:12 ml u polietilenskim bočicama zapremine 20 ml. Za merenje sadržaja tricijuma u uzorcima koristi se tečni scintilacioni spektrometar Ultra Low Level Liquid Scintillation Spectrometer Quantulus 1220. Za merenje fona koristi se *mrtva voda* [6]. Efikasnost detekcije određuje se pomoću standardnog referentnog rastvora tricijuma (Czech Metrology Institute) i iznosila je 26,6 %. Prozor za merenje tricijuma podešen je između 1. i 250. kanala. Vreme merenja uzoraka je 18000 s. Svi rezultati merenja prikazuju se sa mernom nesigurnošću, koja je izražena kao proširena merna nesigurnost za faktor $k = 2$, koji za normalnu raspodelu odgovara nivou poverenja od 95 %.



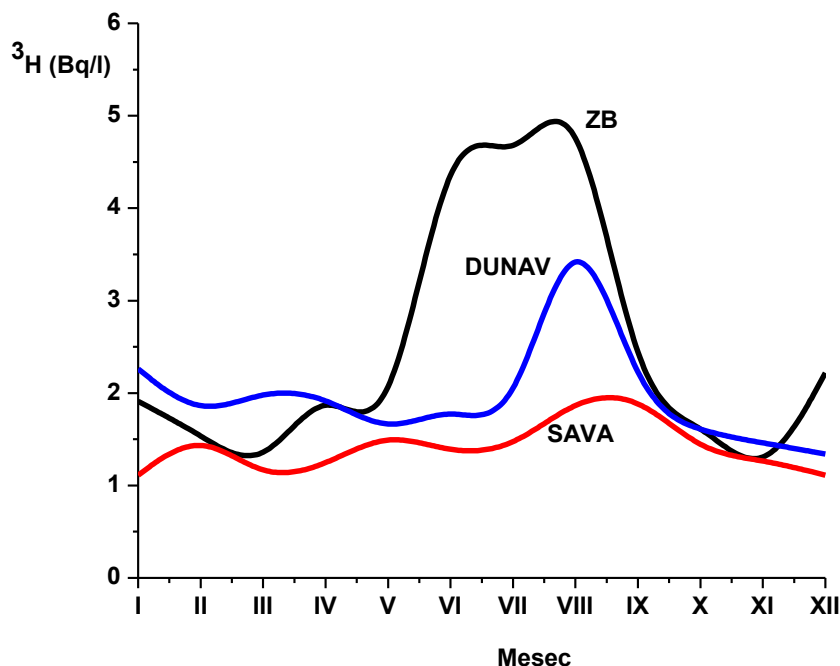
Slika 1: Uzorkovanje kišnice i površinske vode

Rezultati i diskusija

U cilju proučavanja odnosa između koncentracije tricijuma u kišnici sa referentne meteorološke stanice Zeleno brdo i u rekama, Savi i Dunavu, na Slici 2 prikazane su mesečne koncentracije tricijuma u padavinama i površinskim vodama tokom 2021. godine. Koncentracija tricijuma u kišnici bila je u opsegu od $0,98 \pm 0,23$ Bq/l (novembar) do $5,59 \pm 0,47$ Bq/l (avgust). Tokom prolećnih i letnjih meseci, dobijene koncentracije u kišnici su znatno više u odnosu na koncentraciju tricijuma u površinskoj vodi, te je izražen sezonski efekat. Tokom prolećnih meseci dolazi do povećane koncentracije tricijuma u troposferi na severnoj hemisferi. Ovaj mehanizam se objašnjava razmenom troposferskih i stratosferskih vazdušnih masa koja se javlja pretežno tokom kasne zime i proleća [7]. Dobijene vrednosti tricijuma u kišnici ukazuju na normalne sezonske varijacije, što je posledica stratosferskog porekla ovog radionuklida. Na severnoj hemisferi gde su koncentracije tricijuma u padavinama bile najveće usled atmosferskih nuklearnih proba, danas se zapaža trend opadanja. Sličan trend je primećen i na južnoj hemisferi [2].

U uzorcima površinske vode Save, koncentracija tricijuma je bila u opsegu od $1,05 \pm 0,25$ Bq/l (mart) do $2,00 \pm 0,30$ Bq/l (septembar), dok su vrednosti za Dunav bile u opsegu od $1,34 \pm 0,26$ Bq/l (decembar) do $4,27 \pm 0,41$ Bq/l (avgust). Različiti procesi, kao što

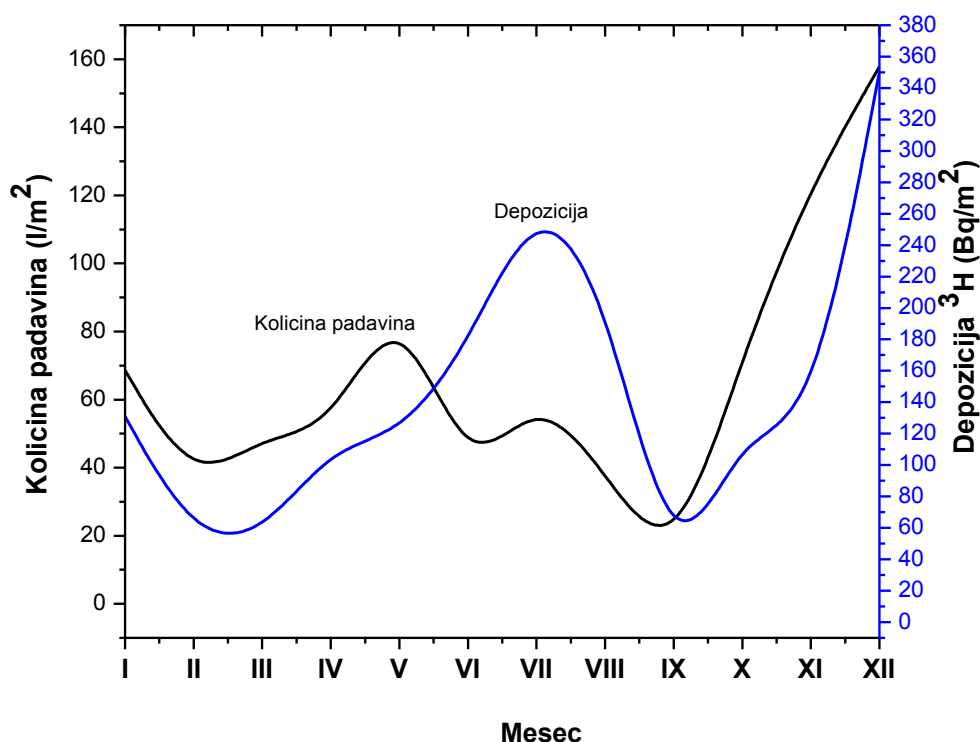
su procesi mešanja koji postoje u jezerima, rezervoarima i podzemnim vodama, dovode do niske sezonske izotopske amplitude, što je evidentno za Savu, dok Dunav ima pik tokom letnjih meseci [2,4].



Slika 2: Mesečne koncentracije tricijuma u padavinama i površinskim vodama tokom 2021. godine

Za ispitivani period, odnos koncentracija tricijuma u kišnici i u Savi i Dunavu je blizu 1, što ukazuje da nije došlo do nekog lokalnog ispuštanja [8].

Korišćenjem meteoroloških podataka za Beograd (meteorološka stanica Opservatorija [9]) za količinu padavina, može se proceniti depozicija tricijuma na Zemljinu površinu uzimajući u obzir dobijene vrednosti tricijuma u kišnici (Slika 3). Depozicija se kretala u opsegu od $17,3 \text{ Bq/m}^2$ (septembar) do $350,3 \text{ Bq/m}^2$ (decembar). Vrednost prosečnih tokova tricijuma u rekama [2,8] za 2021. godinu procenjena je na $0,0647 \text{ PBq/god}$ i $0,157 \text{ PBq/god}$ za Savu i Dunav, redom, korišćenjem srednjih godišnjih protoka za Savu ($1450 \text{ m}^3/\text{s}$ u Sremskoj Mitrovici (139,2 km od ušća Save u Dunav)) i $2550 \text{ m}^3/\text{s}$ za Dunav (Novi Sad, 1255 km od ušća Save u Dunav)) [10] i srednjih godišnjih vrednosti koncentracije tricijuma u ispitivanim rekama.



Slika 3: Količina padavina na meteorološkoj stanici Opservatorija (Beograd) i depozicija tricijuma tokom 2021. godine

Zaključak

Analiza sadržaja tricijuma u mesečnim uzorcima kišnice i reka Save i Dunava u Beogradu tokom 2021. godine, pokazuje međusobni odnos blizu 1, što dovodi do zaključka da nema lokalnog ispuštanja ovog radioizotopa. Dobijene koncentracije tricijuma u kišnici na lokaciji Zeleno brdo u Beogradu, pokazuju njegovo stratosfersko poreklo sa izraženim maksimumom tokom prolećnih i letnjih meseci. Na osnovu izmerenih koncentracija tricijuma u padavinama i količine padavina, procenjena je depozicija tricijuma, čija je maksimalna vrednost iznosila 350,3 Bq/m². Pored toga, korišćenjem hidroloških podataka za prosečan protok Save i Dunava i izmerenih koncentracija tricijuma u ovim površinskim vodama, procenjena je vrednost prosečnog toka tricijuma, čija je maksimalna vrednost iznosila 0,157 PBq/god.

Zahvalnica

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

Literatura

- [1] L. L. Lucas, M. P. Unterweger, Comprehensive Review and Critical Evaluation of the Half-Life of Tritium. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology Vol. 105 No. 4, 2000, 541-549.
- [2] L. Ducros, F. Eyrolle, C. D. Vedova, S. Charmasson, M. Leblanc, A. Mayer, M. Babic, C. Antonelli, D. Mourier, F. Giner, Tritium in river waters from French Mediterranean

- catchments: Background levels and variability. *Science of the Total Environment* Vol. 612, 2018, 672-682.
- [3] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), Sources and effects of ionizing radiation, UNSCEAR 2008, Report to the General Assembly with Scientific Annexes. United Nations, New York, 2010.
- [4] J. Halder, S. Terzer, L. I. Wassenaar, L. J. Araguás-Araguás, P. K. Aggarwal, The Global Network of Isotopes in Rivers (GNIR): integration of water isotopes in watershed observation and riverine research. *Hydrology Earth System Sciences* Vol. 19, 2015, 3419-3431.
- [5] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet, Sl. gl. RS 36/18, 2018.
- [6] J. Nikolov, N. Todorović, M. Janković, M. Voštinar, I. Bikit, M. Vesković, Different methods for tritium determination in surface water by LSC. *Applied Radiation and Isotopes* Vol. 71, 2013, 51-56.
- [7] K. Rozanski, R. Gonfiantini, L. Araguas-Araguas, Tritium in the global atmosphere: distribution patterns and recent trends. *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics* Vol. 17, 1991, S523-S536.
- [8] N. Miljević, V. Šipka, A. Žujić, D. Golobočanin, Tritium around the Vinča Institute of Nuclear Sciences. *Journal of Environmental Radioactivity* Vol. 48, 2000, 303-315.
- [9] Meteorološki godišnjak - klimatološki podaci 2021. Republički Hidrometeorološki Zavod, Republika Srbija, Beograd, 2022.
- [10] Hidrološki godišnjaci - 1. Površinske vode 2021. Republički Hidrometeorološki Zavod, Republika Srbija, Beograd, 2022.

**RELATIONSHIP BETWEEN TRITIUM CONCENTRATIONS
IN PRECIPITATION AND RIVERS**

Marija JANKOVIĆ¹, Nataša SARAP¹, Jelena KRNETA NIKOLIĆ¹, Milica RAJAČIĆ¹,
Ivana VUKANAC¹, Ivana JELIĆ¹, Marija ŠLJIVIĆ-IVANOVIĆ¹

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*

ABSTRACT

The potential relationship between the obtained results for the tritium concentration in precipitation and in the Sava and Danube River in Belgrade was analyzed. Sampling was done during 2021. All samples were concentrated using the method with electrolytic enrichment, while a liquid scintillation spectrometer was used for tritium detection. The obtained results were used to calculate the amount of tritium deposited per m² of surface as well as to estimate the average flow of tritium in rivers based on river water flow. The obtained distribution of tritium was interpreted in accordance with meteorological and hydrological parameters.

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 SNOPA 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 EKTRANOM.....	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 KRVI	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 KRVI 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