



# **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  
4<sup>th</sup>-6<sup>th</sup> 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. 2б

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](http://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*



## OPRAVDANOST, OPTIMIZACIJA I REFERENTNI NIVOI U SITUACIJAMA POSTOJEĆEG IZLAGANJA

Mirjana RADENKOVIĆ<sup>1</sup>, Mirjana ČUJIĆ<sup>1</sup>, Stefan RAFAJLOVIĆ<sup>2</sup>

- 1) *Institut za nuklearne nauke "Vinča"- Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Mike Petrovića Alasa 12-14, Beograd*
- 2) *Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za fiziku, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad*

**Autor za korespondenciju:** Mirjana RADENKOVIĆ, [mirar@vinca.rs](mailto:mirar@vinca.rs)

### SAŽETAK

U radu su razmatrani zahtevi za upravljanje situacijama postojećeg izlaganja a naročito primena principa opravdanosti i optimizacije zaštite, odnosno uvođenje referentnih nivoa za uspostavljanje kontrole nad ovim situacijama. Diskutovane su preporuke iz standarda MAAE i regulative Evropske unije, koje su zasnovane na nalazima Međunarodnog komiteta za zaštitu od zračenja, kao i relevantne odredbe propisa Republike Srbije. Istaknut je značaj donošenja dugoročne Strategije upravljanja situacijama postojećeg izlaganja, sa odgovarajućim akcionim planovima za implementaciju.

### Uvod

Koncept situacija postojećeg, vanrednog i planiranog izlaganja je uveden tokom poslednje izmene osnovnih standarda sigurnosti Međunarodne agencije za atomsku energiju (MAAE), a zasnovan je na nalazima i preporukama Međunarodnog komiteta za zaštitu od zračenja (*International Committee on Radiation Protection -ICRP*) [1]. Osnovne postavke i preporuke za situacije postojećeg izlaganja (*existing exposure situations*) su date u dokumentu MAAE: Zaštita od zračenja i sigurnost izvora zračenja: međunarodni osnovni standardi sigurnosti [2], gde su opisani koncept, opšti zahtevi i zahtevi vezani za izloženost radnika i stanovništva jonizujućem zračenju. Ovaj dokument, sa pratećim standardima MAAE je poslužio kao baza za izradu evropske regulative, pre svega Direktive EU/CD 2013/59/Euroatom [3], sa kojom se usaglašavanju nacionalni propisi zemalja članica i zemalja kandidata za prijem u Evropsku uniju.

Situacije postojećeg izlaganja se u navedenim dokumentima definišu kao situacije u kojima izlaganje, značajno sa aspekta zaštite od zračenja, već postoji u trenutku donošenja odluke o njegovoj kontroli, tako da nema potrebe hitnog delovanja. U ovim situacijama dolazi do izlaganja: usled zaostale radioaktivnosti iz prethodnih aktivnosti ili nakon vanrednih događaja; usled postojanja radionuklida u robi, hrani za ljude, hrani za životinje, vodi za piće, građevinskim materijalima. itd, nakon prethodnih aktivnosti ili vanrednih događaja; i iz prirodnih izvora zračenja.

Situacije izlaganja usled prethodnih aktivnosti odnose se na kontaminaciju, zaostalu iz radijacionih delatnosti koje su obavljane bez regulatorne kontrole ili u skladu sa zahtevima koji su različiti od važećih, i obuhvataju situacije nakon prestanka rada rudnika uranijuma, industrije mineralnih đubriva i proizvodnje fosforne kiseline, itd. Situacije nastale nakon okončanja vanrednih događaja (Černobilj, Fukušima, itd) kada nivoi radioaktivnosti robe, vode i hrane ostanu povišeni u odnosu na vrednosti pre događaja, takodje se smatraju situacijama postojećeg izlaganja. Izlaganja iz prirodnih izvora zračenja obuhvataju izloženost Rn-222, Rn-220 i potomcima, i to na radnim mestima gde nema planiranog izlaganja, kao i

izlaganja stanovništva zbog dužeg zadržavanja u određenim objektima. U ovu kategoriju spadaju i prirodni radionuklidi u hrani, hrani za životinje, vodi za piće i robi, kao i izlaganje materijalima u kojima je sadržaj radionuklida iz niza uranijuma ili torijuma ispod 1 Bq/g, a K-40 ispod 10 Bq/g. Izlaganja posada avio- i kosmičkih letelica kosmičkom zračenju takođe spadaju situacije postojećeg izlaganja iz prirodnih izvora.

U svim navedenim slučajevima, sistem zaštite od zračenja se primenjuje na kategorije stanovništva i radnika ali ima uticaja i na zaštitu životne sredine (Slika1).



**Slika 1: Sistem zaštite od zračenja se uspostavlja za sve situacije izlaganja i za sve kategorije izloženosti.**

Osim postavljanja regulatornog okvira, odgovornost regulatornih tela je i da obezbede identifikaciju situacija postojećeg izlaganja, imenuju zainteresovane strane (*stakeholders*) i utvrde odgovornosti. Pored toga, potrebno je ispitati opravdanost aktivnosti remedijacije ili sanacije i obezbediti optimizaciju zaštite, a na osnovu odgovarajućih procena izlaganja utvrditi i referentne nivoe za implementaciju. Veoma značajan aspekt upravljanja ovim situacijama je transparentnost, podizanje svesti, i pravovremeno obaveštavanje javnosti o planiranim aktivnostima u svim fazama.

Za inicijalno uređivanje ove oblasti, u Republici Srbiji je planirano donošenje Strategije upravljanja situacijama postojećeg izlaganja. Strategija će se odnositi na period od 7 godina, a njeni elementi su definisani članom 12. Zakona o radijacionoj i nuklearnoj sigurnosti i bezbednosti [4]. Ovaj strateški dokument je u poslednjoj fazi pripreme, a nacrt je pripreman uz tehničku pomoć Centra za politiku i pravnu pomoć Evropske unije, radi usklađivanja sa zahtevima obavezujućim za zemlje članice.

### Identifikacija situacija postojećeg izlaganja

Identifikacija situacija postojećeg izlaganja je obaveza regulatornog tela u oblasti radijacione i nuklearne sigurnosti i bezbednosti, koje priprema nacionalnu strategiju upravljanja situacijama postojećeg izlaganja i obezbedjuje sprovođenje politike u ovoj oblasti. Zakon [4] propisuje identifikaciju situacija postojećeg izlaganja na osnovu dokaza da postoji izlaganje usled:

- 1) заostale kontaminacije nastale prethodnim delatnostima ili kao posledica vanrednog događaja koji ne mogu da se zanemare sa stanovišta zaštite od zračenja;
- 2) povećane radioaktivnosti koja je posledica prisustva prirodnih izvora zračenja;
- 3) korišćenja potrošačkog proizvoda koji sadrži prirodne izvore zračenja.

Regulatorno telo je u obavezi da bliže propiše mere zaštite izloženih radnika i pojedinaca od štetnog uticaja jonizujućeg zračenja u situacijama postojećeg izlaganja. Strategija bi trebalo da identifikuje ove situacije razmatrajući dostupne informacije, preliminarna merenja, procene i analize. Podaci mogu poticati iz nacionalnog monitoringa životne sredine, iz monitoringa određene industrije ili aktivnosti sa specifičnim zahtevima, iz izveštaja o izvršenim poslovima zaštite od zračenja, iz naučnih i stručnih projekata i publikacija, itd. Između ostalih, u okviru tehničke saradnje, naši predstavnici su učestvovali u nekoliko nacionalnih i regionalnih projekata МААЕ u vezi sa ovom temom [5]:

- Unapređenje nacionalnih kapaciteta i infrastrukture za sistematski pristup kontroli izloženosti stanovništva radonu;
- Bezbedno upravljanje otpadom, zatvoreni izvori, dekomisija i aktivnosti na sanaciji lokacije u Institutu Vinča;
- Uspostavljanje nacionalnog registra nuklearnih materijala, radioaktivnih izvora, otpada i izloženosti i jačanje drugih relevantnih funkcija regulatornog tela;
- Unapređenje regulatorne infrastrukture i zakonodavnog sistema;
- Jačanje regulatorne infrastrukture za radijacionu sigurnost;
- Unapređenje primene principa zaštite od zračenja za kontrolu izloženosti stanovništva;
- Unapređenje monitoringa i procene životne sredine za zaštitu od zračenja u regionu;
- Unapređenje regulatorne i metodološke infrastrukture potrebne da bi se obezbedila radijaciona sigurnost u industrijama koje rade sa prirodnim radioaktivnim materijalima.

Nakon evaluacije podataka i procene rizika, postavljaju se konačni ciljevi i način postizanja ciljeva sa realnim rokovima implementacije u datim uslovima, primenjujući gradirani pristup. Ovde je od neprocenjivog značaja postojanje ovlašćenih i kompetentnih stručnih organizacija kao i uključivanje zainteresovanih strana u sve aktivnosti. Zainteresovane strane mogu biti lokalne vlasti, državna uprava u oblasti zaštite zdravlja, zaštite životne sredine i primene energije, ovlašćeni tehnički servisi, kompanije iz relevantnih oblasti, stručnjaci za zaštitu od zračenja, itd.

Na osnovu velikog broja dostupnih podataka u Republici Srbiji, uzimajući u obzir i odredbe Zakona, koje daju nešto drugačiju definiciju situacija postojećeg izlaganja u odnosu na pomenute međunarodne standarde i preporuke, moguće je razmatrati sledeće situacije: napušteni rudnik uranijuma, kontaminacija nakon bombardovanja osiromašenim uranijumom, otvorena jalovišta, napušteni izvori, radon u objektima i na radnim mestima, aktivne industrije proizvodnje mineralnih đubriva, građevinski materijali itd. Svaka od ovih situacija se ispituje sa aspekta procene rizika za sve kategorije izlaganja i na osnovu utvrđenih kriterijuma, identifikuju se situacije postojećeg izlaganja, koje zahtevaju određenu kontrolu i program aktivnosti.

### **Opravdanost i optimizacija zaštite, referentni nivoi**

Sistem zaštite od zračenja podrazumeva primenu osnovnih principa: opravdanost, optimizaciju i ograničenje doza, za sve situacije izlaganja radnika, stanovništva i životne sredine. Procena opravdanosti i optimizacije nameravanih aktivnosti za uspostavljanje

kontrolе nad situacijam postojećег izlaganja je od najvećег значаја, s obzirom na raznovrsnost i sveprisutnost situacija postojećег izlaganja. Osnovni alat za procenu opravdanosti kontrolе i primene sistema zaštite jeste radiološka karakterizacija potrebna za adekvatnu procenu rizika za izložene kategorije. Pored toga, pri odlučivanju je neophodno uzeti u obzir i ALARA princip, procenu izloženosti radnika koji bi morali biti uključeni u saniranje stanja, upravljanje radioaktivnim otpadom, namenu prostora i prostorno planiranje, zaštitu životne sredine, етичке, sociološke i ekonomske факторе, itd. Osnovi критеријум за оправданost i optimizaciju aktivnosti u okviru odabrane strategije zaštite jeste da u svakom konkretnom slučaju, uspostavljanje kontrolе nad situacijom donosi više koristi nego štete (*cost-benefit analysis*) imajući u vidu navedene okolnosti i факторе. Postojanje više ovlašćenih tehničkih servisa, kompetentnih u ovoj oblasti, u Republici Srbiji, [6] ukazuje na значajne kapacitete за sprovođenje navednih procena i aktivnosti.

Kada je utvrđena opravdanost odabrane strategije zaštite, potrebno je odabrati najefikasniji način implementacije, imajući u vidu i ostale prisutne hazarde, osim radiološkog. Dok se optimizacija radijacione sigurnosti i zaštite od zračenja u situacijama planiranog izlaganja vrši uvodjenjem tzv. ograničenja doze (*dose constraints*), за situacije ванредног i postojećег izlaganja se uvode tzv. referentni nivoi (*reference levels*). Standardi MAAE definišu referentni nivo kao nivo doze ili nivo rizika iznad koga se smatra neprikladnim planirati izlaganje, a ispod koga se i dalje primenjuju mere optimizacije radijacione sigurnosti i zaštite od zračenja [2].

Optimizovane strategije zaštite bi trebalo da obezbede da se očekivane doze uvek nalaze ispod referentnog nivoa. U slučaju odlučivanja o potrebi kontrolе одређене situacije postojećег izlaganja, postojeći nivoi se porede sa referentnim, a optimizacija se primenjuje i u slučajevima kada su ti nivoi ispod referentnih vrednosti [7]. Referentne vrednosti su значajne i sa aspekta prioritizacije planiranih mera zaštite.

Vrednost izabrana за referentni nivo će zavisiti od preovladjujućih okolnosti за razmatranu situaciju postojećег izlaganja i biće ograničavajuća за odabir opcija optimizacije. ICRP препоручује опсег од два реда величине за граничне дозе укључујући i referentne nivoe. Referentni nivoi 1-20 mSv se препоручују када излагање користи појединцу, npr појединцу из становништва у случају ситуација postojećег излагања, док се referentni nivo од 20-100 mSv могу применјивати изузетно у случају излагања изворима ван регулаторне контроле или за излагања заосталој радиоактивности након окончања ванредног догађаја. Referentni nivoi изнад 100 mSv за акутно или излагање у периоду до годину дана, сматрају се неприхватљивим за ситуације postojećег излагања [1, 2].

Referentne nivoe bi trebalo postavljati što niže, imajući u vidu da bi svaka situacija postojećег излагања временом требало да се приближи нормалном стању [8]. U slučaju ситуација заостале контаминације услед претходних активности, referentni nivoi се успостављају у оквиру одговарајућих планова санације или ремедијације, за сваки конкретан случај појединачно имајући у виду његове специфичности. Generalno, избор referentnog nivoa зависи од природе излагања i практичности смањенја или превенције излагања, očekivane koristi за појединце или друштво, избегаванја opcija koje могу бити социјално неприхватљиве i разматрања међународног искуства i примера добре праксе. Препоручљиво је успоставити одговарајућу методологију за утврђивање referentnih nivoa, које утврђује, прати i ревидира компетентно национално регулаторно тело.

Razmatranje optimizacije i uvodenja referentnih nivoa odnosi se pre svega на зашtitу становништва u ситуацијама postojećег излагања, засновану на процени излагања репрезентативних појединаца из различитих категорија становништва, за све путеве излагања. Излагање радника услед претходних активности се односи на категорију радника који учествују u

aktivnostima sanacije ili remedijacije, a kod prirodnih izvora, odnosi se na rad sa materijalima u kojima je sadržaj radionuklida iz niza uranijuma ili torijuma iznad navedenih granica. Nakon odgovarajućih procena rizika, neke situacije se mogu tretirati kao situacije planiranog izlaganja, kada podležu regulativi za radijacione delatnosti.

Iako se sistem zaštite od zračenja u situacijama postojećeg izlaganja primarno odnosi na zaštitu stanovništva, ne može se izostaviti ni uticaj na životnu sredinu, koja obuhvata biljni i životinjski svet. S obzirom na rizike i promene do kojih može doći usled štetnih efekata jonizujućeg zračenja, implementacija određenih aktivnosti se mora posmatrati integralno i u kontekstu održivosti. Pri odabiru opcija za kontrolu nad situacijama postojećeg izlaganja, potrebno je uzeti u obzir i zahteve vezane za korišćenje prirodnih resursa, odlaganje materija u životnu sredinu, biodiverzitet, itd. Postojanje, nagomilavanje i transfer radioaktivnosti kroz životnu sredinu, se mora razmatrati na duži vremenski period, u kontekstu radioloških karakteristika prisutnih radionuklida. U toku je široka diskusija koju vode međunarodne organizacije predvođene ICRP, IAEA i Svetskom zdravstvenom organizacijom (World Health Organization - WHO) u vezi revizije postojećeg sistema zaštite od zračenja, te bi se mogla očekivati poboljšanja i po pitanju zaštite biljnog i životinjskog sveta.

### **Zaključak**

Opravdanost i optimizacija zaštite, kao i uspostavljanje odgovarajućih referentnih nivoa koji se u nekim situacijama razmatraju za svaki slučaj pojedinačno, neophodni su za uspostavljanje kontrole nad situacijama postojećeg izlaganja. Za upravljanje ovim situacijama potreban je sveobuhvatni pristup koji uključuje odgovarajući zakonski okvir i strategiju, kao i postojanje tehničkih i drugih kapaciteta za implementaciju planiranih aktivnosti. Od najvećeg značaja je jasna raspodelu odgovornosti, transparentnost i uključivanje svih zainteresovanih strana u proces. Pored zaštite stanovništva i radnika, potrebno je imati u vidu da u situacijama postojećeg izlaganja, može biti ugrožena i životna sredina. Stalno unapređenje znanja i razmena iskustava u okviru nacionalnih i međunarodnih istraživačkih i stručnih projekata u velikoj meri doprinose napretku u ovoj oblasti.

### **Zahvalnica**

Rad je podržan od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, Republike Srbije (Ev. br. 451-03-47/2023-01/ 200017).

### **Literatura**

- [1] International Commission on Radiological Protection (ICRP), The 2007 Recommendations of the ICRP, Publication 103, Pergamon Press, Oxford and New York, 2007.
- [2] International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, GSR Part 3, IAEA, Vienna, 2011
- [3] European Commission (EC), EU Council directive 2013/59/Euratom, Brussels, 2013.
- [4] Zakon o radijacionoj i nuklearnoj sigurnosti i bezbednosti, Službeni glasnik RS, br. 95/2018 i 10/2019, Beograd, 2018.
- [5] <https://www.srbatom.gov.rs/srbatommm/program-tehnicke-pomoci-i-saradnje-maae/>
- [6] <https://www.srbatom.gov.rs/srbatommm/ovlascena-pravna-lica/>

- [7] D.A.Cool. Review of the ICRP system of protection: the approach to existing exposure situations, *Annals of the ICRP* 44(1S)179-187, 2015.
- [8] H. Ogino, N. Hamada and D. Sugiyama. Application of Reference Levels in the Existing Exposure Situations –Towards Stepwise Reduction of Radiation Dose Depending on Situations of Contamination, *Journal of the Atomic Energy Society of Japan* 55(2)106–110, 2013.

**JUSTIFICATION, OPTIMIZATION AND REFERENCE LEVELS IN EXISTING EXPOSURE SITUATIONS**

Mirjana RADENKOVIĆ<sup>1</sup>, Mirjana ČUJIĆ<sup>1</sup>, Stefan RAFAJLOVIĆ<sup>2</sup>

- 1) *"Vinča" Institute of Nuclear Sciences, National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Serbia*
- 2) *Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Novi Sad, Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad*

**ABSTRACT**

The requirements for managing situations of existing exposure, and especially the implementation of the principles of justification and optimization of protection, and introduction of reference levels for establishing control over these situations have been discussed in the paper. Recommendations given by the IAEA standards and EU regulations, which are based on the findings of the International Committee on Radiation Protection were considered as well as certain provisions of the regulations of the Republic of Serbia. The need and importance of adopting a long-term strategy for managing existing exposure situations, with appropriate action plans for implementation, was highlighted.

## 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 RADIONUKIDA 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
<b>РАДОН RADON.....</b>	<b>160</b>
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
<b>МЕТОДЕ ДЕТЕКЦИЈЕ И МЕРНА ИНСТРУМЕНТАЦИЈА DETECTION METHODS AND MEASUREMENT INSTRUMENTATION .....</b>	<b>219</b>
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
<b>ЗАШТИТА ОД ЗРАЧЕЊА У МЕДИЦИНИ RADIATION PROTECTION IN MEDICINE.....</b>	<b>298</b>
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 <sup>99m</sup> Tc-MIBI INJEKCIJI .....	342
VALIDATION OF AN ITLC METHOD FOR THE DETERMINATION OF RADIOCHEMICAL IMPURITIES C IN <sup>99m</sup> Tc-MIBI INJECTION.....	349
METODA ISPITIVANJA FIZIOLOŠKE RASPODELE <sup>99m</sup> Tc-DPD.....	350
METHOD FOR INVESTIGATION OF PHYSIOLOGICAL DISTRIBUTION OF <sup>99m</sup> 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
<b>ДОЗИМЕТРИЈА DOSIMETRY .....</b>	<b>361</b>
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 PAPAČICE 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
<b>БИОЛОШКИ ЕФЕКТИ ЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА BIOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION .....</b>	<b>394</b>
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 <sup>131</sup> I.....	424
OXIDATIVE STATUS IN PATIENTS SUFFERED FROM WELL DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA AFTER <sup>131</sup> 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 RADIATION .....509**

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