



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. 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

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

GENERALNA PREVENCIJA ILEGALNE TRGOVINE RADIOAKTIVNIH MATERIJALA

Slavko DIMOVIĆ¹, Milica ĆURČIĆ², 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, Beograd*
- 2) *Institut za nuklearne nauke Vinča – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Laboratorija za fizičku hemiju, Mike Petrovića Alasa 12-14, Beograd*

Autor za korespondenciju: Milica ĆURČIĆ, milica.curcic@vin.bg.ac.rs

SAŽETAK

Broj pretnji od kriminalnih ili neovlašćenih radnji koje uključuju nuklearne i druge radioaktivne materijale značajno je porastao u poslednjih 30 godina. Različiti nedržavni akteri poput terorističkih organizacija i organizovanih kriminalnih grupa pokušavaju da dođu do ovog materijala u okviru permenentnih pokušaja da proizvedu oružje za masovno uništenje. Nezakonita trgovina radioaktivnim materijalima podrazumeva namerno, ilegalno kretanje radioaktivnih materijala, uključujući nuklearni materijal, radi terorističkog, političkog ili nezakonitog profita. S tim u vezi, fokus bezbednosnih napora je na sprečavanju nedozvoljene trgovine nuklearnim i drugim radioaktivnim materijalima. Borba protiv ilegalne trgovine radioaktivnim materijalima putem opšte prevencije je odgovornost svake države. Države realizuju čitav spektar bezbednosnih mera kao odgovor na pokušaje ilegalne trgovine i nenamernih kretanja radioaktivnih materijala kao deo nacionalnih aranžmana države. Otkrivanje radioaktivnih materijala na granicama predstavlja ključnu komponentu ukupne strategije kako bi se osiguralo da takvi materijali ne dođu u ruke terorističkih grupa i drugih kriminalnih organizacija.

Uvod

Ubrzani tehnološki razvoj koji prati 21. vek indukovao je brojne zloupotrebe modernih tehnologija, te u ovom procesu upotreba radioaktivnog materijala ne predstavlja izuzetak. Različiti nedržavni akteri poput terorističkih organizacija i organizovanih kriminalnih grupa imaju intenciju da dođu u posed radioaktivnih materijala kako bi ga upotreбили u zlonamerne svrhe. Neovlašćena upotreba ovih materijala može prouzrokovati ozbiljne posledice po živote i zdravlje ljudi i dugotrajno ugroziti životnu sredinu, pa države i međunarodna zajednica ulažu velike napore u prevenciju ispoljavanja ove pretnje. Nuklearna bezbednost ima da cilj da obezbedi da nuklearni i drugi radioaktivni materijali budu zaštićeni od neovlašćenog pristupa i krađe, kao i da nuklearni objekti budu zaštićeni od pokušaja izvršenja sabotaža i terorističkih napada. Razlikuju se tri osnovne komponente nuklearne bezbednosti: fizička bezbednost (sistemi fizičke zaštite detektuju svaki neovlašćeni prodor kroz barijere, prepreke, portale i druge bezbednosne mere oko materijala i izazivaju trenutnu reakciju na takve prodore, uključujući i fizičku silu), operativna bezbednost (sistemi kontrole sprečavaju neovlašćeno kretanje materijala i obezbeđuju brzo otkrivanje krađe ili preusmeravanja materijala) i kontrola i analiza (sistem kontrole i analize materijala obezbeđuje otkrivanje neovlašćenih događaja kao što je krađa nuklearnog materijala i pruža pravovremene i tačne informacije neophodne za pronalaženje počinitelaca) [1]. Ove tri grupe aktivnosti su međuzavisne i kompatibilne i njihova realizacija treba da obezbedi generalnu prevenciju od

brojnih nedozvoljenih radnji koje mogu da ugroze nuklearnu bezbednost i time posledično bezbednost same države.

Države su odgovorne za uspostavljanje sveobuhvatnog režima fizičke zaštite, koji je suštinska komponenta nuklearnog bezbednosnog režima države, kako bi sprečile neovlašćeno uklanjanje nuklearnih materijala u vidu zaštite od krađe i drugog protivpravnog otuđivanja [2]. Međunarodna Agencija za Atomsku Energiju (eng. International Atomic Energy Agency - IAEA) identifikovala je potencijalne bezbednosne pretnje koje mogu da se ispolje u vezi sa radioaktivnim materijalima (RM): 1) proizvodnja nuklearnog oružja; 2) upotreba nuklearnog materijala za izradu improvizovane nuklearne eksplozivne naprave; 3) upotreba radioaktivnog materijala za konstruisanje radiološkog uređaja za disperziju RM i/ili 4) širenje radioaktivnosti putem sabotaze postrojenja u kojima se mogu naći nuklearni i drugi RM ili sabotaza prilikom transporta RM [3]. Reč je o prenjama čije štetne posledice su izuzetno velike, pa se izuzetno veliki naponi ulažu u pravo u prevenciju.

Kao jedno od krivičnih dela i nedozvoljenih aktivnosti koja može da ugrozi nuklearnu bezbednost izdvaja se nezakonita trgovina radioaktivnim materijalima. Pojam radioaktivni materijali (RM) koristi se kao zajednički imenitelj za čitav spektar nuklearnih i drugih radioaktivnih materijala uključujući i radioaktivne izvore i radioaktivni otpad, iako je jasno da su u ovoj grupi nuklearni materijali od primarnog interesa sa stanovišta ilegalne trgovine. Nezakonita trgovina RM se prema rečniku IAEA definiše kao „primanje, posedovanje, korišćenje, prenos ili odlaganje radioaktivnog materijala bez ovlašćenja“ [4]. Ovako formulisana definicija šira je od shvatanja koje imaju policija, carina i drugi izvršni organi. Iz tog razloga, bitno je razgraničiti upotrebu pojma, pa ilegalnu trgovinu ne treba tumačiti tako da obuhvata sve nedozvoljene događaje koji uključuju RM, jer većina njih predstavlja upravne i administrativne prekršaje koje kontrolišu i sankcionišu regulatorni organi države. Kriminalne aktivnosti koje su predmet ove definicije uključuju analizu: 1) subverzivnih aktivnosti, kao što su kršenja kontrole širenja RM; 2) druge stvarne ili potencijalne zlonamerne radnje koje imaju za cilj da nanese štetu ljudima ili ugroze životnu sredinu; 3) pribavljanje protivpravne dobiti, kao što je dobit od prodaje radioaktivnog materijala; 4) izbegavanje propisanih troškova odlaganja, odnosno relevantnih poreza; 5) kršenje transportnih propisa [4]. Na taj način, istraživanje se fokusira samo na događaje gde postoji kriminalna motivacija i namera, a isključuje se nenamerna kretanja RM preko nacionalnih granica. Jasno, kako se najčešće prava motivacija utvrđuje tek nakon što se u potpunosti istraži situacija u kojoj je pronađen RM, ova razlika je najčešće teorijska konstrukcija.

Bezbednost radioaktivnih materijala

Nuklearna bezbednost predstavlja oblast bezbednosti koja je detaljno uređena različitim kovencijama, ugovorima i standardima na međunarodnom i nacionalnom nivou, kao i vodičima za dobru praksu. Kao jedan od preduslova ispunjavanja zahteva nuklearne bezbednosti nameće se potreba izgradnje sistema obaveštavanja, razmene informacija i dobijanja ovlašćenja. S tim u vezi, Međunarodni osnovi bezbednosnih standarda [5] preciziraju obavezu obaveštavanja državnog regulatornog tela o svim aktivnostima koje uključuju RM. Kako bi se ostvarila preventivna funkcija koju ovaj standard propisuje u vezi sa sprečavanjem nenamernog kretanja i ilegalne trgovine, neophodno je uspostavljanje propisa koji jasno preciziraju da su posedovanje, skladištenje, prenos i odlaganje radioaktivnih materijala legalni samo ako je regulatorno telo obavešteno i ako je dobijeno svako potrebno odobrenje u skladu sa zakonskom regulativom koje uključuje i dobijanje licence za obavljanje radijacione i/ili nuklearne delatnosti. Regulatorni organ razvija politiku sprovođenja putem koje daje uputstva za ispravljanje neusaglašenosti sa regulatornim zahtevima. Prilikom dobijanja licenci ili ovlašćenja, regulatorno telo analizira ispunjenost

bezbednosnih i sigurnosnih standarda u skladu sa jasno definisanim procedurama, a koje su usaglašene sa potencijalnom veličinom pretnje i posledicama. Zahtev za dobijanje licence obično uključuje informacije koje su relevantne za sprečavanje i reagovanje na nenamerno kretanje i nedozvoljenu trgovinu, i to: informacije o vrstama radioaktivnih materijala i količinama koje će biti uključen tehnički opis opreme u kojoj se koriste radioaktivni materijali; informacije o vrsti delatnosti, mestu korišćenja, prirodi i lokaciji skladišta; identitete osoba odgovornih za bezbednost i sigurnost radioaktivnog materijala [4].

Kako bi se ispunili bezbednosni zahtevi u vezi sa RM, potrebno je, dakle, osigurati njihovu zaštitu od neovlašćenog pristupa, krađe ili oštećenja. Države koje slede standarde i smernice propisane od strane IAEA razvijaju infrastrukturne sisteme koje sprečavaju nenamerno kretanje i ilegalnu trgovinu RM putem realizacije čitavog spektra preventivnih aktivnosti. Mere bezbednosti podrazumevaju implementaciju pet međusobno povezanih aktivnosti: 1) nivo bezbednosti; 2) periodični inventar, 3) obaveštenje o gubitku kontrole ili krađi i zapleni, 4) praćenje usklađenosti i 5) fizička zaštita. Regulatorno telo putem propisa određuje vrstu i nivo bezbednosti koji je neophodan za upravljanje RM. Preporučljivo je da ovaj nivo bezbednosti bude usaglašen je sa Kategorizacijom radijacionih izvora određenom od strane IAEA [6]. Periodični inventar podrazumeva da pravno lice vrši periodične provere RM kako bi potvrdilo da se materijali nalaze na zadatim lokacijama u tačnim količinama i da su implementirane mere bezbednosti. Ukoliko dođe do gubitka kontrole nad RM, regulatorno telo mora da bude odmah obavešteno. Ovo obaveštenje treba da uključuje informacije o RM i pratećoj opremi, opis vrste i količine, poslednju poznatu lokaciju i sve okolnosti u vezi sa gubitkom ili krađom. Praćenje usaglašenosti u kontekstu nedozvoljene trgovine RM podrazumeva tri skupa aktivnosti: inspeksijski nadzor radi provere evidencija da se RM održavaju kako je propisano, verifikacija da su gubici, potencijalni gubici kontrole ili krađa prijavljeni i periodične povratne informacije od korisnika o statusu RM. Fizička kontrola podrazumeva ispunjenost čitavog spektra mera uključujući: jasno određeno mesto za rukovanje i skladištenje; obaveštenja ili druga sredstva upozorenja koja ukazuju na prisustvo RM; indikaciju referentnih nivoa doze zračenja i kontaminacije na odgovarajući način na lokaciji i fizičke barijere, odnosno fizičko-tehnički sistem zaštite [4]. Uspešna realizacija mera prevencije ilegalne trgovine RM podrazumeva, dakle, sveobuhvatni pristup koji uključuje regulatorne i administrativne aranžmane, pa je pored proaktivne uloge regulatornog tela države značajan angažman i drugih službi. Ostvarivanje mera bezbednosti RM zahteva odgovoran pristup države i svih uključenih organa, uz apostrofiranje značaja ostvarivanja međunarodne saradnje, posebno prilikom razmene informacija.

Uloga službi bezbednosti u sprečavanju ilegalne trgovine radioaktivnih materijala

U kontekstu bezbednosti RM, prevencija podrazumeva sve mere koje regulatorno telo mora da preduzme da bi se izbegao gubitak radioaktivne materije iz ovlašćene kontrole, kao i sve odgovarajuće mere koje preduzimaju carina, policija i drugi organi za sprovođenje zakona, u cilju suzbijanja nenamernog kretanja i nedozvoljene trgovine RM [4]. Borba protiv ilegalne trgovine RM upravo otpočinje implementiranjem sveobuhvatnih mera prevencije koje obuhvataju više elemenata: 1) poštovanje međunarodnih ugovora, konvencija i sporazuma; 2) izgradnju i implementaciju nacionalnog zakonodavstva i propisa; i 3) razvoj operativnih sistema za evidenciju RM, obaveštavanje i autorizaciju izvora zračenja; fizičku zaštitu nuklearnih materijala i objekata; kontrolu izvoza/uvoza, i sprovođenje zakona i granične kontrole (7). Drugim rečima, kako bi preventivne mere bezbednosti u sprečavanju ilegalne trgovine RM bile ispunjene, neophodno je primeniti kooperativan pristup bezbednosti oslikan u saradnji i koordinaciji između nacionalnih tela i adekvatnih međunarodnih organizacija. Na nacionalnom nivou potrebno je uskladiti rad između regulatornog tela i službi bezbednosti,

uključujući policiju, carinu, sektor za vanredne situacija, HBRN timove i druge organe uključene u poslove uvoza, izvoza, transporta, komercijalne distribucije, skladištenja i odlaganja RM. Na međunarodnom nivou neophodno je razviti uspešnu saradnju i razmenu informacija između države, sa jedne strane i IAEA, Svetske carinske organizacije (SCO), Međunarodne organizacije kriminalne policije (INTERPOL) i Evropske komisije [3].

Preduslov za izgradnju uspešnog preventivnog delovanja na nacionalnom nivou oslikan je u potrebi izrade i implementacije nacionalnog programa o prevenciji nenamernog kretanja RM, a koji uključuje sve nadležne nacionalne agencije sa srodnim odgovornostima. IAEA je pružila preporuke koje za cilj imaju pospešivanje efikasne saradnje i komunikacije i koje preporučuju realizaciju niza mera: 1) uspostavljanje mreže kontaktnih tačaka; 2) podsticanje napora carinskih i policijskih službenika u sprečavanju ilegalne trgovine RM; 3) razmenu informacija između agencija, organa i službi u vezi sa ilegalnom trgovinom i gubitkom kontrole nad RM; 4) uspostavljanje pouzdane, opsežne i kontinuirano ažurirane baze podataka o slučajevima nenamernog kretanja ili ilegalne trgovine, potrebom zajedničkog protokola za prijavu i 5) usvajanje zajedničkog formata obaveštenja i izveštavanja [4].

Državama su na raspolaganju brojni modaliteti dobijanja pomoći od međunarodnih organizacija u uspostavljanju kontaktnih tačaka za razmenu informacija i stručnosti, za organizovanje i učešće na tehničkim sastancima i za podršku nacionalnim programima. Zauzvrat, države imaju obavezu obaveštavanja međunarodnih organizacija o slučajevima nenamernog kretanja, ilegalne trgovine ili zaplene RM, kako bi se ovi slučajevi evidentirali u njihovim bazama podataka o štetnim događajima u vezi sa nuklearnim i drugim RM. Baza podataka IAEA o incidentima i trgovini (IDTB) predstavlja integralnu komponentu Informacionog menadžment sistema IAEA i predstavlja primarni izvor informacija za međunarodnu zajednicu o ilegalnoj trgovini RM. IDTB sadrži verodostojne informacije dobrovoljno prijavljene od strane država učesnica preko zvanično imenovanih tačaka za kontakt i dostupne su drugim državama članicama IAEA i relevantnim međunarodnim organizacijama. Baza je podeljena na tri grupe gde Grupa I obuhvata incidente koji su ili će verovatno biti povezani sa trgovinom ili zlonamernom upotrebom; Grupu II čine incidenti neutvrđene namere; i Grupa III sadrži incidente koji nisu, ili je malo verovatno da su povezani sa ilegalnom trgovinom ili zlonamernom upotrebom [8]. Pored IDTB podatke o ilegalnoj trgovini moguće je pronaći još u dve relevantne baze: Bazi podataka o nuklearnom krijumčarenju, krađi i izvorima radijacije bez starateljstva (DSTO Database) [9] i Globalnoj bazi podataka o incidentima i ilegalnoj trgovini (CNS) [10]. Bez obzira na bogatstvo podataka koji proističu iz ovih i drugih baza, prilikom analize podataka o ilegalnoj trgovini RM mora se uzeti u obzir postojanje tzv. tamne brojke kriminaliteta, obzirom da se ne prijavljuju svi slučajevi, niti se za njih zna. Samim tim, nije moguće razmatrati podatke akumulirane tokom godina kao potpune uporedive sa realnom situacijom. U mnogim slučajevima u kojima je RM zaplenjen, nema potvrđenih odstupanja pronađenih materijala jer materijali koji su oduzeti od učinioca krivičnih dela nisu prijavljeni kao nestali u relevantnim objektima. Neke procene sugerišu da do 65 % RM koji su izgubljeni ili ukradeni nikada nisu vraćeni [11].

Kada je reč o prirodi ovog krivičnog dela, IDTB u svom rezimeu ukazuje da brojni zabeleženi incidenti ilegalne trgovine RM mogu da se okarakterišu kao „amaterski“, a pokazatelj toga jesu ad hoc planiranje i nedostatak resursa i tehničke stručnosti kod izvršilaca ovog nedozvoljenog dela. Međutim, ne treba zanemariti više identifikovanih slučajeva koji ukazuju na postojanje organizovanih, osposobljenih i obučanih počinioca sa iskustvom u ilegalnoj trgovini RM. Kako bi se olakšala generalna prevencija ilegalne trgovine RM, analizom izvršenih i otkrivenih dela izvršen je pokušaj karakterizacije izvršilaca na:

- трговци RM са злонамерном сврхом, који су такође „крајњи корисници“ материјала;
- namenski organizovane grupe, koje nastoje da dođu do takvog materijala ilegalno, privučene vrednošću prodaje RM i koje su neselektivne u pogledu toga kome će dalje prodati RM;
- oportunističke poluorganizovane grupe, koje ilegalno trguju različitom robom i koje privlači vrednost trgovine RM;
- „mule“ odnosno pojedinci koji prenose određeni paket ali nisu upoznati sa njegovim sadržajem [12].

Od karakteristika samog aktera, njegove svesti i znanja o karakteristikama RM i načinima njihove detekcije, namera koje ima po pitanju daljeg prometa RM, zavisi i modalitet izvršenja ovog krivičnog dela; dok od znanja, stručnosti i opreme zaposlenih na poslovima detekcije zavisi uspešnost otkrivanja i sprečavanja izvršenja ovog dela. U okviru mera prevencije ilegalne trgovine RM, pored izgradnje čitave infrastrukture koja za cilj ima kontrolu nad RM, veliku ulogu imaju službe bezbednosti koje primenjuju klasične mere prevencije izvršenja krivičnog dela. Ove mere se ogledaju u realizaciji četiri osnovna elementa prevencije kriminaliteta: 1) uklanjanje ili uskraćivanje mogućnosti i prilike za izvršenje zločina; 2) uklanjanje mogućnosti ili podsticaja za izvršenje zločina; 3) povećanje verovatnoće za otkrivanje dela i privođenje počinioca; 4) primena adekvatne kazne za počinioca krivičnog dela. Ovi opšti principi prevencije izvršenja krivičnog dela primenljivi su na prevenciju kriminalnih i nedozvoljenih radnji u vezi sa RM, uključujući ilegalnu trgovinu RM. Specifičnost ilegalne trgovine RM ogleda se u činjenici da se ovo delo izvodi kumulativno sa drugim nedozvoljenim delima koja mu prethode ili se odvijaju paralelno. S tim u vezi, u državama u kojima je ilegalna trgovina prepoznata kao zasebno krivično delo, generalna prevencija je jednostavnija od one koja se realizuje u državama u kojima ova nedozvoljena radnja nije kodifikovana kao krivično delo. U tom slučaju generalna prevencija mora da obuhvati i druga krivična dela i nedozvoljene radnje u vezi sa RM poput: zavera za izvršenje krivičnih dela; krivična dela mita i korupcije; provala u skladišne objekte; krađa RM; krivični nemar odgovornih za bezbedno skladištenje i sigurnost RM; napad koji izaziva telesne povrede ili bezobzirno ugrožavanje života ljudi u situacijama kada su pojedinci bili izloženi prekomernom nivou zračenja; krivična šteta nastala kontaminacijom imovine; kršenje izvoznih ili uvoznih kontrola [3].

Važan deo napora na nacionalnom nivou u prevenciji ilegalne trgovine RM predstavlja podizanje javne svesti u koju su uključene različite državne institucije poput regulatornog tela, policije, carine i tužilaštva. Način i forma podizanja svesti građana varira u skladu sa nacionalnim zakonodavstvima, s jedne strane, i nivoom bezbednosne kulture građana, sa druge strane. Objave ili izveštaji mogu da uključuju informacije o promenama u zakonodavstvu i pozivi za uzimanje učešća u javnim raspravama, informacije o sprovedenim merama prevencije i sl. Obzirom na značaj koji mediji imaju u izveštavanju i uticaj koji mogu da ostvare na formiranje diskursa u vezi sa RM, odnosno na javno mnjenje, država mora proaktivno da razvije različite medijske strategije. U slučaju bilo kog incidenta u vezi sa RM, uključujući i ilegalnu trgovinu RM, mediji će biti jedan od prvih aktera na licu mesta i tada je neophodno da uključeni državni akter primeni unapred definisanu strategiju komunikacije sa medijima. Preporuka je da medijska izjava obuhvati kratak opis okolnosti koje su se dogodile i da li su RM uključeni, kao i mere i radnje koje se preduzimaju kako bi se ta situacija rešila [13].

Veoma značajan aspekt prevencije ilegalne trgovine RM predstavlja realizacija kurseva i obuka koje obuhvataju širok spektar predavanja, praktičnih demonstracija i složenih scenarija vežbi. Svi pripadnici službi koji bi mogli da dođu u kontakt sa RM moraju da poseduju i teorijska i praktična znanja o karakteristikama RM, upotrebi lične zaštitne opreme, primeni

bezbednih mera i protokola o lancu čuvanja, pravilnim metodama identifikacije RM i dekontaminacije, hitnoj medicinskoj pomoći kao i važećem zakonodavstvu u vezi sa RM [14]. Preporuka je da države prilikom obuka koriste materijal za obuku koji su proizveli IAEA, VCO, Europol i Interpol, kako bi eventualni odgovor na pretnju ilegalne trgovine RM ili pretnji povezanih sa njima od strane više država bio kordiniran i usklađen.

Tehničke mere detekcije radioaktivnih materijala

Mere prevencije ilegalne trgovine RM zahtevaju upotrebu različite opreme za detekciju. Kako bi RM bio detektovan, neophodno je da zračenje koje emituje prvo proдре kroz kontejner, paket, vozilo ili kroz odeću osobe koja prenosi RM. Ukoliko RM emituje samo alfa zračenje ili beta zračenje niske energije, zračenje možda neće biti detektovano. S tim u vezi, može se ispoljiti modalitet izvršenja krivičnog dela ilegalne trgovine RM koji podrazumeva da izvršilac dela oblaže RM tako da nivoi zračenja izvan kontejnera budu ispod nivoa koji se može detektovati. Iz tog razloga može se ukazati potreba za dobijanjem dodatnih informacija, do kojih se dolazi upotrebom drugih metoda poput skrininga, pribavljanja obaveštajnih podataka ili putem posmatranja. Kako ne detektuju svi instrumenti sve vrste i energije zračenja, veoma je značajna procena koji RM mogu da se očekuju tokom provere, kako bi se donela odluka o vrsti detektora koji će biti korišćeni. Na primer, izvori neutrona se ne javljaju kao prirodni RM i ne koriste se radiofarmaceutskim preparatima. S tim u vezi, detekcija neutronske zračenja može se koristiti kao indikacija prisustva nuklearnih materijala, pa se neutronske detektori koriste gde postoji sumnja za otkrivanjem ilegalne trgovine nuklearnim materijalima. Prilikom korišćenja detektora postoje određeni tehnički i praktični razlozi usled kojih može da se dogodi da RM ne budu otkriveni: u slučaju kada je limit detekcije instrumenta (tj. detektora) nedovoljno nizak, tako da instrument nije u mogućnosti da detektuje izvore niske radioaktivnosti; kada je RM obložen ili na prevelikoj udaljenosti od uređaja; vreme odziva detektora može biti presporo i neusklađeno sa brzinom kojom detektor i RM prolaze jedan pored drugog; detektoru je potrebna ponovna kalibracija kako bi se osiguralo da ima adekvatan odgovor; detektor možda nije u funkciji u datom trenutku [15]. Kako bi se detektovao RM, neophodno je da pojedinci koji koriste detektore budu obučeni da ih pravilno koriste, da poseduju znanje i iskustvo o svim okolnostima u vezi sa RM koje potencijalni izvršilac ilegalne trgovine RM može da zloupotrebi i da detektor bude funkcionalan. Iako je detekcija ključna, preporučljivo je kombinovanje više metoda otkrivanja ilegalne trgovine RM, poput posmatranja, razgovora i sl. obzirom da u izvršenje ovog nedozvoljenog dela može biti uključeno stručno lice koje poznaje način rada detektora i karakteristike RM.

Postoje više vrsta opreme za detekciju zračenja. U praksi se često klasifikuju u tri grupe: dzepni instrumenti, merni instrumenti i fiksni, instalirani automatski instrumenti [15, 16]. IAEA je definisala da postoje četiri osnovna tipa opreme za detekciju radijacije: 1) stacionirani portali za detekciju radioaktivnosti (detektori gama zračenja i obično detektori neutrona); 2) lični elektronski dozimetri; 3) ručni detektori gama i neutrona (detektori zračenja koji se koriste za identifikaciju lokacije radioaktivnog materijala) i 4) ručni detektori radionuklida (detektori zračenja koji se koriste za identifikaciju jer mogu analizirati energetske spektar koji emitira radionuklid) [3].

Svi pomenuti instrumenti za detekciju zračenja treba da ispune određenu funkciju, pa data funkcija takođe predstavlja faktor prilikom izbora određenog instrumenta. IAEA je kroz svoja uputstva ove funkcije detektora sumirala na sledeći način:

- detekcija - funkcija instrumenta ogleda se isključivo u alarmiranju ukoliko je određeni nivo zračenja premašen. Na mestima gde je moguće usmeriti saobraćaj robe, vozila ili

Људи у уске границе познате као чворне таčke, стационарни портали су пожељна опција. Лични и ручни детектори користе се у широком распрострањеним подручјима као што су аеродроми или морске луке. Ручни инструменти су обично и skupљи, па се углавном користе за детекцију у циљаним ситуацијама попут оне када већ постоји основана сумња да је у току илегална трговина РМ, од стране обавештајних извора;

- верификација - свака детекција мора бити верификована да би се искључила могућност испољаванја лажних аларма. Верификација подразумева понављање процеса мерења за потврду почетне индикације поља зрачења;
- процена и локализација – након што је детекција РМ верификована, потребно је локализовати порекло сигнала зрачења. У овом тренутку биће потребна процена радијационе сигурности како би се обезбедила сигурност службеника и јавности. Пored toga, радијациона процена ће одредити да ли одговор треба да буде оперативни, тактички или стратегијски;
- идентификација – путем одређивања врсте зрачења и енергије омогућава се идентификација радionуклида. Идентификација радionуклида помаже да се природа догађаја категорише као ненамерно кретање, незаконита трговина или лажни аларм. Такође, може пружити неке информације о претходној употреби и власништву РМ, иако је ову врсту анализе најбоље урадити касније у лабораторији за запланјени материјал [15].

Modalitete извршења илегалне трговине РМ условно можемо да поделимо у три ситуације: покушај да појединец пренесе РМ, покушај да се РМ превезе и покушај да се РМ пошаље поштом. Када је реч о прве две ситуације, заједничко је физичко присуство особе која покушава илегалну трговину РМ, међутим процедура верификације аларма на portalу разликује се у зависности да ли је аларм узрокован од стране појединца или возила. Дакле, монитори за пешаке дизајнирани су да детектују присуство РМ који пешаци носе док пролазе између или близу детектора зрачења. Монитори за пешаке могу бити дизајнирани као системи stubова са једним или два детектора. Шодно окружењу у којем се постављају зависе и одређене техничке околности, па је потребно поставити баријере које ограничавају кретање пешака на начин да сваки појединец прође у кругу од најмање 1,5 м од stubа. У случају да је раздалјина већа, неопходно је инсталирати двоstruke stubове. Такође, важно је поставити портал детектор даље од тежких врата, (заштитних врата), која могу изазвати настанак лажних аларма, односно лажних сигнала. У овом случају, уколико детектор није на адекватној удаљености од заштитних врата може доћи до повећане флукуације позадинског зрачења и time се могу произвести лажни сигнали. Пored наведеног, и неопходно је спречити кретање других људи у близини портала који би могли да изазову аларм [17].

IAEA је propisala generalnu proceduru у postupanju prilikom верификације аларма у случају кретања и пешака и возила. У случају да се аларм огласио usled prolaska појединца/пешака кроз портал, од појединца се захтева да прође кроз портал још једном како би се елиминисао лажни аларм. Међутим, ако се аларм понови, од лица које је изазвало аларм потребно је одвојити предмете које носи. Детекција се наставља употребом ручног детектора за pretragu gama и neutronskog зрачења како би се utvrdio nivo зрачења. Уколико је nivo зрачења већи од 0,1 mSv/h на удаљености од 1 м, онда се извор овог зрачења мора одмах уклонити са особе и изоловати. Ако је nivo зрачења испод 0,1 mSv/h, потребно је извршити скенирање површине појединца и предмета помоћу ручног детектора зрачења. У ситуацији у којој се utvrdи да је извор зрачења у неком од предмета који се prenose, треба водити рачуна да особа не носи експлозивну napravу или је skrива у svojim stvarima. Када је lociran извор зрачења, неопходно је извршити njegovu идентификацију коришћењем ручног уређаја за идентификацију радionуклида. Уколико се у било ком тренутку истраге потврди neutronски аларм било којим од instrumenata за зрачење, што може бити засновано на присуству nuklearnog материјала, треба затражити стручну помоћ. Најчешћи аларми на monitorима су они изазвани ambulantsnim

pacijentima koji su bili na izloženi radionuklidima koji se primenjuju u nuklearnoj medicini (I-131, Tl-201 i Tc-99m) [3]. Treba imati u vidu mogućnost da je pešak pokušao da obloži RM u svom prtljagu, pa je detekcija najefikasnija kada se detektori zračenja koriste u kombinaciji sa sistemima za detekciju metala ili rengen uređajima, koji će da detektuju prisustvo zaštitnog materijala.

Portali koji se koriste za detekciju RM u vozilima treba da se sastoje iz dva simetrično pozicionirana stuba koja je nalaze na maksimalnom rastojanju od 6 m. Osetljivost portala uslovljena je udaljenošću RM od detektora i brzine prolaska vozila. Važno je da barijere koje se postavljaju u svrhu zaštite monitora od slučajnog oštećenja od strane vozila ne blokiraju ili ometaju njihov rad [17]. Ukoliko prolazak vozila kroz portal za zračenje rezultira pojavom alarma, vozilo mora biti uklonjeno iz daljeg saobraćaja, odnosno zaustavljen njegov ulazak ili izlazak iz štice zone. Ukoliko je moguće, vozilo bi trebalo ponovo da prođe kroz isti portal kako bi se utvrdilo da li je alarm ispravan. Ako se potvrdi alarm, vozač i putnici moraju da napuste vozilo kako bi bili skenirani odvojeno i tada se vrši radijacioni pregled putnika i vozila. Nadalje je procedura identična kao u slučaju pregleda pojedinaca koji je pešak. Kada je reč o kamionskom prevozu i teretnim kontejnerima, najčešći alarmi su uzrokovani velikim količinama prirodnog radioaktivnog materijala. Na primer, poznato je da velike pošiljke đubriva, poljoprivrednih proizvoda, duvanskih proizvoda, nekih rudarskih ruda, porcelana i drveta izazivaju lažne alarme. Međutim, ovi signali zračenja su uglavnom ravnomerno raspoređeni kroz teret i tako se ova situacija razlikuje od pokušaja krijumčarenja RM, gde je signal izolovan [3].

Obzirom da svega nekoliko poštanskih operatera dozvoljava slanje malih količina RM za medicinsku upotrebu, pojava RM u sistemu javne pošte bi trebalo da je retka pojava. Međutim, IAEA ne isključuje u potpunosti mogućnost ilegalne trgovine RM (posebno uranijuma i plutonijuma) korišćenjem sistema javne pošte. Scenariji koji uključuju nedozvoljenu trgovinu RM javnom poštom mogu da se sumiraju na sledeći način: 1) slanje pošiljke koja nije etiketirana; 2) netačna transportna dokumentacija; 3) ilegalna trgovina RM; 4) zlonamerne radnje tokom kojih se koristi RM u javnoj pošti. Mere prevencije ilegalne trgovine RM putem sistema pošte uključuju slične sisteme i procedure koji se koriste u okviru graničnih kontrola ljudi, vozila i robe, a koji su modifikovani za nadzor pošte i pošiljki. Kako bi se suzbila ilegalna trgovina RM putem pošte, potrebno je koristiti neki, a često i više metoda monitoringa: 1) monitoring vozila (kamion, kolica ili kontejner); 2) monitoring pojedinačnih poštanskih pošiljki (pismo, paket i poštanska torba); 3) kombinovano nadgledanje vozila i pojedinačnih pošiljki; 4) monitoring od strane poštanskih radnika koji koriste ručne detektore [18]. Iako je preporučljiva primena više pomenutih metoda monitoringa, kao i što je u slučaju javljanja alarma preporučljiva primena više detektora sa različitim funkcijama, odluka koja metoda ili kombinacija metoda monitoringa će biti primenjena, najčešće se bazira na balansu između osetljivosti na detekciju RM, troškova opreme za detekciju i operativnih procedura potrebnih za reagovanje na alarm. Značajan faktor u odabiru detektora i metoda za detekciju nalazi se u činjenici da je oprema za nadzor skuplja kod sistema koji koriste veće detektore sa većom osetljivošću.

Strategija detekcije radioaktivnih materijala na graničnim prelazima

Svaka država definiše strategiju sprečavanja širenja oružija za masovno uništenje (OMU) i politiku neproliferacije OMU. S tim u vezi, države projektuju mere nuklearne bezbednosti zasnovane na procenjenoj opasnosti od kriminalnih ili neovlašćenih radnji ili nenamernog kretanja RM. Na osnovu procenjene verovatnoće ispoljavanja pretnje ilegalne trgovine RM, definišu se strategije detekcije koje variraju od situacije gde se detekcija zračenja vrši samo u slučaju konkretnog događaja zasnovanom na podacima koji potiču najčešće od službi

bezbednosti do situacija gde je prisutan visok nivo procenjene pretnje, pa se svi granični prelazi, pomorske luke i aerodromi proveravaju primenom fiksnih portala. Zapravo, bezbednosna procena verovatnoće ispoljavanja ove pretnje određuje broj i vrstu opreme i lokacije na kojima će se nalaziti, kao i broj obučених profesionalaca koji će opremu koristiti. Pored opreme za detekciju koja se nalazi na ulazima/izlazima nuklearnih postrojenja, ona se često nalazi i na ulazima u objekte kritične infrastrukture, kako bi se pravovremeno sprečilo njihovo unošenje u ove objekte. U kontekstu sprečavanja ilegalne trgovine RM, posebno je značajno sprečavanje prekograničnog kretanja ovih materijala, pa se posebna pažnja posvećuje razvoju strategija prevencije na graničnim prelazima. IAEA je odredila neke od faktora koji se mogu koristiti kao parametri prilikom formulisanja strategija u detekciji:

- vrsta i količina RM koji se otkriva;
- broj graničnih prelaza, pomorskih luka i aerodroma;
- obučеност službi bezbednosti za primenu mera detekcije i korišćenje opreme za detekciju;
- frekvencija i vrsta saobraćaja na graničnim prelazima;
- frekvencija domaćег saobraćaja između objekata koji koriste i skladište RM;
- broj otkrivenih i procesuiranih slučajeva ilegalne trgovine RM u datoj državi, kao i u zemljama u neposrednom okruženju;
- finansijske implikacije različitih opcija politike [3].

U kombinaciji sa obaveštajnim podacim koji se dobijaju od službi bezbednosti, navedeni faktori mogu da se označe kao najznačajniji u definisanju strategija granične kontrole ilegalnog kretanja RM. Svakako, u daljoj implementaciji strategije potrebno je obratiti pažnju na brojne druge faktore koji mogu uticati na detekciju poput faktora okoline, gde određene radiofrekvencije ili ekstremni vremenski uslovi mogu uzrokovati da oprema za detekciju bude privremeno ili trajno neupotrebljiva. Specifičnost detekcije RM ogleda se i u procedurama postupanja koje nastupaju nakon oglašavanja alarma, odnosno preduzimanja svih potrebnih mera detekcije i dobijanja potvrde da je reč o nedozvoljenom kretanju RM. Ukoliko se oglasi alarm, potrebno je pristupiti verifikaciji da li je reč o lažnom alarmu (alarmu koji nastupa usled električnog ili drugog kvara opreme, smetnjama u radio frekvencijama u blizini i sl.), nevinom alarmu (potvrđeno povećanje radijacije koje je uzrokovano legalnim okolnostima, poput potvrđenog prisustvu radionukleotida kod lica koja su bila na lečenju) ili potvrđenom alarmu (alarm uzrokovan nelegalnim aktivnostima) [3]. Najvažniji ciljevi pružanja odgovora na postojanje sumnje da je reč o ilegalnoj trgovini RM ogledaju se u tome da se svede na minimum potencijalna opasnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu, da se RM stave pod odgovarajuću kontrolu i da se prikupe svi relevantni dokazi za dalje krivično gonjenje prestupnika [13]. Eventualno, kao četvrti korak može se javiti potreba primene neke od medijskih strategija. IAEA razlikuje dve vrste pružanja odgovora na pretnju nedozvoljenog kretanja RM materijala - proaktivan i reaktivan odgovor. Proaktivan odgovor razlikuje se od reaktivnog prema tome što otpočinje informacijama koje zahtevaju dalju procenu. U zavisnosti od autentičnosti obaveštajnih podataka ili procenjene verodostojnosti drugih izvora informacija, zaposleni na poslovima detekcije mogu i ne moraju da budu uključeni u odgovor [13]. Najčešće situacije koje zahtevaju proaktivan odgovor uključuju situacije kada se uoči neslaganje u inventaru RM; dobijanje informacije koje ukazuju na ilegalnu trgovinu RM, indicije o postojanju radijacione bolesti i druge indikacije postojanja radijacije neutvrđenog porekla [3].

Reaktivan odgovor podrazumeva detekciju ilegalne trgovine RM i potrebu za pružanjem trenutnog odgovora. S tim u vezi, realizuje se niz jasno definisanih koraka: 1) strateška procena potrebe za nadzorom nad graničnim prelazima; 2) izbor instrumenata; 3) određivanje

nivoa istrage i podešavanja alarma instrumenta; 4) procena alarma i odgovarajući odgovor, verifikovanje i lokalizacija RM; i 5) procena svih pronađenih RM [15]. Zapravo, pružanje odgovora uključuje niz aktivnosti koje je potrebno realizovati: detekciju, potvrđivanje, identifikaciju, procenu situacije i preduzimanje odgovarajućih koraka za zaštitu zdravlja stanovništva i obezbeđivanje materijala. Kada se aktivira alarm, kao rezultat detekcije RM, zaposleni koji je detektovao prisustvo RM treba da prijavi nadređenom pružajući sledeće informacije:

- merenja radijacije;
- prisustvo paketa sa simbolima upozorenja o zračenju;
- vrsta pakovanja nuklearnog ili drugog RM;
- stanje pakovanja (da li izgleda oštećeno ili razbijeno);
- svaku oznaku ili informaciju koja može da ukaže na prirodu suspektnog nuklearnog ili drugog RM;
- činjenica da ne postoji lako uočljiv razlog za uzbunu [3].

U slučaju da se utvrdi prisustvo RM na graničnom prelazu, često je zaposlenima u graničnoj policiji potrebna stručna pomoć u daljem postupanju, kako bi se izbegle potencijalne greške, poput pogrešne karakterizacije RM ili drugih pogrešno izvedenih zaključaka. Kako bi se predupredila uspešna ilegalna trgovina RM kao posledica neznanja zaposlenih na graničnim prelazima, procedurama se jasno definiše koga granična policija u tom slučaju kontaktira od eksperata iz oblasti radijacione sigurnosti i bezbednosti. IAEA takođe daje preporuku da svaka država uspostavi jedan ili više mobilnih timova za podršku (eng. mobile expert support team – MEST). MEST bi trebalo da čine profesionalci opremljeni i obučeni za korišćenje instrumenata za detekciju zračenja i obavljanje jednostavnijih zadataka proene. Takođe, u članove ovog tima bi trebalo da budu forenzičari koji su obučeni za izvršavanje zadatke upravljanja mestom zločina i klasične forenzičke nauke. Glavna uloga MEST-a prilikom otkrivanja RM jeste da pruži blagovremenu stručnu pomoć, poput situacija gde je kod pojedinca detektovana doza medicinskog radionuklida iznad nacionalno dozvoljene granice, ili lice poseduje neispravnu dokumentaciju; kada se otkriju i potvrde neutroni; prirodni izvori radioaktivnosti (eng. Naturally Occurring Radioactive Material - NORM) u pošiljci sa dozom/aktivnošću koja prelazi nacionalno dozvoljene granice; transport RM bez otpremnih dokumenata ili netačno označeni RM, detektovana doza $> 0,1$ mSv/h na udaljenosti od 1 m [3]. Ukoliko ozbiljnost situacije prevazilazi kapacitete države u pružanju odgovora, države mogu da zatraže međunarodnu podršku putem kontaktiranja IAEA.

Zaključak

Ilegalna trgovina RM predstavlja kompleksan bezbednosni problem oslikan prevashodno u postojanju velike opasnosti od posledica zlonamerne upotrebe, niza nedozvoljenih radnji koje su uključene u njegovo ispoljavanje, specifične motivacije većeg broja aktera za izvršenje ovog dela i metoda otkrivanja i dokazivanja ovog dela. Veličina i obim potencijalne opasnosti od zlonamerne upotrebe RM ukazuju da je generalna prevencija ilegalne trgovine RM fokalna tačka ka kojoj su usmereni naponi nacionalnih tela i međunarodnih organizacija. Na osnovu procenjene verovatnoće ispoljavanja ilegalne trgovine RM, države formulišu i implementiraju strategije detekcije koje su usmerene ka izgradnji i jačanju nacionalne infrastrukture u sferi detekcije RM i adekvatnoj obuci i osposobljavanju zaposlenih na poslovima detekcije. Neophodna je i dodatna edukacija granične policije. Početnu tačku u uspostavljanju strategije detekcije, ali i učinkovitih i realnih mera prevencije predstavlja izgradnja i unapređenje nacionalnog zakonskog okvira koje mora da bude usklađeno sa međunarodnom regulativom. Takođe, međunarodna saradnja između relevantnih institucija mora kontinuirano da se unapređuje, kako tokom redovnih aktivnosti poput razmene

informacija, obuke i osposobljavanja, izrade zakonskih akata, tako i u vanrednim situacijama kada država može da zatraži međunarodnu pomoć. Podizanje svesti i unapređenje bezbednosne i sigurnosne kulture kontinuirano prati i prožima sve mere generalne prevencije ilegalne trgovine RM, ali stvara i dobru osnovu za implementaciju srodnih mera prevencije i pospešivanje kapaciteta za reagovanje u kontekstu drugih opasnosti i prednji koje uključuju RM. Značajnu ulogu u generalnoj prevenciji imaju i rezultati multidisciplinarnih naučnih istraživanja, pa buduća istraživanja iz ove oblasti treba da se fokusiraju na analizu zakonskog okvira država iz ove oblasti, pojedinačnih kapaciteta za reagovanje i postojeće infrastrukture, kao i modela međuinstitucionalne i međudržavne saradnje. Ovakva istraživanja posebno će biti značajna i za Republiku Srbiju, kao državu koja se nalazi u specifičnoj geopolitičkoj poziciji i koja je izložena različitim bezbednosnim pretnjama povezanim sa radioaktivnim materijalima.

Zahvalnica

Istraživanja je finansiralo Ministarstvo nauke tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ev. br. 451-03-47/2023-01/200017).

Literatura

- [1] National Research Council. Strengthening Long-Term Nuclear Security: Protecting Weapon-Usable Material in Russia. Washington, DC: The National Academies Press. 2006. <https://doi.org/10.17226/11377>.
- [2] Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, IAEA, Vienna, 2011.
- [3] Combating Illicit Trafficking in Nuclear and other Radioactive Material. IAEA Nuclear Security Series No. 6, IAEA, Vienna, 2007
- [4] Prevention of the Inadvertent Movement and Illicit Trafficking of Radioactive Materials, IAEA, Vienna, 2002.
- [5] Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements, IAEA, Vienna, 2014.
- [6] Categorization of Radioactive Sources Revision of IAEA-TECDOC-1191, IAEA, Vienna, 2003.
- [7] N. Zarimpas. The Illicit Traffic in Nuclear and Radioactive materials. In: SIPRI Yearbook 2001: Armaments, Disarmament and International Security, 2001.
- [8] IAEA Incident and Trafficking Database (ITDB), IAEA, Internet: <https://www.iaea.org/sites/default/files/22/01/itdb-factsheet.pdf>
- [9] DSTO Database: Database on Nuclear Smuggling, Theft, and Orphan Radiation Sources. Internet: <https://uni-salzburg.elsevierpure.com/en/activities/dsto-database-database-on-nuclear-smuggling-theft-and-orphan-radi>
- [10] The CNS Global Incidents and Trafficking Database. Internet: <https://www.nti.org/analysis/resource-collections/the-cns-global-incidents-and-trafficking-database/>
- [11] G. I Balatsky, W. R. Severe, Illicit Trafficking of Radioactive and Nuclear Materials. Nuclear Safeguards, Security, and Nonproliferation, 357–387, 2019

- [12] Illicit Trafficking of Nuclear and other Radioactive Material The Legislative Response. Arms Control and Disarmament/National Implementation Measures Programmes. Verification Research, Training and Information Centre – VERTiC, 2012.
- [13] Response to Events Involving the Inadvertent Movement or Illicit Trafficking of Radioactive Materials. IAEA, Vienna, 2002.
- [14] Tasić, G., Ćurčić, M., Lazović, I., The role of CBRN live agent training in education of first responders. Kesić, T. (Ed.) XI International scientific conference "Archibald Reiss Days", Thematic conference proceedings of international significance. (pp. 379-390). Belgrade: University of Criminal Investigation and Police Studies, 2021.
- [15] Detection of Radioactive Materials at Borders. IAEA, Vienna, 2002.
- [16] R. Benderać, Z. Vejnović, A. Žigić. Aktivnosti na polju borbe protiv ilegalne trgovine radioaktivnim materijalima u Republici Srbiji, Zbornik radova XXIII Simpozijuma DZZSCG Donji Milanovac 26 – 28. septembar, 2005.
- [17] Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment. IAEA, Vienna, 2006.
- [18] Monitoring for Radioactive Material in International Mail Transported by Public Postal Operators. IAEA, Vienna, 2006.

GENERAL PREVENTION OF RADIOACTIVE MATERIALS ILLICIT TRAFFICKINGSlavko DIMOVIĆ¹, Milica ĆURČIĆ², Marija JANKOVIĆ¹

- 1) *Vinca Institute of Nuclear Sciences - National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Department of Radiation and Environmental Protection, Mike Petrović Alasa 12-14, Belgrade*
- 2) *Vinca Institute of Nuclear Sciences - National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Department of Physical Chemistry, Mike Petrović Alasa 12-14, Belgrade*

ABSTRACT

Studies have shown that threats of criminal or unauthorized acts involving nuclear and other radioactive materials have increased significantly in the last 30 years. Numerous non-state actors as terrorist groups have permanently tried to acquire this material as a part of their attempts to produce a weapon of mass destruction. Deliberate, illegal movements of radioactive materials, including nuclear material, for terrorist, political, or illegal profit is generally understood to be illicit trafficking. In this regard, the focus of security efforts is on the prevention of illicit trafficking of nuclear and other radioactive materials. Combating illicit trafficking of radioactive materials through general prevention is the responsibility of each State. There are a number of response measures to the illicit trafficking and inadvertent movements as part of a State's national arrangements. Detection of radioactive materials at borders is an essential component of an overall strategy to ensure that such materials do not fall into the hands of terrorist groups and other criminal organizations that could supply them.

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
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 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