



# **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

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Октобар 2023.



Овај Зборник као и сви радови у њему подлежу лиценци:

Creative Commons Attribution 4.0 International License.

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.

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

Jelena AJTIĆ<sup>1</sup>, Milica RAJAČIĆ<sup>2</sup>, Jelena KRNETA NIKOLIĆ<sup>2</sup>, Ivana VUKANAC<sup>2</sup>, Zorana ILIĆ<sup>3</sup>, Alfred VIDIĆ<sup>3</sup>, Irma DIDOVIĆ<sup>3</sup>, Jovan JANUSHESKI<sup>4</sup>, Jordanka ANUSHEVA<sup>4</sup>, Snezana DIMOVSKA<sup>4</sup>, Dejan DANILOVSKI<sup>4</sup>, Tomislav ANĐELIĆ<sup>5</sup>, Ranko ZEKIĆ<sup>5</sup>, Nikola SVRKOTA<sup>5</sup>, Slavko RADONJIĆ<sup>6,7</sup>, Branko VODENIK<sup>8</sup>, Benjamin ZORKO<sup>8</sup>

- 1) *Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Srbija*
- 2) *Institut za nuklearne nauke Vinča, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Mike Petrovića Alasa 12-14, Beograd, Srbija*
- 3) *Zavod za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine, Maršala Tita 9, Sarajevo, Bosna i Hercegovina*
- 4) *Institut za javno zdravlje Republike Severne Makedonije, 50-ta Divizija 6, Skoplje, Severna Makedonija*
- 5) *D.O.O. Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica, Bulevar Šarla De Gola 2, Podgorica, Crna Gora*
- 6) *Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore, Odjeljenje za radiološku i nuklearnu sigurnost i bezbjednost i zaštitu od jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja, IV Proleterske 19, Podgorica, Crna Gora*
- 7) *Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija*
- 8) *Institut Jožef Štefan, Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenija*

**Autor za korespondenciju:** Jelena AJTIĆ, [jelena.ajtic@vet.bg.ac.rs](mailto:jelena.ajtic@vet.bg.ac.rs)

### SAŽETAK

U radu je predstavljena novoformirana baza podataka GRAMON (Ground Air Radioactivity Monitoring) koja sadrži rezultate merenja radioaktivnosti u vazduhu na sedam lokacija: Beograd (Srbija), Ljubljana i Krško (Slovenija), Sarajevo (Bosna i Hercegovina), Podgorica (Crna Gora), Skoplje i Bitola (Severna Makedonija). Iz baze su za sve lokacije preuzete mesečne vrednosti specifične aktivnosti prirodnog radionuklida berilijuma-7 i potom analizirani deskriptivni statistički parametri od januara 2010. do decembra 2019. godine.

Srednje vrednosti specifične aktivnosti berilijuma-7 tokom ovog perioda kreću se od 3,32 mBq/m<sup>3</sup> u Sarajevu do 5,93 mBq/m<sup>3</sup> u Beogradu. Koeficijent varijacije najmanji je za Krško (37,7%) i Sarajevo (38,6%), a najveći za Beograd (54,8%) i Bitolu (72,4%). Ipak, 3σ-opsezi svih sedam vremenskih serija se preklapaju. U daljoj statističkoj analizi biće ispitano da li među ovim vremenskim serijama postoje značajne razlike.

### Uvod

Berilijum-7 (Be-7; period poluraspada 53,22 dana), prirodni radionuklid koji se stvara u višim slojevima atmosfere i spušta do površine zemlje zakačen na aerosole [1], jedan je od gama emitera uključenih u standardne monitoring programe radioaktivnosti u vazduhu [2]. Specifična aktivnost Be-7 u prizemnom sloju vazduha može ukazati na brojne procese u

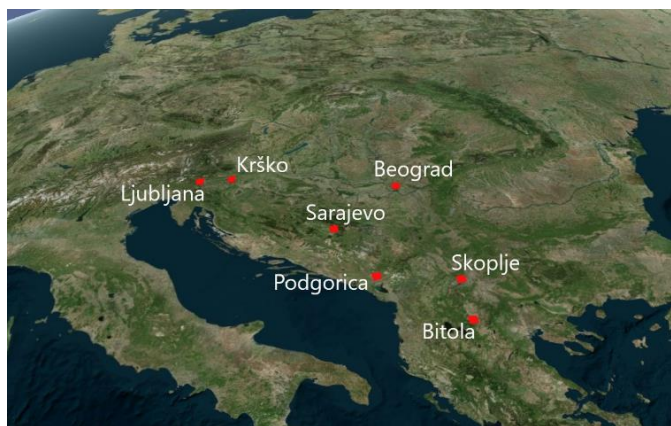
atmosferi, kao što su razmena između stratosfere i troposfere, brzina vertikalnog transporta i količina padavina, te se koristi kao obeleživač istorije vazдушnih masa [3].

U ovom radu analizirane su specifične aktivnosti Be-7 iz Ground Air Radioactivity Monitoring (GRAMON) baze podataka koja sadrži merenja iz Srbije, Slovenije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Severne Makedonije. Ovaj deo jugoistočne Evrope uglavnom nije uključen u regionalne studije radioaktivnosti u vazduhu [2,4], i jedan deo rezultata iz baze predstavljen je ovde po prvi put.

### Materijal i metode

Bazu podataka GRAMON sačinjavaju merenja radioaktivnosti u vazduhu dobijena iz standardnih monitoring programa sledećih zemalja (Sl. 1):

- Srbije, merno mesto Beograd (44,88 °N; 20,58 °E; 95 m.n.v.),
- Slovenije, merna mesta Ljubljana (46,04 °N; 14,49 °E; 292 m.n.v.) i Krško (45,95 °N; 15,51 °E; 204 m.n.v.),
- Bosne i Hercegovine, merno mesto Sarajevo (43,87 °N; 18,42 °E; 594 m.n.v.),
- Crne Gore, merno mesto Podgorica (42,42 °N; 19,27 °E; 52 m.n.v.) i
- Severne Makedonije, merna mesta Skoplje (42,00 °N; 21,43 °E; 245 m.n.v.) i Bitola (41,03 °N; 21,34 °E; 576 m.n.v.).



**Slika 1: Lokacije uzorkovanja iz GRAMON baze podataka.**

Podaci za Srbiju i Sloveniju datiraju od 1991. godine, za Crnu Goru i Severnu Makedoniju od 2008, a za Bosnu i Hercegovinu od 2010. godine.

Pored podataka za specifičnu aktivnost berilijuma-7, u bazi su i podaci za olovo-210, cezijum-137 i kalijum-40.

Kako programi monitoringa u ovim zemljama nisu harmonizovani, ni sama baza podataka nije homogena. Ipak, procedure sakupljanja i pripreme uzoraka, kao i merenja, u velikoj meri su slične. Ukratko, uzorkovanje se vrši pomoću filtera u pumpama za vazduh, a sadržaj radionuklida određuje se standardnom gama spektrometrijom. Za sve lokacije, date su vrednosti srednjih mesečnih specifičnih aktivnosti [5,6].

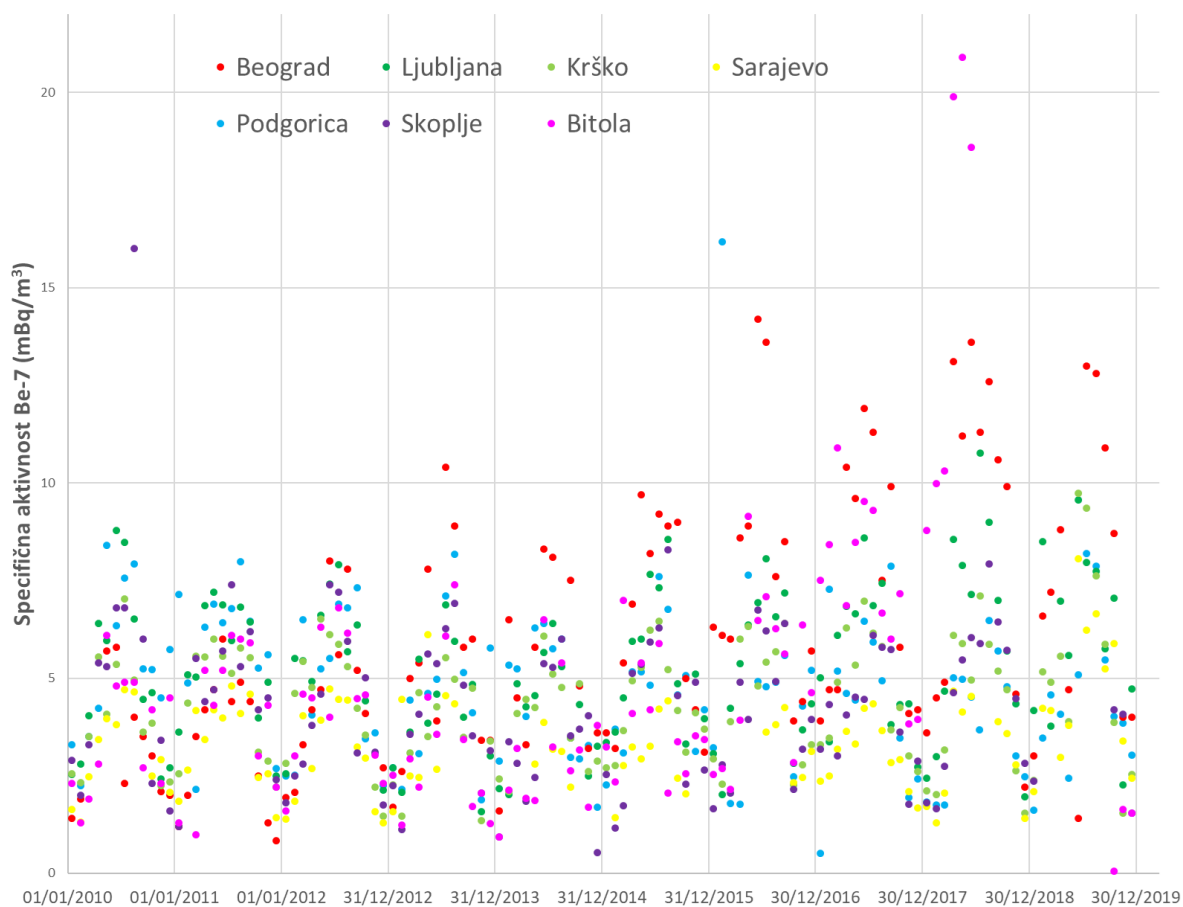
U ovom radu iz GRAMON baze izabrana su merenja specifične aktivnosti Be-7 tokom „zajedničkih“ deset godina, od januara 2010. do decembra 2019. godine, kada broj podataka za Ljubljanu, Krško i Podgoricu iznosi 120 (kompletan niz), za Beograd 116, Skoplje 111 (sporadični podaci u 2019), Bitolu 104 (sporadični podaci u 2018. i 2019) i Sarajevo 97 (sporadični podaci 2013–2016).

Za ove vremenske serije, određeni su sledeći deskriptivni statistički parametri: srednja vrednost i medijana, kao mere centralne tendencije; i standardna devijacija i koeficijent varijacije, kao mere rasipanja oko centralne tendencije.

## Rezultati

Desetogodišnji nizovi specifične aktivnosti Be-7 pokazuju slično ponašanje na svim lokacijama (Sl. 2). Jednogodišnji karakteristični interval, sa minimumom u zimskom i maksimumom u letnjem periodu, jasno je vidljiv u svim vremenskim serijama.

Letnji maksimumi posebno su izraženi u Beogradu, a posle 2015. godine primetne su veće varijacije unutar svih vremenskih serija. U ovom kasnijem periodu, Beograd, a sporadično i Bitola, beleže maksimume sa više od 10 mBq/m<sup>3</sup>.



**Slika 2: Desetogodišnji nizovi specifične aktivnosti Be-7 na sedam lokacija tokom 2010–2019.**

Između 2010. i 2019. godine, srednja vrednost specifične aktivnosti Be-7 najveću vrednost ima u Beogradu, a najnižu u Sarajevu (Tab. 1). Kao posledica izraženih maksimuma posle 2015. godine (Sl. 2), standardne devijacije i koeficijenti varijacije najveći su za merenja u Beogradu i Bitoli. Na ove dve lokacije, najveći je i raspon između srednje vrednosti i medijane, što ukazuje na asimetričnost distribucije specifične aktivnosti Be-7.

Uprkos ovim razlikama, 3 $\sigma$ -opsezi svih sedam vremenskih serija se preklapaju (Tab. 1).

**Tabela 1: Srednja vrednost, standardna devijacija, medijana i koeficijent varijacije za specifičnu aktivnost Be-7 tokom 2010–2019.**

Lokacija	Sr.vr. $\pm$ st.dev (mBq/m <sup>3</sup> )	Medijana (mBq/m <sup>3</sup> )	Koeficijent varijacije (%)
Beograd	5,93 $\pm$ 3,25	4,95	54,8
Ljubljana	5,18 $\pm$ 1,99	4,96	38,4
Krško	4,32 $\pm$ 1,63	4,26	37,7
Sarajevo	3,32 $\pm$ 1,28	3,23	38,6
Podgorica	4,74 $\pm$ 2,10	4,80	44,3
Skoplje	4,21 $\pm$ 2,10	4,08	49,9
Bitola	4,82 $\pm$ 3,49	4,15	72,4

### Diskusija i zaključak

Rezultati programa monitoringa za Be-7 u Podgorici, Skoplju i Bitoli, između 2010. i 2019. godine, objavljeni su ovde po prvi put. Desetogodišnji nizovi specifične aktivnosti Be-7 na ovim lokacijama slažu se, u okviru  $3\sigma$ -opsega, sa nizovima zabeleženim u Beogradu, Ljubljani, Krškom i Sarajevu.

Sa druge strane, srednje vrednosti u Beogradu i Ljubljani tokom 2010–2019. više su nego tokom 1991–2019. [4], što možda ukazuje na pozitivan trend specifične aktivnosti Be-7 kao što je detektovano na severu Evrope [7].

Ponašanje specifične aktivnosti Be-7, i drugih radionuklida u GRAMON bazi podataka, moglo bi detaljnije biti ispitano u narednim analizama sa fokusom na dekonvoluciji vremenskih serija, u kom slučaju bi se dobila i informacija o vremenskom trendu. Dodatno, postojanje eventualnih razlika među lokacijama moglo bi biti razmotreno zajedno sa lokalnim meteorološkim parametrima koji bitno utiču na specifičnu aktivnost Be-7 u vazduhu [8].

U ovom radu predstavljen je samo jedan deo merenja koja obuhvata nedavno oformljena GRAMON baza. Očekujemo da će baza, kao kolekcija višegodišnjih merenja specifičnih aktivnosti nekoliko radionuklida, doprineti boljem razumevanju radioaktivnosti u vazduhu na prostoru jugoistočne Evrope.

### Zahvalnica

Rad je podržan sredstvima Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (Ugovori broj 451-03-47/2023-01/200143 i 451-03-47/2023-01/200017).



**Literatura**

- [1] A. Ioannidou, C. Papastefanou. Precipitation scavenging of  $^7\text{Be}$  and  $^{137}\text{Cs}$  radionuclides in air, *Journal of Environmental Radioactivity* Vol.85 No.1, 2006, 121–136, ISSN:0265-931X
- [2] L. Terzi, M. Kalinowski. World-wide seasonal variation of  $^7\text{Be}$  related to large-scale atmospheric circulation dynamics, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol.178–179, 2017, 1–15, ISSN:0265-931X
- [3] M. K. Pham, M. Betti, H. Nies, P. P. Povinec. Temporal changes of  $^7\text{Be}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  activity concentrations in surface air at Monaco and their correlation with meteorological parameters, *Journal of Environmental Radioactivity* Vol.102 No.11, 2011, 1045–1054, ISSN:0265-931X
- [4] M. A. Hernandez Ceballos, E. Brattich, J. Ajtić. Airflow and teleconnection patterns driving the spatial and temporal variability of  $^7\text{Be}$  events in Europe, *Chemosphere* Vol.303 No.3, 2022, 135194, ISSN:0045-6535
- [5] J. Ajtić, B. Zorko, M. Nečemer, D. Sarvan, M. Rajačić, J. Krneta Nikolić, D. Todorović, V. Djurdjevic, B. Vodenik, D. Glavič Cindro, J. Kožar Logar. Characteristics of radioactivity in the surface air along the 45 °C zonal belt in south-eastern Europe, *International Journal of Environmental Science and Technology* Vol.19 No.10, 2022, 9719–9730, ISSN:1735-2630
- [6] Z. Ilic, A. Vidic, D. Deljkic, I. Kadic. Radioactivity of Atmospheric Aerosols in Sarajevo, *Proceedings of 10<sup>th</sup> Symposium of the Croatian Radiation Protection Association*, 15–17 April 2015, Šibenik, Croatia, 429.
- [7] S. Bianchi, W. Plastino, E. Brattich, V. Djurdjevic, A. Longo, M. A. Hernández-Ceballos, D. Sarvan, J. Ajtić. Analysis of trends, periodicities, and correlations in the beryllium-7 time series in Northern Europe, *Applied Radiation and Isotopes* Vol.148, 2019, 160–167, ISSN:0969-8043
- [8] J. Ajtić, E. Brattich, D. Sarvan, V. Djurdjevic, M. Á. Hernández-Ceballos. Factors affecting the  $^7\text{Be}$  surface concentration and its extremely high occurrences over the Scandinavian Peninsula during autumn and winter, *Chemosphere* Vol.199, 2018, 278–285, ISSN:0045-6535

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

Jelena AJTIĆ<sup>1</sup>, Milica RAJAČIĆ<sup>2</sup>, Jelena KRNETA NIKOLIĆ<sup>2</sup>, Ivana VUKANAC<sup>2</sup>,  
Zorana ILIĆ<sup>3</sup>, Alfred VIDIĆ<sup>3</sup>, Irma DIDOVIĆ<sup>3</sup>, Jovan JANUSHESKI<sup>4</sup>,  
Jordanka ANUSHEVA<sup>4</sup>, Snezana DIMOVSKA<sup>4</sup>, Dejan DANILOVSKI<sup>4</sup>,  
Tomislav ANĐELIĆ<sup>5</sup>, Ranko ZEKIĆ<sup>5</sup>, Nikola SVRKOTA<sup>5</sup>, Slavko RADONJIĆ<sup>6,7</sup>,  
Branko VODENIK<sup>8</sup>, Benjamin ZORKO<sup>8</sup>

- 1) *Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Bulevar oslobođenja 18, Belgrade, Serbia*
- 2) *Vinča Institute of Nuclear Sciences – National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Mike Petrovića Alasa 12-14, Belgrade, Serbia*
- 3) *Institute for Public Health of the Federation of Bosnia and Herzegovina, Maršala Tita 9, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina*
- 4) *Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia, 50-ta Divizija 6, Skopje, North Macedonia*
- 5) *LLC Center for Ecotoxicological Research Podgorica, Bulevar Šarla De Gola 2, Podgorica, Montenegro*
- 6) *Environment Protection Agency of Montenegro, Department for Ionizing and Non-ionizing Radiation Protection and Nuclear Security, IV Proleterske 19, Podgorica, Montenegro*
- 7) *Faculty of Science, University of Kragujevac, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia*
- 8) *Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenia*

**ABSTRACT**

This paper presents a recently established Ground Air Radioactivity Monitoring (GRAMON) database that contains the results of radioactivity measurements in the air at seven locations: Belgrade (Serbia), Ljubljana and Krško (Slovenia), Sarajevo (Bosnia and Herzegovina), Podgorica (Montenegro), Skopje and Bitola (North Macedonia). Monthly values of specific activity of the natural radionuclide beryllium-7 were selected from the database and descriptive statistical parameters were analyzed for each location from January 2010 to December 2019.

The mean values of the specific activity of beryllium-7 over this period range from 3.32 mBq/m<sup>3</sup> in Sarajevo to 5.93 mBq/m<sup>3</sup> in Belgrade. The coefficient of variation is the least for Krško (37.7%) and Sarajevo (38.6%), and the largest for Belgrade (54.8%) and Bitola (72.4%). Still, the 3 $\sigma$ -intervals of all seven time series overlap. Further statistical analysis will investigate whether there are any significant differences among these time series.

## САДРЖАЈ

### ОПШТИ ПРОБЛЕМИ ЗАШТИТЕ ОД ЗРАЧЕЊА

#### GENERAL PROBLEMS OF RADIATION PROTECTION..... 1

OPRAVDANOST, OPTIMIZACIJA I REFERENTNI NIVOI U SITUACIJAMA POSTOJEĆEG IZLAGANJA ..... 2

JUSTIFICATION, OPTIMIZATION AND REFERENCE LEVELS IN EXISTING EXPOSURE SITUATIONS ..... 8

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

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

### РАДИОЕКОЛОГИЈА И ИЗЛАГАЊЕ СТАНОВНИШТВА

#### RADIOECOLOGY AND POPULATION EXPOSURE..... 15

RADIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA NA TERITORIJI VOJVODINE ..... 16

RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF AGRICULTURAL SOIL IN THE TERRITORY OF VOJVODINA ..... 23

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

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

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

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

ISPITIVANJE SADRŽAJA RADIONUKLIDA U VODI I SEDIMENTU, REKA SAVA ..... 36

RADIONUCLIDES IN WATER AND SEDIMENT, SAVA RIVER ..... 41

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

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

PRIMENA JONOIZMENJIVAČKIH SMOLA ZA GAMA SPEKTROMETRIJSKO ODREĐIVANJE RADIJUMA U VODI ..... 49

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

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

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

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

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

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

RADIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA ALKALNO AKTIVNIH MATERIJALA KOJI SADRŽE DRVENI I LETEĆI PEPEO .....	79
POTENCIJALNI ODNOS IZMEĐU KONCENTRACIJE TRICIJUMA U KIŠNICI I REKAMA.....	80
RELATIONSHIP BETWEEN TRITIUM CONCENTRATIONS IN PRECIPITATION AND RIVERS.....	85
ANALIZA TRENDA PROMENE UKUPNE ALFA I UKUPNE BETA AKTIVNOSTI U POLJOPRIVREDNOM EKOSISTEMU.....	86
ANALYSIS OF TREND OF THE GROSS ALPHA AND GROSS BETA ACTIVITY IN THE AGRICULTURAL ECOSYSTEM.....	92
AKUMULACIJA RADIONUKLIDA IZ ZEMLJIŠTA U PLODOVIMA LEŠNIKA .....	93
ACCUMULATION OF RADIONUCLIDES FROM SOIL IN HAZELNUT FRUITS.....	102
REZULTATI MERENJA PRIVATNE MERNE STANICE U POŽAREVCU ZA KONTINUALNO MERENJE AMBIJENTALNOG EKVIVALENTA DOZE ZA 2021. I 2022. GODINU .....	103
MEASUREMENT RESULTS OF PRIVATE MEASURING STATION IN POŽAREVAC FOR CONTINUOUS MEASUREMENT OF AMBIENT DOSE EQUIVALENT FOR 2021 AND 2022 .....	109
ISPITIVANJE KONCENTRACIJE RADIONUKLIDA U SEDIMENTU PODMORJA CRNE GORE .....	110
CONCENTRATION OF RADIONUCLIDES IN THE SUBMARINE SEDIMENT OF MONTENEGRO .....	115
SADRŽAJ RADIONUKLIDA I DOZA INGESTIJOM ZA ČAJEVE SPRAVLJENE OD LEKOVITOG BILJA SA TERITORIJE REPUBLIKE SRBIJE.....	116
RADIONUCLIDE CONTENT AND INGESTION DOSE FOR TEA MADE FROM MEDICINAL HERBES FROM THE THERITORY OF REPUBLIC OF SERBIA .....	121
ANALIZA FRAKTALNE PRIRODE SPECIFIČNE AKTIVNOSTI BERILIJUMA-7 U PRIZEMNOM SLOJU ATMOSFERE MERENE U BEOGRADU, SRBIJA (1991-2022) .....	122
ANALYSIS OF THE FRACTAL NATURE OF THE SPECIFIC ACTIVITY OF BERYLLIUM-7 IN THE NEAR-SURFACE LAYER OF THE ATMOSPHERE MEASURED IN BELGRADE, SERBIA (1991–2022) .....	127
FLY-ASH FOR USAGE IN THE BUILDING MATERIAL INDUSTRY .....	128
UPOTREBA LETEĆEG PEPELA U INDUSTRIJI GRAĐEVINSKOG MATERIJALA .....	136
IZBOR REFERENTNOG DATUMA ZA PREZENTOVANJE AKTIVNOSTI RADIONUKLIDA U VREMENSKI KOMPOZITNIM UZORCIMA.....	137
SELECTION OF REFERENCE DATE FOR PRESENTATION OF RADIONUCLIDE ACTIVITY IN TIME-COMPOSITE SAMPLES.....	142
SADRŽAJ RADIONUKLIDA I TEŠKIH METALA U OTPADNOM TALOGU OD PREČIŠĆAVANJA RASTVORA ZA ELEKTROLIZU CINKA U “ZORKI” ŠABAC .....	143
CONTENT OF RADIONUCLIDES AND HEAVY METALS IN THE WASTE PRECIPITATE FROM THE PURIFICATION OF THE SOLUTION FOR THE ELECTROLYSIS OF ZINC IN "ZORKA" ŠABAC .....	152
SOIL TO PLANT TRANSFER OF CS-137, SR-90, RA-226, PB-210 AND K-40 IN DIFFERENT AGRICULTURAL PRODUCTS IN CROATIA.....	153
PRIENOS CS-137, SR-90, RA-226, PB-210 I K-40 IZ TLA U BILJKU U RAZLIČITIM POLJOPRIVREDNIM KULTURAMA U HRVATSKOJ .....	159
<b>РАДОН</b>	
<b>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 NIVOA 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>METODE DETEKCIJE I MERNA INSTRUMENTACIJA</b>	
<b>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</b>	
<b>RADIATION PROTECTION IN MEDICINE .....</b>	<b>298</b>
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 EKCRANOM.....	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
--	-----

**ДОЗИМЕТРИЈА****DOSIMETRY .....**361

USPOSTAVLJANJE ETALONSKOG POLJA ZA MALE VREDNOSTI JAČINE DOZNOG EKVIVALENTA .....	362
ESTABLISHING CALIBRATION FIELD FOR SMALL VALUES OF DOSE EQUIVALENT RATE....	368
EVALUATION OF DIAGNOSTIC RADIOLOGY DETECTOR PERFORMANCE IN REFERENCE MAMMOGRAPHY RADIATION FIELDS .....	369
EVALUACIJA PERFORMANSI DETEKTORA ZA DIJAGNOSTIČKU RADIOLOGIJU U REFERENTNIM POLJIMA ZRAČENJA ZA MAMMOGRAFIJU .....	375
PROVERA RADIOTERAPIJSKIH USTANOVA SRBIJE OD 2019. DO 2022. GODINE POŠTANSKOM DOZIMETRIJOM U VELIČINI APSORBOVANA DOZA U VODI.....	376
POSTAL DOSIMETRY AUDIT OF RADIOTHERAPY CENTERS IN SERBIA FOR THE PERIOD FROM 2019. TO 2022. IN TERMS OF ABSORBED DOSE TO WATER .....	381
THE INFLUENCE OF COMPRESSION PADDLE POSITIONING ON HVL MEASUREMENTS IN MAMMOGRAPHY .....	382
UTICAJ POZICIJE KOMPRESIJE PAPUČICE NA HVL MERENJA U MAMMOGRAFIJI .....	386
PRIMENA TL DOZIMETARA ZA ISPITIVANJE TAČNOSTI ISPORUČENE DOZE U OZRAČIVAČU KRVI .....	387
APPLICATION OF TL DOSIMETERS FOR TESTING THE ACCURACY OF DELIVERED DOSE IN BLOOD IRRADIATOR .....	393

**БИОЛОШКИ ЕФЕКТИ ЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА****BIOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION .....**394

SINTEZA LUTECIJUMA(III) KOMPLEKSA SA POLIAZAMAKROCIKLIČNIM LIGANDOM .....	395
SYNTHESIS OF LUTETIUM(III) COMPLEX WITH A POLYAZAMACROCYCLIC LIGAND.....	400
ANTIOKSIDATIVNI I RADIOPROTEKTIVNI EFEKAT FLAVONOIDA NA UČESTALOST MIKRONUKLEUSA U HUMANIM LIMFOCITIMA .....	401
ANTIOXIDATIVE AND RADIOPROTECTIVE EFFECT OF FLAVONOIDS ON FREQUENCY OF MICRONUCLEI IN HUMAN LYMPHOCYTES .....	405
PROMENE GENETIČKOG MATERIJALA U LIMFOCITIMA PERIFERNE KRVI IZLOŽENIH U VANREDNOM DOGAĐAJU NA GRANIČNOM PRELAZU BEZDAN.....	406
CYTOGENETIC CHANGES IN PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES OF THE EXPOSED PERSONS IN THE EMERGENCY EVENT AT THE BORDER CROSSING BEZDAN .....	410
ANALIZA ZDRAVSTVENOG STANJA RADNIKA NA CARINSKOM PRELAZU AKCIDENTALNO IZLOŽENIH RADIOAKTIVNOM ZRAČENJU.....	411
ANALYSIS OF THE HEALTH CONDITION AFTER THE EMERGENCY EVENT AT BEZDAN BORDER CROSSING .....	416
THE EFFECT OF HONEY ON MALONDIALDEHYDE LEVEL IN PLASMA EXPOSED TO A THERAPEUTIC DOSE OF RADIATION.....	417
DELOVANJE MEDA NA NIVO MALONDIALDEHIDA U PLAZMI IZLOŽENOJ TERAPIJSKOJ DOZI ZRAČENJA.....	423
OKSIDATIVNI STATUS KOD PACIJENATA OBOLELIH OD DOBRO DIFERENTOVANIH KARCINOMA ŠTITASTE ŽLEZDE NAKON TERAPIJE <sup>131</sup> I.....	424
OXIDATIVE STATUS IN PATIENTS SUFFERED FROM WELL DIFFERENTIATED THYROID CARCINOMA AFTER <sup>131</sup> I THERAPY.....	429

<b>РАДИОАКТИВНИ ОТПАД И ДЕКОНТАМИНАЦИЈА</b>	
<b>RADIOACTIVE WASTE AND DECONTAMINATION .....</b>	<b>430</b>
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 PRIRODNIМ KLIНОPTILOLITOM I UTICAJ KOMPETICIJE SA JONIMA $SR^{2+}$ .....	439
EFFICIENCY AND CAPACITY OF $BA^{2+}$ IONS SORPTION BY ZEOLITE 4A AND NATURAL KLIНОPTILOLITE 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 ПЕРЕАДУ 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
<b>РЕГУЛАТИВА, ЕДУКАЦИЈА И ЈАВНО ИНФОРМИСАЊЕ</b>	
<b>REGULATION, EDUCATION AND PUBLIC INFORMATION .....</b>	<b>469</b>
PRIMENA KAZNENIH MERA U INSPEKCIJSKOM NADZORU .....	470
APPLICATION OF PENALTIES IN INSPECTION OVERSIGHT .....	476
TERMINOLOGIЈА U OBLASTI RADIЈACIONE I NUKLEARNE SIGURNOSTI I BEZBEDNOSTI – IZAZOVI.....	477
TERMINOLOGY IN THE FIELD OF RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AND SECURITY – CHALLENGES .....	482
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 PREVENCIЈА ILEGALNE TRGOVINE RADIOAKTIVNIH MATERIJALA .....	496
GENERAL PREVENTION OF RADIOACTIVE MATERIALS ILLICIT TRAFFICKING.....	508
<b>НЕЈОНИЗУЈУЋА ЗРАЧЕЊА</b>	
<b>NON-IONIZING RADIATION.....</b>	<b>509</b>
UTICAJ EVOLUCIЈE MOBILNIH TEHNOLOGIЈА 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