

**DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE**

ZBORNİK RADOVA

**XXV SIMPOZIJUM DZZSCG
Kopaonik 2009,
30.9 do 2.10.2009**

**Beograd
2009**

ZBORNİK RADOVA
XXV SIMPOZIJUM DZZSCG
30.9-2.10.2009

Izdavači:

Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore

Za izvršnog izdavača:

Dr Jovan Nedeljković

Urednik:

Dr Olivera Ciraj

ISBN

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Sesartić Gorijan

Štampa: Štamparija Jovanović

Tiraž: 110 primeraka

Štampa završena septembra 2009.

XXV SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Kopaonik 30.9 do 2.10.2009

Organizatori:

DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA SRBIJE I CRNE GORE

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE „VINČA“

Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine „Zaštita“

Organizacioni odbor:

Predsednik: Olivera Ciraj-Bjelac

Članovi:

Milojko Kovačević
Perko Vukotić
Snežana Milačić
Olivera Marinković
Ištvan Bikit
Tomislav Anđelić
Vladan Ljubenov
Dragoslav Nikezić
Vera Spasojević-Tišma
Snežana Dragović
Gorijan Sesartić
Danijela Arandić

Redakcioni odbor:

Dr Gordana Joksić
Dr Dragana Todorović
Dr Marko Ninković
Mr Gordana Pantelić

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo za nauku Republike Srbije
Institut za nuklearne nauke "Vinča"

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXV Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 30.9. do 2.10.2009. godine na Kopaoniku. Radovi su razvrstani po sekcijama. Mada su svi radovi u Zborniku recenzirani od strane Redakcionog odbora za sve iznesene tvrdnje i rezultate odgovorni su sami autori.

Organizacioni odbor se zahvaljuje svim autorima radova na uloženom trudu. Posebno se zahvaljujemo sponzorima koji su pomogli održavanje Simpozijuma i štampanje Zbornika.

Organizacioni odbor

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502:504.5]:539.16(082)
614.875/.876(082)
539.16.04(082)
539.1.074/.08(082)
577.1:539.1(082)

**ДРУШТВО за заштиту од зрачења Србије и Црне
Горе (Београд). Симпозијум (25 ; 2009 ;
Копаноник)**

Zbornik radova / XXV Simpozijum DZZSCG
[Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne
Gore], Kopaonik, 30.9 do 2.10. 2009. ;
[organizatori] Društvo za zaštitu od zračenja
Srbije i Crne Gore [i] [Institut za nuklearne
nauke Vinča, Laboratorija za zaštitu od
zračenja i zaštitu životne sredine Zаштита] ;
[urednik Olivera Ciraj]. – Београд : Institut
za nuklearne nauke "Vinča" : Društvo za
zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore, 2009
(Београд : "Јовановић"). – 362 стр. : ilustr.
; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. – Tekst ćir. i
lat. – Tiraž 110. – Abstracts. –
Bibliografija uz većinu radova. – Registar.

ISBN 978-86-7306-112-2 (Vinča)

1. Друштво за заштиту од зрачења Србије и
Црне Горе (Београд) 2. Институт за нуклеарне
науке "Винча" (Београд). Лабораторија за
заштиту од зрачења и заштиту животне средине
Заштита

а) Заштита од јонизујућег зрачења –
Зборници б) Животна средина – Загађење
радиоактивним материјама – Зборници с)
Радиоактивно зрачење – Штетно дејство –
Зборници д) Нејонизујуће зрачење – Штетно
Дејство – Зборници е) Радиобиологија –
Зборници ф) Дозиметри – Зборници
COBISS.SR-ID 169779980

PREDNOSTI MERENJA UZORAKA NISKIH AKTIVNOSTI U NISKOFONSKOJ LABORATORIJI

Ivana VUKANAC¹, Mirjana ĐURAŠEVIĆ¹, Aleksandar KANDIĆ¹, Vladimir UDOVIČIĆ² i Radomir BANJANAC²

1) Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd, Srbija, vukanac@vinca.rs

2) Institut za fiziku, Zemun, Srbija, udovicic@phy.bg.ac.yu

SADRŽAJ

U radu je prikazana detaljna analiza prednosti merenja uzoraka veoma niskih aktivnosti u niskofonskoj laboratoriji u odnosu na merenja u standardnoj nadzemnoj laboratoriji. Komparativna merenja vršena su na poluprovodničkim HPGe spektrometrima sličnih karakteristika.

1. Uvod

Radiološka analiza uzoraka iz životne sredine gama spektrometrijskom metodom složen je zadatak usled niskih specifičnih aktivnosti prirodnih radionuklida prisutnih u uzorku. Tipične vrednosti prirodnih koncentracija su reda desetina Bq/kg. Kvantitativno određivanje prirodnih i veštački proizvedenih radionuklida u matriksima iz životne sredine vrši se uglavnom u okviru programa vezanih za monitoring okoline nuklearnih postrojenja, dekomisije reaktora, sanacije kontaminiranog zemljišta i sl. Sa tog stanovišta važno je ustanoviti granice primenjivosti standardnih gamaspektrometrijskih metoda, kako onih koje se vrše u nadzemnoj tako i onih merenja koja se vrše u niskofonskim laboratorijama.

U Laboratoriji za nuklearnu i plazma fiziku, Instituta "Vinča", gama spektrometrijski merni sistem sastoji se od poluprovodničkog HPGe detektora, aktivne zapremine 170 cm³, (ORTEC, GEM-30) relativne efikasnosti 30 %, rezolucije 1.8 keV na 1332.5 keV koji se nalazi u cilindričnoj olovnoj zaštiti debljine 15 cm domaće izrade i standardne elektronike.

U niskofonskoj podzemnoj laboratoriji u Institutu za fiziku u Zemunu, gamaspektrometrijska merenja vrše se takođe na poluprovodničkom HPGe detektoru, nominalne i izmerene relativne efikasnosti od 35 %, rezolucije 1.8 keV na 1332.5 keV. Aktivna zapremina detektora je 148.9 cm³, a detektor je smešten u olovnu zaštitu cilindričnog oblika, debljine 12 cm.

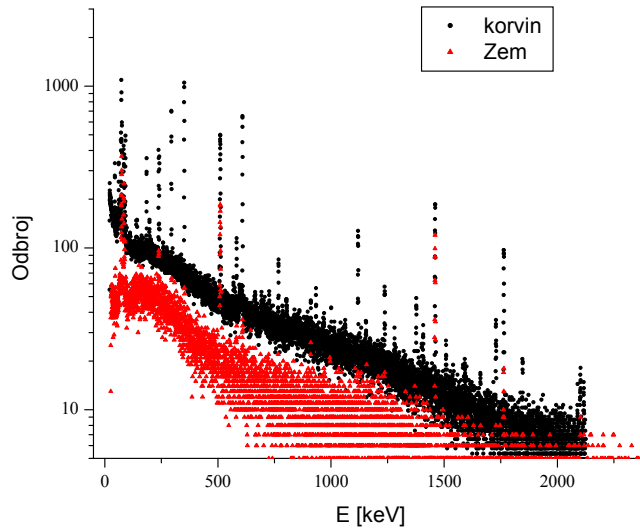
U obe laboratorije gamaspektrometrijska metoda merenja uzoraka iz okoline postavljena je u skladu sa međunarodnim preporukama, [1].

Veličina koja kvantitativno prikazuje osetljivost detektorskog sistema je minimalna detektibilna aktivnost, MDA. Ova veličina zavisi od fona detektorskog sistema, efikasnosti detekcije na datoj energiji, prinosa te linije i vremena merenja uzorka, [2]. Najveći uticaj na vrednost MDA ima fon.

2. Fon

Spektri fona snimljeni u nadzemnoj i niskofonskoj laboratoriji prikazani su na slici 1. Sa slike se može uočiti redukcija celog kontinuuma fona za oko 2-3 puta, što je posledica smanjenog fluksa kosmičkog zračenja u podzemnoj laboratoriji [3]. U nadzemnoj laboratoriji izmeren je integralni fon od 1.8 s⁻¹, dok je u podzemnoj niskofonskoj laboratoriji izmeren integralni fon od 0.53 s⁻¹. Osim integralno manjeg fona, uočava se i značajno manji broj fotopikova u spektru fona snimljenom u niskofonskoj laboratoriji u odnosu na spektar snimljen

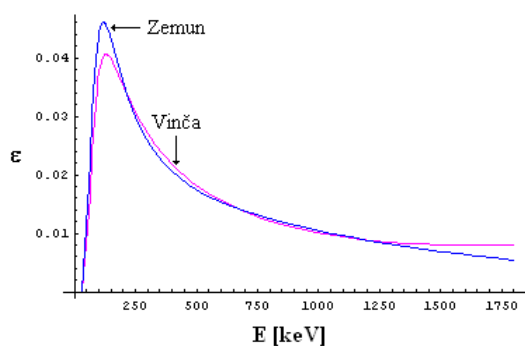
u nadzemnoj laboratoriji. Dodatna prednost je i to što linije koje su registrovane u oba spektra imaju manju brzinu brojana za oko red veličine u podzemnoj laboratoriji, Tabela 1.



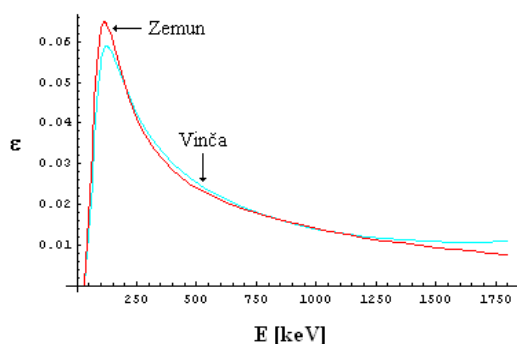
Slika 1. Poređenje spektara fona snimljenih u nadzemnoj (gornji spektar) i podzemnoj - niskofonskoj laboratoriji.

3. Kalibracija efikasnosti

Kalibracija efikasnosti detekcije izvršena je eksperimentalno pomoću standarda napravljenih spajkovanjem odgovarajućih matriksa sa standardnim rastvorom mešavine radionuklida [4]. Pri određivanju krive zavisnosti efikasnosti od energije vršene su korekcije na fon, mrtvo vreme i koincidentno sumiranje [5]. Poređenje krivih efikasnosti na primeru vodenog i matriksa mleka u prahu prikazano je na slici 2.



a)



b)

Slika 2. Efikasnosti detekcije za a) vodeni matriks u geometriji cilindrične bočice $V=120$ ml. i b) matriks mleka u prahu u geometriji cilindrične kutijice $V=125$ cm³.

4. Minimalna detektabilna aktivnost

Pomoću dobijenih kriva efikasnosti i izmerene brzine brojanja fona na odgovarajućim energijama izračunate su minimalne detektabilne aktivnosti (MDA) za oba merna sistema pomoću formule:

$$MDA = 4.66 \sqrt{\frac{B}{t_m}} / \varepsilon / p, \quad (1)$$

gde je 4.66 tzv. *Studentov faktor*, $S_B = \sqrt{\frac{B}{t_m}}$ procenjena standardna greška brzine brojanja

na osnovu brzine brojanja fona, B za vreme merenja t_m , efikasnost detekcije ε na datoja energiji, a p prinos linije na istoj energiji.

Minimalna detektabilna specifična aktivnost, koncentracija, računa se po formuli $MDC = MDA / m$

Za karakteristične linije prirodnih i nekih najčešće prisutnih veštački proizvedenih radionuklida, računate su MDA, za svaki od detektorskih sistema, a dobijene vrednosti date su u Tabeli 1. Korišćene su krive efikasnosti za matriks vode i mleka u prahu.

Tabela 1. Uporedni prikaz MDA za dva korišćena merna sistema, za vreme merenja 100 000 s

nuklid	E [keV]	P [%]	B , [s ⁻¹] Zemun	B , [s ⁻¹] Vinča	MDA [Bq]			
					Zemun		Vinča	
					voda	mleko u prahu	voda	mleko u prahu
²¹⁰ Pb	46.5	4.0	0.00046	0.0031	1.5	0.99	6.6	4.55
²¹⁴ Pb	295.1	18.53	0.00016	0.014	0.04	0.03	0.35	0.25
	351.9	35.8	0.00025	0.023	0.03	0.02	0.26	0.19
²¹⁴ Bi	609.3	44.8	0.00074	0.017	0.06	0.04	0.28	0.20
	1764.5	15.36	0.00017	0.0044	0.23	0.16	0.79	0.59
²³⁴ U	53.23	0.119	0.00007	0.00072	9.45	6.31	47.12	31.39
²³⁴ Th	63.3	3.9	0.00003	0.0039	0.70	0.07	1.58	1.03
	92.5	5.584	0.00023	0.0084	0.10	0.07	0.7	0.47
^{234m} Pa	1001	0.837	0.00006	0.00018	1.33	1.00	2.34	1.70
²³⁵ U	143.8	10.96	0.00005	0.0016	0.02	0.02	0.13	0.09
	163.4	5.084	0.00025	0.00064	0.11	0.08	0.19	0.13
	205.3	5.015	0.00015	0.00038	0.10	0.07	0.17	0.12
²⁰⁸ Tl	583.0	30.874*	0.00034	0.0022	0.056	0.04	0.14	0.10
²¹² Bi	727.3	6.65	0.00014	0.00044	0.20	0.14	0.35	0.25
²¹² Pb	238.6	43.6	0.001	0.0066	0.04	0.02	0.09	0.06
	300.0	3.34	0.00018	0.00043	0.23	0.17	0.34	0.25
²²⁸ Ac	911.2	26.6	0.00051	0.00089	0.11	0.08	0.15	0.10
	969.0	16.2	0.000097	0.00031	0.08	0.06	0.15	0.11
⁷ Be	477.59	10.42	0.000023	0.000086	0.04	0.03	0.07	0.05
⁴⁰ K	1460.75	10.67	0.0028	0.007	1.02	0.76	1.43	1.06
⁶⁰ Co	1173.2	99.9	0.00013	0.00022	0.019	0.014	0.024	0.02
	1332.5	99.982	0.000034	0.000052	0.011	0.008	0.013	0.01
¹³⁷ Cs	661.66	85.21	0.00006	0.000083	0.009	0.007	0.011	0.008

* - korigovano na faktor grananja u torijumovoj seriji

5. Diskusija i zaključak

Analizom jednačine (1), može se zaključiti da se produžavanjem vremena merenja m puta, MDA smanjuje \sqrt{m} puta. To bi značilo da bi vrednosti MDA za vreme merenja 1000 s bile 10 puta veće od onih datih u Tabeli 1.

Vrednosti MDA date u tabeli 1. računate su na osnovu brojnih vrednosti efikasnosti za matriks vode, odnosno preko krivih datih na slici 2. Za oba korišćena detektorska sistema izvršena je eksperimentalna kalibracija efikasnosti i za matriks mleka u prahu. Vrednosti MDA u ovoj geometriji dati su takođe u tabeli 1. Kako efikasnost direktno utiče na vrednost MDA, vidi se da je za iste linije vrednost MDA uglavnom manja za geometriju mleka u prahu nego za geometriju merenja vodenih uzoraka. Gustina matriksa utiče na MDA, posredno, preko funkcije efikasnosti.

Kako je efikasnost detekcije jednog mernog sistema za datu geometriju merenja stalna i definisana karakteristikama mernog sistema i geometrije merenja i kako produženje vremena merenja ne utiče značajno na vrednost MDA, fon, sa stanovišta postizanja što niže MDA ima najveći realni uticaj. Merenja u niskofonskoj laboratoriji stoga pružaju veoma velike mogućnosti u smislu smanjivanja vremena merenja uzoraka niskih aktivnosti, kao i sa stanovišta smanjivanja greške merenja na koju utiče i greška merenja fona.

6. Literatura

- [1] IAEA, 1989. Measurement of Radionuclides in Food and Environment, A Guidebook. Technical Reports Series No. 295, Vienna.
- [2] NCRP, A Handbook of Radioactivity Measurements Procedures, NCRP Report No. 58, second edition, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, 1985.
- [3] R. Banjanac et al. Poređenje niskofonskih uslova merenjem uzoraka iz životne sredine metodom spektrometrije gama emitera. XXIII simpozijum DZZSCG, Donji Milanovac, Zbornik radova 53-56 (2005)
- [4] CMI (Czech Metrological Institute), 2005. Radioactive Standard Solutions, ER 25. ER X Prague
- [5] Debertin, K., Schoř tzig, U., 1990. Bedeutung von Summationskorrekturen bei der Gammastrahlen-Spektrometrie mit Germaniumdetektoren, PTB-Bericht PTB-Ra-24. Braunschweig, ISSN:0341-6747, ISBN: 3-89429-010-2.

ABSTRACT

ADVANTAGE OF LOW-BACKGROUND LABORATORY IN LOW-LEVEL ACTIVITY SAMPLES MEASUREMENTS

Ivana VUKANAC¹, Mirjana ĐURAŠEVIĆ¹, Aleksandar KANDIĆ¹, Vladimir UDOVIČIĆ² and Radomir BANJANAC²

1) Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd, Srbija, vukanac@vinca.rs

2) Institut za fiziku, Zemun, Srbija, udovicic@phy.bg.ac.yu

Detailed analyse of advantages of low-background laboratory in low-level activity samples measurements, over standard gamma spectrometry laboratory is presented in this paper. Comparative measurements were performed with two semiconductor HPGe spectrometers. Detection systems were with very similar characteristics.

SADRŽAJ

RADIOEKOLOGIJA

7

MERENJE FAKTORA RAVNOTEŽE KRATKOŽIVEĆIH RADONOVIH POTOMAKA TRAG DETEKTORIMA.....	9
AKTIVNOSTI ^{137}CS I ^{40}K U JEDINKAMA VRSTE CIPOLA (MUGILIDAE) LIZA AURATA IZ JUŽNOG JADRANSKOG MORA.....	20
NIVOI AKTIVNOSTI ^{137}CS U GLJIVAMA SRBIJE I CRNE GORE OD 2003. DO 2008. GODINE	25
RADIOEKOLOŠKA PRIMENA "ENVIRONMENTAL FRIENDLY" MATERIJALA ALUMOSILIKATNOG POREKLA.....	30
UKUPNA ALFA I BETA AKTIVNOST VAZDUHA I PADAVINA U BEOGRADU OD 2006. DO 2008. GODINE.....	35
RADIONUKLIDI U BILJKAMA U URBANIM SREDINAMA	39
UTICAJ IZLAGANJA POPULACIJE PRIRODNOM RADIONUKLIDU RADIJUMU NA POVEĆANJE RIZIKA ZA RAZVIJANJE TUMORA UNOŠENJEM RODITELJSKOG RADIONUKLIDA URANIJUMA PUTEM INHALACIJE ILI INGESTIJE	43
NORM U OKOLINI TE „NIKOLA TESLA“ B - EKSPERIMENTALNI REZULTATI	47
RADIOAKTIVNOST MINERALNIH VODA ŠIREG PODRUČJA BUKULJE.....	53
RADIOHEMIJSKA SEPARACIJA I ALFA-SPEKTROMETRIJSKO ODREĐIVANJE AMERICIJUMA U RAZLIČITIM MATRIKSIMA.....	57
PREDNOSTI MERENJA UZORAKA NISKIH AKTIVNOSTI U NISKOFONSKOJ LABORATORIJI	61
АКУМУЛАЦИЈА ^{137}CS У ДИВЉИМ ПЕЧУРКАМА: УЗОРЦИ ИЗ РАЗЛИЧИТИХ ДЕЛОВА МАКЕДОНИЈЕ.....	66
LOKACIJE U CRNOJ GORI SA VISOKIM FONOM GAMA-ZRAČENJA	70
RADIOAKTIVNOST VAZDUHA NA LOKACIJI KUMODRAŽ U PERIODU JANUAR – JUN 2009.GODINE	74
MODEL ZA PROCENU POVRŠINSKE KONTAMINACIJE RADIONUKLIDOM ^{210}PB U ZATVORENOM PROSTORU USLED PRISUSTVA RADONA.....	79
ANALIZA UTICAJA FAKTORA NA KONCENTRACIJU AKTIVNOSTI RADONA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA	84
ANALIZA DIFUZIJE RADONA KROZ GRAĐEVINSKE MATERIJALE	89
MERENJE KONCENTRACIJE AKTIVNOSTI RADONA KAO METODA ZA PREDVIĐANJE ZEMLJOTRESA?	94
PROMENA AKTIVNOSTI SINAPTOZOMALNIH EKTO-5'-NUKLEOTIDA ZA NAKON JONIZUJUĆEG ZRAČENJA.....	99
SIMULTANA MERENJA KONCENTRACIJE ATMOSFERSKIH BRZIH JONA I AKTIVNOSTI RADONA U NISKOFONSKOJ LABORATORIJI U ZEMUNU	103
КОНТРОЛА РАДИОАКТИВНОСТИ СЕДИМЕНТА РЕКА У СРБИЈИ	108
ODREĐIVANJE UKUPNE ALFA AKTIVNOSTI VODE METODOM KOPRECIPITACIJE.....	114

RADIOTOKSIKOLOGIJA	119
UPOREĐIVANJE EFIKASNOSTI AFCF I KLINOPTILOLITA POSLE JEDNOKRATNE KONTAMINACIJE FAZANA ¹³⁷ CS.....	121
ZAŠTITA OD ZRAČENJA U MEDICINI	127
НЕУТРОНСКА ДОЗА НА УЛАЗНИМ ВРАТИМА ТЕРАПИЈСКЕ ПРОСТОРИЈЕ СА 15 MEV-СКИМ АКЦЕЛЕРАТОРОМ.....	129
DOZIMETRIJSKI ASPEKTI I ZAŠTITA OD ZRAČENJA U INTERVENTNOJ KARDIOLOGIJI.....	133
УСПОСТАВЉАЊЕ ПРОГРАМА КОНТРОЛЕ КВАЛИТЕТА ДИГИТАЛНОГ МАМОГРАФА	137
SNIMANJE DECE U CT DIJAGNOSTICI: NIVO SVESTI MEDICINSKOG OSOBLJA O POTENCIJALNOM RIZIKU ZA PACIJENTE	142
DOZIMETRIJA	149
UGAONA DISTRIBUCIJA SPEKTRALNE GUSTINE NEUTRONA PRILIKOM INTERAKCIJE SNOPA PROTONA ENERGIJE 50 MEV SA DEBELOM METOM OD BAKRA	151
RADIOHEMIJSKA SEPARACIJA I PROCJENA EFEKTIVNE DOZE OD UNOSA ⁹⁰ SR INGESTIJOM.....	156
RAČUNANJE DOZNIH KONVERZIONIH KOEFICIJENATA ZA SERIJE ORNL FANTOMA U ZATVORENIM PROSTORIJAMA OD PRIRODNIH RADIONUKLIDA U GRAĐEVINSKIM MATERIJALIMA.....	160
RADIOAKTIVNI CEZIJUM U HRANI I VODI ZA PIĆE SA PROCJENOM EFEKTIVNE DOZE U FBiH	164
MONTE KARLO PRORAČUN PRIMLJENE DOZE OD PRIRODNOG URANIJUMA UNETOG INGESTIJOM I INHALACIJOM	168
ГАМА И БЕТА ДОЗЕ У ЉУДСКИМ ОРГАНИМА ИЗАЗВАНЕ РАДОНОВИМ ПОТОМЦИМА НАТАЛОЖЕНИМ У ПЛУЋИМА.....	172
KARAKTERISTIKE PROGRAMA TLD.....	177
PROCENA DODATNE DOZE USLED AKTIVACIJE MATERIJALA U LINEARNIM AKCELERATORIMA U RADIOTERAPIJI.....	182
МЕРЕЊЕ ШУМА И КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ПЕРФОРМАНСИ МАМОГРАФСКОГ СИСТЕМА СА FFD ДЕТЕКТОРСКОМ ТЕХНОЛОГИЈОМ..	187
BIDOZIMETRIJA	191
CITOGENETSKE ANALIZE ZA PROCENU DOZE I EFEKTA RADIJACIJE U RADNIKA NUKLEARNE MEDICINE.....	193
ZNAČAJ ANALIZE BIOMARKERA EKSPLOZICIJE JONIZUJUĆEM ZRAČENJU I HEMATOLOŠKIH ANALIZA U OCENI RADNE SPOSOBNOSTI-PRIKAZ SLUČAJA	200
ZEMLJA-BILJKA TRANSFER FAKTOR U OKOLINI TERMOELEKTRANA.....	205

ZDRAVSTVENI RIZIK ZAPOSLENIH PRI RADU SA RAZLIČITIM IZVORIMA JONIZIJUĆIH ZRAČENJA.....	208
KOMPARATIVNA CITOGENETSKA ANALIZA HROMOZOMSKIH ABERACIJA I PREVREMENE CENTROMERNE DEOBE U LICA PROFESIONALNO EKSPONOVANIH RADIONUKLIDIMA.....	215
UČESTALOST MIKRONUKLEUSA I PREVREMENE CENTROMERNE DEOBE KOD LICA PROFESIONALNO IZLOŽENIH RADIONUKLIDIMA.....	221
REZULTATI OCENE RADNE SPOSOBNOSTI LICA ZAPOSLENIH U ZONI JONIZUJUĆIH ZRAČENJA.....	227
RADIOAKTIVNI OTPAD	231
ODREĐIVANJE TERMODINAMIČKIH PARAMETARA KOJI KARAKTERIŠU SORPCIJU JONA CO ²⁺ ŽIVOTINJSKIM KOSTIMA.....	233
¹³⁷ CS LEACHING THROUGH CEMENT-RADWASTE MATRIX.....	238
IZLUŽIVANJE JONA CS ⁺ I CO ²⁺ IZ CEMENTNOG MATRIKSA.....	242
DEKONTAMINACIJA	249
PROCENA EFIKASNOSTI RADIOLOŠKE DEKONTAMINACIJE ALKIDNIH I EPOKSI-POLIURETANSKIH SISTEMA PREMAZA.....	251
MERNA INSTRUMENTACIJA	257
КАЛИБРАЦИЈА ГЕРМАНИЈУМСКИХ ДЕТЕКТОРА ЗА МЕРЕЊЕ АЕРОСОЛА.....	259
FON U RAZLIČITIM ENERGETSKIM OPSEZIMA I RAZLIČITIM REŽIMIMA RADA SPEKTROMETRA PRIPJAT-2M.....	264
DETEKCIJA ¹³⁷ CS I ⁴⁰ K SPEKTROMETROM PRIPJAT-2M.....	269
SIMULACIJA ODGOVORA CR-39 DETEKTORA NA OZRAČIVANJE NEUTRONIMA IZ AM-BE IZVORA.....	274
MOGUĆNOST PROCENE PRISUSTVA NEUTRONA U OKRUŽENJU NISKOFONSKOG GAMA SPEKTROMETRA.....	279
UTICAJ GAMA ZRACENJA NA STATISTIČKU RASPODELU VREDNOSTI NAPONA PRAGA MOS TRANZISTORA.....	284
ПОРЕЂЕЊЕ ВРЕДНОСТИ ЈАЧИНЕ ДОЗЕ ГАМА ЗРАЧЕЊА У ВАЗДУХУ МЕРЕНИХ ГМ-БРОЈАЧИМА, ЈОНИЗАЦИОНИМ КОМОРАМА И ТЕРМОЛУМИНЕСЦЕНТНИМ ДОЗИМЕТРИМА.....	289
PRVI TEST TEČNOG SCINTILACIONOG BROJAČA QUANTULUS – ODREĐIVANJE SADRŽAJA TRICIJUMA U VODI DUNAVA.....	293
REGULATIVA, EDUKACIJA I JAVNO INFORMISANJE	299
SINGLE WINDOW FOR ISSUING LICENSES FOR EXPORT AND IMPORT OF IONIZING RADIATION SOURCES AND TRANSIT OF RADIOACTIVE SOURCES.....	301
MONITORING RADIOAKTIVNOSTI ŽIVOTNE SREDINE-EVROPSKA REGULATIVA I PRAKSA.....	306

ANGAŽOVANJE NA USAGLAŠAVANJU ZAKONA O BEZBEDNOSTI NA RADU I PRAVILNIKA O STRUČNOJ SPREMI I ZDRAVSTVENIM USLOVIMA LICA KOJA RADE SA IZVORIMA JONIZUJUĆIH ZRAČENJA	311
NEJONIZUJUĆE ZRAČENJE	315
RADIOPROTEKTIVNI UČINAK PČELINJEG OTROVA OD OKSIDATIVNOG OŠTEĆENJA MOLEKULE DNA UZROKOVAN MIKROVALNIM ZRAČENJEM .	317
UTICAJ MOBILNOG TELEFONA NA ORGANIZAM I ZAKONSKA REGULATIVA .	321
NIVOI ELF MAGNETSKOG POLJA U NASELJIMA U OKOLINI ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA.....	327
MERENJE ZRAČENJA MOBILNOG TELEFONA U DALEKOM POLJU.....	331
DETEKCIJA TERMIČKOG EFEKTA MOBILNOG TELEFONA NA ORGANIZAM	336
SLOBODNE TEME	343
PARAMETRI JAKOBIJEVOG MODELA U PROSTORIJI PRI TURBULENTNOM KRETANJU VAZDUHA	345
INDEX AUTORA	351
SADRŽAJ	357