

**X
X
V
I
I

S
I
M
P
O
Z
I
J
U
M
DZZ
SCG**

**XXVII SIMPOZIJUM
DRUŠTVA ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE**



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

ZBORNİK RADOVA

**XXVII SIMPOZIJUM DZZ SCG
Vrnjačka Banja
2-4. oktobar 2013.**

**Beograd
2013.god.**

ZBORNIK RADOVA
XXVII SIMPOZIJUM DZZ SCG
2.10-4.10.2013.

Izdavači:

Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore

Za izvršnog izdavača:

Dr Bojan Radak

Urednici:

Dr Olivera Ciraj-Bjelac

Dr Gordana Pantelić

ISBN 978-86-7306-115-3

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Arts Design

Štampa: Arts Design

Tiraž: 150 primeraka

Štampa završena septembra 2013.

XXVII SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Vrnjačka Banja, od 2.10. do 4.10.2013. god.

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

Maja Eremić-Savković

Vladimir Udovičić

Ištvan Bikit

Nevenka Antović

Dragoslav Nikezić

Vera Spasojević-Tišma

Snežana Dragović

Danijela Arandić

Đorđe Lazarević

Jelena Stanković

Predrag Božović

Redakcioni odbor:

Vladimir Udovičić

Vera Spasojević-Tišma

Goran Ristić

Gordana Joksić

Gordana Pantelić

Dragana Todorović

Dušan Mrđa

Ilija Plečaš

Ivana Vukanac

Marko Ninković

Miodrag Krmar

Nataša Lazarević

Olivera Ciraj Bjelac

Srboljub Stanković

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije

Institut za nuklearne nauke Vinča, Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine

Institut za nuklearne nauke Vinča, Spoljnotrgovinski promet

Knauf Zemun d.o.o.

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXVII Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 2.10. do 4.10.2013. godine u Vrnjčkoj Banji. Radovi su razvrstani po sekcijama. Iako su svi radovi u Zborniku recenzirani od strane Redakcionog odbora, za sve iznesene tvrdnje i rezultate odgovorni su sami autori.

Jugoslovensko društvo za zaštitu od zračenja osnovano je 1963. godine u Portorožu. Ovogodišnji Simpozijum je posebno značajan usled činjenice da Društvo obeležava izuzetan jubilej - 50 godina organizovane zaštite od zračenja na prostoru bivše Jugoslavije i ovom jubileju posvećujemo zasluženu pažnju tokom XXVII Simpozijuma Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore. Simpozijum je nastavak pet decenija duge tradicije Društva za zaštitu od zračenja i mesto na kome kroz stručni program predočavamo svaki napredak u oblasti zaštite od zračenja, analiziramo dosadašnje rezultate i aktuelna dešavanja, razmenjujemo iskustva sa kolegama iz zemlje i regiona, ali i srećemo stare i upoznajemo nove prijatelje.

Organizacioni odbor se zahvaljuje autorima i koautorima naučnih i stručnih radova na doprinosu i 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 (27 ; 2013 ;
Врњачка Бања)

Zbornik radova / XXVII simpozijum DZZ SCG
[Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne
Gore], Vrnjačka Banja, 2-4. oktobar 2013. ;
[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 "Zaštita"]
; [urednik Olivera Ciraj-Bjelac, Gordana
Pantelić]. - Beograd : Institut za nuklearne
nauke "Vinča" : Društvo za zaštitu od
zračenja Srbije i Crne Gore, 2013 (Beograd :
Arts design). - 472, 4 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i
lat. - Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki
rad. - Abstracts. - Registar.

ISBN 978-86-7306-115-3

1. Друштво за заштиту од зрачења Србије и
Црне Горе (Београд)

a) Заштита од јонизујућег зрачења -
Зборници b) Животна средина - Загађење
радиоактивним материјама - Зборници c)
Радиоактивно зрачење - Штетно дејство -
Зборници d) Нејонизујуће зрачење - Штетно
дејство - Зборници e) Радиобиологија -
Зборници f) Дозиметри - Зборници
COBISS.SR-ID 201298188

ODREĐIVANJE MERNE NESIGURNOSTI ETALONSKIH POLJA U METROLOGIJI DOZE ZRAČENJA

**Miloš ŽIVANOVIĆ, Đorđe LAZAREVIĆ, Olivera CIRAJ-BJELAC,
Srboľjub STANKOVIĆ**

Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Univerzitet u Beogradu, Srbija, milosz@vinca.rs

SADRŽAJ

Cilj ovog rada je identifikacija relevantnih veličina koje doprinose ukupnoj mernoj nesigurnosti kalibracionog koeficijenta, a koje korišćenje etalonskog polja unosi u proces etaloniranja dozimetara u oblasti zaštite od zračenja. Na primeru je pokazano računanje kombinovane merne nesigurnosti za slučaj etalonskog polja generisanog radioaktivnim izvorom ⁶⁰Co. Ovako izračunata merna nesigurnost iznosi 4.6% (k=2). Merna nesigurnost ovog reda veličine je adekvatna za etaloniranje velikog broja uređaja koji se koriste u zaštiti od zračenja, a čija je tačnost značajno manja od navedene vrednosti.

1. Uvod

Merna nesigurnost, za razliku od greške merenja, je relativno nov koncept. Uvedena je kao rezultat verovanja da čak i kada su svi poznati izvori greške uzeti u obzir i kada su primenjene sve potrebne korekcije, još uvek postoji sumnja (nesigurnost) u ispravnost prikazanog rezultata merenja. Način izražavanja merne nesigurnosti je stvar konvencije, a njegoVa standardizacija bi omogućila lakše poređenje rezultata istraživanja, bez obzira na to u kojoj su instituciji ili delu sveta rezultati nastali.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) i International Organization for Standardization (ISO) su donele čitav niz dokumenata [1, 2] sa ciljem da se standardizuje način izražavanja merne nesigurnosti. Pored toga, specijalizovani vodiči za primenu standarda su dostupni u različitim oblastima. Kada je u pitanju zaštita od zračenja, International Atomic Energy Agency (IAEA) donosi takve vodiče [3].

Sekundarna Standardna Dozimetrijska Laboratorija (SSDL) je laboratorija koja poseduje sekundarne standarde relevantne za dozimetriju. IAEA i World Health Organization (WHO) organizuju sistem SSDL-ova, u cilju uspostavljanja globalnog sistema sledljivosti rezultata merenja, od svakog korisnika pojedinačno pa do primarnih standarda.

U ovom radu je prikazan proračun merne nesigurnosti u skladu sa preporukama IAEA, ISO i BIPM pri etaloniranju etalonskih polja kakva se koriste u SSDL.

2. Merna nesigurnost

Merna nesigurnost u ovom radu je izražena u skladu sa relevantnim dokumentima [1-3]. Merna nesigurnost može biti tipa A, ukoliko je dobijena kao rezultat statističkih razmatranja ili tipa B, u svim ostalim slučajevima.

Za potrebe ovog rada, pretpostavljeno je da važi Gausova ili normalna funkcija raspodele ukoliko je neka vrednost određena statističkim putem. Nasuprot Gausovoj, pravougaona raspodela podrazumeva da se tačna vrednost nalazi sa verovatnoćom 1 u ograničenom intervalu i to sa podjednakom verovatnoćom bilo gde u intervalu. U najvećem broju slučajeva, u ovom radu je pretpostavljeno da mernim nesigurnostima tipa B odgovara pravougaona raspodela.

Propagacija merne nesigurnosti je izračunata korišćenjem jednačine (1), gde je $f = f(q_1, q_2, \dots, q_n)$, q_i ima mernu nesigurnost s_i a f ima mernu nesigurnost s . Identična formula je korišćena i u starijoj teoriji grešaka [1, 4]:

$$s^2 = \sum \left(\frac{\partial f}{\partial q_i} \right)^2 s_i^2 \quad (1)$$

3. Korišćenje etalonskih polja

U dokumentu [5] su opisana četiri postupka etaloniranja dozimetara u poljima fotonskog zračenja. Pored postupaka koji podrazumevaju korišćenje referentnih instrumenata, moguće je etaloniranje vršiti i uz korišćenje etalonskog polja.

Etalonsko polje predstavlja polje radioaktivnog izvora zračenja koje je etalonirano upotrebom odgovarajućih referentnih instrumenata (na primer, sekundarnih standarda). Korišćenje etalonskih polja se zasniva na pretpostavci da je na osnovu etaloniranja moguće predvideti dozu zračenja u određenoj tački, što je moguće isključivo uz praćenje određenog broja parametara, kao što su ambijentalni uslovi, širina snopa, geometrija prostorije, radioaktivni raspad radioizotopa itd.

Korišćenje etalonskog polja ubrzava i pojednostavljuje proces etaloniranja korisničkih uređaja. Međutim, zbog više aproksimacija koje se uvode, među kojima je najznačajnija pretpostavka da doza od primarnog zračenja opada sa kvadratom rastojanja od izvora, merna nesigurnost višestruko raste u odnosu na metode koje koriste referentni instrument, što ograničava upotrebu ove metode.

4. Model etaloniranja etalonskog polja

Model etaloniranja etalonskog polja se zasniva na sledećem razmatranju: ako doza opada sa kvadratom rastojanja, to znači da je proizvod qr^2 nezavisan od rastojanja (u ovom slučaju q predstavlja jačinu kerme u vazduhu, a r rastojanje od izvora) [7]. Pošto u realnim merenjima dolazi do odstupanja od navedene aproksimacije, potrebno je izmeriti jačinu doze na više rastojanja i izračunati srednje qr^2 . Ovakav pristup omogućava utvrđivanje opsega rastojanja u kome je navedena aproksimacija opravdana, poboljšanje procene srednje vrednosti i garanciju da će merna nesigurnost biti realistična (merenjem u samo jednoj tački bi došlo do značajnog potcenjivanja merne nesigurnosti).

Daljim razmatranjem se mogu prepoznati i drugi izvori merne nesigurnosti. Naime, pod uslovom da je referentni instrument jonizaciona komora, veličina q se računa kao $N_k k_{tp} q/t$, gde je N_k kalibracioni faktor referentnog instrumenta pri referentnim uslovima, k_{tp} faktor korekcije zbog razlike referentnih ambijentalnih uslova od uslova u toku merenja, q količina naelektrisanja razdvojena u referentnom instrumentu za vreme merenja t . Takođe važi $k_{tp} = P_{ref} T / (T_{ref} P)$, gde je T apsolutna temperatura, P vazdušni pritisak a supskript „ref“ označava referentne uslove [2, 5]. Pošto se traži srednja vrednost qr^2 , biće izmereno nekoliko serija vrednosti naelektrisanja na različitim rastojanjima, pa se uvodi indeks „i“ za pojedinačne vrednosti.

Vrednost koju je potrebno poznavati je jačina doze u određenoj tački u određenom trenutku, s tim što jačina doze ne mora obavezno da se izražava kao kerma u vazduhu, već se može koristiti neka druga dozimetrijska veličina. Srednju vrednost qr^2 je zbog toga neophodno pomnožiti recipročnim kvadratom rastojanja tačke za koju se računa jačina doze ($1/r_k^2$), konverzionim faktorom između odgovarajućih dozimetrijskih veličina (h_k) i faktorom korekcije na vreme poluraspada, $\exp(-\ln(2)\Delta t/t_{1/2})$, gde je $t_{1/2}$ vreme poluraspada korišćenog radioizotopa, a Δt vreme proteklo od etaloniranja do korišćenja etalonskog polja [5, 7]. Konačno, model etaloniranja u skladu sa navedenim razmatranjem se može predstaviti jednačinom (2).

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\overline{(q_i r_i^2)} N_k T P_{ref}}{t_i T_{ref} P} e^{-\frac{\ln(2)\Delta t}{t_{1/2}}} \frac{1}{r_k^2} h_k \quad (2)$$

5. Budžet merne nesigurnosti

Merna nesigurnost koju etalonsko polje unosi u etaloniranje se manifestuje kroz jačinu doze na rastojanju r . Zbog toga će budžet merne nesigurnosti biti predstavljen za jačinu doze u tački u kojoj se vrši kalibracija korisničkog dozimetra. Budžet je predstavljen po uzoru na [6] u tabeli 1.

Tabela 1. Budžet merne nesigurnosti; sve merne nesigurnosti su izražene kao standardne merne nesigurnosti (k=1)

Izvor nesigurnosti	Tip	Oznaka	Očekivana vrednost	Standardna nesigurnost	Raspodela
Proizvod naelektrisanja i kvadrata rastojanja	A	qr^2	45,92 nCm ² /h	2,10%	Gausova
Ostale nesigurnosti vezane za proizvod qr^2	B	-	-	0,06%	Gausova
Kalibracioni faktor jonizacione komore	B	N_k	47,9 mGy/nC	0,84%	Gausova
Temperatura	B	T	293,15 K	0,05%	pravougaona
Pritisak	B	P	1000 mbar	0,03%	pravougaona
Korekcija na vreme poluraspada	B	$\exp(-\ln(2)\Delta t/t_{1/2})$	0,7687	0,01%	pravougaona
Konverzioni faktor	B	h_k	1,16	0,25%	pravougaona
Kombinovana merna nesigurnost: 2,3%					

U ovom primeru je izračunata jačina ambijentalne doze, $H^*(10)$, dve godine od etaloniranja polja radioaktivnog izotopa ^{60}Co , zajedno sa pridruženim mernim nesigurnostima.

Prostim posmatranjem jednačine (2) je moguće identifikovati skoro sve značajne doprinose mernoj nesigurnosti. Na ovom mestu je potrebno napomenuti da se proizvod $q_i r_i^2$ tretira kao jedna veličina, zbog jednostavnijeg matematičkog aparata.

Osim mernih nesigurnosti koje direktno slede iz jednačine (1), postoji i čitav niz drugih veličina koje doprinose kombinovanoj mernoj nesigurnosti. Takve veličine su kalibracioni koeficijent termometra i barometra, rezolucija svih korišćenih instrumenata, vlažnost vazduha, promena položaja izvora pri ponovnim ekspozicijama, stabilnost jonizacione komore itd. Za slabija polja, značajan uticaj mogu imati fon i struja curenja. Za navedene uticajne veličine je procenjena merna nesigurnost značajno manja od 0.1%, pa nisu unete u budžet merne nesigurnosti.

Standardna merna nesigurnost računanja datuma je procenjena 0,29 dana (tj. sa $p=1$, tačna vrednost razlike datuma se nalazi u $\Delta t \pm 0.5$ dana, a važi pravougaona raspodela).

Pored merne nesigurnosti tipa A proizvoda qr^2 , značajan doprinos daje i rezolucija očitavanja rastojanja, koja je uključena u budžet merne nesigurnosti pod stavkom „Ostale nesigurnosti vezane za proizvod qr^2 “.

Uobičajeno je da se kombinovana merna nesigurnost prikazuje sa nivoom poverenja 95%. Pretpostavljeno je da kombinovanoj mernoj nesigurnosti u ovom slučaju približno odgovara Gausova raspodela, pa je odgovarajući koeficijent proširenja $k=2$. Budući da su u tabeli 1 navođene isključivo standardne merne nesigurnosti, konačan rezultat je: $u_c(p=0,95) = 4.6\%$. Potrebno je napomenuti da je u ovom slučaju veličina r_k bez merne nesigurnosti, jer predstavlja parametar u proračunu koji zadaje metrolog. Međutim, u toku samog etaloniranja, korisnički uređaj se postavlja u tačku r_k pri čemu je potrebno razmotriti mernu nesigurnost koju unosi pozicioniranje.

6. Zaključak

U ovom radu su identifikovani doprinosi ukupnoj mernoj nesigurnosti koje korišćenje etalonskog polja unosi u proces etaloniranja dozimetara u oblasti zaštite od zračenja. Na primeru je pokazano računanje kombinovane merne nesigurnosti za slučaj etalonskog polja generisanog radioaktivnim izvorom. Ovako izračunata merna nesigurnost iznosi 4.6% ($k=2$). Merna nesigurnost ovog reda veličine je adekvatna za etaloniranje velikog broja uređaja koji se koriste u zaštiti od zračenja, a čija je tačnost značajno manja od navedene vrednosti.

7. Literatura

- [1] BIPM, JCGM. JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement, 2008
- [2] ISO, IEC. ISO/IEC Guide 98-1:2009, Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement, 2009
- [3] IAEA. Measurement uncertainty: A practical guide for secondary standards dosimetry laboratory, 2008
- [4] H.H.Ku. Notes on the use of propagation of error formulas, *Journal of research of the national bureau of standards – C. Engineering and instrumentation*, Vol. 70C, No.4, 1966, pp. 263 - 273
- [5] IAEA. IAEA Safety Report Series No. 16: Calibration of radiation protection monitoring instrument, 2000
- [6] Predrag Osmokrović, Kovičljka Stanković, Miloš Vujisić, Merna nesigurnost, Akademska misao, Beograd i Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2009
- [7] G.F. Knoll. Radiation Detection and Measurement, 4th edition. USA, John Wiley & Sons, Inc, 2010

UNCERTAINTY OF CALIBRATION IN THE FIELD OF RADIATION PROTECTION

Miloš ŽIVANOVIĆ, Đorđe LAZAREVIĆ, Olivera CIRAJ-BJELAC,
Srboljub STANKOVIĆ

„Vinča“ Institute of Nuclear Sciences, University of Belgrade, Serbia, milosz@vinca.rs

ABSTRACT

The purpose of this paper is the identification of the relevant influence quantities contributing to the combined measurement uncertainty of calibration coefficient, that are introduced by using reference radiation qualities in the field of radiation protection. An example calculation of combined measurement uncertainty is shown for a ^{60}Co radiation source. The calculated measurement uncertainty is 4.6% ($k=2$), and it is adequate for the purposes of calibration of many dosimeters used in the field of radiation protection, which have bad accuracy compared to the calculated value.

50 GODINA ZAŠTITE OD ZRAČENJA	7
ZAŠTITA OD ZRAČENJA, ZNAČAJNI DATUMI I DOGAĐJI	9
ON THE OCCASION OF THE 50TH ANNIVERSARY OF ORGANISED RADIATION PROTECTION 27	
50 GODINA ZAŠTITE OD ZRAČENJA I HRVATSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA	35
RADIATION PROTECTION IN SLOVENIA OVER THE PAST FIFTY YEARS (1963-2013) AND THE	
SLOVENIAN SOCIETY OF RADIATION PROTECTION	40
RADIOEKOLOGIJA I IZLAGANJE STANOVNIŠTVA	47
ANALIZA NEKIH FAKTORA KOJI BI MOGLI UTICATI NA AKUMULACIJU ²¹⁰ Pb U ZEMLJIŠTU 49 ..	49
MULTIVARIJATNA ANALIZA URANA U PODZEMNIM VODAMA REJONA HAĐIČA	53
PROCENA RADIJACIONOG OPTEREĆENJA MAHOVINA SOKOBANJE I BANJE JOŠANICE IZ 2010. I	
2012. GOD.	57
AKTIVNOST ¹³⁷ Cs I ⁴⁰ K U LEKOVITOM BILJU SA PODRUČJA ZLATIBORA	61
PROCENA DOZE OD GRAĐEVINSKOG MATERIJALA KOJI SE NEKADA DAVNO KORISTIO ZA	
STAMBENE OBJEKTE	65
MEĐUNARODNA INTERKOMFARACIJA GAMASPEKTOMETRIJSKE ANALIZE VODE	69
POČETNA RADIOEKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U NOVOM PAZARU - PODRUČJE NOVOPAZARSKA	
BANJA	72
BERILIJUM-7 I OLOVA-210: DEVET GODINA MONITORINGA NA DVE LOKACIJE	
U BEOGRADU	76
EXTERNAL EFFECTIVE GAMMA DOSE RATES ORIGINATING FROM ¹³⁷ Cs IN THE SURFACE SOILS OF	
BELGRADE URBAN AREA	80
SADRŽAJ PRIRODNIH RADIONUKLIDA I PROCENA RADIACIONOG RIZIKA U OKOLINI	
TERMoeLEKTRANA U SRBIJI	83
MONITORING VODA SRBIJE U PERIODU OD MAJA 2011. DO APRILA 2012. GOD.	88
PRIRODNA RADIOAKTIVNOST U OKOLINI BIVŠEG RUDNIKA URANA GABROVNICA	92
MONITORING RADIOAKTIVNOSTI U LJUDSKOJ HRANI U REPUBLICI SRBIJI	
U 2011. I 2012. GOD	97
SADRŽAJ PRIRODNIH I VEŠTAČKIH RADIONUKLIDA U UZORCIMA ZEMLJIŠTA KOSOVSKE	
MITROVICE	101
RADIOAKTIVNOST ZEMLJIŠTA U OKOLINI TERMoeLEKTRANA U SRBIJI	106
PROCENA IZLAGANJA ZRAČENJU U STANOVIMA IZRAĐENIM OD SIPOREKS BLOKOVA OBAVLJENA	
RESRAD-BUILD PROGRAMOM	110
UKUPNA ALFA I BETA AKTIVNOST U SOKOVIMA IZ SRBIJE	114
FON TERESTRIJALNOG GAMA-ZRAČENJA U BARAMA KRALJSKIM	118
VREMENSKI PROMENLJIVE KOMPONENTE FONA GAMA ZRAČENJA	
I MERENJE MALIH AKTIVNOSTI	122
KOMPOZICIJA NISKOENERGIJSKOG DELA FONSKOG SPEKTRA GAMA ZRAČENJA U NADZEMNOJ I	
PODZEMNOJ NISKOFONSKOJ LABORATORIJI	126
PROVERA MODULA ZA ATMOSFERSKU DIFUZIJU RADIONUKLIDA KROZ GRANIČNI SLOJ	
ATMOSFERE U MODELU NFS_VINČA	130
NACIONALNI PROGRAM ZA RADON, REGULTIVA I STRATEGIJA	134
RADON U ZATVORENIM PROSTORIJAMA U SEVEROZAPADNOM DELU KOSOVA I METOHIJE ..	139
MONTE CARLO SIMULACIJA ZA PROCENU RADONSKE AKTIVNOSTI UNUTAR OLOVNE ZAŠTITE	
GERMANIJUMSKIH DETEKTORA	143
UTICAJ KALIBRACIONOG FAKTORA NA REZULTAT KONCENTRACIJE RADONA	147
VREMENSKE SERIJE MERENIH VREDNOSTI ²²² Rn ANALIZIRANE METODOM STOHAŠTIČKE	

<p>SPEKTRALNA I VREMENSKA ANALIZA U DIGITALNOJ SPEKTROKOPIJI - RAZVOJ SOFTVERA I PRIMENI 390 KOMPOZICIJA KOSMIČKOG ZRAČENJA ZAUSTAVLJENOG U VETO DETEKTORIMA..... 394 REZULTATI INTERKOMPARACIJE ODREĐIVANJA SADRŽAJA RADIONUKLIDA U VODI I ZEMLJIŠTU IAEA-2011-03 398 ISTRAŽIVANJE KVALITETA GAMASPEKTROMETRIJSKIH MERENJA 402 PROJEKTOVANJE ZAŠTITE ZA NISKOFONSKI SPEKTROMETAR WETYN (WELL TYPE NATRIUM IODIDE) 406 TESTIRANJE 9"X9" NaI(TL) SPEKTROMETRA OBLIKA JAME 410 UTICAJ GAMA ZRAČENJA FISIONIH PRODUKATA NA PROMENU GAMA KONSTANTE ²⁵²Cf 414 RAČUNANJE EFEKTIVNE DUBINE INTERAKCIJE HPG_e DETEKTORA KORIŠĆENJEM EFTRAN SOFTVERA 418 KALIBRACIJA EFIKASNOSTI GERMANIJUMSKIH DETEKTORA ZA POTREBE MERENJA UZORAKA IZ ŽIVOTNE SREDINE 422 IZRAČUNAVANJE KOREKCIONIH FAKTORA ZA KOINCIDENTNO SUMIRANJE ZA ¹⁵²Eu - ZAPREMINSKI IZVORI 427 PRORAČUN KOREKCIONIH FAKTORA ZA KOINCIDENTNO SUMIRANJE ZA NEKE PRIRODNE RADIONUKLIDE PRIMENOM EFTRAN SOFTVERA 431 EFIKASNOST DETEKCIJE FOTONA 662 keV 32 - DETEKTORSKIM SISTEMOM TIPA <i>CRISTAL BALL</i> - SA I BEZ KOLIMATORA 435 PROMJENE U BRZINI BROJANJA DETEKTORA U ZAVISNOSTI OD POZICIJE IZVORA U DETEKCIONJOJ KOMORI VIŠEDETEKTORSKOG 4π SPEKTROMETRA 439 PROCENA UTICAJA POKLOPCA PAKOVANJA OD IZABRANIH TITANIJUMSKIH LEGURA NA ENERGETSKU ZAVISNOST RADFET DOZIMETARA U POLJIMA GAMA I X-ZRAČENJA 443 ISPITIVANJE PONAŠANJA JONIZACIONE KOMORE I GM BROJAČA U POLJIMA X I GAMA ZRAČENJA 448</p>	
NEJONIZUJUĆA ZRAČENJA	453
<p>UREĐAJ ZA MERENJE INTENZITETA RF ZRAČENJA EMITOVANOG OD STRANE BEŽIČNIH KOMUNIKACIONIH SISTEMA 455 PONOVLJIVOST USKOPOJASNIH MERENJA NIVOA ELEKTROMAGNETSKOG POLJA U BLIZINI PREDAJNE STANICE SOFTVERSKOG RADIJA 460</p>	
INDEX AUTORA	465
SADRŽAJ	471