

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА  
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



**ЗБОРНИК  
РАДОВА**

**XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
Сребрно језеро  
27- 29. септембар 2017. године**

**Београд  
2017. године**

**SOCIETY FOR RADIATION PROTECTION OF  
SERBIA AND MONTENEGRO**



# PROCEEDINGS

**XXIX SYMPOSIUM DZZSCG  
Srebrno jezero  
27- 29. September 2017**

**Belgrade  
2017**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXIX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ  
27-29.09.2017.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“  
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Др Борислав Грубор

Уредници:

Др Јелена Станковић Петровић  
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-144-3

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Јелена Станковић Петровић, Гордана Пантелић

Штампа:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351  
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2017.

## RADIJUM U VODI: DETEKCIJA VOLUMINOZNIH UZORAKA NaI DETEKTOROM OBLIKA JAME

**Andrej VRANIČAR<sup>1</sup>, Nataša TODOROVIĆ<sup>1</sup>, Jovana NIKOLOV<sup>1</sup>,  
Branislava TENJOVIĆ<sup>1</sup>, Ivana STOJKOVIĆ<sup>2</sup>, Nikola JOVANČEVIĆ<sup>1</sup>,  
Jan HANSMAN<sup>1</sup>, Miodrag KRMAR<sup>1</sup>**

1) *Univerzitet u Novom Sadu, Departman za fiziku, Novi Sad, Srbija,  
andrej.vranicar@df.uns.ac.rs*

2) *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija,  
ivana\_st@uns.ac.rs*

### **SADRŽAJ**

*Zbog svoje visoke efikasnosti, NaI detektor oblika jame je odličan izbor za detekciju niskih aktivnosti, pogotovo kod uzoraka uzetih iz prirode. No velik prostorni ugao kojeg aktivna zapremina detektora oblika jame zauzima, neminovno dovodi do efekta koincidentnog sumiranja. Na osnovu većeg broja gama spektara rastvora radijuma je ispitan uticaj koincidentnog sumiranja na efikasnost detekcije u cilju razvijanja brzog i pouzdanog metoda za merenje radijuma u pijaćim vodama. Razvijen je i nov "grafički" metod za određivanje praga detekcije koji je ispitan na primeru voluminoznih uzoraka male aktivnosti.*

### **1. UVOD**

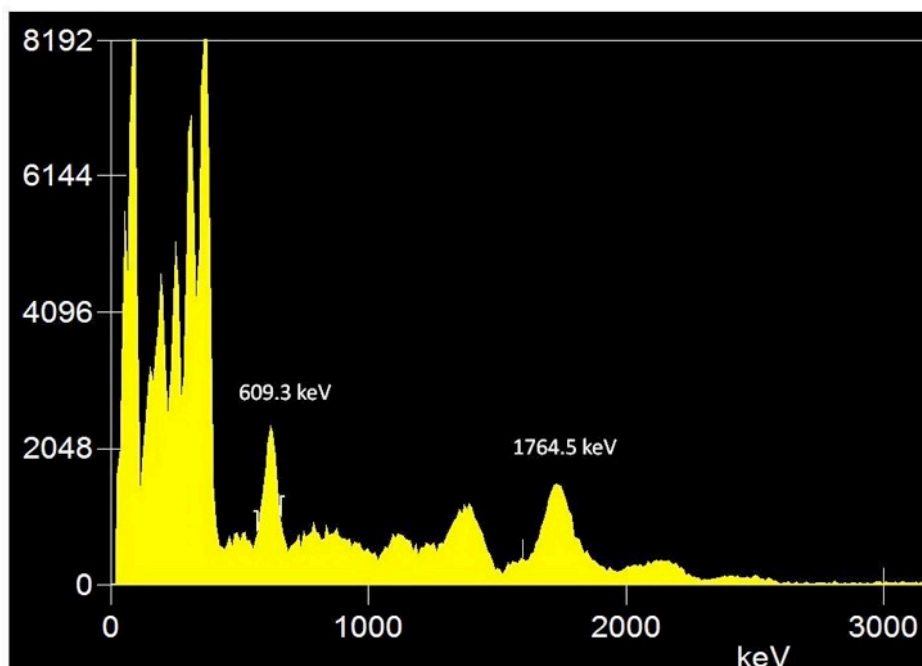
Prisutnost radionuklida u pijaćim vodama se rutinski kontroliše i u toj oblasti postoji precizna zakonodavna regulativa [1]. Nekoliko različitih mernih tehnika se koristi u ovoj oblasti, a jedan od propisanih metoda je i gama spektroskopija. Kako je granica dozvoljenih koncentracija radionuklida u vodi za piće veoma niska (0,5 Bq/l <sup>226</sup>Ra na primer) posvećena je velika pažnja razvoju gamaspektrometrijskih tehnika merenja. Jedan od načina je da se izvrši prekoncentracija uparavanjem veće količine vode, da bi se ostatak merio pomoću HPGe detektora u odgovarajućoj niskofonskoj zaštiti. Moguća je i upotreba jonoizmenjivačkih smola, ali oba metoda zahtevaju dugo vreme pripreme uzorka kao i veoma preciznu kalibraciju celokupnog postupka. Direktno merenje uzorka vode, bez prethodne pripreme se do sada izvodilo u Marineli geometriji, a najmanja granica detekcije uglavnom zavisi od količine tečnosti, efikasnosti detektora, kvaliteta niskofonske zaštite itd.

Osnovna ideja ovog rada je da se ispituju mogućnosti upotrebe NaI detektora oblika jame u merenju niskih aktivnosti radionuklida u vodi za piće. U te svrhe je upotrebljen Anti-Compton Suppression NaI detector. Ovaj detektor ima oblik cilindra dijametra od 9" (22,9 cm) i visine od 9" (22,9 cm). U sredini cilindra je jama prečnika 3" (7,6 cm) dubine 6" (15,2 cm). Osnovna prednost ovog detektora je znatno veća efikasnost detekcije u odnosu na HPGe detektore [2]. Osnovni problem koji je u ovom radu analiziran je pojava koincidentnog sumiranja signala. Naime, s obzirom da detektor oblika jame skoro sa svih strana okružuje mereni uzorak, velika je verovatnoća da dođe do sumiranja signala koji slede nakon emisije dva gama fotona u kaskadi. S obzirom da NaI detektor oblika jame ima veliku efikasnost, početna namera je bila da se istraže mogućnosti pouzdanog merenja koncentracije radijuma pri čemu voda ne bi bila prethodno tretirana uparavanjem ili nekom hemijskom procedurom. Uzorak vode bi se pakovao u pogodnu geometriju, da

semaksimalnom količinom popuni jama detektora. Na taj način bi se izbegao dug proces uparavanja ili hemijske pripreme uzorka.

### 2. OPIS EKSPERIMENTA

Poznato je da preko 95% od ukupnog gama zračenja svih radionuklida niza  $^{238}\text{U}$  potiče od potomaka  $^{226}\text{Ra}$ , pri čemu preko 90% od toga emituje  $^{214}\text{Bi}$ . I kod niza  $^{232}\text{Th}$ , preko 95% gama zračenja emituju potomci  $^{228}\text{Ra}$ . U gama spektrima svih prirodnih uzoraka u kojima postoji  $^{238}\text{U}$  veoma lako se uočavaju intenzivne linije iz raspada  $^{214}\text{Bi}$  sa energijama od 609,3 keV, 1120,3 keV, 1238,1 keV, 1377,7 keV, 1729,6 keV, 1764,5 keV itd. Na osnovu ovih gama linija se veoma jednostavno može odrediti prisutvo  $^{214}\text{Bi}$  u merenom uzorku, a ako su ispunjeni uslovi radioaktivne ravnoteže, lako se dobija koncentracija  $^{226}\text{Ra}$ , merenjima niskofonskim HPGe detektorskim sistemima. Struktura pobuđenih nivoa  $^{214}\text{Po}$ , koji nastaje raspadom  $^{214}\text{Bi}$  je prilično kompleksna. Prvi pobuđeni nivo ima energiju od 609,3 keV, ali zbog pogodnih spinskih sekvenci, veliki broj pobuđenih stanja  $^{214}\text{Po}$  se deeksitiraju baš na ovaj nivo. To znači da se foton od 609,3 keV u velikom broju slučajeva emituje u kaskadi sa nekim drugim fotonom. Kod detektora tipa jame, gde je uzorak praktično sa svih strana okružen aktivnom zapreminom, velika je verovatnoća koincidentnog sumiranja. Iz tog razloga će intenzitet pika od 609,3 keV u spektru biti prividno manji nego što bi bio da koincidentno sumiranje ne postoji. Na slici 1 je prikazan jedan karakterističan spektar dobijen merenjem vodenog rastvora  $^{226}\text{Ra}$ .



Slika 1. Karakterističan spektar vodenog rastvora  $^{226}\text{Ra}$  snimljen NaI detektorom oblika jame

Sa slike 1 se lako može uočiti da su za određivanje koncentracija  $^{226}\text{Ra}$  najpogodnije izolovane gama linije od 609,3 keV i 1764,5 keV. Na samom početku spektra se vide četiri gama linije koje se delimično preklapaju: 186,1 keV ( $^{226}\text{Ra}$ ), 238,6 keV ( $^{212}\text{Pb}$ ), 295,2 i 351,9 keV ( $^{214}\text{Pb}$ ) što ih čini manje pogodnim za gama spektrometrijske analize NaI detektorom. Sa slike 1 se može videti da gama linije od 609,3 keV i 1764,5 keV imaju slične intenzitete, mada je kvantni prinos fotona od 609,3 keV tri puta veći od kvantnog

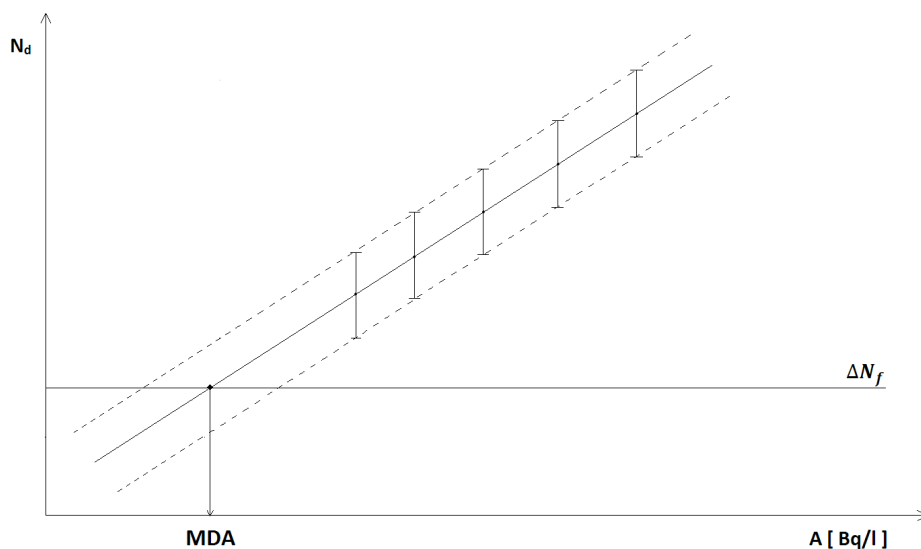
prinosa fotona od 1764,5 keV. Evidentno je da koincidentnim sumiranjem fotoni od 609,3 keV bivaju uključeni u neki od pikova više energije. Sa slike 1 se može videti da gama linija od 1764,5 keV ima nepravilan oblik i nešto malo veću širinu. Postoji nekoliko relativno intenzivnih prelaza koji se odvijaju sa viših energetske stanja na nivo od 609,3 keV koji nakon sumiranja daju energiju koja se nalazi u opsegu pika od 1764,5 keV merenog NaI detektorom. Sedam gama prelaza sa kvantnim prinosom preko 1% od 1120,3 keV do 1408,0 keV se odvija na nivo od 609,3 keV sa velikom verovatnoćom sumiranja.

Proces određivanja nepoznate koncentracije aktivnosti nekog radionuklida u merenom uzorku se zasniva ne relativnom merenju, gde se apsolutna efikasnost detektora dobija merenjem spektra nekog standardnog ili kalibracionog uzorka. Uz pretpostavku da se koincidentno sumiranje odvija na isti način prilikom snimanja spektra kalibracionog izvora kao i nepoznatog uzorka, moguće je odrediti koncentraciju aktivnosti posmatranog radionuklida i bez posebne analize efekata sumiranja. Osnovna pretpostavka da bi jedan ovakav sistem funkcionisao je da sama efikasnost detekcije na nekoj odabranoj energiji ne zavisi od aktivnosti uzorka. Ovaj uslov implicitno podrazumeva da sam proces koincidentnog sumiranja nije zavistan od brzine brojanja detektora. Poznato je da se koincidentno sumiranje odvija u većoj meri kada je brzina brojanja reda veličine vremenske rezolucije detektora i to zbog znatno većeg doprinosa koincidentnog brojanja koje ne potiče od pravih koinecidencija, tj. od slučajnih koinecidencija. Do slučajnih koinecidencija dolazi prilikom sumiranja energija dva fotona koji su emitovani iz vremenski bliskog raspada dva različita jezgra. No, kako se u našem slučaju radi o merenjima relativno niskih aktivnosti radionuklida, ispod praga ustanovljenog zakonodavnom regulativom, moguće je očekivati da se kod uzoraka male aktivnosti efekat sumiranja gama fotona koji potiče od slučajnih koinecidencija neće pojaviti u nekoj ozbiljnijoj meri. Možemo pretpostaviti da se kod uzoraka male aktivnosti pojavljuju samo prave koinecidencije do kojih dolazi sumiranjem energija dva fotona koja se iz istog jezgra emituju u kaskadi.

Da bi se ustanovila zavisnost apsolutne efikasnosti detekcije od aktivnosti uzorka, napravljeno je nekoliko vodenih rastvora  $^{226}\text{Ra}$  u opsegu od 0,05 Bq/l pa sve do 50 Bq/l. Ovi su vodeni rastvori sipani u plastične bočice dimenzija  $d = 7$  cm i  $h = 14$  cm. Nakon perioda odležavanja, dovoljno dugačkog da se dobije radioaktivna ravnoteža svih potomaka  $^{226}\text{Ra}$ , uzorci su mereni u NaI detektoru oblika jame u različitim vremenskim intervalima, od 10 do 40 hiljada sekundi. Jedan karakterističan gama spektar, sa aktivnošću  $^{226}\text{Ra}$  od 10 Bq/l, sniman  $40 \cdot 10^3$  s je prikazan na slici 1.

Intenziteti gama linija su izračunavani upotrebom GENIE 2000 softvera, i to u interaktivnom modulu rada gde su parametri fita prilagođavani obliku svake pojedinačne linije. Kalibracija na oblik linije (shape kalibracija) je izvršena upotrebom kalibracionog izvora  $^{152+154}\text{Eu}$ . Zbog veličine i velike efikasnosti detekcije NaI ima relativno velik fon, tj. registruje relativno velik intenzitet pozadinskog zračenja (37 impulsa po sekundi u energetskom intervalu od 0 MeV do 3 MeV). Da bi se na bolji način uočile gama linije, od svakog gama spektra merenog uzorka oduzet je fon meren u jednakom vremenskom intervalu. Na ovaj način je dobijen znatno čistiji spektar u kome su se bolje uočavale gama linije na niskoj pozadini. I ovako dobijeni spektri su ručno obrađeni GENIE 2000 softverom da bi se dobili intenziteti odabranih gama linija. U svim spektrima je gama linija na 609,3 keV tretirana kao singl linija, dok je u oblasti od 1764,5 keV zadato da se eksperimentalne tačke fituju na dublet gde je širina linija zadata merenjima kalibracionog izvora od europijuma.

Ekperimentalni materijal dobijen merenjima je bio pogodan da se testira nova metoda za određivanje praga detekcije, ili minimalne detektabilne aktivnosti. Ukoliko se grafički prikaže zavisnost odbroja ispod pika neke odabrane gama linije  $N_\gamma$  od aktivnosti izvora zračenja, u slučajevima kada mrtvo vreme detektora nije jako veliko, trebala bi se dobiti linearna zavisnost, baš kao što je šematski prikazano na slici 2. Na isti grafik u vidu horizontalne linije se može predstaviti numerički kriterijum putem koga se određuje prag detekcije u gama spektroskopiji. Obično se za donji prag ispod koga nije moguće uočiti doprinos nekog gama prelaza posmatranom spektru smatra statistička neodređenost fona u tom energetskom intervalu. Ako je odbroj detektovan u fonskom spektru  $N_f$  u istoj energetskoj oblasti u kojoj se integrali intenzitet posmatrane gama linije tada se za statističku neodređenost uzima da je  $\Delta N_f = \sqrt{N_f}$  ukoliko se za grešku uzima nivo poverenja od jedne standardne devijacije  $\sigma$ . Ova se vrednost nanese u vidu horizontalne linije na grafiku. Eksperimentalne tačke, tj. vrednosti intenziteta gama linija se takođe određuju sa izvesnom neodređenošću, što je na slici 2 prikazano. Ova neodređenost ima statističku prirodu i zavisi od ukupnog odbroja, kao i od načina kako je intenzitet gama linije određen. Recimo da se svaka vrednost intenziteta gama linije može prikazati kao  $N_\gamma \pm \Delta N_\gamma$ . Ukoliko bi se tačke koje se dobijaju kao donje vrednosti intervala neodređenosti  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$  spojile pravom linijom, ona bi se presekla sa horizontalom koja predstavlja neodređenost fona. Minimalna detektabilna aktivnost bi se mogla smatrati onom vrednošću na kojoj se presecaju linije  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$  i horizontala sa vrednošću  $\Delta N_f = \sqrt{N_f}$ . Vrednost apscise na kojoj dolazi do preseka ove dve linije se može smatrati minimalnom detektabilnom aktivnošću za odabrani nivo poverenja. Ovo bi bila najmanja aktivnost za koju bi kompletan interval statističke neodređenosti intenziteta gama linije bio izvan nivoa neodređenosti fona  $\Delta N_f = \sqrt{N_f}$ .

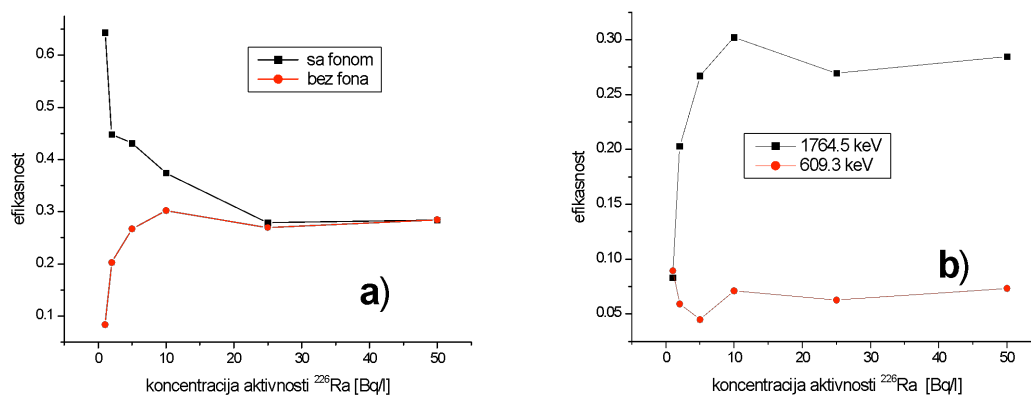


Slika 2. Šematski prikaz metoda za određivanje minimalne detektabilne aktivnosti

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu intenziteta dobijenih gama linija i poznatih koncentracija aktivnosti upotrebljenih rastvora  $^{226}\text{Ra}$ , izračunate su apsolutne efikasnosti detekcije za energije od 609,3 keV i 1764,5 keV. Upotrebljeni su gama spektri koji su mereni 40000 s. Identična procedura je upotrebljena za slučaj kada je od gama spektra uzorka oduzet fon, kao i

slučaj kada oduzimanje fona nije izvršeno. I fon je meren 40000 s. Na slici 3 su prikazane vrednosti efikasnosti za detekciju fotona od 1764,5 keV sa i bez oduzimanja fona.



**Slika 3. Izračunate efikasnosti detekcije: a) za energiju od 1764,5 keV sa i bez oduzimanja fona i b) za energije 1764,5 keV i 609,3 keV sa oduzetim fonom**

Na slici 3 a) se može videti da se efikasnosti izračunate sa i bez oduzimanja fona dobro slažu za veće koncentracije, ali pri malim vrednostima koncentracija aktivnosti dolazi do znatnih razlika. Svi rezultati prikazani na slici 3 su dobijeni za merenja dužine trajanja od 40000 s. S obzirom da efikasnost detekcije ne bi trebala da zavisi od same aktivnosti uzorka, jasno je da bez oduzimanja fona dolazi do ozbiljnih grešaka sa spektrima u kojima fon nije oduzet. Budući da se za male vrednosti koncentracija  $^{226}\text{Ra}$  sistematski dobijaju veće vrednosti nego u slučaju kada se mere veće aktivnosti, jasno je da je intenzitet merene gama linije od 1764,5 keV znatno precenjen. U slučaju kada se oduzme fon, ne dolazi do ove pojave, ali se zato pojavljuje vidan pad izračunate vrednosti efikasnosti kod koncentracija aktivnosti od 2 Bq/l i 1 Bq/l. Evidentno je da za ovako male vrednosti koncentracija aktivnosti  $^{226}\text{Ra}$ , tokom merenja od 40000 s, intenziteti gama linije od 1764,5 keV nisu dovoljni za pouzdanu procenu. Ovaj se problem delimično može prevazići dužim intervalima merenja. Sličan trend je uočen i kod linije od 609,3 keV.

Kada se uporede efikasnosti detekcije na energijama od 609,3 keV i 1764,5 keV, što je prikazano na slici 2 b), jasno se uočava da se na višim koncentracijama  $^{226}\text{Ra}$  ove vrednosti razlikuju za faktor 4. Interesantno je to da je za geometriju voluminoznih uzoraka ustanovljeno da je efikasnost u energetske oblasti od 600 keV gotovo dva puta veća od efikasnosti na 1700 keV [3]. U slučaju merenja rastvora  $^{226}\text{Ra}$  efikasnost detekcije energije gama zračenja od 609,3 keV je četiri puta manja nego kod detekcije fotona od 1764,5 keV. Kako se prelaz sa nivoa od 609,3 keV odvija kao drugi u kaskadi sa velikim brojem drugih prelaza, jasno je da se usled koincidentnog sumiranja mali deo fotona od 609,3 keV detektuje kao samostalan događaj. Gruba procena daje da se tek svaki osmi foton energije od 609,3 keV detektuje kao nezavisan događaj.

Spektri snimani 40000 s sa rastvorima  $^{226}\text{Ra}$  su upotrebljeni da se iz njih izračuna intenzitet gama linije od 609,3 keV. Korišćeni su rastvori sa 50 Bq/l, 25 Bq/l, 10 Bq/l i 5 Bq/l. Intenziteti linija  $N_\gamma$  kao i njihove statističke neodređenosti su dobijene fitovanjem programom GENIE 2000. Nakon toga su izračunate donje vrednosti intenziteta gama linije  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$  da bi se linearnim fitom dobilo da se zavisnost  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$  od aktivnosti izvora može opisati relacijom  $N_\gamma - \Delta N_\gamma = 590 \cdot A - 85$ . Vrednosti parametara u jednačini prave koja je dobijena fitom takođe poseduju svoju neodređenost. Pošto



je namera da se odredi minimalna detektabilna aktivnost, u gornjem izrazu su prikazane vrednosti parametara prave koje daju najvišu vrednost za minimalnu detektabilnu aktivnost. U energetskom intervalu gde se nalazi linija od 609,3 keV je očitana integralna vrednost fona, i ona iznosi 122875. Statistička neodređenost za ovu vrednost fona na nivou poverenja od  $1\sigma$  iznosi  $\sqrt{N_f} = 350$ . Iz uslova preseka linije koja daje zavisnost  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$  od aktivnosti i vrednosti  $N_\gamma - \Delta N_\gamma$ , dobija se da je tačka u kojoj se ove dve linije presecaju jednaka  $A_{min} = 0.74 \text{ Bq/l}$ . Ovo se može smatrati minimalnom detektabilnom aktivnošću za vrednost koncentracije  $^{226}\text{Ra}$  merene NaI detektorom oblika jame, za slučaj kada merenja traju 40000 s.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati merenja koncentracije aktivnosti  $^{226}\text{Ra}$  u vodenim rastvorima pomoću NaI detektora oblika jame. Osnovna ideja rada je bila da se ustanovi do koje se granične minimalne aktivnosti može upotrebljavati NaI detektor oblika jame za gama spektroskopiju uzoraka vode, a da se pri tome ne vrši uparavanje ili hemijska priprema. Zapremina jame detektora je odredila da se maksimalne zapremine od pola litra uzorka mogu meriti na ovaj način. Kako je uzorak sa svih strana okružen aktivnom zapreminom detektora, jasno je da neminovno dolazi do koincidentnog sumiranja. Najpogodnije je pratiti gama linije  $^{214}\text{Bi}$  zbog intenzivnih gama prelaza. Ispostavilo se da se zbog nekih specifičnih stanja  $^{214}\text{Po}$ , najveći broj fotona od 609,3 keV koincidentno sumira, tako da je ova gama linija znatno izgubila na intenzitetu. Druga najintenzivnija gama linija u spektru od 1764,5 keV u sebi sadrži nekoliko komponenti koje takođe nastaju koincidentnim sumiranjem. No bez obzira na to, obe se linije mogu koristiti za kalibraciju efikasnosti NaI detektora pošto se u oblasti niskih aktivnosti u procesu kontrole pijaće vode, linearnost između aktivnosti izvora i intenziteta gama linije u potpunosti održava. Izmerene vrednosti intenziteta linije od 609,3 keV su upotrebljene da se testira jednostavan grafički model za određivanje minimalne detektabilne aktivnosti  $^{226}\text{Ra}$  pomoću opisane geometrije NaI detektora oblika jame. Ispostavilo se da je za vreme snimanja od 40000 s ta minimalna detektabilna koncentracija  $^{226}\text{Ra}$  oko 0,7 Bq/l. S obzirom da je zakonska granica za  $^{226}\text{Ra}$  u vodi za piće postavljena na 0,5 Bq/l, evidentno je da se za radiološku kontrolu pijaće vode merenja NaI detektorom oblika jame, a bez ikakve prethodne pripreme uzorka moraju izvoditi tokom dužeg intervala vremena.

#### 5. ZAHVALNICA

Ovaj je rad realizovan kao deo projekta "Radioaktivnost i pijaćim vodama i učestalost kancera u Vojvodini" Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost.

#### 6. LITERATURA

- [1] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet, Sl. glasnik RS 86/2011 i 97/2013, 2011.
- [2] J. Hansman. - Design and Construction of a Shield for the 9" x 9" NaI(Tl) Well Type Detector, - *Nucl. Technol. Radiat. Prot.* 29, /-2, 2014, 165-169.

- [3] J. Hansman, D.Mrdja, M.Krmar, I.Bikit, J.Slivka - Efficiency study of a big volume well type NaI(Tl) detector by point and voluminous sources and Monte-Carlo simulation, *Appl. Radiat. Isot.*, 99, 2015, 150–154

### **RADIUM IN WATER: DETECTION OF BULK SAMPLES IN WELL-TYPE NAI DETECTOR**

**Andrej VRANIČAR<sup>1</sup>, Nataša TODOROVIĆ<sup>1</sup>, Jovana NIKOLOV<sup>1</sup>,  
Branislava TENJOVIĆ<sup>1</sup>, Ivana STOJKOVIĆ<sup>2</sup>, Nikola JOVANČEVIĆ<sup>1</sup>,  
Jan HANSMAN<sup>1</sup>, Miodrag KRMAR<sup>1</sup>**

1) *Univesity of Novi Sad, Physics department, Novi Sad, Serbia,  
andrej.vranicar@df.uns.ac.rs*

2) *Univesity of Novi Sad, Faculty od technical sciences, Novi Sad, Serbia,  
ivana\_st@uns.ac.rs*

#### **ABSTRACT**

*Due to its high efficiency, a well-type NaI detector is an excellent choice for low-level activity detection, especially for samples taken from nature. But, the large space angle that active volume of the detector includes, indisputably leads to coincident summing. Based on large number of gamma spectra of radium solutions, the effect of coincident summing was examined for purposes of developing a fast and reliable method for drinking water radium measurements. Also, a new "graphical" method for determining MDA, based on measurements of small activity voluminous samples was developed.*