

**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.

**MONITORING RADIOAKTIVNOSTI U ŽIVOTNOJ SREDINI U
OKOLINI NUKLEARNIH OBJEKATA U SRBIJI TOKOM
2014-2016. GODINE**

**Ivan KNEŽEVIĆ¹, Dragana TODOROVIĆ², Milica RAJAČIĆ², Jelena KRNETA
NIKOLIĆ², Vesna RADUMILO¹, Nataša LAZAREVIĆ¹, Marija JANKOVIĆ²,
Gordana PANTELIC², Nataša SARAP², Dalibor ARBUTINA¹**

1) Javno preduzeće „Nuklearni objekti Srbije”, Beograd, Srbija,
ivan.knezevic@nuklearniobjekti.rs, vesna.radumilo@nuklearniobjekti.rs,
natasalazarevic@nuklearniobjekti.rs, dalibor.arbutina@nuklearniobjekti.rs

2) Institut za nuklearne nauke „Vinča”, Beograd, Srbija,
beba@vinca.rs, milica100@vinca.rs, jnikolic@vinca.rs,
marijam@vinca.rs, pantelic@vinca.rs, natasas@vinca.rs

SADRŽAJ

Monitornig radioaktivnosti u okolini nuklearnih objekata jeste skup merenja, obrade i interpretacije rezultata radijacionih i drugih parametara u cilju procene nivoa i kontrole izlaganja stanovništva i životne sredine. Javno preduzeće „Nuklearni objekti Srbije”, kao jedini operator nuklearnih objekata i nosilac licenci za obavljanje nuklearnih aktivnosti u zemlji, u skladu sa važećom zakonskom regulativom, sprovodi monitoring radioaktivnosti u životnoj sredini u okolini nuklearnih objekata, i to ispitivanjem nivoa spoljašnjeg zračenja merenjem jačine ambijentalnog ekvivalenta doze i ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu, relevantnim meteorološkim merenjima i modelovanjem disperzije radioaktivnih polutanata u graničnom sloju atmosfere. Kontrolu nivoa radioaktivne kontaminacije u vazduhu, padavinama, površinskim vodama, rečnom sedimentu, vodi za piće, podzemnim vodama, otpadnim vodama, zemljištu i hrani vrši Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine Instituta za nuklearne nauke „Vinča”, kao nezavisno ovlašćeno pravno lice. U radu je prikazan pregled reprezentativnih rezultata monitoringa za period od 2014. do 2016. godine. U ispitivanim uzorcima iz životne sredine su detektovani prirodni radionuklidi u koncentracijama karakterističnim za ispitivane medijume. Od proizvedenih radionuklida je detektovan samo ¹³⁷Cs, čije je prisustvo u životnoj sredini u detektovanim nivoima koncentracije posledica nuklearnih proba i akcidenata. Rezultati ispitivanja nivoa spoljašnjeg zračenja pokazuju da nije bilo odstupanja od sigurnog režima rada nuklearnih objekata.

1. UVOD

Monitoring radioaktivnosti u životnoj sredini u okolini nuklearnih objekata obavlja se duže od 40 godina na lokaciji kompleksa Institut za nuklearne nauke „Vinča” - Javno preduzeće „Nuklearni objekti Srbije” (u daljem tekstu: kompleks Institut - Javno preduzeće), od trenutka uspostavljanja sistema monitoringa u toku rada istraživačkog nuklearnog reaktora RA, pa sve do danas. Odlukom Vlade Republike Srbije [1] o osnivanju javnog preduzeća za upravljanje nuklearnim objektima delatnost sistematskog ispitivanja radioaktivnosti u životnoj sredini u okolini nuklearnih objekata je poverena Javnom preduzeću „Nuklearni objekti Srbije”. Nuklearni objekti na lokaciji kompleksa Institut - Javno preduzeće jesu istraživački nuklearni reaktor RA, ekperimentalni reaktor nulte snage RB, stari hangari za skladištenje radioaktivnog otpada H1 i H2, novi hangar

H3 за складиштење радиоактивног отпада, и безбедно складиште јаких извора јонизујућих зрачења BS. Stupanjem na snagu *Zakona* [2] i *Pravilnika o monitoringu radioaktivnosti* [3] usvojeni su i uređeni načini i uslovi sistematskog ispitivanja radioaktivnosti u životnoj sredini u okolini nuklearnog objekta, kao niz radnji od koncipiranja programa, preko šeme mernih mesta i metoda uzorkovanja, pripreme uzoraka i merenja, do interpretacije rezultata i procene efekata dejstva zračenja. Procena izlaganja stanovništva usled rada nuklearnog objekta vrši se kontrolom nivoa radioaktivne kontaminacije životne sredine u okolini nuklearnog objekta i ispitivanjem nivoa spoljašnjeg zračenja. U okviru monitoringa radioaktivnosti u okolini nuklearnih objekata u Javnom preduzeću, vrši se uzorkovanje i merenje sadržaja radioaktivnih nuklida u vazduhu, padavinama, površinskim vodama, rečnom sedimentu, vodi za piće, podzemnim vodama, zemljištu i hrani. U skladu sa *Pravilnikom* [3], Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine Instituta za nuklearne nauke „Vinča”, kao nezavisno ovlašćeno pravno lice vrši uzorkovanje i kontrolu nivoa radioaktivne kontaminacije u navedenim medijumima. Javno preduzeće, na osnovu dobijenih ovlašćenja i u okviru svojih kapaciteta, vrši merenje nivoa spoljašnjeg zračenja i kontrolu ispuštanja efluenata na ventilacionim otvorima nuklearnih objekata, relevantna meteorološka merenja na lokaciji kao i matematičko modelovanje atmosfere disperzije radionuklida emitovanih u granični sloj atmosfere.

2. METODE UZORKOVANJA I MERENJA

Uzorkovanje aerosola iz prizemnog sloja atmosfere radi se kontinuirano prisisaivanjem vazduha sa konstantnim protokom 30 – 60 m³/h kroz filter papire relativne efikasnosti 81% na četiri merna mesta (dva mesta na lokaciji nuklearnih objekata, jedno merno mesto u obližnjem naselju i jedno referentno mesto u gradu). Mineralizacijom filter papira sa jednog mernog mesta, na temperaturi od 380 °C, dobija se kompozitni mesečni uzorak za svako merno mesto.

Uzorci padavina sakupljaju se na pet mernih mesta (dva mesta na lokaciji nuklearnih objekata, dva merna mesta u obližnjim naseljima i jedno referentno mesto u gradu), neprekidno tokom meseca na uzorkivačima površine 0,24 m², na visini 1 m iznad tla, čime se dobijaju zbirni mesečni uzorci za svako merno mesto koji se zatim uparavaju do suvog ostatka i mineralizuju na 450 °C. Referentno mesto u gradu, jedno merno mesto u obližnjem naselju i jedno mesto na lokaciji nuklearnih objekata za uzorkovanje padavina se poklapaju sa mestima uzorkovanja aerosola.

Površinske vode uzimaju se svakodnevno uzorkivačem zapremine 0,5 l, na osam mernih mesta u skladu sa programom kontrole. Uparavanjem svih dnevnih uzoraka do suvog ostatka, dobija se zbirni mesečni uzorak po svakom mernom mestu, koji se dalje mineralizuje na 450 °C.

Rečni sediment se uzorkuje jednom godišnje, nizvodno i uzvodno od mesta ušća Bolečice u Dunav. Uzorci se pre merenja suše na 105 °C, prosejavaju i odmeravaju u geometriju merenja (Marinelli), koja se radi uspostavljanja radioaktivne ravnoteže zatapa pčelinjim voskom i odlaže 30 dana.

Zemljište se uzorkuje dva puta godišnje (proleće i jesen) na tri dubine, na tri lokacije prema programu kontrole. Uzorci se suše na 105 °C, prosejavaju i odmeravaju u geometriju merenja (Marinelli), koja se radi uspostavljanja radioaktivne ravnoteže zatapa pčelinjim voskom i odlaže 30 dana.

Uzorkovanje hrane se, na osnovu programa kontrole, radi jednom godišnje. Sezonsko voće se uzorkuje u dvorištu u obližnjem naselju, 200 m istočno od kompleksa Institut -

Javno preduzeće. Uzorak ribe uzima se nizvodno (Dunav kod Ritopeka) i uzvodno (Dunav kod Zemuna) od mesta uliva tečnih efluenata. Nivo radioaktivnosti u hrani se meri kada je hrana u svežem stanju.

Uzorkovanje vode za piće se vrši svakodnevnim uzimanjem po 0,2 litra iz gradskog vodovoda, a analiza se radi u uparenom i mineralizovanom zbirnom šestomesečnom uzorku.

Uzorak lišaja se uzima jednom godišnje u koritu potoka Mlake. Pre merenja, uzorak se suši na 105 °C.

Podzemna voda se uzima iz bunara u krugu kompleksa Institut - Javno preduzeće, jednom u toku godine.

Priprema svih uzoraka za merenje se vrši u skladu sa preporukama Međunarodne agencije za atomsku energiju [4]. Merenja svih pripremljenih uzoraka vršena su gama-spektrometrijskom metodom, u trajanju od 60000 s, na germanijumskim detektorima visoke čistoće, firme *CANBERRA*, relativne efikasnosti 50%, 20% i 18%, i rezolucije 1,8 keV na energiji od 1332 keV. Za analizu spektara korišćen je softverski program *GENIE 2000*.

U okviru Javnog preduzeća, kontinualna merenja jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu vrše se na šest lokacija pomoću multifunkcionalnih monitora gama zračenja, gde je svaki od njih povezan sa dva energetska kompenzovana Gajger-Milerova (GM) brojača različite osetljivosti. GM brojači pokrivaju opseg jačina doza od prirodnog fona do akcidentalnih novoa, od 50 nSv/h do 1 Sv/h, sa linearnim energetska odzivom u opsegu energija gama zračenja od 60 keV do 1,3 MeV unutar $\pm 20\%$. Opseg doza na monitorima uređaja je dat u μSv i limitiran je do pet cifara i jednom cifrom dekadnog eksponenta.

Ambijentalni ekvivalent doze gama zračenja u vazduhu se određuje integralno termoluminiscentnim (TL) dozimetrima na 34 mernih mesta na lokaciji kompleksa Institut - Javno preduzeće, jednom u tri meseca. Koriste se TL dozimetri bazirani na litijum fluoridu dopirani magnezijumom, bakrom i titanijumom, u opsegu energija gama kvanta od 5 keV do 1,5 MeV, i vrednostima doza od 50 μSv do 10 Sv. Čitanje i interna kalibracija dozimetara vrši se na TL čitaču *RE-2000* i kalibratoru *IR-2000* firme *Mirion Technologies*.

Dodatno, merenja radi kontrole ispuštanja efluenata u životnu sredinu vrše se uređajima koji su instalirani na izlazu dva ventilaciona centra. Vazдушna pumpa usisava vazduh i pod pritiskom ga propušta kroz filter traku. Aktivnost se direktno čita na displeju monitora radioaktivnosti vazduha *iCAM* firme *CANBERRA*, uz omogućen grafički prikaz.

Meteorološka merenja se obavljaju na dve klasične i jednoj stacionarnoj automatskoj meteorološkoj stanici na meteorološkom stubu, na lokaciji kompleksa Institut - Javno preduzeće. Automatska meteorološka stanica ima senzore koji su postavljeni na četiri nivoa meteorološkog stuba visine 40 m: na 1 m, 2 m, 10 m i 40 m. Merenja i analize meteoroloških podataka obezbeđuju se prema domaćim [5] i međunarodnim uputstvima [6] u cilju dobijanja ulaznih podataka za matematičke modele atmosferske disperzije radionuklida emitovanih u granični sloj atmosfere u okolini nuklearnih objekata u rutinskim i akcidentalnim uslovima.

Ulazni podaci za matematičko modeliranje obuhvataju podatke o izvoru sa fizičkim karakteristikama ventilacionih ispusta objekata, pretpostavku o jediničnoj emisiji pasivne supstance i meteorološke podatke sa automatske meteorološke stanice. Izmereni meteorološki podaci na meteorološkom stubu sa tri visine (2 m, 10 m i 40 m) šalju se na svaki

minut u centralni računar, zajedno sa direktno određenom klasom stabilnosti. U matematičkim modelima za rutinsku emisiju, koriste se dve vrste ulaznih meteoroloških podataka: klasični meteorološki podaci sa vremenskim korakom od jednog časa i gradijentni meteorološki podaci prikupljeni na meteorološkom stubu sa vremenskim korakom od 10 minuta. Pošto se srednja mesečna i srednja godišnja polja koncentracija modeluju sa meteorološkim podacima koji se prikupljaju praktično u realnom vremenu, ova polja se dobijaju na osnovu realizacije čitavog spektra meteoroloških situacija, brzine i pravca vetra, padavina i atmosfere stabilnosti, kao i ekstremnih meteoroloških uslova.

3. REZULTATI MERENJA

U tabelama 1, 2, 3, 4 i 5 su prikazane minimalne i maksimalne vrednosti specifične aktivnosti detektovanih radionuklida u uzorcima aerosola, padavina, površinskih voda, rečnog sedimenta i zemljišta, respektivno, za period 2014 - 2016. godine.

Tabela 1. Opseg vrednosti specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima aerosola, za period 2014 - 2016.

Radionuklid		¹³⁷ Cs	²¹⁰ Pb	⁷ Be *
Specifična aktivnost [Bq/m ³]	Min	6,0·10 ⁻⁷	1,5·10 ⁻⁴	1,7·10 ⁻³
	Max	3,6·10 ⁻⁵	2,9·10 ⁻³	1,6·10 ⁻²

*Specifična aktivnost je korigovana na sredinu perioda uzorkovanja (15. dan u mesecu)

Tabela 2. Opseg vrednosti specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima padavina, za period 2014 - 2016.

Radionuklid		¹³⁷ Cs	⁷ Be *	⁴⁰ K
Specifična aktivnost [Bq/m ²]	Min	0,04	1,00	1,18
	Max	0,18	130,00	37,00

*Specifična aktivnost je korigovana na sredinu perioda uzorkovanja (15. dan u mesecu)

Tabela 3. Opseg vrednosti specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima površinskih voda, za period 2014 - 2016.

Radionuklid		²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U
Specifična aktivnost [Bq/l]	Min	0,008	0,008	0,030	0,001	0,020	0,001
	Max	0,270	0,030	0,410	0,400	0,150	0,008

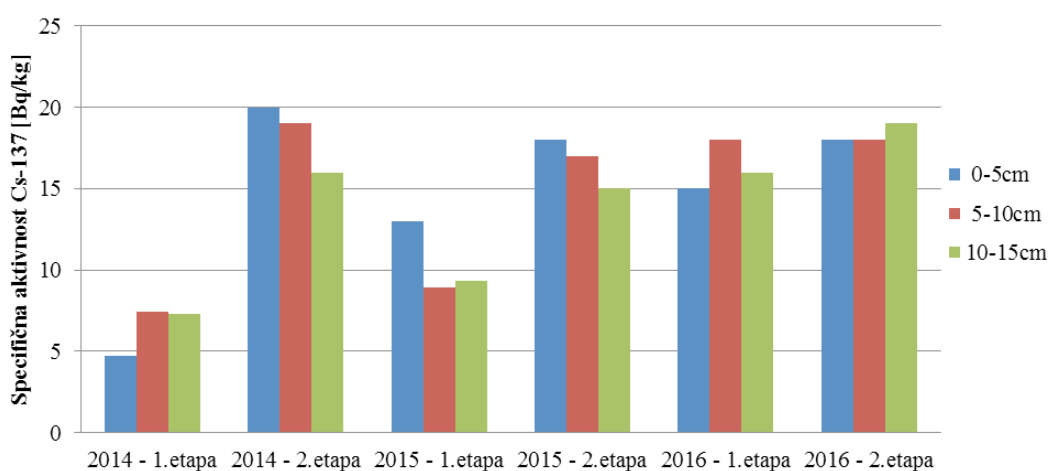
Tabela 4. Opseg vrednosti specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima rečnog sedimenta, za period 2014 - 2016.

Radionuklid		²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U
Specifična aktivnost [Bq/kg]	Min	20	27	345	0,3	21	1,1
	Max	40	41	580	16	50	2,3

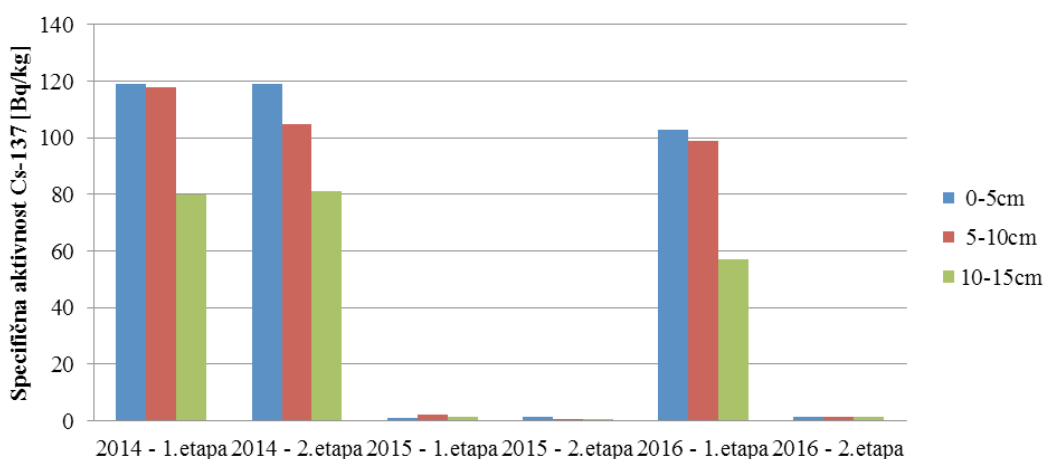
Tabela 5. Opseg vrednosti specifične aktivnosti radionuklida u uzorcima zemljišta, za period 2014 - 2016.

Radionuklid		²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U
Specifična aktivnost [Bq/kg]	Min	24	36	438	0,8	27	1,5
	Max	57	70	660	119	79	4,2

Na slikama 1 i 2 je dat prikaz promene specifične aktivnosti ¹³⁷Cs u uzorcima zemljišta merenih na tri dubine (0 – 5 cm, 5 – 10 cm i 10 – 15 cm) na dve merne lokacije (neposredna okolina hangara H3 za skladištenje radioaktivnog otpada i merno mesto Meteorološki stub u neposrednoj blizini reaktora RA i RB), po polugodišnjim etapama, za period 2014 - 2016.



Slika 1. Prikaz promene specifične aktivnosti ¹³⁷Cs u uzorcima zemljišta u neposrednoj okolini hangara H3 za skladištenje radioaktivnog otpada, po polugodišnjim etapama, za period 2014-2016.



Slika 2. Prikaz promene specifične aktivnosti ¹³⁷Cs u uzorcima zemljišta na mernom mestu Meteorološki stub u neposrednoj blizini reaktora RA i RB, po polugodišnjim etapama, za period 2014-2016.

Razlike u dobijenim vrednostima specifične aktivnosti ^{137}Cs u uzorcima zemljišta prikazanih na slici 2 potiču od toga što se uzorkovanje na datom mernom mestu nije moglo vršiti u identičnoj tački zbog različite pristupačnosti terena tokom godine usled prisustva rastinja i vegetacije. Takođe, razlike u dobijenim vrednostima potiču i od kretanja i erozije tla, i spiranja zemljišta usled padavina.

U uzorcima hrane, ^{40}K se kretao u opsegu od 27 Bq/kg do 310 Bq/kg, dok je ^{137}Cs detektovan samo u jednoj ribi, uzorkovanoj nizvodno od nuklearnih objekata, ali u koncentraciji (0,16 Bq/kg) nižoj od 150 Bq/kg, propisane relevantnim *Pravilnikom* [7].

Detektovane specifične aktivnosti u uzorcima vode za piće kretale su se do 5,5 mBq/l za ^{226}Ra , do 1,1 mBq/l za ^{232}Th , do 63 mBq/l za ^{40}K , do 0,5 mBq/l za ^{137}Cs , do 11 mBq/l za ^{238}U , i do 0,5 mBq/l za ^{235}U . Dobijene vrednosti specifičnih aktivnosti detektovanih radionuklida su u skladu sa propisanim vrednostima u *Pravilniku* [7].

Izmerene specifične aktivnosti u uzorcima lišajeva kretale su se u intervalu od 16 Bq/kg do 42 Bq/kg za ^{226}Ra , od 13 Bq/kg do 26 Bq/kg za ^{232}Th , od 240 Bq/kg do 380 Bq/kg za ^{40}K , od 25 Bq/kg do 300 Bq/kg za ^7Be , i od 29 Bq/kg do 49 Bq/kg za ^{137}Cs .

Od svih ispitanih uzoraka podzemnih voda, u samo jednom uzorku je detektovan ^{226}Ra u koncentraciji od 0,08 Bq/l. U ostalim uzorcima, ispitani radionuklidi nisu detektovani.

U tabeli 6 date su minimalne, maksimalne i srednje godišnje vrednosti jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu na šest mernih lokacija definisanih programom kontrole, za period januar - decembar 2016.

Tabela 6. Minimalne, maksimalne i srednje godišnje vrednosti jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu na šest mernih mesta u Javnom preduzeću „Nuklearni objekti Srbije”, za period januar-decembar 2016.

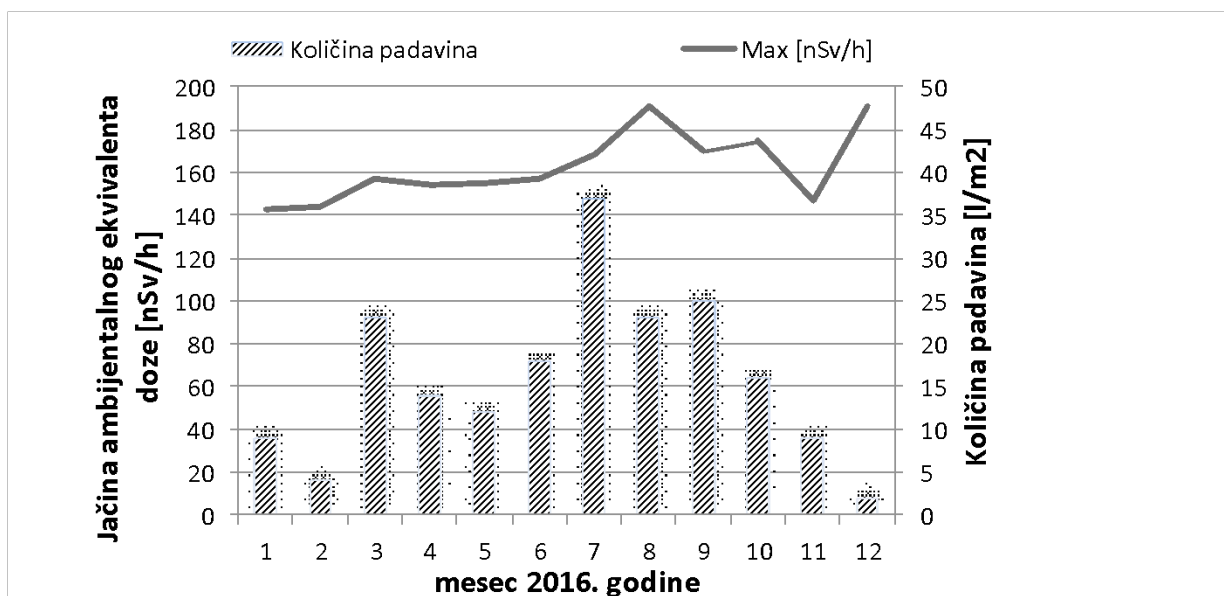
Merno mesto	Jačina ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja [nSv/h]		
	Min	Max	Srednja vrednost
Reaktor RA	52	180	109
Hangar H3 (1)	96	116	106
Hangar H3 (2)	93	147	105
Bezbedno skladište BS	100	175	113
Meteorološki stub	89	191	129
Vodovod Vinča	117	202	131

Srednja vrednost ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja na tromesečnom nivou za period 2014 – 2016. godine na centru kompleksa Institut – Javno preduzeće, kao odabranom reprezentativnom mernom mestu za prikaz merenja iznosi 0,2 mSv.

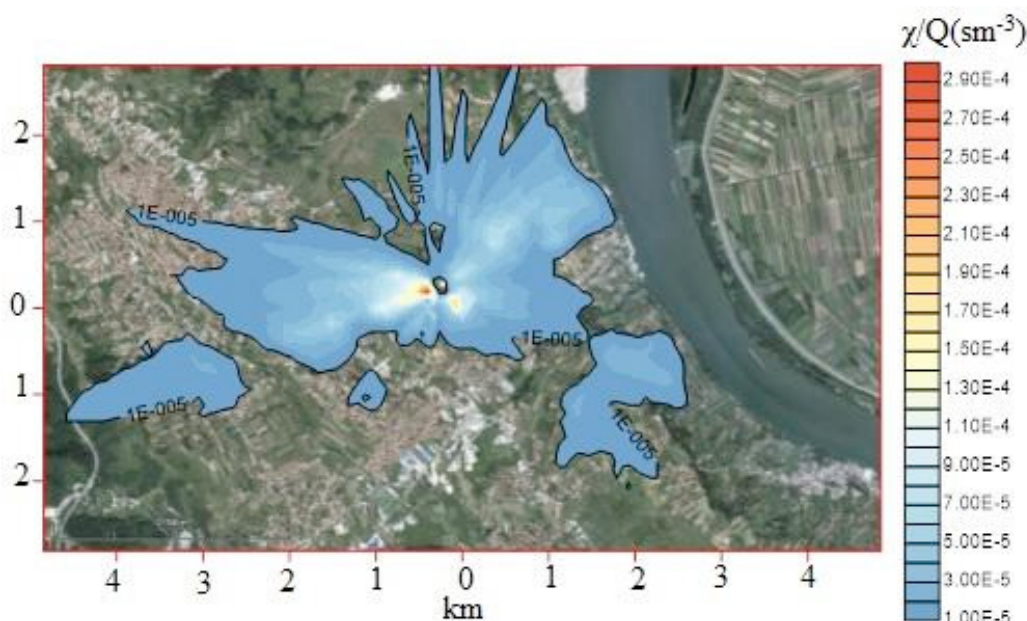
Na slici 3 prikazane su maksimalne mesečne vrednosti jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu u korelaciji sa maksimalnim dnevnim količinama padavina, za merno mesto Meteorološki stub u neposrednoj blizini reaktora RA i RB, za period januar - decembar 2016. Odabrani su rezultati samo sa jednog mernog mesta za 2016. godinu kao reprezentativni prikaz pomenute korelacije.

Jačina ambijentalnog ekvivalenta doze u opštem slučaju zavisi od geografske lokacije kao i radioaktivnog sadržaja lokalnih stena i zemljišta. Pored toga, jačina ambijentalnog ekvivalenta doze može zavisiti u određenoj meri i od različitih meteoroloških uslova. Tokom kišnog perioda, dolazi do spiranja radioaktivnih elemenata iz atmosfere na zemlju i povećanja ambijentalnog radijacionog nivoa u kratkom vremenskom periodu. U

prikazanom slučaju, jačina ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu pokazuje varijacije vrednosti do približno dvostrukih vrednosti prirodnog fona, gde je fon 129 nSv/h.



Slika 3. Maksimalne mesečne vrednosti jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu u korelaciji sa maksimalnim dnevnim količinama padavina, mesto Meteorološki stub, za period januar-december 2016.



Slika 4. Polja relativnih koncentracija za januar 2016.

Rezultat matematičkog modeliranja za januar 2016. godine prikazan je na slici 4, i odabran je kao reprezentativni prikaz izgleda rezultata modeliranja. U postupku modeliranja zonirana je okolina hangara H3 sa scenarijom emisije iz ventilacionih ispusta hangara H3 i bezbednog skladišta jakih izvora BS. Najveća srednja godišnja koncentracija iznosi $0,32 \cdot 10^{-3} \text{ sm}^{-3}$ i dobijena je na rastojanju 165 metara od izvora –

hangara H3 u pravcu zapada. U toku 2016. godine i na srednjim godišnjim i na srednjim mesečnim poljima relativnih koncentracija zone maksimalnih koncentracija su na padinama brda koja okružuju hangare H3 i BS, na kotama koje odgovaraju efektivnim visinama izvora u stabilnim situacijama.

4. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata monitoringa radioaktivnosti u uzorcima aerosola, padavina, površinskih voda, rečnog sedimenta, zemljišta, hrane, vode za piće, lišajeva i podzemnih voda iz životne sredine u okolini nuklearnih objekata, može se zaključiti da su detektovani prirodni radionuklidi u koncentracijama karakterističnim za odgovarajuće vrste ispitanih medijuma. Od proizvedenih radionuklida, detektovan je samo ^{137}Cs , čije je prisustvo u životnoj sredini u detektovanim nivoima koncentracije posledica nuklearnih proba i akcidenata. Kontinualno merenje jačine ambijentalnog ekvivalenta doze gama zračenja u vazduhu pokazuje varijacije vrednosti do približno dvostrukih vrednosti prirodnog fona, što se dovodi u vezu sa uticajem meteoroloških parametara i uslova u životnoj sredini, imajući u vidu da nije bilo odstupanja od sigurnog režima rada nuklearnih objekata.

5. LITERATURA

- [1] Odluka o osnivanju javnog preduzeća za upravljanje nuklearnim objektima u Republici Srbiji, Službeni glasnik Republike Srbije broj 50/09, 2009.
- [2] Zakon o zaštiti od jonizujućih zračenja i o nuklearnoj sigurnosti, Službeni glasnik Republike Srbije broj 36/09, 2009. i broj 93/12, 2012.
- [3] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Službeni glasnik Republike Srbije broj 97/11, 2011.
- [4] Measurement of Radionuclides in Food and the Environment, A Guidebook, Technical Report Series No. 295, IAEA, Vienna, 1989.
- [5] Uputstvo za osmatranja i merenja na glavnim meteorološkim stanicama, Savezni hidrometeorološki Zavod, Beograd, 1974.
- [6] Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, No. 8, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2008.
- [7] 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, Službeni glasnik Republike Srbije broj 86/11, 2011. i broj 97/13, 2013.

ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING AROUND NUCLEAR FACILITIES IN SERBIA OVER 2014 – 2016

Ivan KNEŽEVIĆ¹, Dragana TODOROVIĆ², Milica RAJAČIĆ², Jelena NIKOLIĆ
KRNETA², Vesna RADUMILO¹, Nataša LAZAREVIĆ¹, Marija JANKOVIĆ²,
Gordana PANTELIĆ², Nataša SARAP² and Dalibor ARBUTINA¹

1) Public Company "Nuclear Facilities of Serbia", Belgrade, Serbia,
ivan.knezevic@nuklearniobjekti.rs, vesna.radumilo@nuklearniobjekti.rs,
natasa.lazarevic@nuklearniobjekti.rs, dalibor.arbutina@nuklearniobjekti.rs

2) "Vinča" Institute of Nuclear Sciences, Belgrade, Serbia,
beba@vinca.rs, milica100@vinca.rs, jnikolic@vinca.rs,
marijam@vinca.rs, pantelic@vinca.rs, natasas@vinca.rs

ABSTRACT

Environmental radiation monitoring around nuclear facilities is a set of measurements, processing and interpretation of the results of radiation and other parameters in order to assess the level and control of exposure of the population and environment to ionizing radiation. Public Company "Nuclear Facilities of Serbia", as the only operator of nuclear facilities and holder of licenses to perform nuclear activities in the country, in accordance with current legislation, conducts environmental radiation monitoring around nuclear facilities, by examining the level of external radiation through ambient gamma dose rate and ambient gamma dose measurements in the air, relevant meteorological measurements on site and modeling of a dispersion of radioactive pollutants in the boundary layer of atmosphere. Radioactive contamination level control of the air, precipitation, surface water, river sediment, drinking water, ground water, soil and food performs Laboratory for Radiation and Environmental Protection within Institute for Nuclear Sciences "Vinca", as an independent authorized entity. This paper presents an overview of the representative environmental radiation monitoring results for the period from 2014 to 2016. In the examined samples from the environment, the natural radionuclides were detected at concentration levels characteristic for the examined media in the environment. Of the produced radionuclides, only ¹³⁷Cs was detected, whose presence in the environment at detected concentration levels is the result of nuclear tests and accidents. The results of the radiation levels examination show that there was no deviation from the safe mode of operation of nuclear facilities.