



RADIOEKOLOGIJA I IZLAGANJE STANOVNIŠTVA – PRVIH 55 GODINA



**Dragana J. Todorović¹, Ivana S. Vukanac¹,
Gordana K. Pantelić¹, Sofija M. Forkapić²,
Branislava M. Mitrović³, Jovana S. Ilić⁴, Marija
M. Janković¹, Jelena D. Krneta Nikolić¹, Milica M.
Rajačić¹, Nataša B. Sarap¹, i Mirjana B.
Radenković¹**

*¹Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke "Vinča",
Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine*

*²Prirodno matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu,
Departman za fiziku*

*³Univerzitet u Beogradu, Fakultet Veterinarske medicine, Katedra za
radiologiju i radijacionu higijenu*

*⁴ Institut za medicinu rada Srbije, "Dr Dragomir Karajović", Centar
za radiološku zaštitu, Laboratorija za ispitivanje radioaktivnosti*

UKRATKO O PREDAVANJU

Dato predavanje obuhvata pregled radova prezentovanih u oblasti Radioekologije i izlaganja stanovništva na skupovima Društva za zaštitu od zračenja, počev od I jugoslovenskog simpozijuma o radiološkoj zaštiti u Portorožu 1963. godine i zaključno sa XXIX Simpozijumom Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore održanom na Srebrnom jezeru 2017. godine.

U navedenom radu dat je pregled aktuelnih tema, osvrt na razvoj metoda i tehnika merenja, kao i opšti trendovi razvoja i diferenciranja oblasti radioekologije uslovljenih događanjima u obuhvaćenom vremenskom periodu.



SADRŽAJ PREDAVANJA

- *Uvod*
- *Monitoring*
- *Metode merenja*
- *Akcidenti*
- *Zaključak*



UVOD

- *1963. godine u Portorožu, 11. oktobra, za vreme održavanja I Jugoslovenskog simpozijuma o radiološkoj zaštiti, osnovano je Jugoslovensko društvo za zaštitu od zračenja.*
- *Izabrana je privremena uprava, a 23. oktobra, privremena uprava izabrala je Izvršni odbor društva.*
- *Organizatori I Jugoslovenskog simpozijuma o radiološkoj zaštiti bili su: Uprava za civilnu zaštitu DSNO, Jugoslovenska akademija nauke i umetnosti, Slovenska akademija znanosti i umjetnosti, Srpska akademija nauka i Savezna komisija za nuklearnu energiju.*
- *Održano je ukupno 29. simpozijuma, na kojima je prezentovano 2893 rada kao i 7 tematskih savetovanja, sa 140 publikovanih radova.*
- *U početku problematikom koja je vezana za zaštitu od zračenja, bavile su se institucije koje su bile vezane za medicinska istraživanja:*



I JUGOSLOVENSKI
SIMPOZIJUM O
RADIOLOŠKOJ
ZAŠTITI

KRATKI SADRŽAJI SAOPĆENJA

PORTOROŽ
8 - 12 OKTOBRA 1963

1

PROVJERA EFIKASNOSTI BROJAČA RAZNIM UZORCIMA
PRI ISTOVJETNOJ KALIBRACIJI

K. BAN, V. POPOVIC (*Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb*)

Cilj ovog rada bio je da se ustanove eventualne razlike u efikasnosti GM brojača raznih konstrukcija pri mjerenju raznih uzoraka i istovjetne kalibracije. Mjerenja su vršena na slijedećim brojačima: GM antikoicidentni brojač »R. Bošković«, Tracer-Lab, Ljubljana, te dva Philipsova antikoicidentna GM brojača, a kalibrirani su standardom K-40. Uzorci raznih aktivnosti (od 0.5—475 imp/min) i energija (K-40 1.32 MeV, Sr-90 —0.60 MeV, Y-90 2.24 MeV) mjereni su sa 5% greškom brojanja. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da razlike u aktivnosti istog uzorka mjenjenog na svim brojačima ne prelaze okvire devijacije i greške brojanja.

2

ODREĐIVANJE Sr-90 U TLU

A. BAUMAN, V. POPOVIC (*Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb*)

Opisana je metoda određivanja Sr⁹⁰ u tlu. Obradeni su neki uzorci različitog geološkog porijekla, različitog kemijskog sastava, s površina koje nisu bile dulje vrijeme pod kulturom. Metoda se osniva na ekstrakciji Ca pomoću HCl i uklanjanju ostalih kationa grupnim odjeljivanjem. Ca ovdje služi kao nosač za Sr⁹⁰. Nakon uklanjanja Ba¹³⁷ i drugih eventualno prisutnih radionuklida otopini koja sadrži Ca dodaje se Y-nosač i stavi u ekvilibrij. Nakon 16 dana broji se Y⁹⁰Na posebnom uzorku odredi se veoma tačno Ca. Taj rezultat služi kao početna količina Ca u uzorku, a Ca, koji odredimo u filtratu nakon odjeljivanja Y, kao konačna količina Ca. Iz ta dva rezultata dobijemo kemijsko iskorištenje za Sr⁹⁰. Ca određujemo kompleksometrijski uz fluorekson kao indikator. Tokom analize zapažene su kod pojedinih uzoraka tla smetnje nastale prisustvom manjih ili većih količina pojedinih kationa, što uslovljava izmjenu i dopune same metode (npr. uklanjanje Al i dr.). Navedeni su neki rezultati analiza tla s područja NR Hrvatske.

3

UREĐAJ ZA MERENJE UKUPNOG AKTIVITETA TELA
U INSTITUTU »BORIS KIDRIČ« — (Preliminarno saopštenje)

Đ. BEK-UZAROV, Z. ĐUKIĆ i B. PENDIĆ (*Institut za nuklearne nauke
»Boris Kidrič«, Vinča*)

Kratko su izložena merenja konvencionalnog domačeg građevinskog i drugog materijala (laporac, beton, građevinsko gvožđe i dr.) za izgradnju zaštitnog sistema kabine.

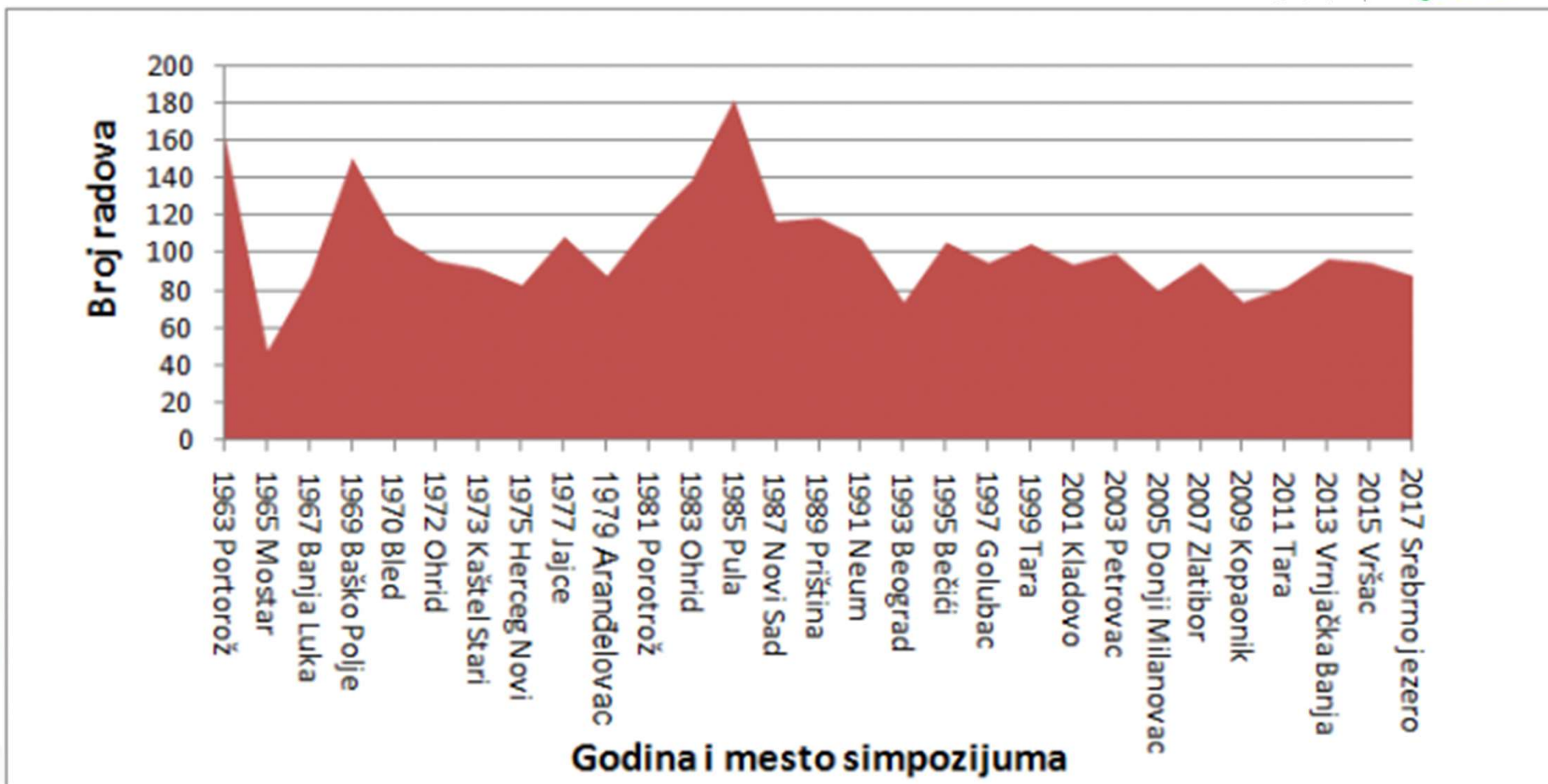
2



- *Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb,*
- *Institut za medicinu rada SRS Beograd,*
- *Institut za higijenu i socijalnu medicinu Medicinskog fakulteta Sarajevo,*
- *Naučni Instituti i zavodi u tadašnjoj Jugoslaviji:*
- *Institut "Jože Štefan", Ljubljana,*
- *Institut za nuklearne nauke "Boris Kidrič", Beograd,*
- *Institut za primenu nuklearne energije u poljoprivredi, veterini i šumarstvu, Beograd,*
- *Zavod za zdravstveno i tehničko varnost, Ljubljana.*
- *Preko 40 institucija je učestvovalo u radu Društva.*



- *1970. godine na Bledu, održan je V simpozijum u organizaciji Jugoslovenskog društva za radiološku zaštitu (JDRZ)*
- *VI simpozijum u Ohridu, 1972. godine, održan je u organizaciji Jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja (JDZZ)*
- *Od 2007. godine, Jugoslovensko društvo za zaštitu od zračenja (JDZZ), menja ime u Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore (DZZSCG)*
- *Na početku glavna problematika ispitivanja odnosila se na metodologije merenja fisionih produkata u životnoj sredini / period intenzivnih nuklearnih proba /*
- *I simpozijum JDZZ / samo 13% radova (22 rada) odnosi se na radioekologiju*
- *Od VIII Simpozijuma JDZZ (1975. godine, Herceg Novi) radioekologija, postaje značajna oblast ispitivanja u zaštiti od zračenja*



Broj radova na simpozijumima društva za zaštitu od zračenja
od 1963. do 2017. godine



- *XXVI Simpozijum JDZZ (2011. godine Tara) 32.4% radova odnosilo na navedenu problematiku.*
- *Na savetovanju u Budvi, 1996. godine, sa temom "10 godina od Černobilja", 50% radova je iz oblasti radioekologije*
- *Zbornik radova "30 godina od Černobilja", 2016. godine, 95% radova je iz oblasti radioekologije*
- *Problematika prirodnih izvora zračenja postaje dominantna i JDZZ, 1986. godine, organizuje savetovanje "Izlaganje zračenju iz prirodne sredine i procena odgovarajućeg radijacionog rizika,,*
- *1995.godine, objavljuje monografiju "Jonizujuća zračenja iz prirode" /TENORM-NORM/*
- *Nedostaju karakteristike instrumentacije, a koriste se i matematičke pretpostavke / nedostatak instrumentacije i računarske tehnologije.*



ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
ЈУГОСЛАВЕНСКО ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТА ОД ЗРАЧЕЊЕ
ЈУГОСЛОВАНСКО ДРУШТВО ЗА ЗАШЧИТО PRED SEVANJI

ЗБОРНИК РАДОВА

II САВЕТОВАЊЕ

ИЗЛАГАЊЕ ЗРАЧЕЊУ ИЗ ПРИРОДНЕ СРЕДИНЕ И
ПРОЦЕНА ОДГОВАРАЈУЋЕГ РАДИЈАЦИОНОГ
РИЗИКА



Крагујевац
6-8. октобар 1986.

JONIZUJUĆA ZRAČENJA IZ PRIRODE



Beograd, 1995.



MONITORING

- *I Simpozijum, 1963. godine, Portorož: merenja ukupne beta aktivnosti padavina, slobodno nataložene prašine, pijaće vode, dunavske vode, zemlje, rastinja, u Srbiji, Bosni i Hercegovini, Sloveniji, u periodu od 1959. do 1963. godine.*
- *IV Simpozijum, 1969. godine, Baško Polje: ukupna beta aktivnost u aerosolima, od 1962. do 1968. godine; ^{137}Cs u padavinama i životinjskim kostima od 1955. do 1968. godine; ^{137}Cs , ^{40}K , ukupna beta u rastinju od 1962. do 1967. godine.*
- *V Simpozijum, 1970. godine, Bled:*
- *prvi pregledni rad "Prvi bilans radioaktivne kontaminacije teritorije SFRJ sa fisijom produktima u periodu od 1962. do 1969. godine"/R. Radovanovića i R. Feliksa, predstavlja prve rezultate monitoringa na prostorima tadašnje SFRJ*



- *rezultati merenja jačine ekspozicione doze prirodnog zračenja u gradovima u SFRJ, odnosno prvi dozimetrijski monitoring.*
- *Broj radova u oblasti monitoringa se povećava, nakon akcidenta na nuklearnom postrojenju u Černobilju: merenje radioaktivnosti: aerosola, padavina, ukupnog depozita, hrane za ljude i životinje (mleko i mlečni proizvodi, pečurke, voće, povrće) i zemljišta.*
- *Monitoring radioaktivnosti: Institut "Vinča / Savetovanje "Černobilj 10 godina posle" 1996. godina, Budva, Savetovanje "Izlaganje zračenju iz prirodne sredine i procena odgovarajućeg radijacionog rizika" 1986. godine, Kragujevac, Monografija "Černobilj 30 godina posle", 2016. godina, Beograd.*
- *JP NOS /XXIX Simpozijum DZZ SCG*
- *Monitoring u okolini termoelektrana: početak od VI Simpozijuma, 1972. godine, Ohrid, i nastavak na narednim Simpozijumima / prvi rad "Jačina ekspozicione doze u rudnicima i klimatskim lečilištima na teritoriji Republike Makedonije".*

Procena radijacionog opterećenja stanovništva:

- *Početak na XVI Simpozijumu, 1991. godine, Neum, "Interna kontaminacija 137-Cs putem ishrane za stanovništvo Srbije u periodu 1986.-1990. godine".*
- *Praćenje distribucije fisionih radionuklida u životnoj sredini na svim prostorima tadašnje SFRJ: vazduh, padavine, ukupni depozit – zemljište – vodeni tokovi (podzemne i površinske vode, rečni i morski tokovi, vode za piće) – hrana namenjena ljudskoj i životinjskoj ishrani (voće, povrće, meso, mleko i mlečni proizvodi, čajevi, pečurke).*
- *III Simpozijum, 1967. godine, Banja Luka: ispitivanje sadržaja prirodnih radionuklida u hrani / "Određivanje prirodnih radionuklida u hrani".*
- *XX Simpozijum, 1999. godine, Tara: merenje uranijuma u uzorcima zemljišta.*

Metode merenja

- *Na prvim Simpozijumima, velika pažnja se posvećuje razvoju metoda za detekciju radionuklida, npr. ^{90}Sr / posledica nuklearnih proba*

Takođe se koriste i sledeće metode:

- *merenje ukupne alfa i beta aktivnosti,*
- *spektrometrija gama, alfa i beta emitera,*
- *određivanje sadržaja ^3H (sa i bez elektrolitičkog obogaćenja),*
- *merenje jačine ambijentalne doze gama zračenja u vazduhu,*
- *nuklearna aktivaciona analiza,*
- *atomska absorpcija,*
- *radiohemijske separacije,*
- *ekstrakcione metode sa TBF,*
- *radiometrijska metoda sa elektrodepozicijom uzoraka,*



- *merenja Čerenkovljevim zračenjem beta emitera,*
- *plamena spektrofotometrija i druge*
- *merenje površinske kontaminacije,*
- *rendgenska difrakciona analiza,*
- *hromatografska i fluorometrijska metoda*

Instrumentacija koja se koristi:

- *proporcionalni brojači,*
- *beta brojači TRACERLAB,*
- *alfa i gama spektrometri (Ge (Li), HPGe, NaI, PIPS),*
- *in situ gama spektrometar BEGe Falcon 5000 sa električnim hlađenjem,*
- *plastični scintilatori, tečni scintilacioni detektori, (TRI CARB), scintilacioni detektori ZnS(Ag),*



- *X spektrometri*
- *ručni monitori zračenja sa NaI,*
- *halogeni GM brojač sa antikoincidentalnom spregom,*
- *antikoicidentni brojači za niske aktivnosti LARA– 5, LOLA,*
- *prenosni merači kontaminacije RMK-10P, KOMO-TL, KOMO-TM, spektrofotometri Perkin Elmer.*

Prva interkomparacija

- *II savetovanje, 1986. godine, Kragujevac, "Izlaganje zračenju iz prirodne sredine i procena odgovarajućeg radijacionog rizika" / Prva interkomparacija jugoslovenskih gama spektrometara, organizovana od strane Saveznog komiteta za rad, zdravstvo i socijalnu politiku.*
- *Nastavak objavljivanja radova o učestvovanju u međunarodnim interkomparacijama i na kasnijim Simpozijumima / uvođenje sistema kvaliteta u mnogim institucijama*



AKCIDENTI

- *Prvi akcident na našim prostorima: 15.oktobar 1958. godine, na nuklearnom reaktoru RB u Vinči, ali na simpozijumima nije bilo radova posvećenih akcidentu.*
- *Nakon akcidenta na nukleranom postrojenju u Černobilju, povećava se broj radava iz radioekologije koji se odnosi na posledice akcidenta u životnoj sredini.*
- *Tri tematska zbornika posvećena akcidentu na nukleranom postrojenju u Černobilju:*
 - *1986. godine, II savetovanje Kragujevac "Izlaganje zračenju iz prirodne sredine i procena odgovarajućeg radijacionog rizika"*
 - *1996. godine, Budva, "10 godina od Černobilja"*
 - *2016. godine, Beograd, " Černobilj 30 godina posle" / prikazani pregledni radovi o radioaktivnosti u životnoj sredini pre, za vreme i posle akciddenta, odnosno od 1985. godine pa nadalje..*



- *Fukušima, 2011. godine, tema samo na XXVI Simpozijumu, iste godine na Tari, ukupno 4 rada.*
- *Problematika radioekologije je i dalje tema mnogih radova, kako u našoj zemlji tako i u svetskim okvirima.*
- *Prisustvo proizvedenih radionuklida u svim medijumima životne sredine je i dalje prisutno/ veliko vreme poluraspada proizvedenih radionuklida.*

Danas

Černobilj

Crvena šuma



Fukušima





ZAKLJUČAK

Tri perioda u radioekologiji:

- *Prvi period je vreme intezivnih nuklearnih eksplozija,*
- *drugi period je vezan za akcident na nuklearnom postrojenju u Černobilju,*
- *treći period možemo nazvati posle – černobiljskog akcidenta.*

Poređenja u atmosferi

- *Koncentracija ^{137}Cs u atmosferi u periodu intezivnih nuklearnih eksplozija, bila je reda veličine 10^{-4} Bq/m^3 ,*
- *u periodu pre akcidenta u Černobilju, reda veličine od 10^{-6} do 10^{-5} Bq/m^3 ,*
- *u periodu samog akcidenta, maj 1986. godine reda veličine 10^{-1} Bq/m^3 ,*

- *danas je reda veličine od 10^{-7} do 10^{-6} Bq/m³.*
- *Očigledan trend opadanja sadržaja proizvedenih radionuklida u svim medijima životne sredine.*
- *Savremenija instrumentacija, značajno je poboljšala istraživanja/manje vrednosti MDC.*
- *Primena računarske tehnologije doprinela je razvoju matematičkih modela za proračun doza i određivanje radijacionog rizika.*
- *NORM, novija problematika radioekologije.*



*U nadi da neće biti više akcidenata,
i da će rezultati merenja biti ispod
minimalnih granica detekcije,
zahvaljujem
Vam se na pažnji.*

