



**KOPAČKI  
RIT**  
Park prirode  
Nature Park



Osvetlište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
**Fakultet agrotehničkih  
znanosti Osijek**

**DANUBE PARKS**  
network of protected areas



**NASTAVNI ZAVOD ZA  
JAVNO ZDRAVSTVO  
OSJEČKO - BARANJSKE  
ŽUPANIJE**



J. U. AGENCIJA  
ZA UPRAVLJANJE  
ZASTIČENIM  
PRIRODNIIM  
VRIJEDNOSTIMA  
NA PODRUČJU OSJEČKO-  
BARANJSKE ŽUPANIJE

**JS** INSTITUT ZA VODE  
JOSIP JURAJ STROSSMAYER  
POSREDOVANJE U PROMETU NEKRETNIM PRAVNIM  
POSREDOVANJE U PROMETU NEKRETNIM PRAVNIM



**PRAVOS**



OSJEČKI CENTAR  
ZA RAZVOJ



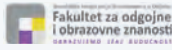
Osvetlište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku  
**ODJEL ZA  
BIOLOGIJU**



Balkan Environmental Association  
B.E.N.A.



Institut za medicinska  
istraživanja i medicinsku radu



Fakultet za odgojne  
i obrazovne znanosti



**EFOS**  
Ekonomski  
instituti  
u Osijeku

ISSN 1849-8264

# 12

12. Simpozij s  
međunarodnim  
sudjelovanjem

12<sup>th</sup> Symposium  
with international  
participation

# KOPAČKI RIT

## JUČER, DANAS, SUTRA PAST, PRESENT, FUTURE 2023. / 2023

Osijek, 28. – 29. rujna 2023.  
Osijek, September 28 – 29, 2023

## ZBORNIK SAŽETAKA BOOK OF ABSTRACTS

ZBORNİK SAŽETAKA  
12. SIMPOZIJA S MEĐUNARODNIM  
SUDJELOVANJEM

**KOPAČKI RIT**  
JUČER, DANAS, SUTRA  
2023.

Osijek, 28. - 29. rujna 2023.

BOOK OF ABSTRACTS  
12<sup>TH</sup> SYMPOSIUM WITH  
INTERNATIONAL PARTICIPATION

**KOPAČKI RIT**  
PAST, PRESENT, FUTURE  
2023

Osijek, September 28 - 29, 2023

## Mjerenje koncentracija aktivnosti Be-7, Pb-210 i Cs-137 u površinskoj atmosferi

---

**BENJAMIN ZORKO<sup>1</sup>, JELENA AJTIĆ<sup>2</sup>, MARIJAN NEČEMER<sup>1</sup>,  
DARKO SARVAN<sup>2</sup>, MILICA RAJAČIĆ<sup>3</sup>, MATJAŽ KORUN<sup>1</sup>, BRANKO VODENIK<sup>1</sup>,  
JELENA KRNETA NIKOLIĆ<sup>3</sup>, DENIS GLAVIČ-CINDRO<sup>1</sup>, IVANA VUKANAC<sup>3</sup>,  
TONI PETROVIČ<sup>1</sup>, ZORANA ILIĆ<sup>4</sup>, ALFRED VIDIĆ<sup>4</sup>, IRMA DIDOVIĆ<sup>4</sup>,  
JOVAN JANUŠESKI<sup>5</sup>, JORDANKA ANUŠEVA<sup>5</sup>, SNEZANA DIMOVSKA<sup>5</sup>,  
DEJAN DANILOVSKI<sup>5</sup>, TOMISLAV ANĐELIĆ<sup>6</sup>, RANKO ZEKIĆ<sup>6</sup>,  
NIKOLA SVRKOTA<sup>6</sup>, SLAVKO RADONJIĆ<sup>7,8</sup>, BRANKO PETRINEC<sup>9</sup>**

<sup>1</sup> Institut „Jožef Štefan“, Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup> Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, Beograd, Srbija

<sup>3</sup> Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Mike Petrovića Alasa 12-14, Beograd, Srbija

<sup>4</sup> Zavod za javno zdravstvo Federacije Bosne i Hercegovine, Ulica Maršala Tita 9, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>5</sup> Institut za javno zdravlje na Republika Sjeverna Makedonija, Ulica 50. Divizija 6, Skopje, Sjeverna Makedonija

<sup>6</sup> CETI Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica d.o.o., Bulevar Šarla De Gola 2, Podgorica, Crna Gora

<sup>7</sup> Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore, Odjeljenje za radiološku i nuklearnu sigurnost i bezbjednost i zaštitu od jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja, IV Proleterske 19, Podgorica, Crna Gora

<sup>8</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija

<sup>9</sup> Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Ksaverska cesta 2, Zagreb

Kontakt: benjamin.zorko@ijs.si

---

### **Sažetak**

Mjerenja koncentracije aktivnosti radionuklida Be-7 (berilij-7), Pb-210 (olovo 210) i Cs-137 (cezij-137) u Zemljinoj atmosferi neophodna su za razumijevanje atmosferskih procesa, kvalitete zraka i radioaktivnosti okoliša. Berilij-7 je radioaktivni izotop koji prvenstveno nastaje interakcijom kozmičkih zraka s atomima dušika i kisika u gornjoj atmosferi. Njegov kratki poluživot čini ga vrijednim tragačem za atmosferske procese u relativno kratkim vremenskim razdobljima. Olovo-210 je radioaktivni izotop čiji je primarni izvor u atmosferi raspad plina radona. S dužim poluživotom od Be-7, pogodan je za proučavanje dugotrajnijih atmosferskih procesa. Cezij-137 je, s druge strane, antropogeni radioizotop s vremenom poluraspada čak i dužim od onog Pb-210, što ga čini dobrim dugoročnim ekološkim tragačem. Nedavno je uspostavljena baza podataka za praćenje radioaktivnosti tla u zraku (GRAMON). Sadrži rezultate

mjerenja radioaktivnosti u površinskom zraku na sedam lokacija: Beograd (Srbija), Ljubljana i Krško (Slovenija), Sarajevo (Bosna i Hercegovina), Podgorica (Crna Gora), Skopje i Bitola (Sjeverna Makedonija). Naš rad daje statističku analizu mjesečnih (prosječnih) vrijednosti koncentracija aktivnosti radionuklida za svaku lokaciju od 2010. do 2019. Rezultati pokazuju prostorne razlike i vremensku evoluciju radioaktivnosti zraka u ovoj regiji koja je obično nedovoljno zastupljena u velikim studijama.

**Ključne riječi:** radioaktivnost, površinska atmosfera, Be-7, Pb-210, Cs-137,  
GRAMON

## Measurements of Be-7, Pb-210 and Cs-137 activity concentrations in the surface atmosphere

---

BENJAMIN ZORKO<sup>1</sup>, JELENA AJTIĆ<sup>2</sup>, MARIJAN NEČEMER<sup>1</sup>,  
DARKO SARVAN<sup>2</sup>, MILICA RAJAČIĆ<sup>3</sup>, MATJAŽ KORUN<sup>1</sup>, BRANKO VODENIK<sup>1</sup>,  
JELENA KRNETA NIKOLIĆ<sup>3</sup>, DENIS GLAVIČ-CINDRO<sup>1</sup>, IVANA VUKANAC<sup>3</sup>,  
TONI PETROVIČ<sup>1</sup>, ZORANA ILIĆ<sup>4</sup>, ALFRED VIDIC<sup>4</sup>, IRMA DIDOVIĆ<sup>4</sup>,  
JOVAN JANUŠESKI<sup>5</sup>, JORDANKA ANUŠEVA<sup>5</sup>, SNEZANA DIMOVSKA<sup>5</sup>,  
DEJAN DANILOVSKI<sup>5</sup>, TOMISLAV ANĐELIĆ<sup>6</sup>, RANKO ZEKIĆ<sup>6</sup>,  
NIKOLA SVRKOTA<sup>6</sup>, SLAVKO RADONJIĆ<sup>7,8</sup>, BRANKO PETRINEC<sup>9</sup>

<sup>1</sup> The Jožef Štefan Institute, Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar oslobođenja 18, Belgrade, Serbia

<sup>3</sup> University of Belgrade, Vinča Institute of Nuclear Sciences – National Institute of the Republic of Serbia, Mike Petrovića Alasa 12-14, Belgrade, Serbia

<sup>4</sup> Institute for Public Health of the Federation of Bosnia and Herzegovina, Ulica Maršala Tita 9, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

<sup>5</sup> Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia, Ulica 50. Divizija 6, Skopje, North Macedonia

<sup>6</sup> LLC Center for Eco-toxicological Research Podgorica, Bulevar Šarla De Gola 2, Podgorica, Montenegro

<sup>7</sup> Environment Protection Agency of Montenegro, Department for Ionizing and Non-ionizing Radiation Protection and Nuclear Security, IV Proleterske 19, Podgorica, Montenegro

<sup>8</sup> University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia

<sup>9</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Ksaverska cesta 2, Zagreb, Croatia

Contact: benjamin.zorko@ijs.si

---

### Abstract

Measurements of activity concentrations of radionuclides Be-7 (beryllium-7), Pb-210 (lead-210), and Cs-137 (cesium-137) in the Earth's atmosphere are essential for understanding atmospheric processes, air quality, and environmental radioactivity. Beryllium-7 is a radioactive isotope produced primarily by cosmic ray interactions with nitrogen and oxygen atoms in the upper atmosphere. Its short half-life makes it a valuable tracer for atmospheric processes on relatively short timescales. Lead-210 is a radioactive isotope whose primary source in the atmosphere is decay of radon gas. With a longer half-life than Be-7, it is suitable for studying longer-term atmospheric processes. Cesium-137, on the other hand, is an anthropogenic radioisotope with a half-life even longer than that of Pb-210, which makes it a good long-term environmental tracer.

The Ground Air Radioactivity Monitoring (GRAMON) database has been recently established. It contains the outcomes of radioactivity measurements in the

surface air at seven locations: Belgrade (Serbia), Ljubljana and Krško (Slovenia), Sarajevo (Bosnia and Herzegovina), Podgorica (Montenegro), Skopje and Bitola (North Macedonia). Our paper gives a statistical analysis of monthly (average) values of the radionuclides' activity concentrations for each location from 2010 to 2019. The results demonstrate spatial differences and temporal evolution of air radioactivity over this region commonly underrepresented in large-scale studies.

**Key words:** radioactivity, surface atmosphere, Be-7, Pb-210, Cs-137, GRAMON