

SAFIJA ISLAMOVIĆ
RENATO SELIMOVIĆ

Prirodno-matematički fakultet,
Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

STRUČNI RAD

UDK 623.4–034.822:546.791.027+520.84

DOI: 10.2298/HEMIND0805293I

GRANIČNA VRIJEDNOST DETEKCIJE URANSKE MUNICIJE U RAZLIČITIM MEDIJIMA

Cilj ovog rada je određivanje granične vrijednosti detekcije urana u raznim materijalima u prirodi (zemlja, šljunak, drvo), gdje se nalazi municija sa osiromašenim uranom, γ -spektrometrijskom metodom. Na prostoru Bosne i Hercegovine, prema izvještaju Portugalske znanstvene misije, smatra se da je palo oko 5000 projektila, na 14 lokacija. U saradnji sa stručnjacima Ujedinjenih nacija za zaštitu čovekove okoline (United Nations Environment Programme, UNEP) posebna pažnja je posvećena zoni Hadžića. Obilježene su vruće tačke (ostaci municije sa osiromašenim uranom) u zoni Hadžića, i definisane zone u kojima se može očekivati kontaminacija terena sa uranskim municijom. Posmatrano je uransko zrno kalibra 33 mm, sa očuvanom uranskom jezgrom, težine 45 g, i došlo se do zaključka da u zemljištu na dubini većoj od 40 cm nije moguće nikakvim detektorom otkriti uransku municiju.

Problematika vezana za korištenje municije čija punjenja sadrže osiromašeni uran, tj. niskoaktivni nuklearni otpad, je nedovoljno istražena. U okviru obimne literatute koja postoji iz područja izdvajanja i prerade urana i uranskih produkata iz ruda, zabilježeno je da ta proizvodnja datira iz dvadesetih godina prošlog stoljeća [1].

Uran je danas glavno nuklearno gorivo za proizvodnju energije u nuklearnom reaktoru. S obzirom da se prirodni uran mogao osiromašiti na izotop U-235, tj. njegova količina smanjiti sa 0,7 na 0,2%, postao je materijal od velike strateške važnosti, a njegova primjena je postala interesantna za mnoga područja [2,3].

Osiromašeni uran, legura sa 2% molibdena i 0,75% titana, nakon posebnog termičkog tretmana postaje tvrd kao čelik [4].

U svim fazama obrade uranske rude, počevši od eksploracije, preko proizvodnje goriva do reaktora i reprocisanja, nastaju velike količine nuklearnog otpada.

U cilju oslobođanja tih velikih količina nuklearnog otpada, koji se godinama nagomilavao, mnoge zemlje su počele koristiti osiromašeni uran u vojne svrhe, za proizvodnju oružja i municije [5,6]. Za određivanje granične vrijednosti detekcije urana koristi se γ -spektrometrijska metoda. Ova metoda sa NaI(Tl) scintilacionim detektorom koristi se za mjerjenje γ -zraka emitovanih iz radionuklida u uzorku bez potrebe da se oni izdvoje iz matriksa uzorka. Primjenjuje se na različite materijale kao što su voda, zemlja, sediment, vegetacija i hrana biljnog i životinjskog porjekla. Koristi se za određivanje radionuklida u uzorcima preko γ -zračenja u energetskom opsegu od 60 do 2000 keV, pri čemu se mogu odrediti aktivnosti od 10 do 400 kBq, odnosno za rastvore specifične aktivnosti od 5 do 600 kBq/ml. Za ovu metodu nije potrebna prethodna hemijska priprema ili je priprema svedena na termalnu ili mehaničku obradu [7].

Autor za prepisku: S. Islamović, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Zmaja od Bosne 35, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

E-pošta: isafija@hotmail.com

Rad primljen: 30. maj 2008.

Rad prihvaćen: 11. jul 2008.

EKSPERIMENTALNI DIO

Prije nego se pristupilo detekciji municije sa osiromašenim uranom, bilo je potrebno kalibrirati scintilacioni γ -spektrometar (slika 1).

Uporedno s mjerjenjima uranskog zrna na scintilacionom γ -spektrometru, izvršeno je i γ -spektrometrijsko mjerjenje prirodnog uranil acetata (slika 2).

Detekcija uranske municije za različite medije (zemlju, šljunak i drvo) vršena je pomoću terenskog detektora, MC-PHAR-a. Određivana je absorpcija γ -zračenja za uransku municiju, pri različitoj debljini medija (šljunak, drvo i zemlja).

REZULTATI I DISKUSIJA

Kalibriran je 200-kanalni spektrometar sa NaJ (Tl) kristalom, dimenzija 3 in \times 1,5 in (7,5 cm \times 3,75 cm), model Packard 930 spectrazoom. Korišteni su radioaktivni izotopi (Cs-137, Co-60, Ba-133) koji imaju jednu ili više γ -energija poznate vrijednosti (slika 1). Sa slike 1 se vidi izvršena kalibracija spektrometra sa odgovarajućim izotopima.

Slike 2 vidi se da su dominantne γ -energije za osiromašeni uran vrlo bliske sa uranom iz uranil-acetata. Također, potvrđen je visok stepen linearnosti uređaja i prisustvo izotopa U-235 u uranskoj municiji.

Slijede pojedinačni i sumarni rezultati mjerjenja na različitim dubinama medija (zemlja, šljunak, drvo), mjereni sa terenskim monitorom MC PHAR (slike 3–6).

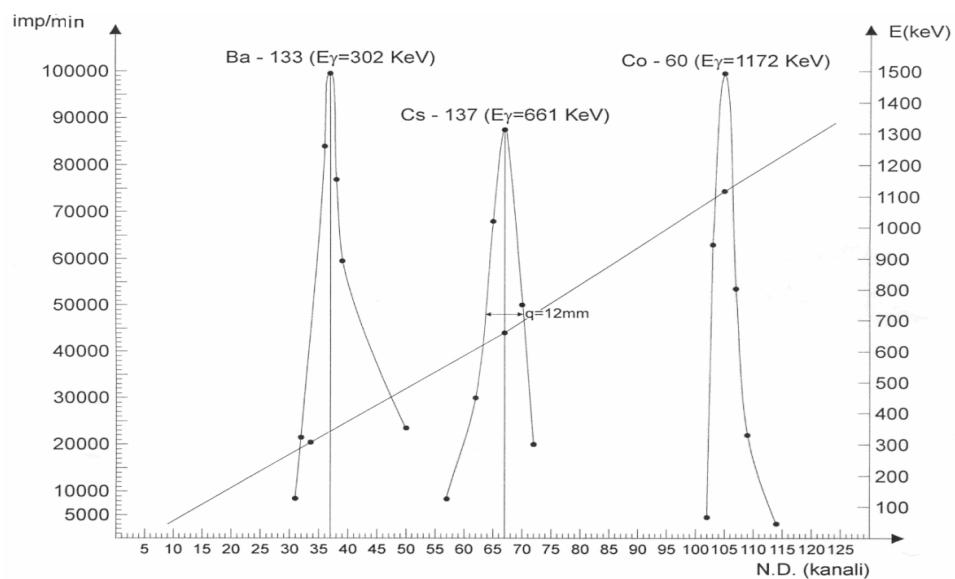
Sa slike 3–6 očito je da aktivnost osiromašenog urana opada sa povećanjem rastojanja za različite medije.

Postoji ograničenje za detekciju municije sa osiromašenim uranom na određenoj dubini medija:

a) na dubini većoj od 40 cm nije moguće detektovati osiromašeni uran u zemlji;

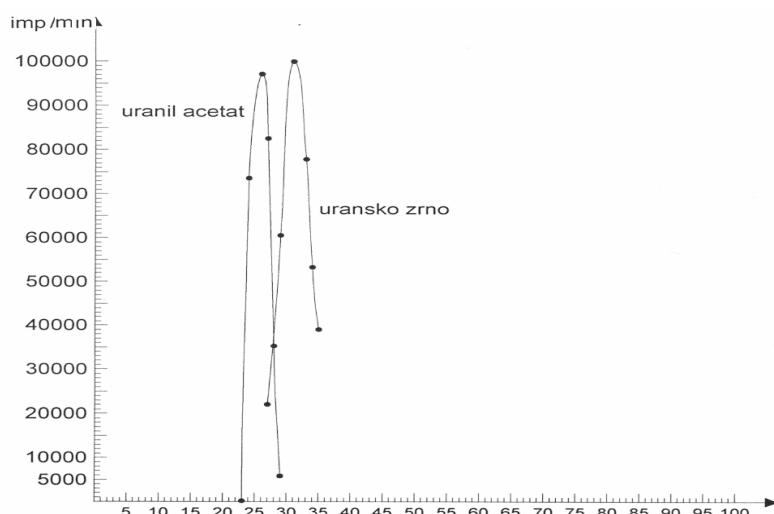
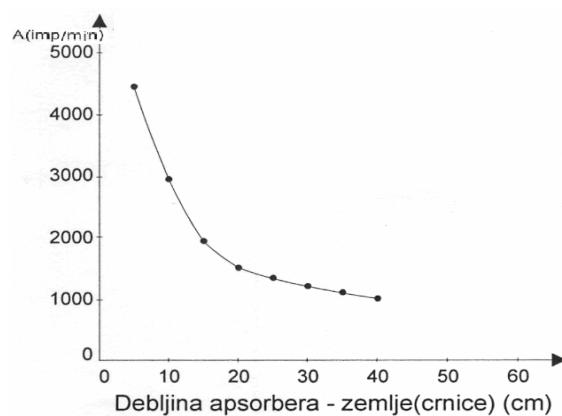
b) na dubini većoj od 35 cm nije moguće detektovati osiromašeni uran u drvetu;

c) na dubini većoj od 20 cm nije moguće detektovati osiromašeni uran u šljunku.



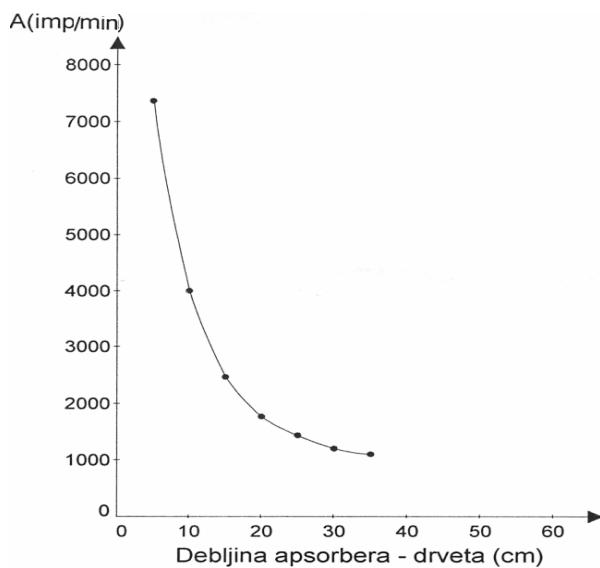
Slika 1. Kalibraciona kriva.

Figure 1. Calibration curve.

Slika 2. γ -spektri uranil-acetata i uranskog zrna.Figure 2. γ -Spectra of uranyl acetate and uranium bullet.

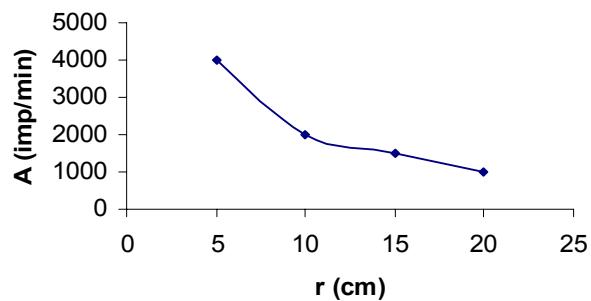
Slika 3. Aktivnost u zemlji crnici u zavisnosti od rastojanja izvora (uranskog zrna).

Figure 3. Activity in soil in dependence of source distance (uranium bullet).



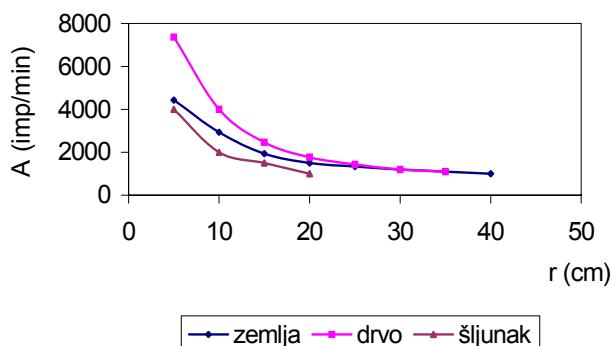
Slika 4. Aktivnost u drvetu u zavisnosti od rastojanja izvora (uranskog zrna).

Figure 4. Activity in wood in dependence of source distance (uranium bullet).



Slika 5. Aktivnost u šljunku u zavisnosti od rastojanja izvora (uranskog zrna).

Figure 5. Activity in gravel in dependence of source distance (uranium bullet).



Slika 6. Sumarni pregled rezultata za aktivnosti uranskog zrna u različitim medijima.

Figure 6. Summary results for activity of uranium bullets in various medium (soil, wood, gravel).

ZAKLJUČAK

Potvrđen je izvještaj UNEP-a da u zemljištu na dubini većoj od 40 cm nije moguće nikakvim detektorom otkriti uransku municiju [3].

Scintilacioni detektor MC PHAR, zbog visoke osjetljivosti iznad 80 keV, smatra se idealnim detektorom za

detekciju niskoenergetskog γ -zračenja, karakterističnog za osiromašeni uran.

LITERATURA

- [1] W.D. Loveland, D.J. Morrissey, G.T. Seaborg, Modern Nuclear Chemistry, Wiley, Canada, 2006.
- [2] I. Draganić, Radioaktivni izotopi i zračenja, I, Beograd, 1968.
- [3] Depleted Uranium in Bosnia and Herzegovina (Post-Conflict Environment Assessment), UNEP, 2003.
- [4] DPRSN, Report of the Portuguese Mission to Bosnia-Herzegovina and Kosovo, Institut Nuklearne tehnologije Ministarstva tehnoloških nauka, 17. april 2001.
- [5] Radiation Safety, Internacionál Atomic Energy Agency, 1996.
- [6] E. Zovko, Raščinjavanje neutronsko aktiviranih sulfidnih ruda i koncentrata rudonosnih dolomite, doktorska disertacija, Sarajevo, 1988.
- [7] E. Zovko, Z. Pujić, Radioaktivnost u prirodi, Uran i osiromašeni uran, PMF, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2003.

SUMMARY**DETECTION OF THE ULTIMATE CONTENT OF URANIUM OF DEPLETED AMMUNITION IN DIFFERENT MATERIALS**

Safija Islamović, Renato Selimović

Faculty of Science, University of Sarajevo, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Professional paper

The goal of this work was to determine the ultimate detectable content of uranium arising from depleted uranium ammunition in different natural materials, namely, soil, gravel, wood by γ -spectrometry. The United Nations Environment Programme (UNEP) report has confirmed following findings: (a) it is not possible to detect uranium-containing ammunition by any available instrument in the soil deeper than 40 cm; (b) the scintillation detector MC PHAR, due to its high sensitivity (above 80 keV), is considered to be the ideal detector for low energy γ -irradiation, which is characteristic for depleted uranium.

Key words: Depleted Uranium • Uranium Ammunition • γ -Spectrometry
Ključne reči: Osiromašeni uran • Uranska municija • γ -Spektrometrija