

Osiromašeni uran - mit protiv eksperimenta

Dragoslav Nikezić

Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno matematički fakultet, Institut za fiziku

Apstrakt. U javnosti se često iznose tvrdnje da je povećana učestalost pojave kancera u populaciji Srbije posledica korišćenja municije sa osiromašenim uranom u toku bombardovanja Srbije 1999. godine. U ovom radu se analiziraju nivoi prirodnog zračenja i nivo kontaminacije na teritoriji R Srbije kao i efekti koji se mogu očekivati od primene osiromašenog urana. Prema postojećim podacima zaključuje se da osiromašeni uran nije uzrok povećanog broja kancera i da, ako takvo povećanje postoji, uzroke treba tražiti na drugoj strani.

Ključne reči: osiromašeni uran, merenja na terenu

UVOD

U medijima javnog informisanja, a i na drugim mestima, se dosta često spekulise da je povećanje broja kancera u Srbiji posledica primene municije sa osiromašenim uranom u toku 1999. godine. Međutim, do sada, takoreći, nije bilo neke stručne rasprave o ovom pitanju i ovaj rad je pokušaj objašnjenja ove problematike. U radu su korišćeni javno publikovani podaci sa sajta Agencije za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost Republike Srbije.

NIVOI DOZA I EFEKTI

Najbolji pokazatelj ozračenosti čoveka je fizička veličina koja se naziva *efektivna doza*. To je zbir energija svih vrsta jonizujućih zračenja apsorbovana u telu čoveka podeljena sa masom, pri čemu se utežnjavanje obavlja po vrsti zračenja i po radijacionoj osetljivosti pojedinih organa. Ova doza se meri u jedinicama Sivert (Sv). Koriste se i manje jedinice, mSv, μ Sv, nSv. Opseg doza je veoma širok i obuhvata veći broj redova veličine. Sledeća tabela daje pregled nivoa doza i očekivanih efekata.

TABELA 1. Nivoi doza efekti jonizujućih zračenja

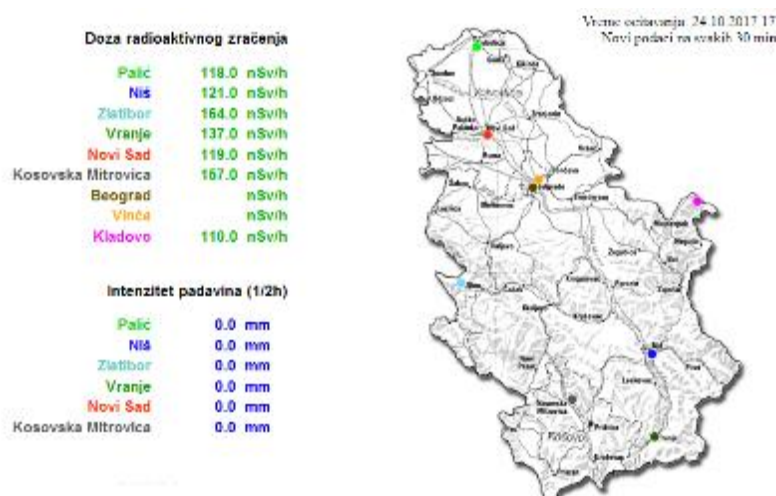
Aktivnost	Efektivna doza	i efekti
Prekookeanski let	0.1 mSv	nema efekta
Granica doze za stanovništvo		1 mSv
Prosečna doza od prirodnog zračenja po godini		2-4 mSv
Srednja svetska vrednost prirodnog zračenja		2.4 mSv
Medicinska dijagnostika		do 10 mSv
Grudni koš (1 film)		0.1 mSv
Snimanje zuba		1.6 mSv
Mamografija		2.5 mSv
PET		3.7 mSv
Snimanje kosti (^{99}Tc)	4.4 mSv	nema efekta
CT celo telo		100 mSv
Prirodni fon, Kerala Indija	10-15 mSv	nema efekta
Granica za profesionalna lica (usrednjeno za 5 godina)	20 mSv	nema efekta
Granica za profesionalna lica za 1 g	50 mSv	moгуće promene u krvi
Malo povećanje broja kancera u populaciji		
- akutno ozracivanje	100 mSv	povećanje broja kancera
- hronicno ozracivanje		200 mSv
Srednja smrtna doza (čovek bez med. tretmana) akutna ekspozicija	4-5 Sv	50 % umre
Srednja smrtna doza (čovek sa med. tretmana) akutna ekspozicija	7-8 Sv	50 % umre
Destrukcija G-I trakta, oštećenje pluća, sigurna smrt u 5-12 dana (celo telo ozračeno)	10-20 Sv	100 % smrtnost
- Kancer radioterapija (doza u tumoru)		10-100 Sv

Iz prethodne Tabele vidi se da je za malo povećanje broja kancera u populaciji potrebno akutno ozračivanje celokupne populacije sa srednjom dozom od preko 100 mSv, ili, ako je u pitanju hronično ozračivanje onda je to 200 mSv. Veza između efekta i efektivne doze, koja je pokazana u Tabeli 1. je ustanovljena praćenjem zdravstvenog stanja velikog broja osoba, koje su ozračene i preživele, atomsko bombardovanje na kraju Drugog Svetskog Rata, u Hirošimi i Nagasakiju.

NIVOI DOZA U SRBIJI

Nivoi doza u Srbiji se konstantno kontrolišu još od šezdestih tih godina prošlog veka. Danas se podaci objedinjuju i javno objavljuju na sajtu Agencije za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije, <http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/>.

Na linku <http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/zracenje/index.htm> mogu se naći trenutne vrednosti ambijentalnog doznog ekvivalenta na devet lokacija u Srbiji.



SLIKA 1. Kontrolne tačke i izmerene vrednosti doza na dan 24.10.2017.

Srednja izmerena vrednost je oko 120 nSv/h. Preračunato, na godišnjem nivou ovo iznosi:

$$120 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} \cdot 24 \cdot 365 = 1.05 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9} \text{ Sv} \cong 1.05 \cdot 10^{-3} \text{ Sv} = 1 \text{ mSv}$$

oko 1 mSv/god. Ovoj vrednosti treba dodati još oko 1 mSv od ozračivanja izazvanog radonom, kao i doprinos od medicinskog i internog ozračivanja, što sve zajedno daje efektivnu dozu oko 2.5 mSv/god. Prema ovim podacima, spoljašnja doza u Srbiji je na nivou srednje svetske vrednosti, i podaci dobijeni merenjem na većem broju lokacija, ne ukazuju na bilo kakvo povećanje. Da bi došlo do povećanja broja kancera potrebne su doze veće od 100 mSv (pri akutnom), ili 200 mSv (pri hroničnom ozračivanju). Doze u Srbiji su daleko ispod ovih vrednosti.

O URANU I OSIROMAŠENOM URANU

U prirodi se uran pojavljuje u obliku tri radioaktivna izotopa ^{238}U , ^{235}U i ^{234}U . Treći izotop ^{234}U je u vrlo malim količinama i može se zanemariti. Odnos broja jezgara ^{238}U i ^{235}U je oko 140 :1, tj., u prirodi ima mnogo više ^{238}U nego ^{235}U . Odnos aktivnosti je $^{235}\text{U}/^{238}\text{U} = 0,046$ i to je vrednost koja se meri. Odstupanje odnosa aktivnosti na jednu ili drugu stranu svedoči o poremećenom odnosu ova dva izotopa. Ako ima više ^{235}U onda je ovaj odnos veći od 0,046. Za nuklearno gorivo i (ranije) nuklearne eksplozive koristi se ^{235}U . Iz prirodnog urana izvlači se ^{235}U i ostaje čist ^{238}U i to se naziva *osiromašeni uran*. Nakon prerade prirodnog urana ostaje velika količina osiromašenog urana, koji ima veći broj primena u industriji i tehnici. Takođe se koristi kao penetrator protiv oklopnih vozila u ratnim uslovima, zbog velike gustine.

Mnogobrojna merenja pokazala su prisustvo urana u tlu. To je sveprisutni element. Opseg vrednosti je vrlo širok. Srednja svetska vrednost aktivnosti ^{238}U u tlu je oko 35Bq/kg: <http://www2.lbl.gov/abc/wallchart/chapters/15/3.html>. Ima ga i u okeanskoj vodi, stenama i drugde.

Ako se preračuna koliko je to urana u tlu, na teritoriji Srbije, recimo do dubine od oko 1m, dolazi se do vrednosti od oko 600 000t.

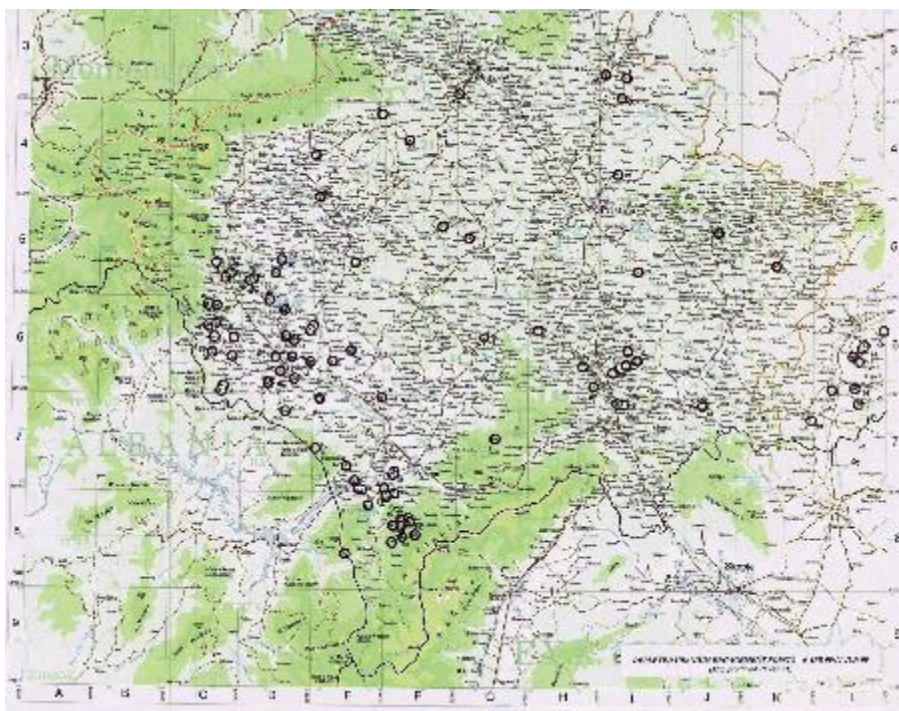
Prema podacima koje je izdao NATO, na Srbiju je bačeno ukupno oko 10t osiromašenog urana, te je to beznačajno mali dodatak već postojećoj količini. Primenjena količina ne može značajnije da poremeti radijacionu situaciju i nivoe doza u Srbiji. Lokacije na kojima je radioaktivna municija primenjena su prikazane na slici 2. Van ove mape, postoje još dve lokacije, jedna je na planini Plačkovica kod Vranja i jedna je na rtu Arza u CG. Vidi se da je većina lokacija na teritoriji Kosova, a svega nekoliko je na teritoriji van Kosova i sve, sem jedne, su južno od Vranja.

DEKONTAMINACIJA TERENA I KONTROLA RADIOAKTIVNOSTI NA BOMBARDOVANIM LOKACIJAMA

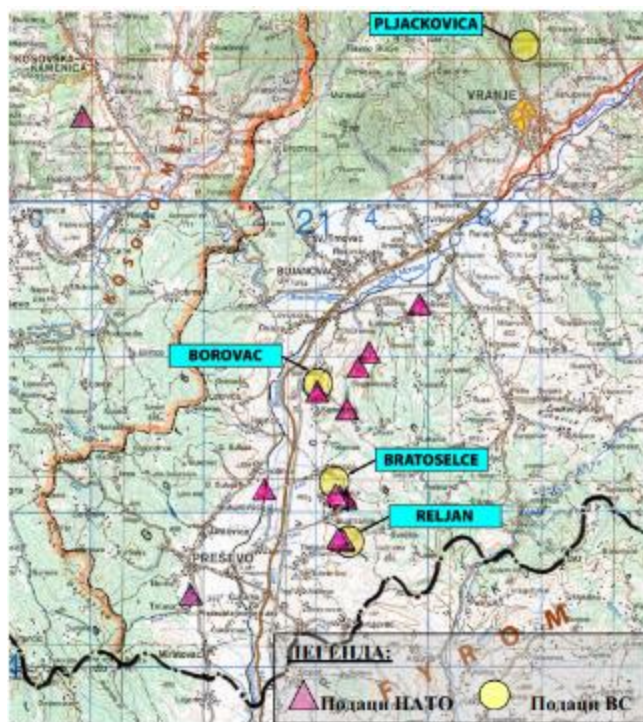
Lokacije u Srbiji (van Kosova) i u CG na kojima je korišćen osiromašeni uran su očišćene u periodu 2002 do 2007. Efikasnost čišćenja je vrlo visoka, jer se projektili lako pronalaze u tlu običnim GM brojačima. Posle čišćenja preduzeta su merenja radi procene da li je došlo do prodiranja OU u okolna tla, vode i biljke. Poslednji izveštaj (kao i prethodni izveštaji) koji je podneo Institut Vinča, se može naći na sajtu agencije:

<http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/doc/Izvestaj%20Jug%20Srbije%202016%20Zastita.pdf>

Posle dekontaminacije preduzete su mere merenja radi utvrđivanja da li je došlo do prodora osiromašenog urana u hranu i vodu. Lokacije sa kojih su uzeti uzorci su date na Slici br. 3.



SLIKA 2. Lokacije na kojima je primenjivan osiromašeni uran.



SLIKA 3. Lokacije na kojima su uzeti uzorci radi merenja odnosa $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$.

Rezultati su dati u sledećim tabelama.

TABELA 2. Koncentracija prirodnih i veštačkih radionuklida u uzorcima zemljišta

Мерно место	Специфична активност радионуклида (Bq/kg)						
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{238}U	^{235}U	$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
БРАТОСЕЛЦЕ							
Југ	127 ± 8	61 ± 6	1010 ± 70	12 ± 1	130 ± 10	$6,8 \pm 0,7$	0,054
Исток	82 ± 6	50 ± 5	820 ± 60	8 ± 1	90 ± 10	$4,0 \pm 0,5$	0,044
Центар	125 ± 7	77 ± 8	1060 ± 70	$9,3 \pm 0,8$	150 ± 10	$8,8 \pm 0,6$	0,059
Север	124 ± 7	64 ± 4	970 ± 60	$9,3 \pm 0,7$	140 ± 10	$6,9 \pm 0,5$	0,05
Запад	133 ± 9	81 ± 7	1030 ± 70	$3,7 \pm 0,8$	170 ± 20	$8,1 \pm 0,7$	0,047

TABELA 3. Uzorci tla sa bombardovanih lokacija

Југ	30 ± 2	55 ± 4	810 ± 50	6,1 ± 0,4	31 ± 5	1,3 ± 0,2	0,042
Исток	38 ± 2	51 ± 4	760 ± 50	9,8 ± 0,7	50 ± 5	2,5 ± 0,2	0,05
Центар	40 ± 3	70 ± 5	840 ± 50	1,9 ± 0,3	48 ± 6	2,6 ± 0,3	0,055
Север	32 ± 3	63 ± 6	830 ± 60	61 ± 4	36 ± 10	1,5 ± 0,4	0,042
Запад	23 ± 2	87 ± 7	910 ± 60	6,2 ± 0,5	34 ± 6	1,6 ± 0,2	0,046
ПЉАЧКОВИЦА	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²³⁵ U/ ²³⁸ U
Југ	46 ± 3	53 ± 5	680 ± 40	51 ± 3	390 ± 20	8,6 ± 0,6	0,022
Исток	24 ± 2	33 ± 4	450 ± 30	16 ± 1	34 ± 5	1,6 ± 0,2	0,047
Центар	15 ± 1	32 ± 3	430 ± 30	1,2 ± 0,2	32 ± 4	1,5 ± 0,2	0,048
Север	28 ± 2	35 ± 3	480 ± 30	5,8 ± 0,5	36 ± 5	1,9 ± 0,2	0,052
Запад	54 ± 3	59 ± 6	700 ± 40	1,2 ± 0,3	76 ± 7	3,6 ± 0,3	0,046

U Uzorcima tla sa bombardovanih lokacija odnos $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ je u granicama greške merenja oko 0.046 što je prirodni odnos. Samo je na jednoj lokaciji na Pljačkovici pronadjeno znatno smanjenje ovog odnosa na 0.022. Ova lokacija je takodje tipična po vrlo visokoj koncentraciji ^{238}U . U svetu je nadjen veći broj lokacija na kojima je odnos dva izotopa urana odstupa na jednu ili drugu stranu od srednje vrednosti. U ovom konkretnom slučaju nije jasno da li je ovo prirodno poremećen odnos, ili je posledica primene OU. Takodje primećeno je da je na nekim lokacijama aktivnost ^{235}U dosta veća od 0.046, (to bi bio „obogaćeni uran“) što je verovatno prirodna pojava poremećene ravnoteže.

Ovi rezultati govore da nema osiromašenog urana u tlu ispitivanih lokacija. Nije došlo do kontaminacije okolnog područja, koje je u neposrednoj blizini bombardovanih mesta.

ТАБЕЛА 4. Концентрације у водима са терена

Мерно место	Специфична активност радионуклида (Bq/L)					
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U
БРАТОСЕЛЦЕ						
Бунар у селу	0,061 ± 0,007	0,024 ± 0,006	0,28 ± 0,04	< 0,001	< 0,04	< 0,003
Вода из дворишта	0,058 ± 0,009	0,04 ± 0,01	0,25 ± 0,05	< 0,003	< 0,08	< 0,004
РЕЉАН						
Вода узета са јавне чесме поред школе	< 0,03	< 0,02	0,10 ± 0,03	< 0,004	< 0,08	< 0,004
Вода узета из чесме код цамије	< 0,02	< 0,02	0,09 ± 0,03	< 0,004	< 0,08	< 0,004

U uzorcima voda i biljaka uzetim sa terena, nisu nadjene nikakve povećane vrednosti urana niti drugih radioaktivnih izotopa. INN Vinča sprovodi ovakva merenja svake godine, počev od 2011. Rezultati se ne razlikuju bitno od godine do godine.

ZAKLJUČAK

1. Nivo spoljašnjeg zračenja na teritoriji Srbije je u granicama tipičnim za ceo svet. Nema povećanja doza od spoljašnjeg zračenja.

2. OU je korišćen na relativno malom broju lokacija na teritoriji Srbije van Kosova. Lokacije su očišćene sa velikom efikasnošću. Čak i bez čišćenja ukupna količina je nedovoljna za znatno povećanje doze na teritoriji RS.
 3. Merenja preduzeta na terenu ne pokazuju prodiranje OU u tlo, vodu ili biljke.
 4. Kontaminacija je bila lokalnog karaktera i nema govora o nekakvom zagadjenju cele teritorije Srbije.
- Kao glavni zaključak navodi se sledeće: opasnost od osiromašenog urana **NE POSTOJI** i da se sa time manipuliše iz raznoraznih političkih/politikantskih i drugih razloga.

REFERENCE

Podaci navedeni u ovom radu koji se odnose na merenje osiromašenog urana su preuzeti sa sajta Agencije za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije. <http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/> autora:

Dragana Todorović, Gordana Pantelić, Marija Janković, Jelena Nikolić, Nataša Sarap, Milica Rajčić. ISPITIVANJE SADRŽAJA RADIONUKLIDA U ŽIVOTNOJ SREDINI U 2016. GODINI NA LOKACIJAMA NA KOJIMA JE DEJSTVOVANO OSIROMAŠENIM URANIJUMOM.

<http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/doc/Izvestaj%20Jug%20Srbije%202016%20Zastita.pdf>