

MILOŠ B. RAJKOVIĆ

Institut za prehrambenu
tehnologiju i biohemiju,
Poljoprivredni fakultet,
Zemun, Beograd

STRUČNI RAD

546.791.027:539.16+504.75

ŽIVOTNA SREDINA I OSIROMAŠENI URANIJUM

Osiromašeni uranijum je otpad koji treba na odgovarajući način deponovati i koji je, našavši primenu za izradu specijalne municije, postao zbog svojih sekundarnih efekata predmet sukobljavanja mišljenja i interesa onih koji ga koriste i drugih koji osećaju njegove "posledice".

Iza dobrog marketinškog pristupa o efikasnosti, ubojitosti, preciznosti municije sa osiromašenim uranijumom, iza hvalospesa o njegovom preimućstvu nad ostalom municijom ostaje kontaminirana životna sredina, mrtvi vojnici i civili, ali i teška genetska oštećenja.

Cilj ovog rada je ukazivanje na štetnost upotrebe municije sa osiromašenim uranijumom kako na lokalnom tako i na globalnom nivou.

"Čovek je stvaralačko biće, ali je u tom stvaralaštvu često i destruktivan. Hiljade stvari koje je čovek izmislio – negativno utiču na prirodu.

Preveliko dobro dato je čoveku na upravljanje i on se tu teško snalazi. A nema nikoga da pomogne. Tu smo samo mi. Mi protiv nas."

Pravo na zdravu prirodnu sredinu i druga ekološka prava su istovremeno i lična i ekonomsko – socijalna prava čoveka. Ugrožavanjem prirode ugrožava se i čovek pa, na taj način, ekološki problemi postaju heterogeni: prirodni, biološki, društveni, ekonomski, politički i kulturni, sa čime se, na različite načine, susreću i siromašna i bogata društva.

Ekološka svest i sloboda znače i određena prava, ali i obaveze svakog čoveka, a osnovno je pravo na zdravu prirodnu sredinu. Za razliku od ostalih prava, ekološka prava su određena negativnom definicijom – zabranama, koja obavezuju društvenu zajednicu da obezbedi uslove za njihovo ostvarivanje. Obaveza svakoga ko koristi prirodne resurse: zemljište, vodu i vazduh, odn. ko već remeti svojim prisustvom prirodu i prirodnu ravnotežu, je da to čini na način kojim se ne ugrožava prirodna sredina. Ekološka svest i sloboda uslov su da čovek bude slobodan u prirodi i da joj doprinese da bude zdrava, sigurna i humana.

Ekološke katastrofe u prošlosti nisu bile namerne ili planirane, već su najčešće bile rezultat grešaka u tehnologijama, u upravljanju postrojenjima ili u prirodnim fenomenima. Međutim, danas se može pouzdano oceniti da je tokom NATO bombardovanja SR Jugoslavije (od 24. marta do 10. juna 1999.), prvi put u istoriji civilizacije, ekološka katastrofa, učinjena ciljno i planski. Po karakteru i obliku ona do sada nije zabeležena u istoriji ljudske civilizacije.

Adresa autora: Dr Miloš B. Rajković, vanred. prof., Institut za prehrambenu tehnologiju i biohemiju Poljoprivrednog fakulteta u Zemun, Univerziteta u Beogradu, 11081 Zemun, Nemanjina 6, P.O. Box 127 E-mail: mbr.hari@EUnet.yu

Rad saopšten na seminaru "Osiromašeni uranijum – istine i zablude", održan 21. juna 2001. u Beogradu

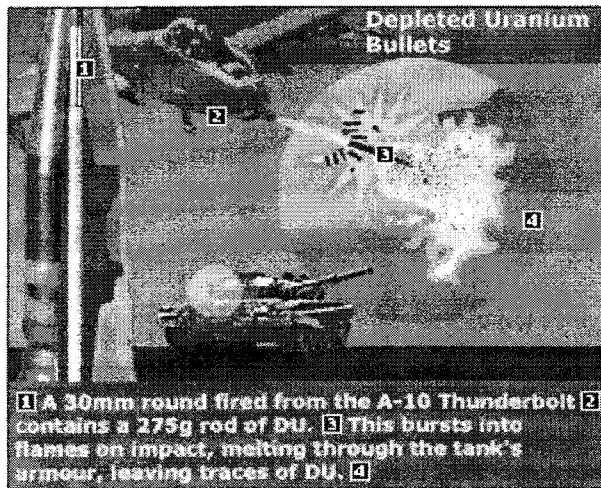
Zemlje, članice NATO alijanse su tokom bombardovanja 1999. načinile najmanje 3.000 prekršaja koji se mogu, po nacionalnim zakonodavstvima i međunarodnim konvencijama, smatrati maksimalnim! Samo ekološka šteta, kao posledica NATO bombardovanja, trenutno je veća od 20 milijardi DEM-a, ali, pošto su nje ne posledice dugoročnog karaktera, biće potpunije obračunata tek za dve ili tri godine od njenog nastanka [1].

Osim konvencionalnog oruđa i punjenja, NATO alijansa je upotrebila i municiju sa osiromašenim uranijumom, koji dodatno (trajno) kontaminira životnu sredinu. Pouzdani podaci o tome kada, gde i koliko metaka sa osiromašenim uranijumom je ispaljeno na Jugoslaviju ostaće nepoznato. Bar delimična istina o tome koliko je metaka sa osiromašenim uranijumom ispaljeno može se dati na osnovu procene izmerene radioaktivnosti, dok se količine osiromašenog uranijuma kojima je kontaminirano zemljište u Jugoslaviji ne može precizno utvrditi [2]. Ono što može da potvrdi njegovo prisustvo je kauzalnost između ekspozicije osiromašenom uranijumu i razvika određenih karakterističnih oboljenja ("nepoznatih bolesti"): poremećaj centralnog nervnog sistema, psihološke tegobe i probavne smetnje, a u najdrastičnijim slučajevima porast malignih oboljenja i leukemije.

Cilj rada je da se pokaže šta se dešava sa metkom (municijom) koji u svojoj konstrukciji poseduje i deo izrađen od osiromašenog uranijuma (OU) nakon njegovog ispaljivanja i udaranja u tvrdu metu, ili prodiranja u zemlju. Nedvosmisleno je da pri tome dolazi do kontaminacije, lokalnog ili šireg karaktera, ali je poznavanje prisustva osiromašenog uranijuma neophodno zbog analize uticaja na životnu sredinu i ulaska OU u lanac ishrane, što ima dugoročne (i trajne) posledice. Stoga je osnovni cilj rada da pokaže zašto je opasno prisustvo osiromašenog uranijuma u životnoj sredini.

ŽIVOTNA SREDINA

Autori različito pristupaju definisanju životne sredine. Jasno se razgraničavaju dva pojma: životna sredina i okolina.



Pod životnom sredinom, prema Zakonu o zaštiti životne sredine Republike Srbije (Član 13.) [3]: "Životna sredina su prirodne i radom stvorene vrednosti i ukupan prostor u kome čovek živi i u kome su smeštena naselja, dobra u opštoj upotrebi, industrijski i drugi objekti. Prirodne vrednosti životne sredine su prirodna bogatstva, zemljište, vode, šume, vazduh, biljni i životinjski svet".

Prema Zakonu o osnovama zaštite životne sredine Savezne Republike Jugoslavije (član 3) [4]: "Životna sredina su prirodne i radom stvorene vrednosti i ukupan prostor u kome čovek živi. Prirodne vrednosti su prirodna bogatstva koja čine: vazduh, voda, more, zemljište, šume i biodiverzitet ... Zaštita životne sredine je skup mera radi sprečavanja ugrožavanja životne sredine, očuvanja prirodne ravnoteže i racionalnog korišćenja i unapređenja prirodnih i radom stvorenih vrednosti".

Pjer Žorž ističe da je "životna sredina – naučna stvarnost, tema zbog koje se treba uzbuđivati, objekat velikog straha, diverzija i špekulacija... Posmatrajući ga sa svih aspekata: geografskih, klimatskih, ekonomskih, socioloških, pravnih, medicinskih, psiholoških, ..., svi, bez izuzetka moramo shvatiti da je naš život ograničen na planetu Zemlju" [5]. Drugi autori pod pojmom životne sredine podrazumevaju nedeljivu celinu različitih elemenata koji čine uslov za odvijanje normalnog života na Zemlji, a i sam život. Svi ti elementi u određenom okruženju međusobno se uključuju u sistem kao najviši nivo organizovanosti i funkcionalne povezanosti i tako međusobnom kohezijom drže ravnotežu u prirodnim i društvenim odnosima.

Okolina je sve ono što nas okružuje. Razlika se može praviti između bliže ili dalje okoline prema kriterijumima koji se sami uvode, saglasno sopstvenim potrebama u rešavanju određenog problema. Međutim, okolina u svom punom značenju nema ni prostornog ni vremenskog ograničenja, sem u našim saznanjima o tome do kojih prostora i vremena doseže međusobni uticaj svega u okruženju stvarajući odgovarajuće uslove nekog nastajanja, postojanja, razvoja i rasta u tom okruženju. Znači, prostorna i vremenska dimenzija okoline, u njenom punom značenju, za čoveka su promenljivi saglasno nje-

govim saznanjima. Sveobuhvatnost i potpunost termina okolina u označavanju svega onoga što se pod njim, u datom vremenu podrazumeva, čini ga – univerzalnim. Međutim, ovaj termin je zamenjen terminom – životna sredina, koji, u svojoj osnovi, označava biološki pojam. Iako se tom pojmu vremenom daje sve šire značenje, ostaje užim od pojma okolina, ograničen okvirima naučne discipline kojoj pripada. Zbog toga se terminom životna sredina nikada neće moći, u potpunosti i korektno, zameniti jedino ispravan termin okolina, korišćen praktično u celom svetu, sem kod nas. Ovaj termin je u određenom vremenu i društvenopolitičkoj klimi postao i ustavna kategorija (ustav iz 1974.), koji je, na žalost i u sadašnjim uslovima zadržan. Pogrešan termin ometa pravilan pristup radu na problematici zaštite okoline, jer se tako sužava i usmerava rad na određene delove [6].

Shodno zakonskoj preporuci kao i daleko široj primeni termina životna sredina od okoline, zadržaćemo se na ovom terminu, njegovoj zaštiti i opasnosti od ugrožavanja.

Osnovni činioци životne sredine bez kojih nije zamisliv život na Zemlji, pa ni opstanak čovekove civilizacije su: sunčeva svetlost, voda, vazdušni omotač oko Zemlje i zemljište. Pored ovih činilaca, čija je uloga presudna u nastanku i održavanju života, sam život odn. živi svet (životinjski i biljni) nezaobilazan je činilac životne sredine. Životna sredina bez života je mrtva, a život bez životne sredine – nemoguć. Narušavanjem bilo kojeg činilaca životne sredine, direktno ili indirektno, čovek se izlaže velikim opasnostima po sam život i opstanak života na Zemlji uopšte [7].

Zaštita i unapređenje životne sredine postao je danas jedan od najznačajnijih problema savremenog sveta. Ovaj problem, bez obzira na činjenicu da se u pojedinim zemljama pojavljuje u različitim vidovima i u različitom stepenu, odavno je prestao biti lokalni, nacionalni ili regionalni. Poslednjih decenija XX veka postao je svetski (globalni) problem, pošto se lokalno ili "šire" zagađenje životne sredine ne može u potpunosti kontrolisati i ograničiti.

Životna sredina može biti ugrožena incidentalno (lat. incidens – uzgredan, sporedan, slučajan), kao rezultat neke svesne radnje (rat, namerno izazivanje havarije ili neke eksplozije) ili akidencijalno (n.lat. accidentalis – nebitan, sporedan, slučajan, koji nema veze sa suštinom stvari), tj. nenamerno (slučajno) izazivanjem ekološke ili biološke katastrofe, kao rezultat grešaka u tehnologijama, u upravljanju postojećim i/ili prirodnim fenomenima, a koje, sa druge strane, mogu značajno uticati na životnu sredinu, npr.: Černobiljski akcident (26. april 1986.) [8–10], izlivanjem teških metala i cijanida iz akumulacionih jezera rudnika srebra i zlata u blizini mesta Baja Mare i rudnika obojenih metala u Baja Borsi u Rumuniji, kojom je kontaminirana Tisa (iz ovih jezera je februara i marta 2000. krenuo talas otpadnih voda dug oko 70 km noseći 20.000 t mulja u kome je bilo prisutno u velikim koncentracijama jedinjenja olova, cinka, bakra, gvožđa i

kadmijuma), havarija na nuklearnoj elektrani "Ostrvo tri milja" [11] i, na žalost, mnogi drugi¹⁾.

Savremena ratna dejstva, ratna tehnika i metode ratovanja sami po sebi narušavaju životnu sredinu što je bio povod da vojni teoretičari i stratezi, naučni radnici i državne institucije promene prethodne doktrine, te prihvataju i priznaju koncepciju i taktiku vođenja "ekološkog rata". On postaje realnost, novi oblik ispoljavanja moći i postizanja ciljeva, bez obzira na svu apsurdnost i opasnost ne samo po žrtve agresije, već i po sopstvene snage i po čovečanstvo i biosferu u celini. Generalna skupština UON je na svojoj 28. sednici, 3. jula 1974., usvojila konvenciju (dokument 675/74), kojom se zabranjuje korišćenje meteoroloških, geofizičkih i bilo kojih drugih metoda i tehnoloških sredstava kojima se utiče na životnu sredinu, uključujući vreme i klimu u vojne i druge svrhe, koje nisu u skladu sa održavanjem međunarodne bezbednosti, ljudskim potrebama i zdravlju, i dalje, da se zabranjuje korišćenje, pod bilo kojim uslovima, štetnih sredstava koja mogu uticati na životnu sredinu i klimu. Zabranjeno je istraživanje i pripremanje ovih sredstava i metoda za ratnu upotrebu.

U zabranjene aktivnosti i metode ratovanja, koje ugrožavaju životnu sredinu, ubrajaju se:

- narušavanje jedinstvenog sastava litosfere;
- paljenje rastinja i druga dejstva kojima se narušava ekologija biljaka i životinja;
- izmena sastava reka, jezera, močvara i drugih vodnih objekata;
- dejstvo na površinu voda, koja utiču na narušavanje termičkog i gasnog sastava hidrosfere i atmosfere;
- narušavanje elemenata energetskog i vodobilansa;
- unošenje hemijskih supstanci u oblake radi izazivanja kiša, izmena elemenata vremena, klime, hidrološkog režima i električnih procesa u atmosferi, i dr.

ŽIVOTNA SREDINA JUGOSLAVIJE NAKON NATO BOMBARDOVANJA

Tokom 78 dana NATO bombardovanja SR Jugoslavije izvršeno je 27.000 (po nekim podacima i 35.000) poletanja više od 1.000 aviona i 200 helikoptera tokom kojih je potrošeno 367 miliona litara kerozina, čime je u vazduh izbačeno blizu milion i 250.000 litara CO₂ [12]. Ekološka katastrofa mogla bi se proglasiti već prema samom broju poletanja, bez ijedne ispaljene rakete. Prema nekim procenama u ovom periodu je na SR Jugoslaviju

ispaljeno 15.000 granata sa 22.000 t (po nekim podacima i 70.000 t) eksploziva, 150 kontejnera sa kasetnim bombama, kao i termovizuelne i grafitne bombe čija je upotreba zabranjena međunarodnim konvencijama.

Projektilima je pogođeno više od 100 industrijskih postrojenja. Zbog bombardovanja rafinerije u Novom Sadu ispušteno je u kolinu 73.569 t, a iz rafineriji u Pančevu 61.800 t nafte i naftnih derivata. Prilikom bombardovanja gradske toplane u Beogradu ispušteno je 1.650 t mazuta i 1.410 t sirovog benzina. Bombardovanjem transformatorskih stanica oslobođeno je oko 1,1 t piralenskog ulja, kao i 5-6 t otpada sa piralenom, iz azotare u Pančevu izliveno je 200 t amonijaka, iz postrojenja HIP-a petrohemijske u Pančevu je isteklo 8 t žive ... itd.

NATO bombardovanjem prekršeno je ekološko međunarodno pravo, prekršene su gotovo sve deklaracije i konvencije iz oblasti zaštite životne sredine. Po svom karakteru i obimu, bio je to u svetu do tada nezabeležen primer ekološkog rata: ne samo da su uništavane flora i fauna Jugoslavije (uglavnom Srbije), već su ugroženi širi regioni Balkana i Evrope, a neke posledice mogu se smatrati i globalnim, jer mogu uticati na promenu klime i dalje stanjivanje ozonskog omotača, što se moglo videti po enormno visokim temperaturama već sledeće 2000. godine.

Jugoslavija je bila izložena u fragmentima ekološkom genocidu – ekocidu, odn. uništavanju životne sredine i ugrožavanju zdravlja ljudi u širim razmerama i sa dugoročnim posledicama. Na ovim prostorima vođen je hemijski, a u nekim elementima i radiološki rat, jer je korišćena i municija sa osiromašenim uranijumom.

Ratna dejstva realizovana su praktično po celoj teritoriji Srbije. Ratnim dejstvima bile su izložene i teritorije zaštićenih prirodnih dobara, pa čak i nacionalnih parkova. Procenjuje se da je dejstvima NATO avijacije bilo izloženo ukupno oko 1.000 lokaliteta. U 60% slučajeva to su bili civilni ciljevi, koji se nalaze u gusto naseljenim područjima. Većina bombardovanih industrijskih postrojenja ucrtana je u tzv. Mapu hazarda – crne tačke, jer su pod najvećim ekološkim rizikom: Pančevo, Barič, Novi Sad, Bor, Lučani, Kruševac i dr. (16 od ukupno 80) [13].

Ekocid je ostvaren i globalnim zagađenjem vazduha. Poremećen je bilans gasova atmosfere. Zagađene su i vode i vodotokovi velikim količinama štetnih i opasnih materija, kao i njihova priobalja sa podzemnim vodama kao izvorima vodosnabdevanja za više miliona stanovnika. To su reke Dunav, Sava, Velika Morava, Tamiš, Timok, Lepenica ... Zemljište je bilo izloženo ratnim dejstvima – mehaničkim, hemijskim, radioaktivnim, što, pored trenutnog uginuća velikog broja organizama, može dovesti do teratogenih, kancerogenih i mutagenih efekata. Ugrožavanje životne sredine uticalo je direktno i indirektno na zdravlje stanovnika, posebno najugroženijih kategorija, dece, starijih osoba i hroničnih bolesnika.

Sve katastrofe, velike ili male, prirodne ili one za koje odgovornost snosi čovek – oštećuju životnu sredinu i zdravlje ljudi, ali nigde u Evropi nisu ostavile takve po-

¹⁾Zakonska regulativa ne definiše tačno razliku između akcidenta i incidenta, već se samo pominje udes: "udes je iznenadni i nekontrolisani događaj ili niz događaja nastao nekontrolisanim oslobađanjem, izlivanjem ili rastvaranjem opasnih materija pri njihovoj proizvodnji, upotrebi, prevozu, skladištenju, prometu, odlaganju ili dugotrajnom akumuliranju, odn. ispuštanjem genetički modifikovanih organizama u životnu sredinu" [4] ili "udes je vanredni događaj ili niz događaja nastalih usled nekontrolisanih oslobađanja, izlivanja i rasturanja opasnih materija u proizvodnji, upotrebi, prevozu, skladištenju i čuvanju koji prouzrokuju štete stanovništvu i životnoj sredini" [3].



Slika 1. Biodiverzitet u ratnim uslovima
Figure 1. Biodiversity under war conditions

sledice kao na Balkanu odn. na prostoru bivše SFRJ u poslednjoj deceniji drugog milenijuma.

Najveće štete zabeležene su na Fruškoj gori i Kopaoniku. U vreme bombardovanja od strane NATO-a, Fruška gora predstavljala je jedno od najintenzivnije bombardovanog područja (slika 1).

Područje Nacionalnog parka bombardovano je različitim, uglavnom veoma razornim projektilima, čiji je broj veoma teško utvrditi s obzirom na učestalost bombardovanja. Predpostavlja se da je na Frušku goru bačeno oko 400 projektila i 2 kontejnera kasetnih bombi. Pojedini lokaliteti bombardovani su više puta. Ukupno je registrovano 103 kratera, dubokih između 7 i 12, a širokih i do 60 m.

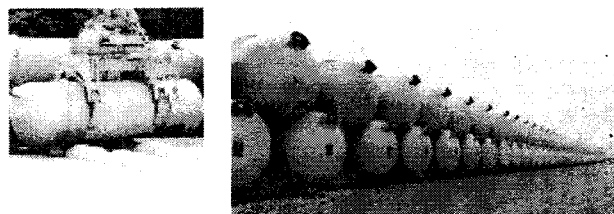
Direktno kraterima izrovano je 12,29 ha šumskog zemljišta. Glavna područja bombardovanja bila su u centralnom, istočnom i zapadnom delu Fruške gore. Ukupnim ratnim dejstvima zahvaćeno je sedam lokaliteta: Iriški venac, Paragovo, Kraljeve stopice, Dubočać, Ravne i Biglav [14–17]. Oštećenja u eko-sistemu dele se na direktna i indirektna. Direktna šteta najuočljivije su na zemljištu i šumama, a najčešće su uništavane očuvane i stabilne hrastovo-grabove i bukove šume sa lipom, starosti od 93 do 117 godina [17]. Na mestima eksplozija uništen je kompletan živi svet (flora, fauna, fungija), šumsko drveće, žbunje i prizemni sloj zeljaste vegetacije je izlomljen i iščupan zajedno sa korenima, a ceo prostor oko svakog kratera je zatrpan debelim slojem zemljišta, nabacano usled sile detonacije.

OSIROMAŠENI URANIJUM

Osiromašeni uranijum (engl. Depleted Uranium, skraćena oznaka OU) je nus-proizvod odn. radioaktivni

otpadni materijal²⁾ nuklearnog gorivog ciklusa koji nastaje u procesu izdvajanja izotopa ^{235}U iz prirodnog uranijuma. Tom prilikom njegova koncentracija se smanjuje sa 0,7 na 0,2–0,3% [18]. Tako dobijen osiromašeni ^{238}U više nije ekonomski isplativ i ima status radioaktivnog otpada [19]³⁾. Osiromašeni uranijum je smesa izotopa uranijuma: ^{238}U (99,80%), ^{235}U (0,20%), ^{234}U (0,001%), ^{234}Th , ^{234}Pa i ^{231}Th (u tragovima). Ima vreme poluraspada od $4,49 \cdot 10^9$ godina i za oko 30–40% je manje radioaktivan nego prirodni uranijum. Njegova specifična aktivnost je 14,8 kBq/g, pa se klasifikuje kao nisko radioaktivni materijal. Gama zračenje osiromašenog uranijuma je nisko – 48 keV. Koncentracija ^{234}U je veoma niska, saglasno njegovoj maloj atomskoj masi [20].

Naziv za osiromašeni uranijum je stvar definicije. Reč je o onome što zaostane posle hemijske separacije iz sirovog uranijuma kada se ukloni izotop ^{235}U , koji se koristi kao obogaćeno gorivo.



Slika 2. Osiromašeni uranijum je radioaktivan i toksičan otpad: kontejneri sa osiromašenim uranijumom
Figure 2. Depleted uranium is a highly toxic and low radioactive waste: containers with depleted uranium

Osiromašeni uranijum koji se od strane od US Department of Defense (DoD) koristi za izradu municije i projektila sadrži 0,2% izotopa ^{235}U i 0,0003% izotopa ^{236}U [21]. Penetrator (engl. penetrator) (udarna igla) napravljen je od legure koja se sastoji od osiromašenog uranijuma (99,25%) i titana (0,75%). Osiromašeni uranijum se koristi za izradu municije zbog sledećih karakteristika:

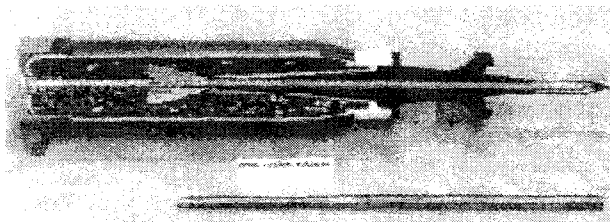
- najteži je metal (gustine $19,05 \text{ g/cm}^3$, što je 70% više od olova ($11,35 \text{ g/cm}^3$);

- kinetička energija metka sa osiromašenim uranijumom ne dovodi do eksplozije. Njegovi fragmenti prolaze kroz čvrstu metu, a plamen se javlja zahvaljujući svojstvu pirofornosti uranijuma i ekstremno visokoj temperaturi koja se oslobađa pri udaru [22];

- pojačano je udarno dejstvo, tako da municija ima veliku probojnu moć i kalibrom 30 mm može da probije čelik debljine 6–9 cm, a poboljšava se i balistička putanja projektila.

²⁾Otpadne materije su otpaci u čvrstom, tečnom i gasovitom stanju kao proizvod ljudske aktivnosti u proizvodnim i drugim delatnostima, prometu i upotrebi materijalnih dobara [3].

³⁾Ispitivanja izvršena sa OU pokazala su da nijedna pouzdana tehnologija ne može značajno da promeni hemijsku i radijacionu toksičnost OU. Zbog toga je postalo nužno da se razrade alternativne mogućnosti za odlaganje ovog otpada.



Slika 3. Izgled metka sa OU i penetratora (udarne igle)
Figure 3. Schematic view of a DU round and penetrator

Tabela 1. Osnovni podaci o municiji sa jezgrom od osiromašenog uranijuma

Table 1. Basic information about depleted uranium ammunition

| Kalibar (mm) | Tip | Masa osiromašenog uranijuma (u g) | Početa brzina zrna (m/sek) |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 20 | MK149 | 70 | |
| 25 | XM919 | 85 | |
| 25 | PGU-20 | 148 | |
| 30⁴ | PGU-14/B API | 298 | 1067 |
| 105 | M735A1 | 2200 | 1501 |
| 105 | M774 | 3364 | 1508 |
| 105 | M833 | 3668 | 1508 |
| 105 | XM900E1 | 10000 | 1505 |
| 120 | M827 | 3100 | 1650 |
| 120 | M829(E1,E2) | 4000 | 1690 |
| 120 | M829A1 | 4900 | 1690 |
| 120 | M829A2 | 4900 | 1690 |
| 155 | M86 PDM i ADAM (submunicija) | 0,1 | |

Boldirana je municija koja je korišćena pri NATO bombardovanju 1999. godine

Osnovni podaci sa jezgrom od osiromašenog uranijuma različitog kalibra dati su u tabeli 1.

Municija sa osiromašenim uranijumom ušla je kao osnovno naoružanje NATO alijanse, tako da je na taj način osiromašeni uranijum dospao u sve delove sveta u kojima SAD ima uticaj: od Zapadne Evrope do Tajvana na Dalekom Istoku, i od 1995. godine na prostore bivše SFRJ.

OSIROMAŠENI URANIJUM U JUGOSLAVIJI

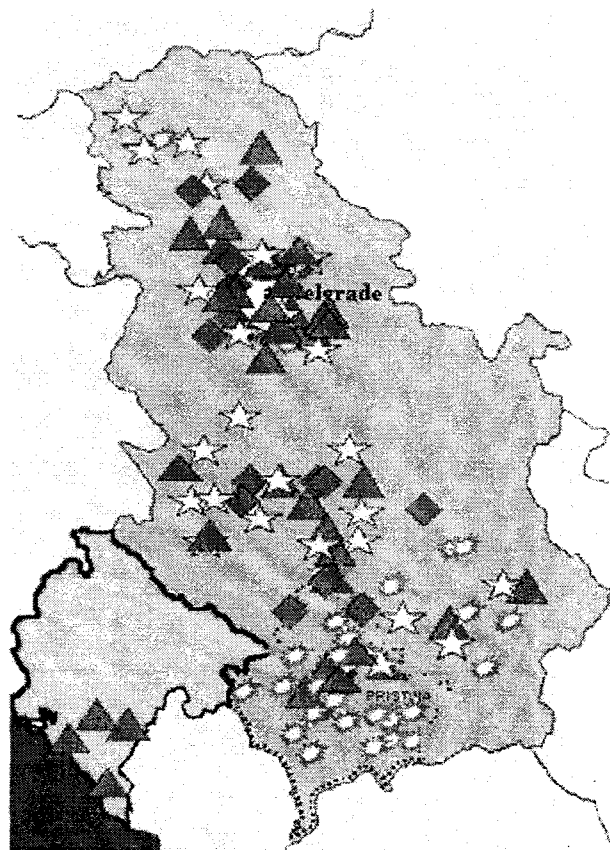
Na osnovu raspoloživih podataka (nađenih ostataka municije sa osiromašenim uranijumom (slika 6), osiromašeni uranijum je dospao na teritoriju Jugoslavije (slike 4 i 5) municijom kalibra 30 mm koju je ispaljivao višeevni avionski top GAU-8/A (Avenger) i PGU-14A/8

⁴Prema USA ammunition Catalogue (SATORY, Paris, 1985, Volume 1) proizvođač ove municije je AEROJET Ordonance Co. USA i proizvedeno je preko 50 miliona ovih metaka.

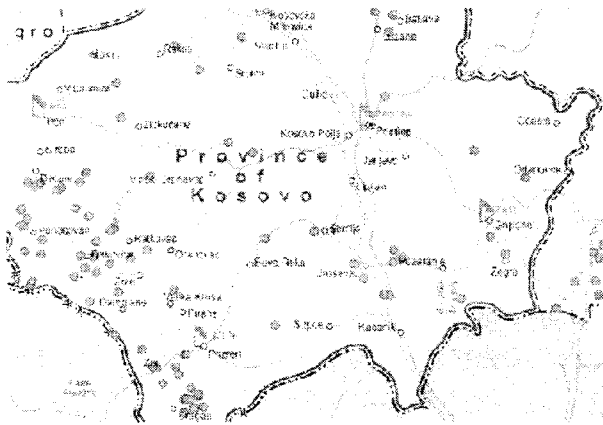
(API – Armor Piercing Incendiary) aviona A-10 (slika 7), koji može da ispali 4.200 metaka u minutu.

Prema raspoloživim podacima, korišćena je samo ova municija u kojoj se nalazi 298 g osiromašenog uranijuma, a prema podacima Pentagona sa 100 letaćkih misija A-10 "Tanderbolt" aviona ispaljeno je oko 31.000 metaka samo na Kosovu i Metohiji i 3.000 – 5.000 metaka na jugu Srbije i na poluostrvu Luštica, rt Arza kod Herceg Novog u Crnoj Gori. To znači da je po zvaničnim podacima na Jugoslaviju dospelo oko 10 t osiromašenog uranijuma. Sa druge strane, prema procenama Vojske Jugoslavije ispaljeno je oko 50.000 metaka sa oko 15–20 t osiromašenog uranijuma [23].

Postoji opravdana sumnja da je osiromašeni uranijum korišćen i u krstarećim raketama kojima su gađane sve lokacije u Srbiji. Procenjuje se da se u proseku koristi oko 20 kg osiromašenog uranijuma po jednoj krstarećoj raketi. Na Jugoslaviju (uglavnom Srbiju) ispaljeno je oko 400 krstarećih raketa tipa "tomahavk" i 130 raketa tipa AGM za koje se može sumnjati, ali se ne može sa sigurnošću i potvrditi, da su sadržale osiromašeni uranijum. Prema proračunu, po ovom osnovu, u životnu sredinu Srbije moglo bi se deponovati 8 t osiromašenog uranijuma. Većina krstarećih raketa imala je konvencionalno punjenje, a nije dokazano ni u jednom slučaju da je došlo do upotrebe krstarećih raketa punjenih osiromašenim uranijumom [13].

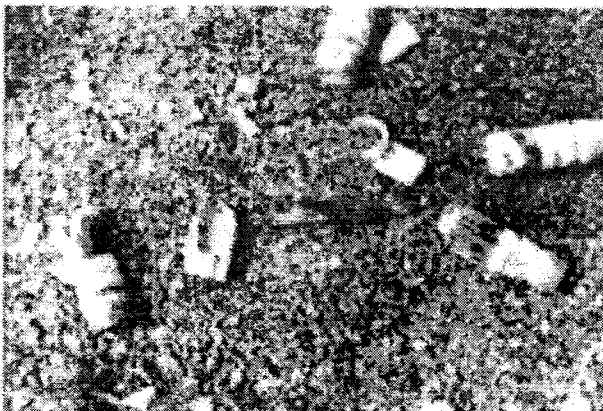
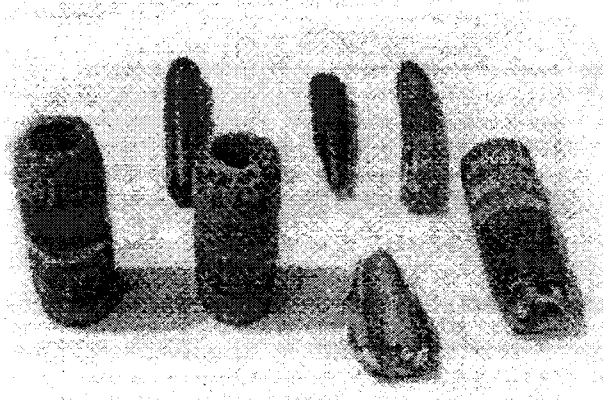


Slika 4. Mapa bombardovanja ciljeva u Jugoslaviji
Figure 4. A map of NATO bombing targets in Yugoslavia



Slika 5. Mapa mesta na Kosovu na kojima je korišćena municija sa OU

Figure 5. The areas of the Province of Kosovo where depleted uranium ammunition was used

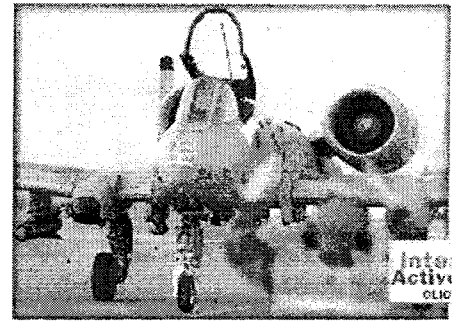


Slika 6. Ostaci projektila sa osiromašenim uranijumom kalibra 30 mm prikupljenim u rejonu dejstva

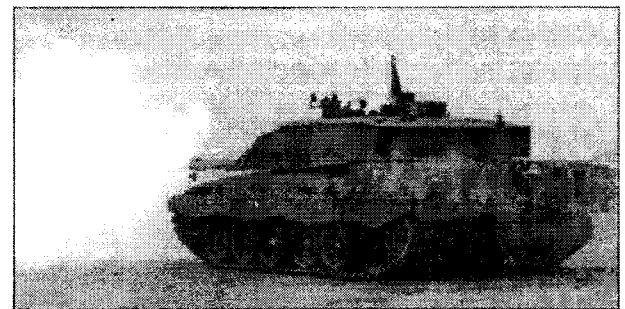
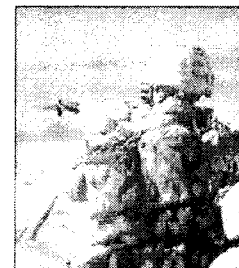
Figure 6. Fragments of used depleted uranium ammunition caliber 30 mm collected in the attacked areas

PONAŠANJE METKA SA OSIROMAŠENIM URANIJUMOM NAKON ISPALJIVANJA

Posle ispaljivanja (slika 8), projektil sa osiromašenim uranijumom se pali i oko 10% njegove mase sagori pri letu, aluminijska košuljica se otvori nakon oko 100 m (za municiju sa OU većeg kalibra) (slika 9), a zatim se



Slika 7. Avion A-10 ("bradavičasta svinja") na zemlji i u letu
Figure 7. A-10 Thunderbolt II aircraft on the ground and in flight



Slika 8. Ispaljivanje municije punjene sa OU iz tenka i vojničkog naoružanja

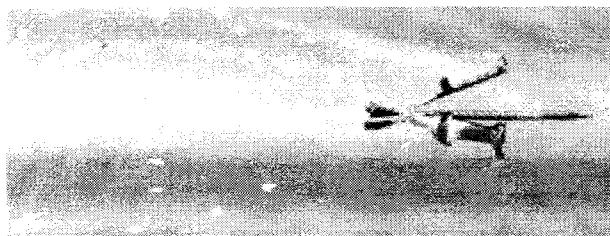
Figure 8. Fired DU round from a tank and a sidearm

penetrator kreće brzinom koja zavisi od kalibra i vrste metka (Tabela 1).

Prilikom udara u metu, 18–70% tela penetratora se zapali i oksiduje u plamenu mutno crne [24, 25], crnkasto-zlatne ili crnkasto-zelene boje [26].

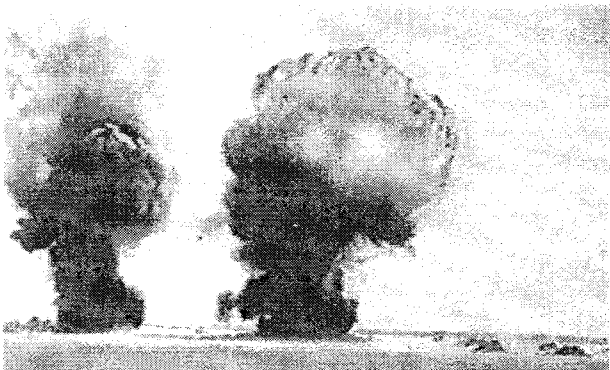
Kinetička energija penetratora ne dovodi do eksplozije⁵⁾, već pri udaru (naročito sa čelikom), zahvalju-

⁵⁾Do eksplozije može doći sekundarno, ne zbog eksplozije metka sa osiromašenim uranijumom, već, usled oslobađanja toplote pri udaru, paljenja eksploziva ako se nalazi u meti (npr. tenku koji je prvenstveno meta ove municije).



Slika 9. Kretanje metka napunjenog sa OU većeg kalibra nakon ispaljivanja

Figure 9. A barrage of DU rounds after firing



jući relativno niskoj temperaturi topljenja uranijuma i pirfornosti, čeaona površina penetratora se pali i oslobađa se ekstremno velika energija koja prouzrokuje povećanje temperature na oko 800°C [21, 22]. Zbog svoje izuzetno velike gustine, penetrator lako prodire čak i kroz čelik debljine 6–9 cm sa karakterističnom malom, okruglom ulaznom rupom.

Iz svega izloženog može se zaključiti da se osiromašeni uranijum taloži (deponuje) po površini zemlje u obliku parčića sagorelog metka, finih čestica prašine (< 5 µm) ili sagorevanjem prelazi u okside uranijuma.

Zbog toga što je uranijum termohemijski nestabilan, primarno nastaje nestehiometrijski U(VI) oksid oblika UO_{2+x} (gde je $0 < x < 0,04$), dok pri daljoj oksidaciji dolazi do obrazovanja smeše oksida U(IV) i U(VI) [27]. Od nastalih oksida uranijuma UO_2 nije rastvoran u vodi a UO_3 je rastvoran i gradi uranil jon, UO_2^{2+} [24,28,29]. Pod oksidacionim uslovima, uranijum se u obliku uranil jona u rastvornom obliku može kretati kroz životnu sredinu i tako dospeti u sve žive organizme. Pod reakcionim uslovima, najviše uranijuma je u čvrstom stanju (grade se keramički oksidi) ili u nerastvornom obliku.

Osnovna opasnost za životnu sredinu potiče od nastalih aerosola. U početnoj fazi dominantno je njihovo prisustvo u vazduhu, a kasnije u zemljištu i u vodi.

Kretanje projektila sa osiromašenim uranijumom nakon udara u čvrstu metu ukazuje, a što je utvrđeno, na osnovu merenja radioaktivnosti na mestima gde su pronađeni ostaci metaka sa OU, na mogućnost kontaminacije životne sredine putem:

Dubinske kontaminacije – Penetracije neoštećenih (nesagorelih) projektila sa OU u zemlju

U neposrednoj okolini pogođenog mesta kontaminacija je najveća. Neoštećene metke sa osiromašenim uranijumom koji su ušli u zemlju (do dubine 20–30 cm), a nisu se zapalili, neophodno je pronaći i izvaditi, a zatim prebaciti na sigurno mesto (kontejner za RAO). Ponašanje penetratora sa osiromašenim uranijumom proučavali su Erikson i saradnici [30], koji su utvrdili da penetratori od osiromašenog uranijuma uglavnom korodiraju u hidratizirani U(VI) oksid, veoma rastvoran u vodi. Utvrđeno je da zemljište, ukoliko je kiselo, može uticati na smanjivanje koncentracije jona uranijuma, verovatno reakcijom adsorpcije. Autori su takođe proučavali kapacitet adsorpcije različitih tipova zemljišta i utvrdili su da zemljišta sa visokim sadržajem karbonata imaju najmanji adsorpcioni kapacitet, verovatno što grade veoma rastvoran uranil-karbonat, npr. UO_2CO_3 , $[UO_2(CO_3)_2]$ ili $[UO_2(CO_3)_2]$. Pod aerobnim uslovima, gvožđe može igrati ključnu ulogu u kontrolisanju kretanja uranijuma kroz zemljište. Uranijum može kompleksirati gvožđe koje se nalazi u mnogobrojnim solima u zemljištu. Takođe, uranijum adsorbuje huminske kiseline prisutne u zemljištu. Kompleksiranje sa organskim jedinjenjima utiče na smanjivanje brzine migracije uranijuma kroz zemljište čak za nekoliko reda veličine, tako da uranijum postaje značajno nepokretan.

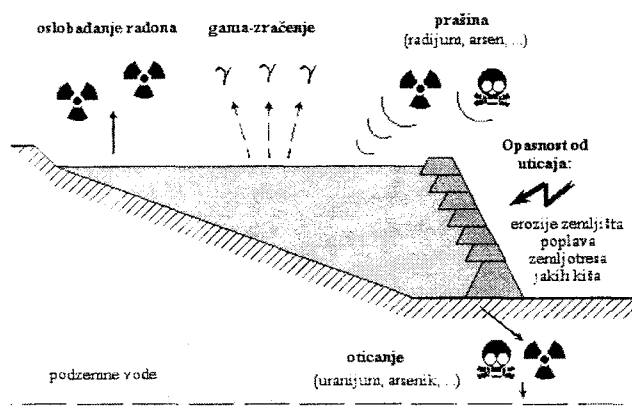
Iz tih razloga, neophodno je ukloniti sve neoštećene metke (penetratore sa OU) dok su još vidljivi tragovi rupa od ulaska u zemlju, radi sprečavanja dalje kontaminacije zemljišta. Po građenju uranil jona i ulaska u podzemne vode, osiromašeni uranijum, preko lanca ishrane dobija nepoznati dalji tok i nemogućnost procesne njegovog konačnog zaustavljanja. Njegovu putanju kretanja neposredni akteri primene OU – veterani ratova u kojima je upotrebljena municija sa osiromašenim uranijumom nazvali su stepenice smrti (engl. highway of death) [31].

Prisustvo uranijuma u zemljištu⁶⁾, kao i njegovo koncentrisanje veoma je opasno zbog kontakta sa podzemnim vodama, kao i zbog konsekvantnog uticaja na živi svet koji se nalazi u neposrednom okruženju⁷⁾, što je shematski prikazano na slici 10.

Migracija uranijuma kroz zemlju, vodu, vazduh i biološki lanac ishrane predmet je stalnih istraživanja. Već sama činjenica da je sadržaj uranijuma u zemljištu viši

⁶⁾Uranijum pripada grupi teških metala, koji je u niskim koncentracijama neophodan za normalan rast biljaka i životinja, ali je pri visokim koncentracijama toksičan. Toksikologija uranijuma sastoji se od dva toksikološka mehanizma: prvi je neradijacioni, direktno hemijsko-toksični (koji karakteriše teške metala kao što su: Pb, Hg, Cd i Bi), dok je drugi, jonizacioni, usled α -zračenja, što karakteriše i ostale prirodne i veštačke radionuklide različitih emisija.

⁷⁾"Uranium released into drinking water or incorporated in food and human tissue will eventually plague the world as radium and its other desintegration products", Rosalie Bertell, No Immediate Danger, 1985, p. 31.



Slika 10. Uranijum (prirodni ili osiromašeni) u kontaktu sa zemljištem

Figure 10. Uranium (natural or depleted) in contact with soil

od uobičajenih vrednosti (prirodni fon) na nekom lokalitetu ukazuje na kontaminaciju zemljišta.

Tačkaste kontaminacije: kontakt sa ostacima sagorelih projektila

U slučaju da ostaci sagorelih projektila (penetratori) sa osiromašenim uranijumom ostanu na površini zemlje (slika 6), može doći do tačkaste kontaminacije, neposredno oko mesta gde je projektil pao. Iz navedenih razloga, svi delići penetratora moraju se pažljivo pokupiti, vodeći računa da operator ima potpunu zaštitnu odeću, i prebaciti na sigurno mesto. U suprotnom, usled vremenskih prilika i kontakta sa vlagom iz vazduha i/ili iz zemlje, može doći do već navedenih procesa migracije uranijuma.

Povrede pri kontaktu sa ostacima sagorelih projektila (slika 11) potiču od spoljašnjeg β -zračenja, reda veli-



Slika 11. Povrede nanete metkom sa osiromašenim uranijumom
Figure 11. Wounds caused by DU rounds

čine 2–2,5 mSv/h, dok od γ -zračenja su zanemarljive, reda veličine 20–25 μ Sv/h.

Povrede izazvane α -zračenjem su zanemarljive, jer spoljašnji sloj kože i epiderm je dovoljna zaštita. Procena je da bi povrede usled β -zračenja mogle da se manifestuju posle 80 h ili realno 400–500 h.

Površinske kontaminacije: nastanak aerosola sa oksidima uranijuma

Prilikom udara penetratora sa osiromašenim uranijumom u čvrstu metu i nastanka plamena, oksidi uranijuma grade aerosole koji se sastoje od čestica mikroskopske veličine koje se ne vide golim okom i običnim mikroskopom, ali se mogu detektovati metodama radiometrije. Jednostavno, penetrator se pretvara u prašinu. Po nekim podacima iz literature, 50 – 96% čestica u vazduhu su prečnika manjeg od 10 μ m (uglavnom oko 5 μ m), a 17 – 48% ovih čestica je rastvorno u vodi. Sve čestice koje nastaju pri udaru u metu potencijalno su respiratorne [25]. Zbog toga što su veoma sitne, čestice respiratornog aerosola osiromašenog uranijuma se podižu u vazduh, gde mogu da ostanu satima [24]. Njihov dalji put je potpuno neizvestan, zavisi od ruže vetrova (po nekim autorima, ove čestice se mogu preneti i na udaljenost od 80 km), vrste padavina, kada zajedno sa atmosferskim talozima padaju na tlo, itd.

Najveći deo uranijuma (> 95%) koji uđe u čovekov organizam se ne apsorbuje, ili se eliminiše putem fecesa. Od ukupnog uranijuma apsorbovanog u krvi oko 67% se izbaci preko bubrega i urina tokom 24 h. Oko 0,2 do 2% uranijuma hrani i vodi apsorbuje se preko gastrointersticijalnog trakta. Osiromašeni uranijum ima i hemijsku i radiološku toksičnost, a dva najugroženija mesta njegovog napada su bubrezi i pluća.

Prašina osiromašenog uranijuma vrlo lako i najverovatnije dospeva u pluća i organizam, dobija hemijski stabilan oblik i više se ne može odstraniti (postaje tzv. "hot" čestica – "vruća" čestica). Tada počinje da se ispoljava najopasnije dejstvo (osiromašenog) uranijuma: α -zračenje. Količina zračenja jedne "vruće" čestice ovog materijala u ljudskim plućima jednaka je jednočasovnom izlaganju pri rendgenskom snimanju pluća. Nju je nemoguće ukloniti, tako da se pluća i organizam postepeno ozračuju, što vremenom može prouzrokovati i veća oštećenja⁸⁾.

Uticaj zračenja na čovekov organizam

Pri zračenju jedan deo energije se apsorbuje. Primljena energija naziva se doza zračenja. Jedinica za apsorbovanu dozu izražava se u J/kg i naziva se grej (znak Gy, Gy = J/kg), nazvana po jednom od pionira radiobiologije, britanskom fizičaru i radijacionom biologu

⁸⁾U toku primene OU, počela je istovremeno i njegova prerada, čime je dobijen sinterovani uranijum, koji je još pogubniji, pošto gradi keramičku molekulsku rešetku, hemijski nereaktivnu, tako da je nemoguće izvršiti njegovu dekontaminaciju.

Tabela 2. Uticaj zračenja na čovekov organizam
Table 2. The influence of radiation on the human organism

| Doza (Gy) | Promene na organizmu |
|-------------|---|
| 0 – 0,25 | nema promena |
| 0,25 – 0,50 | moguće su promene krvi |
| 0.5 – 1 | promene krvi i radne sposobnosti |
| 1 – 2 | gubitak radne sposobnosti |
| 2 – 4 | moguć je fatalni ishod |
| 4 – 6 | 50% fatalni ishod (LD ₅₀) |
| 6 | 100% fatalni ishod (LD ₁₀₀) |

L.H.Greju (Louis Harold Gray). Apsorbovana doza od 1 Gy predstavlja energiju od 1 J koja je apsorbovana u 1 kg materijala ili tkiva. Veza nove jedinice Gy i stare rad je: 1 Gy = 100 rad.

Promene na organizmu u funkciji primenjene doze zračenja date su u Tabeli 2.

Osnovni oblik štetnog dejstva zračenja je jonizacija. Dve trećine organizma čine voda i ugljenik pa se, dejstvom zračenja, voda razlaže na jone vodonika i hidroksilnu grupu koji direktno, ili preko niza hemijskih reakcija obrazuju produkte visoke hemijske aktivnosti: hidroksil- i peroksid-radikal. Ovi radikali reaguju sa molekulima tkiva, stvaraju kiseline i uništavaju tkivo.

Biološki efekti jonizujućeg zračenja zavise od ukupne doze i vremena delovanja zračenja, vrste zračenja, veličine ozračene površine i individualnih karakteristika organizma ili dela organizma koji se izlaže zračenju. Kada je reč o živoj materiji (biološki efekti), pored apsorbirane doze i vrste energije, zračenje ima značajnu ulogu. Jedna ista doza, npr. od 1 Gy, izazvaće različite promene u zavisnosti od vrste zračenja. Tako, deponujući istu količinu energije (dozu), α -zračenje više razara živo tkivo od β - ili γ -zračenja.

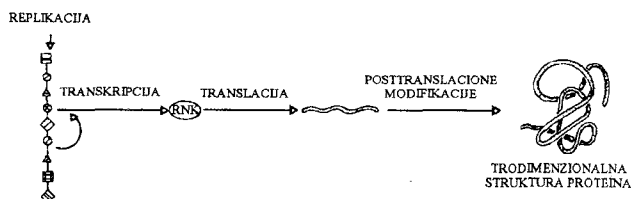
O α -zračenju se manje govori zbog toga što je u većini slučajeva u životu – bezopasno: domet mu je svega nekoliko mm, a zaustavlja ga običan list hartije. Međutim, kada se nađe u organizmu, nastaje razorno delovanje na ćeliju, što izaziva mutagene, onkogene i slične promene. Razlog je taj što efikasno utiče na atome i molekule sredine, tako da je količina oštećenja veća. Za α -zračenje količina oštećenja žive materije je 20 puta veća od količine oštećenja koju proizvodi ista doza β - ili γ -zračenja⁹⁾.

Snažno (biološko) α -zračenje deluje razorno na DNK (α -zračenje iznosi 4,2 miliona eV, dok je samo 6 do 10 eV dovoljno da razbije molekul DNK u čovekovom organizmu). Genetske informacije nalaze se u nukleinskim kiselinama. To su važni (ključni) molekuli života u kojima

⁹⁾Upravo i termin osiromašeni koji asocira (ili jednostavno želi da se asocira) na bezopasno je zasnovan na činjenici da je opasno γ - i β -zračenje veoma niskog intenziteta, a za α -zračenje, za koje se apostrofiraju da je već slabog intenziteta, se ne uzima u obzir njegovo razorno biološko dejstvo.

se "deponovane" genetske informacije, a koje se prenose sintezom proteina. Nukleinske kiseline odn. poseban redosled njenih monomernih jedinica određuju kakvi će proteini biti sintetizovani i kako će se mnogobrojni procesi u ćeliji odigrati od iskazivanja genetske informacije do sinteze biološki aktivnih proteina. U ove procese uključeni su mnoge, veoma složene i dobro regulisane hemijske reakcije u živom organizmu.

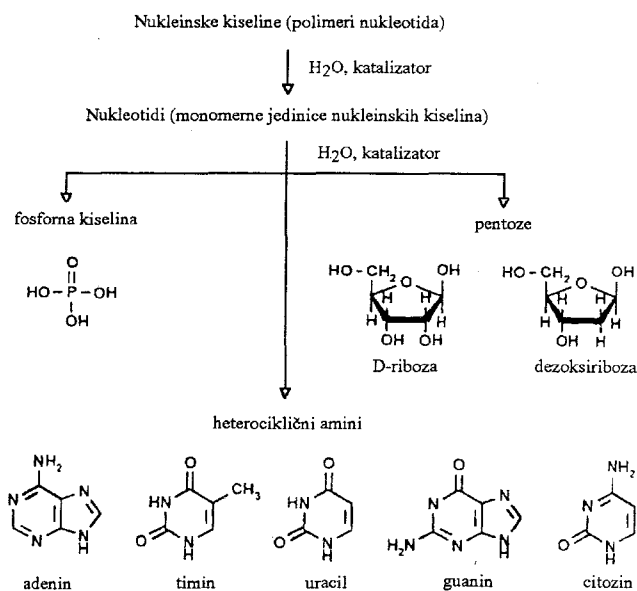
Redosled odvijanja ovih procesa prikazan je na slici 12.



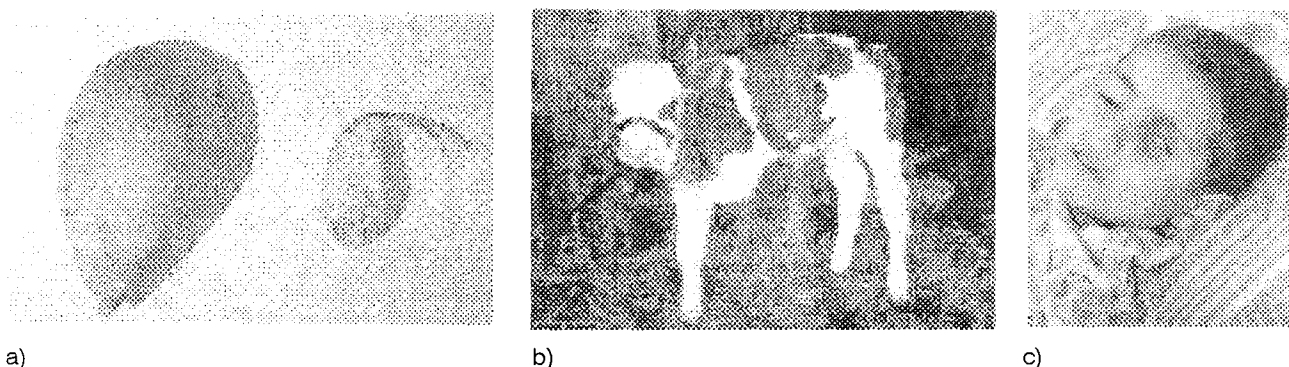
Slika 12. Prenos genetskih informacija i sinteza proteina
Figure 12. Transmission of genetic information and synthesis of proteins

Pregled jedinjenja koja ulaze u sastav nukleinskih kiselina prikazan je na slici 13.

Pod uticajem α -zračenja, reper mehanizmi najlošije rade u slučaju oštećenja ćelije. DNK nosi genetsku poruku, pa, ukoliko se ošteti ćelija DNK koja se reprodukuje, iz nje može nastati mutant koji prouzrokuje maligna oboljenja. Na osnovu praćenja zdravstvenog stanja stanovništva koje je bilo izloženo dejstvu osiromašenog uranijuma (u Iraku i Bosni), ustanovljeno je povećanje spontanih pobačaja kod trudnica, rođenje dece sa urođenim defektima, slučajeva pojave leukemije još u ranoj detinjstvu i ostalih vrsta kancerogenih oboljenja.



Slika 13. Hemijska jedinjenja koja ulaze u sastav nukleinskih kiselina
Figure 13. Chemical compounds which form part of nucleic acids



Slika 14. Da li su oni krivi za svoje stanje?

a) deformisana jaja (Vojvodina); b) tele rođeno sa tri noge (Kosovo); c) dete sa urođenim deformitetom (Irak)

Figure 14. Are they to blame for their situation?

a) deformity of eggs (Vojvodina); b) a calf born with three legs (Kosovo); c) a child born with a congenital defect (Iraq)

Genetske posledice izazvane upotrebom municije sa osiromašenim uranijumom (ali sigurno i multiplicirane prisustvom drugih hemijskih agenasa) prikazane su na slici 14.

Nerespiratorne čestice osiromašenog uranijuma se odmah talože na zemlju i ulaze u reakciju sa rastvorima zemljišta. Međutim, prolaskom čoveka ili nekog vozila, ponovo se dižu u vazduh. Procena je da, u najidealnijem slučaju, kada je atmosfera bez vetra, kiše ili snega, 1 m² zemljišta sadrži 1 g izotopa ²³⁸U. Iz tih razloga mora se vršiti dekontaminacija čitavog područja po kome je dejstvovano, kao i svih vozila koja sa tog područja odlaze.

Potencijal za migraciju uranijuma zavisi od hemijskog sastava lokalnog zemljišta i vode, a takođe i od oksidacionih proizvoda osiromašenog uranijuma. Mobilnost rastvorenih uranijumovih proizvoda zavisi od Δh, vrednosti pH i od prisustva kompleksirajućih agenasa u lokalnim podzemnim vodama. Uranijum(VI) je mobilniji od U(IV) jer lakše gradi rastvorne komplekse sa kompleksirajućim ligandima koji se nalaze u vodi. Za karbonate i fosfate je nađeno da su veoma važni za ove procese. Transport rastvornog uranijuma može biti takođe ubrzan razblaživanjem, jer smanjuje koncentraciju uranijuma u podzemnim i površinskim vodama. Ove reakcije uključuju reakcije jonske izmene i specifičnu adsorpciju uranijuma sa organskim supstancama, mineralima u glini, i Fe(III) i oksihidroksida koji su uobičajeno prisutni u zemljištu.

Rastvorni U(VI) postoji u rastvoru kao uranil jon (UO₂²⁺) i gradi komplekse sa OH⁻, CO₃²⁻, F⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ i organskim ligandima. Fluorid jon kompleksira uranil jon pri vrednosti pH manjoj od 4,0 i gradi stabilne komplekse sa fosfatima između vrednosti pH 4,0 i 7,5. Pri višim vrednostima pH, rastvorni uranijum je prisutan dominantno kao kompleks uranil-karbonat.

UNEP/UNCHS Balkans Task Force (BTF) vrši sledeću teorijsku procenu za inhalaciju osiromašenog uranijuma tokom korišćenja municije sa osiromašenim uranijumom [32].

- trenutna inhalacija prašine osiromašenog uranijuma nakon udara u čvrstu metu sa maksimalnim unosom od 100 mg osiromašenog uranijuma, neposredno u blizini mete i odmah posle pogotka, "koja može dovesti do akutne hemijske toksičnosti i do ukupne efektivne radijacione doze nastale inhalacijom osiromašenog uranijuma od najmanje 10 mSv";

- inhalacija resuspendovanog osiromašenog uranijuma, pošto se prema podacima oko 6 μg osiromašenog uranijuma nalazi u 1 mg prašine u neposrednoj okolini mete i u oblasti oko mete površine od 1.000 m². U zavisnosti od koncentracije u vazduhu, ova pretpostavka odgovara koncentraciji osiromašenog uranijuma u vazduhu od 0,3 μg/m³ (u vazduhu "normalne" gustine) do 30 μg/m³ (u veoma "gustom"). Pri kontinualnom izlaganju, ova vrednost odgovara efektivnoj dozi pri inhalaciji od 0,3 do 30 mSv/god;

- ingestija (konzumiranje) povrća (ili uopšteno hrane biljnog porekla) kontaminiranog sa prašinom od osiromašenog uranijuma do koje dolazi pri korišćenju lisnatih delova biljaka koje su na površini kontaminirane sa prašinom od osiromašenog uranijuma, a koje rastu u oblasti oko mesta udara metka sa osiromašenim uranijumom, za vreme prve nedelje posle udara: "Udar metka sa osiromašenim uranijumom tokom prve nedelje kontaminira oblast sa 100 mg osiromašenog uranijuma. Ova količina je veoma bitna sa aspekta hemijskog rizika. Rezultujuća radijaciona doza je reda veličine 0,1 mSv" [32].

Opasnost od konzumiranja biljaka potiče od toga što su biljke bioindikator koji imaju svojstvo da sakupljaju (apsorbuju) štetne materije, pa samim tim i radionuklide. Na našim prostorima, biljke su još uvek zadržale izvesnu koncentraciju ¹³⁷Cs, zaostalog nakon Černobilskog akcidenta (poluvreme raspada 30,2 godine) [10], pogotovu u visokoplaninskim predelima (gde je zabeležena nedozvoljena visoka koncentracija ¹³⁷Cs u lisičarki, vrganju, mahovini i lišajevima).

Od biljaka, svojstvo usvajanja uranijuma iz zemljišta smanjuje se po sledećem redosledu:

salata > krompir > spanać > pasulj >
> suncokret > kukuruz > kupus > luk

Ispitivanja uticaja uranijuma na prinos kukuruza [33] pokazala su da je fitotoksično dejstvo uranijuma izraženije kroz smanjenje klijanja semena kukuruza, inhibiciju rasta biljaka i smanjenje preživljavanja sa povećanjem sadržaja uranijuma. Hemo i radiotoksično dejstvo uranijuma u koncentracijama do 100 ppm u zemljištu ispoljava se samo kroz smanjenje rasta biljaka, prema sledećem nizu:

smanjenje visine biljaka > klijanje semena > procenat preživljavanja

Akumulacija uranijuma bila je veća u korenovom sistemu, što je u direktnoj vezi sa vrstom zemljišta, jer je u kiseloj sredini veća mobilnost uranijuma, čime se povećava njegova dostupnost biljkama. Sadržaj uranijuma u biljci pokazuje linearnu zavisnost u funkciji od njegovog sadržaja u zemljištu. Daleko manje povećanje uranijuma u nadzemnom delu u odnosu na koren ukazuje na približavanje "fiziološkom pragu" usvajanja uranijuma nadzemnim delovima.

Smatra se da će se na terenu kontaminiranom sa osiromašenim uranijumom količina uranijuma u zrnu pšenice povećavati u periodu od četiri godine posle bombardovanja (1999.). To znači da bi, u slučaju da se utvrdi kontaminacija, koncentracija OU počela da se smanjuje tek od 2003. Sa kukuruzom i sojom situacija je povoljnija, jer se količina uranijuma povećava samo u biljci, ali ne i u zrnu. Kada je reč o suncokretu, preliminarna ispitivanja pokazala su da može da se upotrebi kao dekontaminator odn. "čistač" kontaminiranog zemljišta [34].

• ingestija kontaminirane podzemne vode kao posledica reakcije zemljišta i podzemnih voda, što dovodi do migracije uranijuma u zemljištu. Ova reakcija uključuje



a)



b)

Slika 15. Životna sredina i osiromašeni uranijum: Černobil na bojištu? [35,36]

a) pre delovanja municije sa OU (nošenje sub-mikronskih gas maski); b) nakon delovanja municije sa OU (nošenje zaštitne opreme)

Figure 15. The environment and depleted uranium: battlefield Chernobyl? [35, 36]

a) before depleted uranium bombing (wearing a sub-micron gas mask); b) after depleted uranium bombing (wearing protective clothing)

je taloženje sekundarnih minerala uranijuma, jonsku izmenu uranijuma u glini i specifičnu jonsku adsorpciju uranijuma na površini minerala. Svi ovi tipovi reakcija prenosa mase mogu dovesti do smanjivanja koncentracije uranijuma u podzemnoj vodi migracijom kroz zemljište.

Pri korišćenju podzemnih voda kontaminiranih sa osiromašenim uranijumom u oblasti gde se nalazila meta, BTF daje sledeću procenu: "Koncentracija osiromašenog uranijuma u podzemnim vodama može iznositi 1 mg/dm³. Pri ovoj koncentraciji uranijuma, ne zapaža se hemijski toksični efekat. Sadašnja radijaciona doza prozurokavana korišćenjem kontaminiranih voda iznosi 1 mSv" [32].

POSTUPCI PRILIKOM UTVRĐIVANJA KONTAMINACIJE ZEMLJIŠTA OSIROMAŠENIM URANIJUMOM

Od mesta udara u metu preko vazduha, vode i zemlje, a koristeći biološki lanac ishrane, osiromašenim uranijumom potencijalno su ugrožene biljne i životinjske vrste i konačno – čovek.

U slučaju kontaminacije životne sredine osiromašenim uranijumom, neophodno je izvršiti sledeće korake u zaštiti života ljudi [37]:

- utvrditi da je došlo do kontaminacije životne sredine;
- definisati kontaminiranu oblast;
- obeležiti kontaminiranu oblast, čvrstom, stabilnom ogradom, betonskim stubovima, žicom i jasnim znacima – zastavicama, tablama sa znakom za radioaktivnost;
- utvrditi dozvoljenu kontaminaciju terena i dati preporuke za dalje postupke, i
- sanirati posledice kontaminiranih zemljišta¹⁰⁾.

Utvrdjivanje dejstva sa municijom sa osiromašenim uranijumom i približne lokacije vrše odgovarajuće vojne službe, dok preciznije mesto dejstvovanja i eventualno utvrđivanje granica kontaminacije spada u standardne zadatke roda ABHO. Stručnjaci ovog roda, uz saradnju civilnih struktura, a pomoću odgovarajućih instrumenata treba da izvrše potrebna merenja i formiraju stanicu za kontrolu dalje situacije.

Zadatak osoblja u ovoj situaciji je da obeleži kontaminirano zemljište "konz", da obezbedi primenu zaštitnih sredstava za ljude koji ulaze na "konz" i da obavlja sva potrebna merenja u cilju kontrole kontaminacije površine, kontaminacije u vazduhu i kontaminacije osoblja (npr. ispitivanje urina kod ljudi koji su se nalazili u blizini dejstava do 72 h po kontaminaciji).

Da bi se ustanovile efektivne doze, potrebno je odrediti unete količine osiromašenog uranijuma u telo

¹⁰⁾ u ovom slučaju jedini odgovor koji je dobijen od Ministarstva odbrane SAD-a na pitanje o dekontaminaciji područja po kojima je dejstvovano municijom sa osiromašenim uranijumom glasi: "They're not cleaning it up – the Department of Defense decided it was too expensive" (Daniel Fahey, a former Naval officer who is now the research director at the National Gulf War Resource Center (NGWRC).

čoveka i eventualno spoljašnje ozračenje. Ovo se može učiniti samo na osnovu merenja koncentracije uranijuma na terenu, u vazduhu, vodi, hrani ili u telu čoveka, za šta postoji više specifičnih metoda. Neophodno je, pre svega, formirati baze podataka o mestima delovanja, upotrebljenoj količini municije, površinskoj kontaminaciji terena, ljudima koji su bili u blizini delovanja municije, njihovom medicinskom tretiranju, radioaktivnosti u biljnom i životinjskom svetu, a ove podatke treba pratiti i analizirati više godina kako bi se eventualno uočili štetni efekti.

Pre preuzimanja bilo kakvih mera za trajnu sanaciju kontaminiranog terena, potrebno je formirati stručnu ekipu sa zadatkom da razmotri sve aspekte ovog problema (tehnički, ekonomski, kadrovski). Cilj ekipe je da definiše interventne nivoe za datu situaciju. Ovi nivoi ne mogu se unapred propisivati. Oni su podložni izmenama u skladu sa rezultatima stalnog praćenja radioaktivnosti u okolini mesta udesa i u skladu sa ekonomskim, političkim, pa i vojnim faktorima.

"Zakon o osnovama zaštite životne sredine" SR Jugoslavije [4] u Delu VI. koji tretira odgovornost za zagađivanje životne sredine (član 36. i 37.) u potpunosti reguliše obaveze zagađivača životne sredine: "Pravno odn. fizičko lice koje prouzrokuje prekogranično zagađivanje životne sredine dužno je da odmah preduzme mere za otklanjanje zagađenja i sprečavanja daljeg negativnog delovanja na životnu sredinu ... Pravno odn. fizičko lice koje prouzrokuje prekogranično zagađivanje životne sredine dužno je da snosi sve troškove sanacije i štete nastale tim zagađenjem, kao i troškove u vezi sa preduzimanjem mera za uklanjanje opasnosti od zagađenja, u skladu sa zakonom".

Na žalost, ovo sve važi u mirnodopskom periodu. Kada je rat u pitanju, pitanje je šta je tu važnost zakona a šta jednostavno moć pojedinačnih učesnika takvog sukoba. Svaki novi rat je novo iznenađenje, ali i "deja vu" kada je u pitanju opravdanost brutalnosti i sistematsko uništavanje životne sredine.

KAKVE SE POUKE MOGU IZVESTI NA OSNOVU EFEKATA KORIŠĆENJA MUNICIJE SA OSIROMAŠENIM URANIJUMOM [38, 39]

1. Municija sa osiromašenim uranijumom, prilikom udara u metu, kontaminira oblast izuzetno finom radioaktivnom i toksičnom prašinom osiromašenog uranijuma.

2. Neophodno je predvideti efikasnu zaštitu vojnika i njihovog izlaganja osiromašenom uranijumu za vreme bitke (ili obuke) [40, 41].

3. Civilno stanovništvo je obično nedovoljno upozoreno o posledicama korišćenja municije sa osiromašenim uranijumom u vojnim operacijama, čak i kad osiromašeni uranijum kontaminira njihovu hranu ili izvorišta vode.

4. Oružje i municija izrađeno od osiromašenog uranijuma proglašena je, pre početka rata u Zalivu, za

konvencionalno, pa je prodaja na svetskom tržištu postala dozvoljena (sa stanovišta zakona). Početkom 90-tih godina XX veka, Senat SAD-a usvojio je preporuke da municija sa OU može da se koristi u "sukobima ograničenog dometa". Iz tih razloga ovo oružje postaje sve raznovrsnije i verovatno će se upotrebiti i u svim budućim konfliktima.

5. Dekontaminacija površina kontaminiranih sa osiromašenim uranijumom (bilo od strane pobednika ili pobedenih) zahteva velika finansijska sredstva što predstavlja realnu opasnost za dalju kontaminaciju životne sredine.

ZAKLJUČAK

Stanje životne sredine, po raznim svojim aspektima, na mnogim područjima je takvo da je neophodno, s obzirom na evidentno stanje u periodu posle bombardovanja, prvenstveno preduzeti mere na popravljanju tog stanja, a tek potom razmišljati o zaštiti popravljenog stanja i unapređenju životne sredine.

Da bi se došlo do pouzdanog podatka o stanju životne sredine, kao osnove za planiranje i preduzimanje mera na popravljanju tog stanja, neophodno je prvo locirati područja sa izrazitim poremećajem ekološke ravnoteže, istražiti aspekte i uzroke poremećaja i idealizovati činioce eko-sistema koji su pogođeni i ugroženi utvrđenim poremećajima. U okviru postupka utvrđivanja stanja životne sredine neophodno je prostorno locirati odn. utvrditi područja koja su kontaminirana ili ugrožena kontaminacijom, kao i aspekte kontaminacije i ugrožavanje životne sredine: kontaminacija voda (podzemnih, površinskih), vazduha, zemljišta (preko voda ili neposredno), ugrožavanje biljnog (šuma posebno) i životinjskog sveta (naročito u zaštićenim prirodnim dobrima) i druge aspekte, a iznad svega ljudska staništa.

Upotreba municije sa osiromašenim uranijumom je i u suprotnosti sa međunarodnim zakonima. Veliki broj međunarodnih konvencija zabranjuje proizvodnju i upotrebu oružja i oruđa koje sadrži radioaktivne supstance, kao npr.:

- Convention on Physical Protection of Nuclear Materials iz 1970. god.;
- The Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons Test iz 1963. god., i dr.

Ona se, do poslednje decenije XX veka, ipak, zabranjivala samo indirektno. Ženevskom konvencijom koja se odnosi na problem zagađenja životne sredine, međutim, Ujedinjene nacije (OUN) na dobrom su putu da municiju sa osiromašenim uranijumom "vedu" u spisak zabranjenih, kao što je to već učinjeno sa hemijskim i biološkim oružjem, kao i nagaznim minama. Municija sa osiromašenim uranijumom je rezolucijom Potkomisije za prevenciju diskriminacije i zaštitu manjina Komisije za ljudska prava OUN, svrstana na listu oružja za masovno uništenje sa dugoročnim efektima. Osiromašeni uranijum, kojim je ova municija punjena, ostavljen po terenu predstavlja opasnost po životnu sredinu.

Odlukom Političkog komiteta NATO, o navodnom odsustvu razloga za zabranu upotrebe municije sa osiromašenim uranijumom, direktno je prekršen dogovor donet na svetskom nivou. Objašnjenje da se radi o materijalu koji ne ugrožava zdravlje nije tačno, jer osiromašeni uranijum jeste štetan, jeste radioaktivan. Jedno je filozofija Međunarodnog društva za zaštitu od zračenja (engl. International Radiation Protection Association – IRPA), gde se o ovom radioaktivnom materijalu obrađuju nova saznanja, statistike, epidemiološke studije i dr., a drugo je stav, priznat na svetskom nivou, da je svaka upotreba zračenja koja donosi korist strogo zabranjena i ni pod kojim uslovima ne može biti odobrena.

LITERATURA

- [1] Ž. Vuković i sar., "Pravo na zdravu životnu sredinu i posledice izazvane bombardovanjem SRJ od NATO-a", naučno-istraživački projekat, Vinča, Beograd, 1999.
- [2] S. Pavlović, R. Pavlović, S. Marković i I. Plečaš, "Preliminarna procena nivoa radioaktivne kontaminacije životne sredine osiromašenim uranijumom nakon NATO agresije na SRJ", XX simpozijum jugoslovenskog društva za zaštitu od zračenja, Tara, 3-5. novembar 1999.god., Sekcija 2.: Radioekologija, Zbornik radova, s. 45-49.
- [3] Službeni glasnik Republike Srbije, godina XLVII – broj 66, Beograd, 6.novembar 1991.god., "Zakon o zaštiti životne sredine", s. 2730 – 2743.
- [4] Službeni list Savezne Republike Jugoslavije, Godina VII, Broj 24., Beograd, petak 15.maj 1998.god., "Zakon o osnovama zaštite životne sredine", s. 11-14
- [5] P. Žorž, "Sve o životnoj sredini", BIGZ, Beograd, 1979.
- [6] M. Gavrilović, "Neophodnost jasnog razgraničenja značenja i upotrebe termina: okolina, životna sredina i zaštita na radu", II simpozijum "Hemija i zaštita životne sredine", V.Banja, 1994, VIII-2, Zbornik radova, s. 627-628.
- [7] D. Vejnović, "Ugrožavanje Republike Srpske", Ecologica, 4 (1997), Beograd – Banja Luka, Posebno izdanje; Zbornik referata naučno-stručnog savetovanja "Ekološke posledice rata u životnoj sredini", Teslić, 1997, s. 240-244.
- [8] Dreicher et al., "Consequences of the Chernobyl accident for the natural and human environments", International Conference One Decade After Chernobyl, Vienna, April, 1996.
- [9] IAEA, "Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident", Safety Series No.75-IN-SAG-1, Vienna, 1986.
- [10] G. Pantelić, R. Brnović, I.P. Petrović i Lj. Mijatović, "Radioaktivnost u Srbiji nakon akcidenta u Černobilju", Zbornik radova savetovanja "Černobilj 10 godina posle", Budva, 1996, s. 57-61.
- [11] J.G. Kemeny (Charman), "Report of President's Commission on the Accident at Three Mile Island", Pergamon Press, New York, October, 1979.
- [12] M.B. Rajković, "Uticaj NATO bombardovanja na stratosferski i troposferski ozon i životnu sredinu u Jugoslaviji", Hem. Ind. (Beograd), 54(2) (2000) s. 64-79.
- [13] M.B. Rajković, "Osiromašeni uranijum" (monografija), Vojna knjiga, Beograd, 2001.
- [14] D. Dinić i sar., "Uticaj ratnih razaranja u 1999. god. na šumske eko-sisteme u nacionalnom parku Fruška gora", Zaštita prirode (Beograd), 51(1) (1999), s. 41-54.
- [15] Grupa autora, "Posledice NATO bombardovanja na životnu sredinu SR Jugoslavije", Savezno ministarstvo za razvoj, nauku i životnu sredinu, Beograd, 2000.
- [16] Lj. Ristanović, Đ. Bašić i D. Trninić, "Degradacija Nacionalnog parka Fruška gora od strane rudnika nemetala", Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni otpad i opasan otpad, Kopaonik, 23.-26. maj 2000.god., Zbornik radova, s. 277-281.
- [17] M. Ristanović, Đ. Bašić, P. Sekulić i I. Marinić, "Uticaj NATO bombardovanja na eko-sisteme i zemljište u nacionalnom parku Fruška gora", Međunarodna konferencija Otpadne vode i komunalni čvrsti otpad, Subotica, 22.-25. maj 2001. god., Zbornik radova, s. 251-255.
- [18] E.B. Blasch, G. Stuckenbroeker and R.Lusky, "The Use of Uranium as a Shielding Material", Nuclear Engineering and Design, North-Holland Publishing Company, 13 (1970) pp. 146-182.
- [19] M.B.Rajković, "Osiromašeni uranijum – I. Uranijum, radioaktivnost i zakonska regulativa", Hem.Ind.(Beograd), 55(4) (2001), s. 167-182.
- [20] K.Z.Morgan, "Hazards of Low-Level Radiation", Yearbook of Science and the Future, Supplement of the Encyclopedia Britannica, 1980.
- [21] [AEPI 1995] Health and Environmental Consequences of Depleted Uranium Use in the U.S.Army: Technical Report. Army Environmental Policy Institute, Atlanta, Georgia, 1995.
- [22] Kinetic Energy penetrator Environmental and Health Considerations (Abridged); Science Applications International Corporation (SAIC); July, 1990; Vol. 2, 2-4.
- [23] R.Bertell, "War in Kosovo – Use of Depleted Uranium", March 31, 1999. <http://news.flora.org/flora.mai-not/10957>
- [24] B. Rostker, "Environmental Exposure Report: Depleted Uranium in the Gulf", Department of Defense, July 1998.
- [25] "Summation of ARDEC Test Data Pertaining to the Oxidation of Depleted Uranium During Battefield Conditions", US Army Armament Research, Development and Engineering Center (ARDEC), March, 1991.
- [26] "Depleted Uranium Training Support Packets: Tier I – General Awareness", US Army Chemical School, October 1995.
- [27] M.H. Ebingen, E.H. Essington, E.S. Gladney, B.D. Newman and C.L. Reynolds, "Long Term Fate of Depleted Uranium at Aberdeen and Yuma Proving Grounds, Phase I: Geochemical Transport and Modeling, LA-11790-MS", Los Alamos National Laboratory, June 1990.
- [28] H. Harley, E.C. Foulkers, L.H. Hilborne, A. Hudson and C.R. Anthony, "A Review of the Scientific Literature As It Pertains to Gulf War Illnesses: Vol. 7, Depleted Uranium, MR-1018/7-OSD", RAND, 1999.
- [29] "Public Health Assessment: US Army Materials Technology Laboratory Watertown, Middlesex County Massachusetts, MA 0213820939", Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (AT SDR), February, 1997.
- [30] R.L.Erikson et al., "A review of the environmental behavior of uranium derived from depleted uranium alloy penetrators", Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington, PNL-7213, 1990.
- [31] B. Mesler, "The Nation – The Pentagon's Radioactive Bulletin" <http://www.thenation.com/issue/961021/1021mesl.htm>
- [32] [BTF 1999] UNEP/UNCHS Balkans Task Force (BTF): The potential effects on human health and the environment arising from the possible use of depleted uranium during the 1999 Kosovo conflict. A preliminary assessment. p.76, Geneva, October 1999.
- [33] M. Stojanović, D. Potpara, D. Iles, Lj. Tešmanović i S. Zildžović, "Rizofiltracija elemenata i kontaminiranih zemljišta uranom biljkama kukuruza", Međunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni otpad i opasan otpad, Kopaonik, 23.-26. maj 2000. god., Zbornik radova, s. 525-530.
- [34] M.R. Sarić i sar., nepublikovani podaci, 2000.
- [35] N. Dokovska, "A New Chernobyl in the Balkans", from Skopje, Macedonia, ENS – Environment News Service,

- Lycos, 13 April 1999. <http://ens.lycos.com/ens/april99/1999L-04-13-01.html>
- [36] Coghill Research Laboratories, "The Question of depleted uranium (DU) bombing: battefield Chernobyl?" <http://www.cogreslab.demon.co.uk/WEBDU.htm>
- [37] M. Orlić, M. Baraš, B. Đurđić, R. Zagorac, M. Mitrović i D. Ristić, "Radiološka kontaminacija životne sredine u ratnim uslovima", *Ecologica*. 4 (1997) s. 81–84.
- [38] Depleted Uranium Weapons: Lessons from the 1991 Gulf War. "DEPLETED URANIUM. A Post-War Disaster For Environment And Health – Part 2 –, Laka Foundation, May 1999 [http://www.antenna.nl/\(wise/uranium/dhap992.html](http://www.antenna.nl/(wise/uranium/dhap992.html)
- [39] N. Cohen, "Depleted uranium: deadly weapon, deadly legacy", *The Guardian*, May 9, 1999.
- [40] Operation Desert Storm, "Army Not Adequately Prepared to Deal with Depleted Uranium Contamination", GAO/NSI-AS-93-90; General Accounting Office (GAO), January 1993.
- [41] DIANE Publishing Company, "Operation Desert Storm: Army Not Adequately Prepared to Deal with Depleted Uranium (DU) Contamination" <http://www.bu.com>

SUMMARY

THE ENVIRONMENT AND DEPLETED URANIUM

(Professional paper)

Miloš B. Rajković

Institute of Food Technology and Biochemistry, Faculty of Agruculture, University of Belgrade, 11081 Belgrade-Zemun, Nemanjina 6, P.O. Box 127, Serbia, Yugoslavia

The right to a healthy environment and other ecological rights are, at the same time, human and economic-social rights. Many things can endanger nature, and consequently man. So ecological problems are: social, economic, politic and cultural ones.

Ecological consciousness and freedom mean, also, the particular rights of citizens and the main one is the right to a healthy natural environment. Contrary to other rights, ecological ones are determined by way of negative definition – by bans. It obliges society to provide reasons for the accomplishment, as well as everyones duty for earth, water and sea exploitation (it must be without endangering the environment). Ecological consciousness and freedom are conditions for man to act free in nature, contributing to health, security and humanity.

The usage of depleted uranium munitions was only indirectly forbidden (by the General convention which is against environmental pollution) up to its mass application in the last decade of the XX century (Iraq, Bosnia, Yugoslavia). The United Nations are on their way of adding depleted uranium to the list of forbidden weapons, as has been already done with chemical and biological weapons and land mines. During 1996. and 1997, munitions with depleted uranium were put on the list of weapons for mass destruction with long lasting effects, by a Resolution of the United Nations. Radioactive material, with which the weapon is fried, dispersed on the ground continues to cause harm even when the war actions are finished and there is no excuse for its application even when it is said to be a low radioactive material.

By decision of the NATO Political Committee about the "lack" reasons for a ban of the use of the munitions, the worldwide consensus on this subject has been directly violated. The explanation that the material is harmless for health is wrong; depleted uranium is dangerous, it is radioactive. The International Radiation Protection Association – IRPA, including materials, statistics, epidemiological studies, concludes that every use of radiation should be strictly forbidden and must be avoided under all circumstances.

Depleted uranium is called an invisible threat and the consequences of contamination, either incidental or accidental, like accidents of civilian planes with counterweights of depleted uranium, the disaster of the disaster. For these reasons its other name Silver Bullet (for the extremely strong fire balls which are formed after the projectile strikes a solid target) has been pushed into the background. On the other hand DU "can not" distinguish civilians from soldiers, conquerors from the conquered, children from soldiers, children of their children.... and for that its name has been changed to the Deadly Bullet. An invisible threat which continues to cause unexplained illness in people who have been in contact with it, deformities of newly borne babies and genetic handicaps for future generations, simply – a total overkill.

Are these enough to ban its usage or do we need something more?

Key words: Depleted Uranium • Environment • Low radioactive waste • Silver bullet • Deadly Bullet • Invisible threat • Unexplained illness •

Ključne reči: Osiromašeni uranijum • Životna sredina • Radioaktivni otpad niskog intenziteta • Srebrni metak • Smrtonosni metak • Nevidljivi neprijatelj • "Nepoznate" bolesti •