

Opasnosti od radioaktivne kontaminacije i utvrđivanje iste pomoću radioloških detektora i osobnih dozimetara (I)

Tekst: Dario Majetić

Na području Republike Hrvatske privremeno je uskladištena zanemariva količina istrošenih izvora ionizirajućeg zračenja i drugih iskorištenih radioaktivnih tvari (52 m³), čija ukupna aktivnost približno iznosi 1.4 TBq (izvor MZOPU). Ovi se podaci ne odnose na NE Krško. Nacionalna strategija zaštite okoliša Republike Hrvatske kaže o tome sljedeće: *“Republika Hrvatska nema nuklearnih postrojenja, nuklearnog programa, nuklearnog materijala, a niti znatnijih količina radioaktivnog otpada na svojem teritoriju. Radioaktivni se materijal i izvori zračenja koriste u medicini (nuklearna medicina i radioterapija), industriji te u istraživanjima. Nisko i srednjoradioaktivni otpad te iskorišteni izvori zračenja (ukupno nekoliko m³) skladište se na dva mjesta pri znanstvenim institutima u Zagrebu. Godišnje u Republici Hrvatskoj nastaje manje od jednog m³ radioaktivnog otpada. Republika Hrvatska spada u zemlje u kojima je riješen problem radijskih izvora koji su prikupljeni i adekvatno kondicionirani te uskladišteni. Buduće rješenje vlasničkih odnosa u NE Krško moglo bi promijeniti situaciju i dugoročno utjecati na sustav zbrinjavanja radioaktivnog otpada u Republici Hrvatskoj.”*

Ipak u Republici Hrvatskoj je prisutno milijun tona radioaktivne šljake i pepela koji dolazi od povišene radioaktivnosti raškog ugljena i iz pepela u kaštelanskom zaljevu, zatim 4.5 milijuna tona fosfo- gipsa (Kutina- proizvodnja mineralnih gnojiva), istrošeni izvori ionizirajućih javljača dima (2001. godine oko 60 000) i radioaktivni gromobrani (2001. godine u upotrebi je bilo 360, koji su do kraja 2005. trebali biti povučeni). Termo elektrana na ugljen Kaštelanski zaljev je proizvodila energiju za potrebe nekadašnje tvornice InaVinil i vršila prikupljanje pepela i šljake u krugu tvornice kao i otpadnih materijala iz drugih termoelektrana koje su rabile ugljen s povišenom prirodnom radioaktivnosti. Sedamdesetih godina trajno je sanirano odlagalište unutar tvorničkoga kruga (ispod suhozid, plastična folija na koju je nasut otpadni materijal, druga plastična folija od gore, rubovi zavareni, cijelo odlagalište prekriveno je slojem gline i nasuto humusom te zasijano travom, područje je označeno adekvatnim oznakama upozorenja i radiološkim piktogramima. Nakon adekvatne sanacije odlagalište se još koristilo u sivom području zbrinjavanja radioaktivnog ugljena. Na površini od 18.000 m² odloženo je oko 50.000 tona pepela i šljake.

Osnovni ciljevi i načela zaštite od ionizirajućeg zračenja (opravdanost, optimalizacija, ograničenje) nisu shvaćeni

kao ozbiljni kada su se razmatrale lokacije za obuku vatrogasaca za spašavanje iz ruševina. Nedovoljno prikladna lokacija ruševina TE Kaštelanski zaljev, korištena je kao poligon za uvježbavanje.

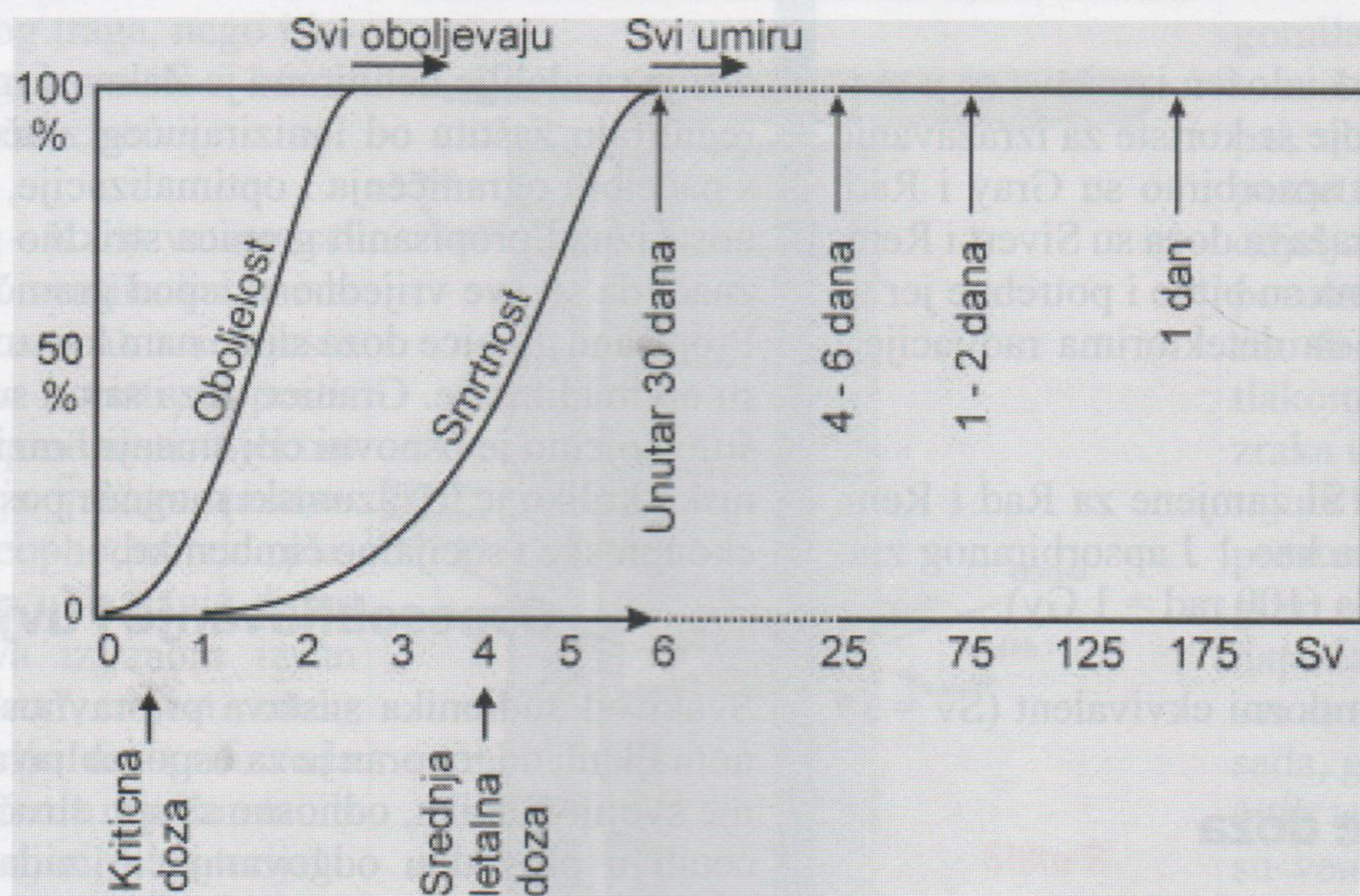
Koristi su u ovome slučaju sigurno bile manje nego moguće posljedice jer su se vatrogasci, u nekim slučajevima, samostalno i bez ograničenja kretali po površini objekta. Apostrofiranjem jednoga od njih može se plastično prenijeti atmosfera na poligonu: *„Kretao sam se kao da koračam po površini Mjeseca, prašina se pod mojim nogama ravnomjerno dizala i sporo, kao snijeg, padala na tlo“*. Prema ovoj rečenici može se zaključiti da je ovo bio veliki korak za čovjeka, a mali za organizatora!? Sve da prašina i nije radioaktivna ili ima nisku radioaktivnost, neotrovna je i ne agresivna ona je ipak fina prašina što zahtijeva korištenje minimum FFP-1 zaštite dišnih organa. Do utvrđivanja radioaktivnosti došlo je na način da je jedan polaznik tečaja imao osobni dozimetar zračenja koji mu je uključio alarm doze (nažalost nije ostalo zabilježen prag doze) pa je nakon konzultacija s inozemnim voditeljem tečaja rad na toj mikro lokaciji obustavljen i premješten u drugi prihvatljivi prostor unutar Vinila.

Ovo su neki od primjera radioaktivnih izvora alfa i beta zračenja s kojima bi se vatrogasci mogli susresti pri radu i vježbama. Postoji još veliki broj odlagališta ili zgarišta na kojima bi se mogli naći drugi emiteri nekog oblika zračenja kao na primjer javljači dima koji sadrže Americij 231 pronađeni na zagrebačkom otpadu u studenom 2010. godine. No bilo pa prošlo, radioaktivnost ostaje i dalje sve prisutna i neuništiva.

Radioaktivnost - Radioaktivni atomi su atomi čija je jezgra (nukleus) nestabilna, tj. kad tad u budućnosti će se spontano raspasti pri čemu će emitirati energiju u obliku samo zračenja ili u obliku emisije čestica. Pri raspadu će se polovica radioaktivnih jezgri raspasti i to zovemo vrijeme poluraspada ($t=T 1/2$).

Vrste radioaktivnog raspada

Prilikom radioaktivnog raspada obvezno se uz energiju emitiraju čestice. Čestice mogu imati masu, pa zračenje zovemo čestično zračenje. Čestice koje nastaju ne moraju imati masu, već mogu predstavljati samo male pakete energije koje se u prostoru šire brzinom svjetlosti i imaju osobine elektromagnetskih valova: valnu duljinu ili frekvenciju. Većina ionizirajućeg zračenja je prirodna pojava, a dio je proizvod ljudskih aktivnosti.



Slika 1. Utjecaj ekvivalentne doze zračenja na čovjeka.

Vrste ionizirajućeg su:

α - alfa čestice

β - beta čestice

γ - alfa zrake

X - zrake

Alfa i beta čestice su subatomske čestice velike brzine koje radioaktivni materijali emitiraju pri raspadu. Gama zrake i X-zrake su vrste elektromagnetskog zračenja. Ove čestice i zrake imaju dovoljno energije da pri sudaru izbace elektron iz ljuske atoma. Taj se proces naziva ionizacija, a zračenje koja ga uzrokuje ionizirajuće zračenje. Alfa i beta čestice mogu biti zaustavljene listom papira ili tankom čeličnom pločom. Najviše oštećenja uzrokuju ako se emitiraju unutar ljudskog tijela. Gama zrake su slabije ionizirajuće od alfa i beta čestica, ali zahtijevaju deblju zaštitu (olovne ploče). Izvori ionizirajućeg zračenja mogu se podijeliti na prirodne (pozadinske) i umjetne. Prirodno ionizirajuće zračenje dolazi iz tri glavna izvora: kozmičko zračenje, prirodno zračenje radioaktivnih materijala i Radon. Radon često najviše pridonosi pozadinskom zračenju i skuplja se više na nižim dijelovima na tlu (pećine, podrumi, rupe itd).

Umjetni izvori su po svojoj prirodi i učinku identični prirodnim izvorima. Umjetni izvori su:

Medicinske procedure (dijagnostičke X-zrake, nuklearna medicina, terapija zračenjem), građevinski materijali, detektori dima, ciklus nuklearnog goriva (obuhvaća cijeli slijed od rudnika urana, cijepanja atoma u nuklearnim reaktorima do odlaganja otpada). Glavnina radioaktivnog otpada u RH odložena je u skladištu Instituta Ruđer Bošković i u skladištu Instituta za medicinska istraživanja u Zagrebu.

Ono što nas zanima, zbog zaštite od zračenja, jest kolika je energija koja se prolazom zračenja kroz materiju predaže toj materiji. Energija u Jouleima (J) je glomazna jedinica za izražavanje u životu atoma.

Koristimo:

1 eV = 1 elektron Volt, tj. energija koju dobije jedan elektron ubrzanjem u električnom polju kad pređe razliku napona od 1 Volt.

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Izvedene jedinice su :

$$1 \text{ keV} = 1000 \text{ eV}$$

$$1 \text{ MeV} = 1000000 \text{ eV}$$

$$1 \text{ GeV} = 1000000000 \text{ eV.}$$

Mjerenje doza ionizirajućeg zračenja

Da bi mogli procijeniti štetni učinak zračenja i provoditi mjere zaštite, doze se moraju izmjeriti. Mjeri se apsorbirana doza zračenja u zraku, a iz dobivenih vrijednosti izračunavaju se ekvivalentna i efektivna doza. Postoje četiri u osnovi različita pristupa mjerenju ionizirajućeg zračenja i najmanje i osam različitih mjernih jedinica u kojima se ta mjerenja mogu izraziti. Uređaji za mjerenje radioaktivnosti rade na principu mjerenja učinka ionizacije koje u njima proizvodi zračenje i dijele se na Geiger Mueller brojače, ionizacijske komore i osobne dozimetre koji služe za mjerenje osobnog ozračenja primljenog tijekom rada u polju zračenja od nekog izvora.

Aktivnost izvora zračenja može se izraziti u broju raspada po sekundi, kirijima ili bekerelima.

Zračenje kojem je neki objekt izložen izražava se u rendgenima. Mjerne jedinice koje se koriste za izražavanje zračenja koje je neki objekt apsorbirao su Gray i Rad. Mjerne jedinice kojima se izražava doza su Sivert i Rem. Potonje jedinice vatrogascima su bitne i potrebne jer se njima mjere doze radijacije na detektorima radijacije i osobnim dozimetrima.

Gray (Gy) i Sievert (Sv) su SI zamjene za Rad i Rem, respektivno. Gray se definira kao 1 J apsorbiranog zračenja po kilogramu materijala ($100 \text{ rad} = 1 \text{ Gy}$).

Sievert je mjerna jedinica za dozni ekvivalent ($\text{Sv} = \text{J} / \text{kg}$).

Granice doza

U skladu s gore iznesenim, određene su granice doze za djelatnike. Efektivna doza je ograničena na 100 mSv u pet uzastopnih godina, s time da u ni jednoj godini primljena doza ne smije prekoračiti 50 mSv. Godišnja granica ekvivalentne doze za očne leće iznosi 150 mSv a za podlaktice, šake, stopala i kožu iznosi 500 mSv. Petogodišnja granica ekvivalentne doze za ostale dijelove tijela iznosi 1000 mSv.

Godišnje razdoblje definirano je Zakonskim propisima koji reguliraju zaštitu od ionizirajućeg zračenja, a u skladu s načelom ograničenja i optimalizacije, to što su vrijednosti iznad propisanih granica striktno nedozvoljene ne znači da su sve vrijednosti ispod graničnih prihvatljive. Propisane granice doza služe nam kao uvjeti za proceduru optimalizacije. Granice doza samo su dio sustava zaštite kojemu je osnovni cilj smanjiti razinu doza onoliko nisko koliko je to razumski moguće postići, uvažavajući ekonomske i socijalne čimbenike.

Osposobljavanje i uvježbavanje

Svaki od sudionika sustava pripravnosti prema Državnom Planu odgovoran je za osposobljavanje i uvježbavanje svojih radnika, odnosno svojih stručnih grupa uključenih u provedbu odgovarajućih zadataka iz Državnog plana i programa zaštite od ionizirajućih zračenja.

Vatrogasci u Republici Hrvatskoj većinom koriste uređaje koji mjere ionizacijsko zračenje: Automess 6150 AD (1,2,3,4,5 ili 6), osobni dozimetri Graetz ED 150 i Automess – Alados.