

### Osnovne dozimetrijske veličine prema ICRP Publikacijama

Na drugom kongresu radiologa 1928. formirana je Međunarodna komisija za zaštitu od zračenja ICRP (International Commission on Radiological Protection), koja postoji i danas.

Pored ICRP, postoje međunarodna tela i organizacije koje se bave određenim aspektima radijacione fizike.

IAEA (International Atomic Energy Agency) specijalna agencija Ujedinjenih nacija, osnovana 1956, sa sedištem u Beču, sa ciljem podsticanja miroljubivog korišćenja atomske energije i dr.

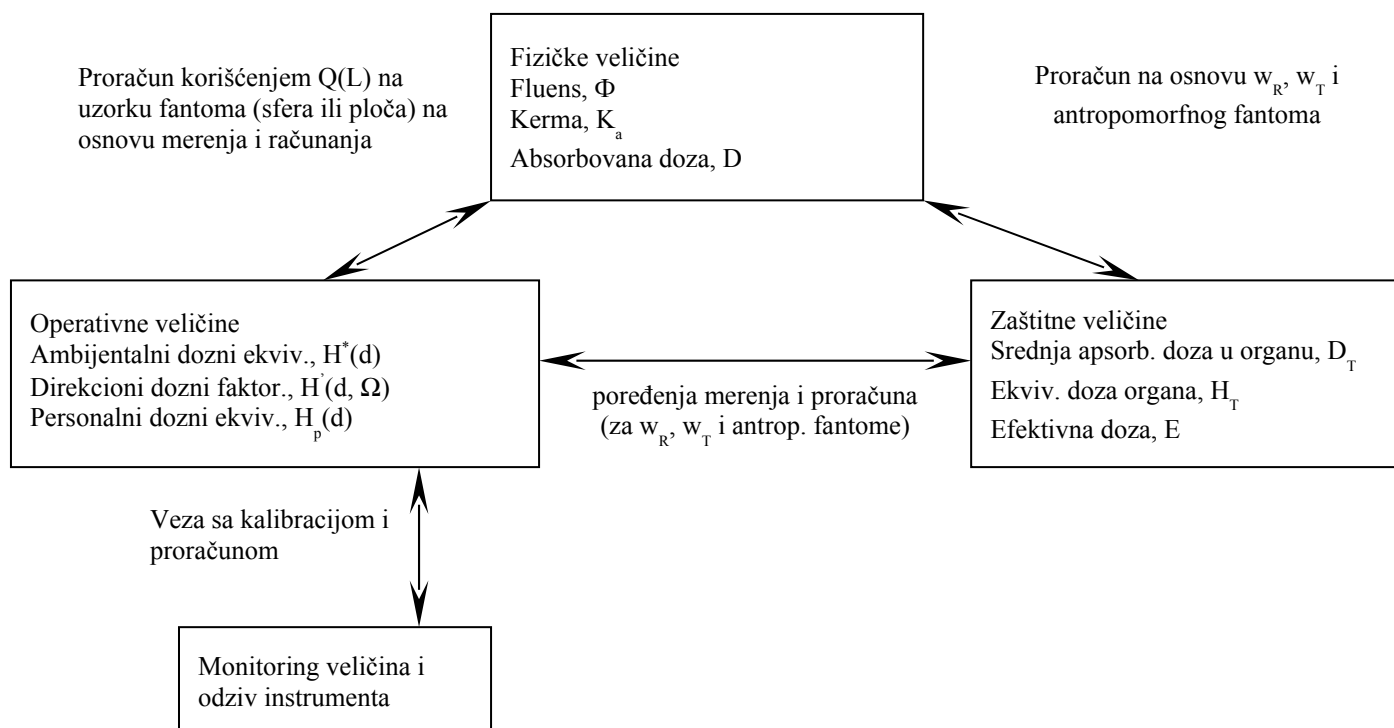
ICRU (International Commission on Radiological Units and measurements).

ICRP je 1990. godine preporučila nove osnovne pristupe u zaštiti od zračenja koje su objavljene u Publikaciji br.60 (ICRP60, 1991). Ove preporuke zamenjuju one iz ICRP26 (1977) i predstavljaju znatno odstupanje u odnosu na stare. Radikalne izmene su učinjene u definisanju težinskih faktora. ICRP 26 koristi *faktor kvaliteta* zračenja  $Q$ , da bi se uračunale razlike u vrsti zračenja. ICRU je koristio (i još uvek koristi) faktor kvaliteta u definisanju operativnih veličina. Suprotno preporuci ICRP26, ICRP60 uvodi *radijacione težinske faktore*,  $w_R$ , za definisanje veličina u zaštiti od zračenja. U Publikaciji ICRP74 (ICRP, 1996) preporučena je sistem veličina u zaštiti od spoljašnjih zračenja.

Za određivanje distribucije apsorbirane doze (i veličina koje se odnose na dozu) izvršena su značajna unapredjenja u matematičkim modelima, računskim programima i fizičkim bazama podataka (na osnovu pregleda podataka ICRP51, 1987). Postoji potreba da se povežu parametri polja zračenja i uslovi ozračivanja sa apsorbiranom dozom u organima ljudskog tela. U radiološkoj zaštiti definisane su: *zaštitne* veličine koje je definisao ICRP i *operativne* veličine koje je definisao ICRU. Zaštitne veličine su se razvile iz koncepta doznog ekvivalenta do poslednje preporučene veličine, efektivne doze. Operativne veličine su se razvile od maksimuma doznog ekvivalenta (MADE) preko dozno ekvivalentnih indeksa do ambijentalnih, direkcionalnih i personalnih doznih ekvivalenata.

Najnoviji skup zaštitnih veličina predstavljaju: apsorbirana doza u organu ili tkivu  $D_T$ , ekvivalentna doza u organu  $H_T$ , i efektivna doza  $E$ . Ove veličine nisu direktno merljive, ali se mogu izračunati ako su uslovi ozračivanja poznati. ICRU je definisao skup operativnih veličina za oblast (areal) i individualni monitoring.

Odgovarajuće veličine za monitoring oblasti su: ambijentalni dozni ekvivalent,  $H^*(d)$ , i direkcionni (upravljeni) dozni ekvivalent  $H'(d, \Omega)$ . Odgovarajuća operativna veličina za individualni monitoring je lični dozni ekvivalent  $H_p(d)$ . Razvoj zaštitnih i operativnih veličina doveo je do sistema korelisanih veličina, koji je prikazan na sl. D1. 1.



Slika D1.1. Veza izmedju veličina u radiološkoj zaštiti (ICRP74, 1996)

Zaštitne i operativne veličine su povezane sa fizičkim veličinama kao što su: *fluens*  $\Phi$ ; *Kerma u vazduhu*  $K_a$ ; i *apsorbovana doza*,  $D$  (ICRU, 1980, 1993). Konverzioni koeficijenti koji povezuju operativne i zaštitne veličine sa fizičkim veličinama dobijaju se korišćenjem računarskih programa i odgovarajućih matematičkih modela. Ti odnosi su prikazani u formi tabela u kojima konverzioni koeficijenti  $E/\Phi$ ,  $H/\Phi$ ,  $E/K_a$ , i  $H/K_a$  povezuju zaštitne i operativne veličine sa fizičkim veličinama.

**Fluens,  $\Phi$** , čestica u nekoj tački prostora je količnik broja čestica koje padaju na malu sferu oko te tačke i površine poprečnog preseka te sfere:

$$\Phi = \frac{dN}{dS} \quad (D1.1)$$

**Kerma,  $K_a$**  (Kinetic Energy Realised in Material) se definiše izrazom:

$$K = \frac{dE_k}{dm} \quad (D1.2)$$

gde je  $dE_k$ , suma početnih kinetičkih energija svih naelektrisanih čestica koje u procesu interakcije proizvede nenaelektrisano jonizujuće zračenje u elementu mase  $dm$  (Sabol and Weng, 1995). Merna jedinica je Grey (Gy): 1 Gy=1J/kg.

**Apsorbovana doza** je srednja energija koju jonizujuće zračenje preda materiji mase  $dm$ , podeljena sa masom tog elementa:

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (D1.3)$$

Merna jedinica je Grey (Gy): 1 Gy=1J/kg.

### D1. 1. Osnovne veličine u zaštiti od zračenja

**Zaštitne veličine** su uvedene za potrebe radiološke zaštite prema preporukama ICRP (ICRP60, 1991; ICRP74, 1996). U ovu grupu veličina spadaju: srednja apsorbovana doza u organu, ekvivalentna doza u organu ili tkivu i efektivna doza.

**Srednja apsorbovana doza u organu ili tkivu**,  $D_T$  je data kao:

$$D_T = \frac{1}{m_T} \int_{m_T} D dm = \frac{1}{m_T} \int \frac{dE}{dm} dm \quad (D1.4)$$

gde je  $m_T$  masa tkiva ili organa, i  $D$  je raspodela apsorbovane doze po organu ili tkivu. Definiše se kao apsorbovana doza jonizujućeg zračenja u sredini čija je masa 1 kg, a kojoj je jonizujućim zračenjem stalne gustine energetskog fluksa uneta energija od 1 J. Jedinica je Grey: 1Gy=1 J/kg.

U tkivu ili organu, T, koji su ozračeni u mešovitom radijacionom polju koje se sastoji od više vrsta zračenja sa različitim vrednostima radijacionog težinskog faktora,  $w_R$ , apsorbovana doza od pojedinih vrsta zračenja se množi odgovarajućim  $w_R$ .

**Ekvivalentna doza u tkivu** se definiše kao:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R} \quad (D1.5)$$

gde su:  $D_{T,R}$  srednja apsorbovana doza u organu ili tkivu T usled jonizujućeg zračenja kvaliteta R;  $w_R$  je radijacioni težinski faktor čije su vrednosti date u Tabeli D1.1. Ekvivalentna doza uzima u obzir biološke efekte po jedinici doze. Merna jedinica je Sivert (Sv): 1 Sv=1J/kg.

Tabela D1. 1. Radijacioni težinski faktori za pojedine vrste zračenja (ICRP 60, 1991)

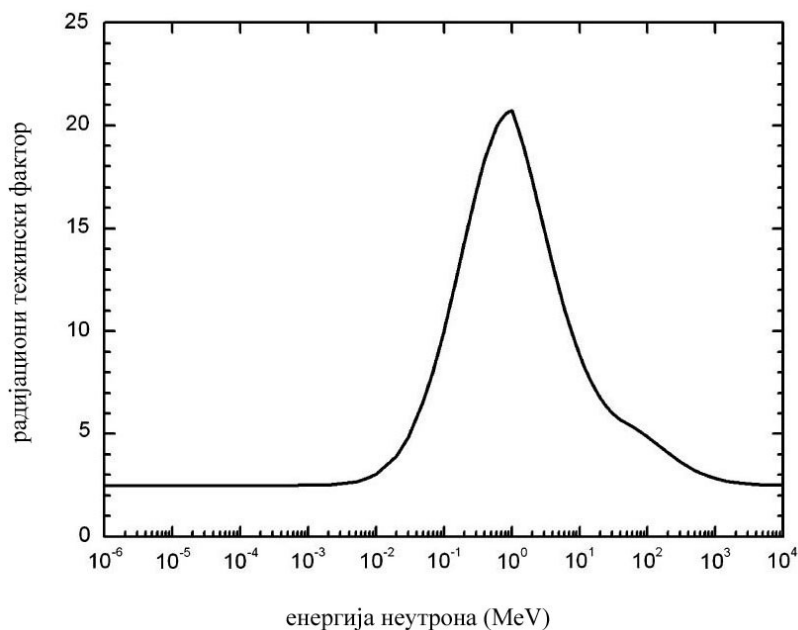
Vrsta i energija zračenja	Radijacioni težinski faktor, $w_R$
Fotoni svih energija	1
Elektroni svih energija	1
Neutroni energije < 10 keV	5
od 10 do 100 keV	10
od 0.1 do 2 MeV	20
od 2 do 20 MeV	10
Neutroni energije veće od 20 MeV	5
Protoni energije > od 2 MeV	5
$\alpha$ čestice, fisioni fragmenti, teški nukleoni	20

Radijacioni težinski faktori za pojedine vrste zračenja (ICRP 103, 2007)

<b>Protoni i <math>\pi</math> mezoni</b>	<b>2</b>
<b>Neutroni</b>	<b>kontinuirana kriva</b>

**Табела 2.1.** Радијациони тежински фактори појединих врста зрачења дати у ICRP публикацијама 60 (1991) [4] и 103 (2007) [7]

Врста и енергија зрачења	Радијациони тежински фактор, $w_R$	
	ICRP 60 (1991)	ICRP 103 (2007)
Фотони (свих енергија)	1	1
Електрони (свих енергија) и миони	1	1
Неутрони (енергије < 10 keV)	5	Непрекидна крива која зависи од енергије неутрона
Неутрони (енергије 10 - 100 keV)	10	
Неутрони (енергије 0,1 - 2 MeV)	20	
Неутрони (енергије 2 - 20 MeV)	10	
Неутрони (енергије > 20 MeV)	5	
Протони (енергије > 2 MeV) и наелектрисани миони	5	2
$\alpha$ честице, фисиони фрагменти, тешки нуклеони	20	20



**Слика 2.2.** Радијациони тежински фактор неутрона у зависности од енергије неутрона, дато у [7]

**Ефективна доза** је збир производа еквивалентне дозе,  $H_T$ , у tkivu или organu T и tkivnog тежинског фактора,  $w_T$ , по свим изложеним tkivima/organima тела. Дата је изразом:

$$E = \sum_T w_T H_T \quad (D1.6)$$

gde su:  $H_T$  ekvivalentna doza tkiva ili organa T, a  $w_T$  tkivni težinski faktori za tkivo ili organ T. Merna jedinica je Sivert (Sv): 1 Sv=1J/kg.

Prema ICRP60 (ICRP, 1991), ljudsko telo je definisano sa 12 "glavnih" organa i "ostatka" od 10 dodatnih organa. Preporučeni tkivni težinski faktori koji se primenjuju na celokupnu populaciju za ova tkiva ili organe dati su u Tabela D1.2. Glavni organi su: gonade, crvena koštana srž, debelo crevo, pluća, želudac, bešika, grudi, jednjak, jetra, tiroida, koža i površina kosti. U organe ostatka spadaju sledeći organi: adrenalne žlezde, mozak, gornji deo debelog creva, tanko crevo, bubrezi, mišići, pankreas, slezina, timus i uterus. Ova lista uključuje organe za koje je moguće selektivno ozračivanje, a osetljivi su na pojavu kancera. Ukoliko se kancer pojavi u drugim organima, biće naknadno uključeni u ostatak. Ukoliko neki organ iz ostatka primi veću ekvivalentnu dozu od glavnih organa, primeniće se težinski faktor 0.025 i težinski faktor 0.025 na srednju dozu preostalih organa ostatka. Kasnije je ICRP preradio svoje koncepte i u ostatak redukuje na 9 organa (ICRP 69, 1995). Gornji deo debelog creva je uklonjen sa liste ostatka organa i uključen u debelo crevo, kao glavni organ. U ICRP71 (ICRP, 1995) uključeni su i vazdušni putevi ostatku tela. Vrednost ekvivalentne doze u ostatku nije mnogo izmenjen ovim promenama i uticaj na efektivnu dozu je zanemarljiv.

Tabela D1.2. Tkivni težinski faktori ICRP60 (1991), ICRP26 (1977) i ICRP103 (2007)

Glavni organi ili tkiva	Tkivni težinski faktori, $w_T$			Organi ostatka ICRP 60
	ICRP 60	ICRP 26	ICRP103	
Gonade	0.20	0.25	0.08	
Crvena koštana srž	0.12	0.12		Adrenalne žlezde
Debelo crevo	0.12	-		Mozak
Pluća	0.12	0.12		Gornji deo debelog creva
Želudac	0.12	-	0.04	Tanko crevo
Bešika	0.05	-	0.12	Bubrezi
Grudi	0.05	0.15	0.04	Mišići
Jednjak	0.05	-	0.04	Pankreas
Jetra	0.05	-	0.04	Slezina
Tiroida	0.05	0.03		Timus
Koža	0.01	-		Uterus
Površina kosti	0.01	0.03		
Ostatak	0.05	0.30		

Орган	Тежински фактори
-------	------------------

	ICRP 26 (1977)	ICRP 60 (1991)	ICRP 103 (2007)
Коштана срж	0,12	0,12	0,12
Дебело црево	-	0,12	0,12
Плућа	0,12	0,12	0,12
Стомак	-	0,12	0,12
Бешика	-	0,05	0,04
Гонаде	0,25	0,20	0,08
Груди	0,15	0,05	0,12
Једњак	-	0,05	0,04
Јетра	-	0,05	0,04
Тироидна жлезда	0,03	0,05	0,04
Кожа	-	0,01	0,01
Покосница	0,03	0,01	0,01
Мозак	-	-	0,01
Пљувачне жлезде	-	-	0,01
Остало	0,30	0,05	0,12
УКУПНО	1,00	1,00	1,00

**Табела 2.2.** Тежински фактори различитих ткива или органа на основу ICRP публикација 26 (1977), 60 (1991) и 103 (2007)

На основу најновије ICRP публикације 103 људско тело се састоји од петнаест главних органа и четрнаест органа остатка, односно тринаест у зависности од пола. Мозак и пљувачне жлезде сврстани су у основне органе због повећаног броја малигнитета ових органа, док су у органе остатка придодати лимфни чворови, срце и простата. У ову листу укључени су органи за које је могуће селективно озрачивање, а осетљиви су на појаву канцера. Уколико се канцер појави у другим органима, они ће бити накнадно укључени у остатак.

**Efektivna doza** се рачуна коришћењем података за еквивалентну дозу органа за мушке и женске моделе (ICRP74, 1996), применjujući sledeću формулу:

$$E = w_{\text{grudi}} H_{\text{grudi}} + \sum_{T \neq \text{grudi}} w_T \frac{H_{T,m} + H_{T,\text{z}}}{2} \quad (\text{D1.7})$$

gde simboli u jednačini (D1.7) imaju sledeće značenje:  $w_T$  su tkivni težinski faktori, dok su  $H_{T,m}$  i  $H_{T,\text{z}}$  ekvivalentne doze glavnih organa za muški i ženski model (izuzev grudi). U onim slučajevima gde publikovani podaci ne daju odvojene informacije za muške i ženske modele koristi se jednačina (D1.6).

**Operativne veličine** su definisane u (ICRU, 1992, 1993) i povezane su sa ICRP zaštitnim veličinama. Ove veličine su nastale na osnovu preporuka u ICRP26 (ICRP, 1977). Operativne veličine za monitoring oblasti su: ambijentalni dozni ekvivalent,  $H^*(d)$ , i direkcioni dozni ekvivalent,  $H'(d, \Omega)$ . Operativna veličina za individualni monitoring je lični dozni ekvivalent,  $H_p(d)$ .

**Dozni ekvivalent**,  $H$ , u tački je dat kao:

$$H = \int_L Q(L) \frac{dD}{dL} dL \quad (\text{D1.8})$$

gde je  $Q(L)$  faktor kvaliteta za čestice sa linearnim prenosom energije,  $L$ , i  $dD/dL$ , je apsorbovana doza u intervalu između linearnog prenosa energije,  $L$  i  $L+dL$ .

ICRU je uveo koncepte proširenog i usmerenog radijacionog polja. Prošireno radijaciono polje je definisano kao hipotetično polje gde fluens i njegova ugaona i energetska raspodela imaju iste vrednosti preko zapremine od interesa kao i u stvarnom polju u referentnoj tački. Prošireno i usmereno radijaciono polje je hipotetično polje gde su fluens i energetska raspodela iste kao u proširenom polju, ali je fluens jednosmeran.

**Ambijentalni dozni ekvivalent**,  $H^*(d)$ , u tački radijacionog polja je dozni ekvivalent koji bi bio proizveden u odgovarajućem polju u ICRU sferi na dubini  $d$ , na radijusu suprotnom od pravca usmerenja polja. Preporučena vrednost  $d$  je 10 mm za prodorno zračenje i 0.07 mm za slabo prodorno zračenje.

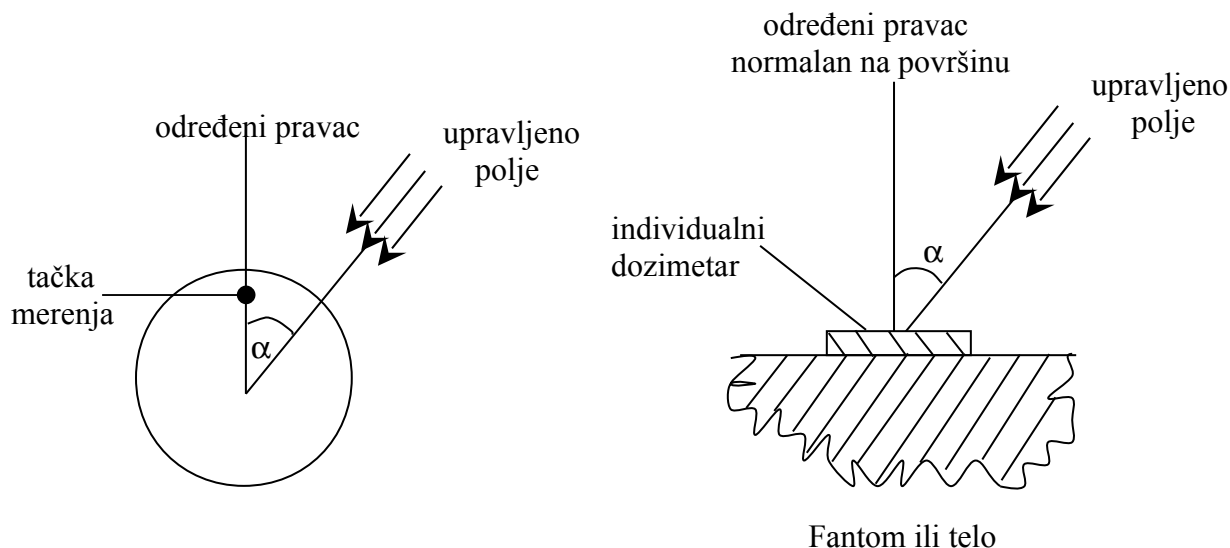
**Usmereni dozni ekvivalent**,  $H'(d, \Omega)$ , u tački radijacionog polja je dozni ekvivalent koji bi bio proizveden sa odgovarajućim proširenim poljem u ICRU sferi dubine  $d$ , na radijusu u određenom pravcu,  $\Omega$ . Informacija o usmerenom doznom ekvivalentu trebalo bi da sadrži specifikaciju referentne dubine. Ovaj referentni sistem može često da bude povezan sa radijacionim poljem. U posebnom slučaju usmerenog polja, pravac se određuje preko ugla  $\alpha$ ,



između radijusa suprotnog incidentnom polju i specificiranog radijusa (Slika D1.2). Kada je  $\alpha=0^\circ$ , veličina  $H'(d, 0^\circ)$  se piše kao  $H'(d)$  i jednaka je sa  $H^*(d)$ .

Umesto dve veličine (lični dubinski dozni ekvivalent i lični površinski dozni ekvivalent) koje su definisane u ICRU39 (ICRU, 1985), u ICRU51 (ICRU, 1993) preporučena je veličina, **nazvana personalni (lični) dozni ekvivalent,  $H_p(d)$** .

**Lični dozni ekvivalent** je definisan u ljudskom telu, tako da zbog rasejanja i interakcije zračenja u telu (koji zavisi od materijalne kompozicije i geometrije),  $H_p(d)$  može da varira između individua i između lokacija za datu individuu. Neophodno da se odabere tačna lokacija na ljudskom telu u cilju računanja konverzionih koeficijenata. Poželjno je određivanje fantoma različitih delova tela za olakšavanje računanja i kalibracije dozimetara. Mogućnost da se interpretira očitavanje dozimetara (nošenih na ljudskom telu) preko pojmova zaštitnih veličina od najvećeg interesa je za monitoring spoljašnjeg očitavanja. Za kalibracije dozimetara fantomi su određeni kao surogati za ljudski torzo. Ovi pojednostavljeni fantomi zamene za tkiva su ICRU - ekvivalentna sfera radijusa 30 cm i ICRU ploče dimenzija 30 cm  $\times$  30 cm  $\times$  15 cm (ICRU47, 1992).



Slika D1.2. Definicija ugla  $\alpha$  za  $H'(d, \alpha)$  i  $H_p(d, \alpha)$  (ICRP74, 1996)

Dok proračuni u ljudskom telu za različite geometrije i energije ozračivanja ne postanu pristupačni, nije moguće oceniti tačno kako računanje koeficijenata u ploči ili sferi

fantoma replicira personalni dozni ekvivalent, ali se pretpostavlja da su greške male. Opšti zaključak o odnosu između  $H_p(d)$  i  $E$  može da se izvede iz raspoloživih podataka doza u organima fantoma. Poređenje se vrši preko srednjih doza u malim organima smeštenim blizu površine tela. Praktična realizacija personalnog doznog ekvivalenta zahteva odgovor na pogodnoj metrološkoj proceduri.

## D1. 2. Težinski faktori

U proračunu zaštitnih i operativnih veličina raspodela apsorbovane doze se "utežnjava" da bi se uračunala biološka efektivnost (ICRP60, 1991). U ICRP26 preporučeno je isti metod utežnjavanja za zaštitne i operativne veličine na osnovu faktora kvaliteta,  $Q$ , koji je bio određen iz  $Q(L) - L$  relacije.

ICRP preporučuje radijacione težinske faktore,  $w_R$ , za zaštitne veličine dok metod preporučeno od ICRU za operativne veličine ostaje nepromenjen (mada su specifične promene napravljene u  $Q(L) - L$  relaciji. Novi radijacioni težinski faktor se primenjuje se na srednju apsorbovanu dozu u organu ili tkivu od interesa. Faktor kvaliteta se još uvek odnosi na apsorbovanu dozu u tački interakcije.

ICRP je definisao radijacione težinske faktore,  $w_R$ , za zaštitne veličine pri čemu se apsorbovana doza u organu množi da bi se uračunala relativna štetnost različitih tipova zračenja. Numeričke vrednosti,  $w_R$ , su specificirane za vrstu i energiju zračenja, ali ne za sva, i date su u Tabeli D1.1. Za zračenja i energije koje nisu sadržane u ovoj tabeli,  $w_R$  se može aproksimirati računanjem  $\bar{Q}$  na dubini 10 mm u ICRU sferi relacijom:

$$\bar{Q} = \frac{1}{D} \int Q(L)D(L)dL \quad (D1.9)$$

gde je  $D(L)dL$  apsorbovana doza na 10 mm između linearnog prenosa energije,  $L$  i  $L+dL$ ; i  $Q(L)$  je faktor kvaliteta od  $L$  na 10 mm. Izraz (D1.9) može se zameniti:

$$\bar{Q} = \frac{1}{D} \int Q(L) \frac{dD}{dL} dL \quad (D1.10)$$

Razlika između  $\bar{Q}$  i  $w_R$  je ta što je  $\bar{Q}$  direktna funkcija od  $L$ , a težinski faktor  $w_R$  je povezan sa relativnom biološkom efektivnošću (RBE) i samo je indirektno povezan sa  $L$ .

Operativne veličine su definisane u tački tkiva ili fantoma preko faktora kvaliteta Q, i apsorbovane doze, D. Faktor kvaliteta, koji se primenjuje na apsorbovanu dozu od nataloženih naelektrisanih čestica dobijen je pretpostavljajući da je zaustavna moć u vodi numerički jednaka L u odgovarajućoj Q(L)-L relaciji.

Faktor kvaliteta zavisi od linearnog prenosa, L, u vodi. Numerička veza između Q(L) može se prikazati preko 3 jednačine (ICRP60, 1991):

$$\begin{aligned} Q(L) &= 1 \quad (L < 10 \text{ keV} / \mu\text{m}) \\ Q(L) &= 0.32 L - 2.2 \quad (10 \leq L \leq 100 \text{ keV} / \mu\text{m}) \\ Q(L) &= 300 / \sqrt{L} \quad (L > 100 \text{ keV} / \mu\text{m}) \end{aligned} \quad (\text{D1.11})$$

### D1. 3. Veličine uvedene za potrebe zaštite od zračenja

Na osnovu Pravilnika o granicama izlaganja jonizujućim zračenjima za potrebe Zakona o jonizujućim zračenjima u našoj državi (Sl. List, 1998) definisane su još neke veličine u zaštiti od zračenja na osnovu preporuka ICRP60 (ICRP, 1991), pored već razmatranih veličina.

**Lična dubinska ekvivalentna doza  $H_p(10)$ :** ekvivalentna doza u mekom tkivu na dubini od 10 mm ispod određene tačke u telu. Reprezentativna je za efektivnu dozu E ukoliko nije iznad propisanih granica.

**Lična površinska ekvivalentna doza  $H_p(0.07)$ :** ekvivalentna doza u mekom tkivu na dubini od 0.07 mm ispod određene tačke u telu. Reprezentativna je za kožnu dozu ukoliko nije iznad propisanih granica.

**Ambijentalna ekvivalentna doza  $H^*(10)$ :** ekvivalentna doza u tački polja zračenja u ICRU sferi na dubini 10 mm.

Kao izvedene veličine definišu se vezana ekvivalentna doza i kolektivna efektivna doza.

**Vezana ekvivalentna doza  $E_{50}$ :** efektivna doza akumulirana u ljudskom telu u periodu od 50 godina posle apsorbovanja radionuklida (posle jednokratnog unošenja radioaktivnog materijala).

**Kolektivna efektivna doza S:** ukupna doza zračenja kojoj je izložena populacija. Definiše se kao:

$$S = \sum_i E_i N_i \quad (\text{D1.12})$$

gde su:  $E_i$  srednja efektivna doza u  $i$ -toj populaciji, a  $N_i$  broj pojedinaca u  $i$ -toj podgrupi. Merna jedinica je: čovek·Sivert (man·Sv).

## KONCEPTUALNI OKVIRI ZAŠTITE OD ZRAČENJA

### Principi zaštite od zračenja

Biološki efekti zračenja mogu se podeliti u dve široke kategorije: nestohastički i stohastički efekti.

**Nestohastičke efekte** karakterišu tri karakteristike:

-postoji **PRAG** doze (minimalna doza ispod koje se efekat ne pojavljuje;

-veličina efekta raste sa porastom doze iznad praga

-postoji jasna kauzalna (posledična) veza između zapaženog efekta i štetnog agensa. (primer: piće-pijanac). Za ovakve efekte može se uspostaviti relacija doza-efekat.

**Stohastički efekti**-se događaju slučajno. Događaju se i među nezračenom i ozračenom populacijom. Ne može se uspostaviti jasna jednoznačna veza između ozračivanja i efekta. Glavni stohastički efekti pri ozračivanju su kancer i genetski efekti. Kod ovih efekata verovatnoća efekta raste sa porastom doze (a ne samo jačina efekta). Ovi efekti nemaju prag i čak i najmanja doza može da izazove štetan efekat.

**Filozofija zaštite od zračenja**- sveukupan pristup zaštiti od zračenja. Uopšte, postoji trend smanjivanja maksimalno dozvoljene doze.

Neke ljudske aktivnosti povećavaju sveukupno izlaganje zračenju-te aktivnosti nazivamo **delatnosti**. Druge aktivnosti utiču na smanjenje izlaganja zračenju-te aktivnosti nazivamo **intervencije**.

Poseban sistem je zaštite pri delatnostima, a poseban pri intervencijama.

Sistem zaštite pri delatnostima je zasnovan na sledeća **tri principa**:

#### 1.) OPRAVDANOST DELATNOSTI

#### 2.) OPTIMIZACIJA ZAŠTITE

#### 3.) GRANICE DOZA I RIZIKA ZA POJEDINCE

1. Pod opravdanošću delatnosti podrazumeva se, da svaka delatnost mora da daje pozitivnu neto korist. Primenjuje se takozvana **cena-korist** analiza.
2. Pod optimizacijom zaštite podrazumeva se tzv. **ALARA** princip, koji glasi: sve doze treba držati onoliko nisko koliko je to razumno moguće postići, uzimajući u obzir

ekonomske, socijalne i dr. faktore (all exposure shall be kept as low as reasonable achievably).

3. Postoje propisane granicne doze za pojedince koji rade sa izvorima zračenja, i stanovništvo.

Sistem zaštite pri intervencijama. U ovom slučaju sistem zaštite je zasnovan na sledećim principama:

- a) opravdanost intervencije
- b) optimizacija intervencije.

## **KATEGORIJE IZLAGANJA**

Komisija predlaže 3 kategorije izlaganja: To su:

- a) **Profesionalno izlaganje**- izlaganje koje je rezultat rada i pri radu
- b) **Medicinsko izlaganje**-izlaganje pri dijagnostikovanju i terapiji
- c) **Izlaganje stanovništva**-

- a) kontrola profesionalnog izlaganja. Komisija predlaže granicu za efektivnu dozu od **20mSv** godišnje za zaposlena lica, usrednjeno za pet godina, pri čemu maksimalna efektivna doza u jednoj godini ne sme da predje vrednost od **50 mSv**.

Komisija predlaže godišnju ekvivalentnu dozu u očnim sočivima do 150 mSv, a za kožu šake i stopala 500 mSv. Za žene granice su iste kao i za muškarce, sem za trudnice.

Kontrola izlaganja stanovništva –se postiže kontrolom izvora, radije nego kontrolom okoline. Komisija predlaže za stanovništvo **1 mSv** godišnje (ranije je ta vrednost iznosila 5 mSv) –prema najnovijim preporukama iz 2007. godine.

## **Reference**

ICRP 103. International Commission on Radiological Protection. Anex B. Quantities used in radiological protection. Oxford: Pergamon Press; Vol 37, 247-322, 2007.