

## CAPITOLUL 1

### Prevederi generale

**Art. 1.** – (1) Scopul prezentelor norme este de a stabili cerințele specifice referitoare la evaluarea expunerii profesionale la radiații ionizante, de a specifica responsabilitățile întreprinderii, ale serviciului de dozimetrie individuală și ale altor părți interesate în ceea ce privește procesul de monitorizare dozimetrică individuală precum și cerințele tehnice referitoare la sistemele de dozimetrie individuală, criteriile de performanță stabilite pentru serviciile de dozimetrie individuală și cerințele privind recunoașterea serviciilor de dozimetrie prin desemnare ca organisme notificate pentru domeniul nuclear.

(2) Suplimentar, normele includ cerințe privind monitorizarea radiologică individuală a lucrătorilor expuși la radon.

(3) Prezentele norme detaliază cerințele specificate la art. 19, art. 66 și art. 103 - 117 din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică.

**Art. 2.** – Termenii, expresiile specifice precum și abrevierile utilizate în prezentele norme sunt definite în Anexa 1.

### Autoritatea de reglementare

**Art. 3.** – (1) Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN) autorizează sistemele de dozimetrie individuală și eliberează certificate de desemnare pentru serviciile de dozimetrie individuală și serviciile de înregistrare a dozelor, în conformitate cu prevederile Normelor de desemnare a organismelor notificate pentru domeniul nuclear.

(2) CNCAN controlează activitatea serviciilor de dozimetrie individuală și a serviciilor de înregistrare a dozelor.

(3) CNCAN aprobă decizia aplicării programului de monitorizare radiologică individuală a lucrătorilor expuși la radon.

## CAPITOLUL 2

### Cerințe generale

#### Părțile implicate în monitorizarea și evaluarea expunerii

**Art. 4.** – (1) Principalele părți responsabile pentru protecția și securitatea radiologică sunt specificate în art. 103 - 119 din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică.

(2) Părțile cu responsabilități privind expunerea lucrătorilor la radiații ionizante sunt:

- a) întreprinderea (ca angajator sau ca titular de autorizație ori de certificat de înregistrare), care deține responsabilitatea principală pentru protecția și securitatea radiologică; această responsabilitate nu poate fi delegată;
- b) serviciile de dozimetrie individuală, responsabile pentru evaluarea expunerii profesionale la radiații ionizante;

- c) serviciile de înregistrare a dozelor, responsabile pentru păstrarea acestor înregistrări în numele întreprinderii; realizarea și păstrarea acestor înregistrări pot fi făcute de către un serviciu independent sau de către serviciul de dozimetrie individuală;
- d) lucrătorii, în ceea ce privește expunerea profesională la radiații ionizante;
- e) expertul în protecție radiologică sau oricare altă parte implicată căreia i-au fost atribuite anumite responsabilități de către partea care deține responsabilitatea principală;
- f) serviciile de medicină a muncii.

**Art. 5.** – Întreprinderea este responsabilă pentru:

- a) asigurarea condițiilor pentru evaluarea expunerii profesionale a lucrătorilor, pe baza monitorizării individuale acolo unde aceasta este adecvată, și numai prin contractarea unor furnizori de servicii de dozimetrie individuală recunoscute de CNCAN, care au implementat un sistem de management al calității conform cu cerințele standardelor internaționale aplicabile;
- b) evaluarea expunerii profesionale pentru fiecare lucrător care își desfășoară activitatea curentă într-o zonă controlată și astfel ar putea primi o doză semnificativă. În cazurile în care monitorizarea individuală a lucrătorilor este inadecvată sau nu este posibilă, expunerea profesională va fi evaluată pe baza rezultatelor supravegherii radiologice a locului de muncă și a informațiilor referitoare la durata și localizarea expunerilor lucrătorilor (lucrători de categorie A);
- c) evaluarea expunerii profesionale pentru fiecare lucrător care își desfășoară activitatea curentă într-o zonă supravegheată sau care intră doar ocazional într-o zonă controlată. Expunerea profesională va fi evaluată pe baza rezultatelor supravegherii radiologice a locului de muncă ori pe baza monitorizării individuale, după cum este corespunzător (lucrători de categorie B);
- d) identificarea lucrătorilor care ar putea fi expuși profesional prin contaminare radioactivă, inclusiv a celor care utilizează echipament individual de protecție a **căilor respiratorii**. Întreprinderea trebuie să le asigure acestora monitorizarea adecvată și suficientă pentru a demonstra eficiența măsurilor de protecție și securitate radiologică luate, precum și pentru evaluarea dozelor din expunerea externă, a încorporărilor de radionuclizi și a dozelor angajate **corespunzătoare**;
- e) asigurarea înregistrării și păstrării datelor referitoare la expunerea profesională a fiecărui lucrător pentru care se impune evaluarea acestei expuneri. Cerințele privind înregistrarea și păstrarea acestor date pot fi îndeplinite, în numele întreprinderii, de către un serviciu de înregistrare a dozelor **desemnat** de CNCAN;
- f) păstrarea înregistrărilor datelor referitoare la expunerea profesională a fiecărui lucrător, atât pe perioada cât activează ca lucrător cât și după aceasta, cel puțin până atinge vârsta de 75 de ani, dar nu mai puțin de 30 de ani după încetarea activității ca lucrător expus profesional;
- g) asigurarea accesului la înregistrările expunerii profesionale și pentru celelate părți interesate, conform prevederilor art. 22 din prezentele norme;
- h) asigurarea de înțelegeri/ acorduri, etc după caz, privind păstrarea înregistrărilor referitoare la expunerea profesională a lucrătorilor, încheiate cu serviciul de înregistrare a dozelor, după caz, dacă întreprinderea încetează derularea unor activități care implică expunerea profesională.

**Art. 6.** – (1) Responsabilitățile serviciului de dozimetrie individuală includ cel puțin următoarele:

- a) să asigure dozimetre individuale de tip integrator pentru toți lucrătorii monitorizați
- b) să măsoare și să evalueze dozele primite de lucrători, din expunerea externă sau din expunerea internă și să furnizeze informațiile relevante asociate cu aceste doze;
- c) să îndeplinească cerințele privind criteriile de performanță specificate în Anexa 9 și să asigure un grad rezonabil de acuratețe evaluărilor de doză pentru care a primit **desemnarea**;
- d) să asigure o înaltă credibilitate;
- e) să implementeze un sistem de management al calității conform cu cerințele standardului ISO/IEC 17025 și să demonstreze capacitatea și competența de a genera rezultate validate tehnic;

- f) să asigure trasabilitatea rezultatelor măsurărilor efectuate prin etalonarea sistemelor de dozimetrie individuală la etaloane naționale sau internaționale;
  - g) să participe la exerciții de intercomparare, astfel încât să demonstreze menținerea calibrării și a trasabilității măsurărilor, precum și faptul că sistemul de dozimetrie utilizat furnizează rezultate dozimetrice de încredere;
  - h) să angajeze personal cu calificare adecvată și experiență suficientă. Conducătorul serviciului de dozimetrie individuală și personalul cu responsabilități în evaluarea dozelor trebuie să posede calificarea și experiența necesare tipului de dozimetrie individuală pentru care serviciul este desemnat;
  - i) să utilizeze numai sisteme de dozimetrie testate, cu încercare de tip certificată conform standardelor aplicabile, să le mențină în performanțele testate și să le caracterizeze periodic;
  - j) să estimeze și să raporteze incertitudinile asociate cu rezultatele obținute;
  - k) să atribuie lucrătorului care utilizează dozimetrul individual o valoare noțională a dozei, în caz de pierdere sau deteriorare a acestui dozimetru, și să evedențieze această situație în înregistrările de doză;
  - l) să înregistreze valoarea reevaluată, raportată de către un expert în protecție radiologică, înlocuind valoarea noțională atribuită dozei în caz de pierdere sau deteriorare a dozimetrului utilizat, ori atunci când doza raportată utilizând dozimetrul a fost reevaluată teoretic de către expert.
- (2) Acționând în conformitate cu Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului, privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și privind libera circulație a acestor date, serviciul de dozimetrie individuală are următoarele obligații:
- a) să comunice rezultatele evaluărilor de rutină ale dozelor către întreprindere, către serviciul de înregistrare a dozelor, atunci când este necesar, precum și către Registrul Național de Doze;
  - b) să asigure în mod adecvat transferul datelor către serviciul de înregistrare a dozelor și către Registrul Național de Doze;
  - c) să comunice de îndată întreprinderii, CNCAN și oricărei alte părți implicate, rezultatele evaluărilor de doză în situațiile de expunere de urgență.

**Art. 7.** – Responsabilitățile serviciului de înregistrare a dozelor includ cel puțin următoarele:

- a) acționând în conformitate cu Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului, să genereze și să păstreze cu acuratețe înregistrări de doză pentru lucrători, așa cum este prevăzut în art. 22 din prezentele norme și în conformitate cu criteriile de **desemnare** a serviciului de înregistrare a dozelor;
- b) să păstreze consistența câmpurilor de înregistrare a datelor pentru a permite reconstrucția istoricului dozelor primite de lucrătorul expus;
- c) să păstreze înregistrările expunerii profesionale pentru perioada specificată la art. 5 lit. f) din prezentele norme;
- d) să furnizeze copii ale înregistrărilor de doză, adecvate realizării extraselor și rezumatelor, după cum este necesar;
- e) să dețină capacitatea de a îmbina diferitele elemente ale informațiilor privind doza, provenind de la diferite servicii dozimetrice care contribuie la evaluarea dozei, astfel încât să le includă în valoarea înregistrată a dozei;
- f) să asigure acces la înregistrările expunerii profesionale lucrătorilor, persoanelor cu responsabilități din cadrul serviciului de medicina muncii, CNCAN și întreprinderii;
- g) să garanteze securitate pe termen lung acestor înregistrări;
- h) să trimită cu acuratețe informații din înregistrări persoanelor menționate la lit f) atunci când este necesar, într-un interval de timp de max. 3 zile lucrătoare de la data înregistrării cererii;
- i) în cazul angajărilor multiple ale aceleiași persoane, să se asigure că se generează o singură înregistrare de doză pentru acel lucrător, corespunzătoare dozei totale primite din angajările sale multiple la întreprinderile aflate în portofoliul serviciului de înregistrare a dozelor.
- j) să furnizeze înregistrările de doză ale unui lucrător pentru ultimii cinci ani, dacă un serviciu de dozimetrie individuală raportează o doză care depășește valoarea limită de doză prevăzută de Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică;

- k) să evalueze separat pentru fiecare loc de muncă înregistrările rezultate din expunerea externă (rezultatele dozimetrice ale expunerii întregului corp pentru fotoni și pentru neutroni, pentru expunerea cristalinului și pentru expunerea extremităților) și înregistrările rezultate din expunerea internă, după caz;
- l) să angajeze personal cu experiență relevantă pentru prelucrarea datelor personale și a rezultatelor dozimetrice; conducătorul serviciului de înregistrare a dozelor trebuie să posede calificarea adecvată și experiența necesară pentru coordonarea generării și păstrării înregistrărilor de doză;
- m) să implementeze un proces sistematic care să asigure acuratețea generării înregistrărilor și a recuperării lor atunci când este necesar, precum și conformitatea cu criteriile de desemnare a serviciului;
- n) să implementeze proceduri de asigurare a calității, pentru monitorizarea și menținerea performanțelor serviciului.

**Art. 8.** – Responsabilitățile lucrătorilor referitoare la expunerea profesională includ cel puțin următoarele:

- a) să îndeplinească toate cerințele referitoare la monitorizarea individuală aplicabile și procedurile specifice de protecție și securitate radiologică impuse de către întreprindere;
- b) să utilizeze corect **dozimetrele individuale** și echipamentul individual de protecție;
- c) să coopereze cu întreprinderea în asigurarea protecției și securității, cu serviciile de medicina muncii și cu serviciile de dozimetrie individuală;
- d) să aibă grijă de dozimetrul individual, să-l utilizeze corect și să-l returneze la intervale regulate întreprinderii, în vederea evaluării dozei;
- e) să aibă cunoștința de valorile dozelor primite și să coreleze rezultatele dozimetrice cu activitatea desfășurată, îndeosebi în situația în care lucrează la mai mulți angajatori și este monitorizat de mai multe servicii de dozimetrie individuală, pentru a evita depășirea limitelor de doză.

**Art. 9.** – Responsabilitățile expertului în protecție radiologică sau ale unei alte părți implicate căreia i-au fost atribuite responsabilități specifice în acest sens de către partea cu responsabilități principale includ cel puțin următoarele:

- a) să reevalueze doza efectivă și/sau dozele echivalente primite de către lucrători în cazurile în care serviciul de dozimetrie individuală, în urma supravegherii dozimetrice de rutină, a raportat doze care depășesc valorile limitelor de doză. **Dacă este cazul**, valoarea reevaluată a dozei se va înregistra în locul valorii rezultate din monitorizarea individuală de rutină;
- b) să reevalueze doza în cazul deteriorării sau pierderii dozimetrului individual utilizat; valoarea reevaluată a dozei trebuie să fie înregistrată în locul valorii dozei noționale atribuite lucrătorului care utilizează dozimetrul, în conformitate cu art. 22 din prezenta normă.
- c) să estimeze doza primită de lucrătorul expus în situațiile în care monitorizarea individuală nu este posibilă.

**Art. 10.** – Responsabilitățile serviciului de medicina muncii, suplimentare celor menționate în Norma privind cerințele de bază de securitate radiologică, includ:

- a) să păstreze înregistrările dozelor, așa cum sunt acestea furnizate de către întreprindere ori de către serviciile de dozimetrie, după caz;
- b) acționând în conformitate cu Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului, să stabilească înregistrări capabile să genereze informații utile în caz de: situații de expunere de urgență, boli profesionale, evaluarea statistică a influenței asupra bolii care ar putea fi relaționată cu condițiile de lucru, etc.

### **Dozimetria lucrătorilor expuși în situații de expunere planificată**

**Art. 11.** – (1) a) Dozele primite de către lucrătorii expuși, încadrați în categoria A trebuie să fie evaluate individual de către un serviciu de dozimetrie individuală cu certificat de desemnare valabil

eliberat de CNCAN.

b) Dozele specificate la lit a) trebuie să fie înregistrate și raportate conform prevederilor Anexei 2 a prezentelor norme.

(2) În anumite cazuri, pentru lucrătorii expuși încadrați în categoria B, CNCAN poate impune monitorizarea și evaluarea dozei în aceleași condiții ca și pentru lucrătorii expuși încadrați în categoria A.

(3) În cazurile în care măsurările **dozimetrelor** individuale nu sunt posibile ori sunt inadecvate, monitorizarea individuală se bazează pe estimare prin comparație cu măsurătorile făcute pentru alți lucrători expuși, ori pe rezultatele monitorizării radiologice a locului de muncă sau pe estimare prin metode de calcul aprobate de CNCAN. Astfel de doze trebuie să fie estimate de către un expert în protecție radiologică.

(4) Dacă lucrătorii efectuează lucrări cu o sursă de radiații care nu se află sub controlul angajatorului lor, întreprinderea responsabilă pentru această sursă trebuie să colaboreze cu angajatorul lucrătorilor pentru a asigura ca măsurile de protecție și securitate radiologică să fie cel puțin la fel de bune ca acelea luate pentru angajații întreprinderii responsabile pentru această sursă.

(5) Pentru a se asigura cooperarea între părți prevăzută la alin (4), întreprinderea responsabilă pentru sursa de radiații trebuie:

- a) să obțină de la angajator datele relevante privind expunerea profesională anterioară a lucrătorilor, însoțite de orice alte informații considerate necesare în acest sens;
- b) să pună la dispoziția angajatorului informații corespunzătoare privind expunerea lucrătorului, incluzând toate informațiile relevante în acest sens pe care le solicită angajatorul;
- c) să pună la dispoziție atât lucrătorului cât și angajatorului înregistrările relevante privind expunerea profesională.

(6) Lucrătoarea însărcinată trebuie să poarte la nivelul abdomenului un al doilea dozimetru individual (de tip pentru-întreg-corpul), în cazul în care câmpul de radiații este neuniform. Acest al doilea dozimetru dă indicații privind doza primită de făt.

(7) În scopul optimizării protecției radiologice cât și pe durata efectuării unor anumite lucrări, poate fi necesară utilizarea suplimentară de dozimetre cu citire directă (dozimetre individuale active), care să furnizeze estimări ale dozei cu o frecvență mai mare decât aceea realizată de serviciul dozimetric.

### **Dozimetria lucrătorilor în situații de expunere existentă**

**Art. 12.** – (1) În cazul lucrătorilor aflați în situații de expunere existentă prevăzute la art. 61 din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică, pentru care există riscul de a depăși nivelurile de referință stabilite conform prevederilor art. 63, 65, 66 și 69, situația de expunere este considerată situație de expunere planificată și întreprinderea trebuie să asigure protecția operațională a lucrătorilor expuși prin implementarea măsurilor de control și de monitorizare pentru diferitele zone și condiții de lucru, incluzând, acolo unde este necesar, monitorizarea individuală.

(2) CNCAN trebuie să stabilească dacă este necesară dozimetria individuală, în cooperare cu expertul în protecție radiologică angajat de către întreprindere.

(3) a) Expertul în protecție radiologică angajat de către întreprindere, în cooperare cu un serviciu de dozimetrie individuală cu certificat de desemnare valabil, în condițiile respectării art. 18 alin. 2, trebuie să stabilească metodele de efectuare a măsurărilor dozimetrice individuale;

b) Întreprinderea trebuie să obțină aprobarea scrisă a CNCAN pentru metodele specificate la lit. a).

## Dozimetra lucrătorilor în situații de urgență

**Art. 13.** – (1) Orice serviciu dozimetric cu certificat de desemnare pentru evaluarea dozelor prin măsurări de rutină trebuie să fie capabil să evalueze rapid și să raporteze doze, în urma producerii oricărei situații de expunere de urgență asociate cu urgențe nucleare sau radiologice, cum ar fi o urgență nucleară la o centrală nuclearelectrică, un accident de criticitate, un accident la o întreprindere de iradiere industrială sau o urgență radiologică implicând o sursă pierdută ori furată.

(2) Valoarea totală a dozei primite de lucrător în situația de urgență, rezultată din toate căile de expunere și incluzând și doza angajată prin încorporare, trebuie să fie înregistrată separat față de valorile dozelor primite în timpul lucrărilor de rutină, dar trebuie să fie prezentă pe înregistrările expunerii profesionale a lucrătorului.

(3) Dozimetrul individual utilizat în monitorizarea de rutină trebuie să fie ales astfel încât să poată furniza informații privind măsurarea  $H_p(10)$  la expunerea cu fotoni până la cel puțin 1 Sv.

(4) După producerea unui accident **se recomandă** obținerea de informații suplimentare privind expunerea accidentală, ca de ex. prin aplicarea tehnicilor dozimetriei retrospective unor eșantioane biologice prelevate de la persoane expuse, unor obiecte personale purtate de cei expuși sau altor obiecte aflate la locul accidentului.

(5) Evaluarea expunerilor în cazurile de intervenție la urgențe radiologice poate fi realizată:

- a) oficial, **doza totală incluzând dozele din activitatea de rutină și cea din expunerea de urgență**, de către servicii dozimetrice cu certificat de desemnare valabil;
- b) inițial, în mod operativ, de către organizații recunoscute de CNCAN, implicate în intervenția la urgențe radiologice.

### Mărimi dozimetrice

**Art. 14.** – (1) În cazul expunerii externe, mărimile utilizate în protecția radiologică, respectiv doza efectivă  $E$  și doza echivalentă  $H_T$  în țesutul sau organul  $T$ , se evaluează prin intermediul mărimilor operaționale  $H_p(10)$ ,  $H_p(0,07)$ ,  $H_p(3)$ .

(2) Mărimile operaționale utilizate pentru dozimetria individuală în cazul expunerii externe sunt:

- a) echivalentul de doză individual  $H_p(10)$ , pentru evaluarea dozei efective  $E$ ;
- b) echivalentul de doză individual  $H_p(0,07)$ , pentru evaluarea dozei echivalente la piele și la extremități;
- c) echivalentul de doză individual  $H_p(3)$ , pentru evaluarea dozei echivalente la cristalin.

(3) În cazul expunerii interne generate **prin încorporare** de radionuclizi prin inhalare și ingestie, mărimea utilizată în protecția radiologică este doza efectivă angajată,  $E(50)$ , calculată conform recomandărilor din Anexa 3.

(4) Doza efectivă totală se determină prin însumarea echivalentului de doză individual  $H_p(10)$ , corespunzător fiecărui tip de iradiere externă pe o anumită perioadă de monitorizare cu doza efectivă angajată,  $E(50)$ , corespunzătoare fiecărei încorporări din aceeași perioadă de monitorizare.

### Mărimi fizice

**Art. 15.** – (1) Mărimile fizice de bază utilizate sunt:

- a) fluența particulelor  $\Phi$ ;
- b) kerma în aer  $K_a$ ;
- c) doza absorbită  $D$ .

(2) Coeficienții de conversie a mărimilor fizice în mărimile operaționale corespunzătoare se obțin conform recomandărilor din Anexa 4.

### **Cerințe de asigurarea calității/ controlul calității (QA/QC)**

**Art. 16.** – (1) Serviciul de dozimetrie trebuie să implementeze și să mențină un sistem de management al calității construit pe bază de procese capabile să asigure stabilirea și aplicarea corespunzătoare a procedurilor de lucru; cerințele și recomandările privind sistemul QA/QC sunt detaliate în Anexa 5.

(2) Pentru **desemnarea** serviciilor dozimetrice individuale este necesar să se facă dovada **implementării** unui sistem de management al calității conform standardelor aplicabile, de exemplu ISO/IEC 17025.

(3) Conformitatea cu cerințele specificate la alin. (1) și (2) se verifică de către CNCAN, în vederea emiterii certificatului de desemnare a serviciului de dozimetrie individuală.

### **Trasabilitatea**

**Art. 17.** – (1) Serviciul de dozimetrie individuală trebuie să se asigure că sistemele dozimetrice utilizate corespund cerințelor privind trasabilitatea față de standardele și etaloanele naționale sau internaționale.

(2) Serviciul de dozimetrie individuală trebuie să demonstreze că **menține trasabilitatea măsurărilor efectuate**, astfel încât întreg sistemul dozimetric să furnizeze rezultate dozimetrice de încredere, în utilizarea de rutină.

(3) La intervale regulate de timp, precizate în procedurile aprobate de CNCAN în procesul de desemnare a serviciului de dozimetrie individuală, **etalonările** și iradierile de verificare trebuie să fie efectuate cu asigurarea trasabilității, ca parte a sistemului de management al calității; menținerea sub control prin verificare a **etalonării** și reproductibilității acestora trebuie să facă parte din procedurile QA/QC.

(4) Procedurile de **etalonare** trebuie să îndeplinească cerințele standardelor ISO / IEC privind **etalonarea** instrumentelor utilizate în protecția radiologică, prezentate în Anexa 7.

### **Adecvarea metodelor dozimetrice**

**Art. 18.** – (1) Dozimetria individuală trebuie să furnizeze rezultate ale măsurării mărimilor operaționale Hp (10), Hp (3) și Hp (0,07) **din expunerea externă și ale dozei efective angajate E(50) din expunerea internă**, pentru toate situațiile practice, cu respectarea cerințelor privind acuratețea prescrisă.

(2) a) Tipul radiațiilor măsurate, domeniul energetic și domeniul de doze pentru care este testat dozimetrul și deține certificat de încercări de tip trebuie să corespundă ariei aplicațiilor în care acesta este utilizat.

b) Tipul radiațiilor măsurate, limitele domeniului energetic și ale domeniului de doze înscrise în certificatul de desemnare a serviciului de dozimetrie individuală trebuie să corespundă în ariei aplicațiilor în care acesta este utilizat.

(3) a) Pentru monitorizarea individuală a expunerii externe a lucrătorilor pot fi utilizate atât sisteme

cu dozimetre pasive cât și sisteme cu dozimetre active.

b) Dacă pentru monitorizarea individuală a expunerii externe a lucrătorilor se intenționează utilizarea unui sistem cu dozimetre active, ca sistem dozimetric desemnat pentru stabilirea înregistrărilor de doze, o astfel de intenție trebuie supusă evaluării și aprobării de către CNCAN.

### **Exerciții de intercomparare**

**Art. 19.** – (1) Serviciul de dozimetrie individuală trebuie să participe în mod regulat la exerciții de intercomparare și trebuie să îndeplinească criteriile de performanță prezentate în Anexa 6.

(2) Rezultatele obținute la exercițiile de intercomparare se analizează utilizând curbele-trompetă prezentate în Anexa 9 .

(3) În cazul în care rezultatele obținute la exercițiul de intercomparare nu îndeplinesc criteriile de performanță, serviciul de dozimetrie individuală trebuie să prezinte CNCAN analize documentate ale acestor rezultate, acțiunile corective ce se impun și termenele de îndeplinire a criteriilor de performanță. În funcție de gravitatea neconformității, CNCAN poate decide să suspende sau chiar să retragă certificatul de desemnare.

### **Perioade de monitorizare**

**Art. 20.** – (1) Perioada de monitorizare este în general de 1 lună.

(2) Ca excepție față de prevederea de la alin. (1), pentru expuneri externe cu valori scăzute și dacă o permit caracteristicile dozimetrului, perioadele de monitorizare pot fi extinse până la 3 luni; o astfel de perioadă se stabilește de către CNCAN în procesul de autorizare, la propunerea unui expert în protecție radiologică.

(3) Perioadele de monitorizare a expunerilor interne se aprobă de CNCAN.

### **Incertitudinea**

**Art. 21.** – (1) a) mărimile de influență care contribuie la incertitudine trebuie să fie identificate și luate în considerare în calculul incertitudinii asociate procesului de măsurare.

b) Toate mărimile de influență trebuie să fie caracterizate prin cea mai bună estimare și incertitudinea standard compusă sau printr-o funcție de densitate a probabilității.

c) Pentru calculul incertitudinii se recomandă utilizarea standardelor specificate în Anexa 5.

(2) Incertitudinea de măsurare trebuie să fie raportată.

(3) Serviciul de dozimetrie individuală trebuie să indice valori ale incertitudinilor pe domeniile de doză înscrise în limitele certificatului de desemnare, ca parte a cerințelor referitoare la caracterizarea și validarea metodei aplicate și în conformitate cu cerințele și recomandările prezentate în Anexa 5.

### **Înregistrările de doză**

**Art. 22.** – (1) Conform responsabilităților celor implicați în expunerea profesională, prezentate la art. 4 – 7 din prezenta normă, înregistrările de doză păstrate de oricare parte implicată trebuie să includă cel puțin următoarele:

a) informații privind natura generală a lucrărilor în care se produce expunerea profesională a lucrătorului;

b) informații referitoare la evaluările dozelor, la expunerile și încorporările situate la și



- peste nivelurile de înregistrare aplicabile, precum și la datele pe care s-au bazat evaluările dozelor;
- c) atunci când un lucrător este sau a fost expus profesional prin angajare la mai mult decât un singur angajator, informații referitoare la perioadele de angajare cu fiecare angajator în parte și la dozele, expunerile și încorporările corespunzătoare fiecărei angajări de acest fel;
  - d) înregistrări ale oricăror evaluări de doze, ale unor expuneri și încorporări generate de acțiuni întreprinse în situații de urgență, în accidente sau incidente, care trebuie să fie înregistrate separat față de evaluările de doze, expunerile și încorporările generate în condiții normale de lucru, și trebuie să includă referințe privind rapoarte ale oricăror investigații relevante.
- (2) Pentru a demonstra îndeplinirea cerințelor legale, înregistrările expunerii profesionale trebuie să fie păstrate în Registrul Național de Doze, organizat așa cum este specificat în art. 23 din prezenta normă.
- (3) Înregistrările de doză generate și păstrate de către serviciile de dozimetrie individuală pentru expunerea externă trebuie să respecte cel puțin următoarele cerințe:
- a) înregistrarea de doză individuală primită din expunerea profesională trebuie să fie conexată în mod unic lucrătorului expus;
  - b) înregistrările de doză trebuie să-și mențină consistența câmpurilor de date pentru a permite reconstruirea rezultatelor la orice moment ulterior;
  - c) pentru fiecare perioadă de monitorizare, înregistrarea trebuie să conțină:
    - i. date de identificare unică, a persoanei monitorizate și a întreprinderii;
    - ii. informații privind doza pentru fiecare perioadă de monitorizare, și anume pentru o perioadă de un an și/sau pentru o perioadă corespunzătoare de cinci ani;
    - iii. rezultatele evaluărilor de doză din expunerea externă și metoda de evaluare incluzând, după caz, mărimile operaționale  $H_p(10)$ ,  $H_p(0,07)$ ,  $H_p(3)$ , precum și valorile de doză rezultate din utilizarea dozimetrelor multiple;
    - iv. înregistrările de doze generate de neutroni trebuie să fie evidențiate separat;
    - v. valorile mărimii  $H_p(10)$  evaluate separat pentru fotoni și pentru neutroni trebuie să fie adecvat combinate pentru a determina valoarea totală înregistrată pentru mărimea  $H_p(10)$ ;
    - vi. doza noțională trebuie să furnizeze substitute pentru valori ce lipsesc, în cazuri de pierdere ori deteriorare a dozimetrelor sau eșantioanelor;
    - vii. rezultatele monitorizării individuale a expunerilor special autorizate, a expunerilor în situații de urgență sau accidentale trebuie înregistrate aparte față de acelea ale monitorizării individuale sistematice și trebuie să fie comunicate CNCAN fără întârziere;
  - d) în cazurile în care serviciul de dozimetrie individuală, în urma supravegherii dozimetrice de rutină, obține rezultate care depășesc valorile limitelor de doză specificate în Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică sau alte valori stabilite de CNCAN, un expert în protecție radiologică, contractat de serviciul de dozimetrie individuală, trebuie să reevalueze, în colaborare cu CNCAN, doza efectivă și/sau dozele echivalente primite de către lucrători, iar valoarea reevaluată a dozei trebuie să fie înregistrată de serviciul de dozimetrie individuală în locul valorii rezultate din monitorizarea individuală de rutină;
  - e) să păstreze înregistrările de doză pentru perioadele de timp stipulate la art. 5, lit. f).
- (4) Nivelul de înregistrare:
- a) nivelul de înregistrare în dozimetria externă și internă, definit în Anexa 1, se consideră a fi acea valoare formal definită a unui rezultat al programului de monitorizare suficient de semnificativă pentru a fi păstrată ca înregistrare de doză;
  - b) dozele situate sub acest nivel de înregistrare nu trebuie să fie incluse în evaluările expunerii la radiații ionizante ale lucrătorului.

- (5) Dozimetria multiplă: în cazul purtării de dozimetre pentru cristalin în vecinătatea fiecărui ochi ori pentru dozimetria multiplă pentru extremități ori a dozimetrelor ori a dozimetrelor pentru întregcorpul, înregistrările pentru expunerea cristalinului sau pentru expunerea fiecărei extremități și pentru expunerea întregului organism trebuie păstrate separat.
- (6) Dozele noționale:
- a) se introduc temporar în evidența înregistrărilor de doză, pentru cazurile în care dozimetrul a fost deteriorat, pierdut sau a înregistrat o doză invalidată în urma investigării;
  - b) trebuie să fie marcate distinctiv în evidențe, astfel încât să poată fi diferențiate de înregistrările dozelor evaluate prin măsurare;
  - c) trebuie să fie înlocuite cu valori de doză estimate de către un expert în protecție radiologică, pe baza informațiilor referitoare la activitatea lucrătorului.
- (7) Cerințele privind înregistrările de doză generate și păstrate de serviciile de dozimetrie individuală pentru expunerea internă includ cel puțin următoarele:
- a) să păstreze înregistrările de doză pentru perioadele de timp stipulate la art. 5, lit. f);
  - b) rezultatele evaluărilor de doză pentru expunerea internă și metoda de evaluare trebuie să includă:
    - i. doza efectivă angajată, E(50);
    - ii. valorile mărimii măsurate (de exemplu valoarea retenției ori a excreției zilnice) și detaliile modelelor utilizate pentru evaluare; se includ rezultate obținute cu contoare de radiații pentru întreg-corpul, pentru torace sau pentru tiroidă, precum și valoarea evaluată pentru doza efectivă angajată;
    - iii. dacă este cazul, de exemplu la o supraexpunere, valoarea dozei echivalente angajate pentru un anumit țesut sau organ expus în cel mai înalt grad, H(50).
- (8) Acționând în conformitate cu Regulamentul (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului, înregistrările de doză generate și păstrate de oricare dintre părțile implicate în expunerea profesională trebuie să se efectueze astfel încât:
- a) să fie restricționat accesul în locații, la fișiere arhivate, la computere, servere, etc., acolo unde se procesează informații cu caracter personal;
  - b) să fie securizată circulația informațiilor, îndeosebi acolo unde se utilizează rețele informatice electronice;
  - c) să fie implementate proceduri de generare a copiilor de rezervă și a unor măsuri de securizare echivalente informațiilor originale;
  - d) să fie luate măsuri asemănătoare de securizare în utilizarea dozimetrelor individuale active și a *software*-ului aferent;
  - e) să fie prevăzute măsuri de distrugere a înregistrărilor scrise ori a altor mijloace de stocare conținând informații confidențiale care nu mai trebuie să fie păstrate;
  - f) pentru a se asigura integritatea datelor, înregistrările trebuie să fie protejate împotriva modificărilor neautorizate sau neintenționate.
- (9) Cerințe privind serviciul de înregistrare a dozelor:
- a) trebuie să ia toate măsurile pentru care i se atribuie responsabilități, privind punerea la dispoziție a amenajărilor, dotărilor și înțelegerilor contractuale în vederea realizării și păstrării înregistrărilor de doză acționând conform prevederilor Regulamentului UE 2016/679, și implicând mijloace specifice de transfer al datelor către persoane autorizate cu securizarea adecvată a informațiilor transmise de către serviciile de dozimetrie individuală față de riscul pierderii sau coruperii datelor;
  - b) în calitate de punct central de colectare și păstrare a înregistrărilor de doze prelucrate de către furnizorii de servicii dozimetrice, trebuie să permită accesul lucrătorilor la informațiile personale referitoare la dozele primite din expunerea profesională, atât pe durata lucrului cu radiații ionizante cât și după această perioadă.

## Registrul Național de Doze

**Art. 23.** – (1) CNCAN organizează evidența centralizată a înregistrărilor de doză pentru lucrătorii expuși profesional în Registrul Național de Doze, atât pentru expunerea externă cât și pentru expunerea internă, conform art. 117 din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică.

(2) Registrul Național de Doze trebuie:

- a) să înregistreze valorile de doză raportate de către serviciile de dozimetrie individuală cu certificat de desemnare valabil sau de către întreprinderi, inclusiv evaluările de doză ale echipajelor de la bordul aeronavelor, de exemplu;
- b) să realizeze analiza statistică a datelor, în vederea caracterizării expunerii profesionale din țară;
- c) să furnizeze și/sau să emită documente de monitorizare radiologică individuală, după caz.

(3) Serviciile de dozimetrie individuală desemnate de CNCAN au obligația de a planifica împreună cu CNCAN transmiterea înregistrărilor de doză, astfel încât să fie completat Registrul Național de Doze, în formatul furnizat oficial, în scris sau electronic, după caz, de către CNCAN.

(4) CNCAN trebuie să ia măsuri pentru asigurarea suportului tehnic necesar pentru implementarea raportării *on-line*, acționând conform prevederilor Regulamentului UE 2016/679 pentru a proteja datele personale

### Documentul de monitorizare radiologică individuală

**Art. 24.** – (1) CNCAN trebuie să verifice în procesele de autorizare și control ca lucrătorilor externi să li se asigure protecția și securitatea radiologică la același nivel ca și lucrătorilor angajați în mod permanent. În acest scop, trebuie să fie emis fiecărui lucrător extern un document de monitorizare radiologică individuală care să includă date de identificare și informații detaliate privind, de exemplu, clasificarea medicală a lucrătorului și dozele primite înainte de și după fiecare activitate.

(2) Forma emiterii poate fi un extras generat din baza de date centralizate cu înregistrările expunerii lucrătorilor (sau o variantă alternativă a înregistrării individuale de doză), ori un document scris de monitorizare radiologică individuală.

## CAPITOLUL 3

### Expunerea externă

#### Cerințe generale

**Art. 25.** – Fiecare tip de sistem de dozimetrie individuală utilizat trebuie să dețină un certificat de încercări de tip și autorizația de securitate radiologică a produsului și/sau autorizația de furnizare emisă de CNCAN numai cu condiția îndeplinirii cerințelor specifice indicate în art. 26 și 27 din prezenta normă.

#### Cerințe pentru aprobarea sistemelor pasive de dozimetrie individuală

**Art. 26.** – Sistemele pasive de dozimetrie individuală pentru expunerea externă trebuie să îndeplinească cerințele specificate în Anexa 7.

## **Cerințe pentru aprobarea sistemelor active de dozimetrie individuală**

**Art. 27.** – (1) Sistemele active de dozimetrie individuală pentru expunerea externă trebuie să îndeplinească cerințele specificate în Anexa 7.

(2) Trebuie să se demonstreze că datele dozimetrice nu pot fi șterse înainte de a fi transferate în sistemul de înregistrare a datelor dozimetrice individuale.

(3) Trebuie să fie luată în considerare dependența răspunsului sistemului de dozimetrie individuală de caracteristicile unui câmp de radiații pulsate, dacă este cazul.

### **Instrumente suplimentare cu posibilități de alarmare și citire directă**

**Art. 28.** – CNCAN poate impune utilizarea unor dispozitive active de monitorizare radiologică individuală, pentru operații specifice de scurtă durată derulate în câmpuri intense de radiații, astfel încât să se poată obține estimări zilnice de doză pentru lucrătorii expuși sau chiar pe durata îndeplinirii unei sarcini speciale.

### **Teste de performanță și de rutină pentru servicii dozimetrice**

**Art. 29.** – (1) Testarea de performanță și de rutină sunt cerințe obligatorii pentru desemnarea serviciilor dozimetrice; acestea trebuie să fie internaționale în conformitate cu prevederile Anexei 6.

(2) a) Desemnarea serviciului de dozimetrie individuală de către CNCAN implică verificarea rezultatelor obținute atât în vederea încercării de tip, cât și a rezultatelor testării de performanță inițiale.

b) Verificarea îndeplinirii ulterioare a cerințelor de desemnare se bazează pe rezultatele testării de performanță efectuate cu regularitate de către serviciul dozimetric, care trebuie să îndeplinească criteriile de acuratețe.

(3) a) Un exercițiu de intercomparare între serviciile de dozimetrie individuală, care se consideră a reprezenta o testare anunțată de performanță, trebuie să impună obținerea de rezultate care să îndeplinească criteriile de acuratețe.

b) Participarea la un exercițiu de intercomparare trebuie să fie realizată de serviciul de dozimetrie individuală la intervale regulate de timp, cel puțin o dată la fiecare 3 ani și poate fi organizată prin participare la un exercițiu internațional de intercomparare.

### **Câmpuri de radiații de referință**

**Art. 30.** – Câmpurile de radiații de referință, procedurile de iradiere, precum și determinarea valorilor de referință ale câmpurilor de radiații utilizate în teste de încercări de tip și în etalonare trebuie să îndeplinească cerințele și recomandările specificate în Anexa 8.

### **Fantoma utilizată pentru iradierea în condiții de referință**

**Art. 31.** – (1) Fantoma utilizată pentru iradierea de referință, în determinarea mărimilor operaționale este specificat în Anexa 8.

(2) CNCAN poate accepta utilizarea unor fantome echivalente.

### **Nivelul de înregistrare și nivelul de detecție**

**Art. 32.** – (1) Nivelul de doză deasupra căruia se impune înregistrarea dozelor lucrătorului este specificat astfel încât să poată fi raportată o doză efectivă anuală nu mai mică decât 1 mSv ori o doză echivalentă anuală începând de la 10% din limita relevantă de doză. Această valoare a nivelului de înregistrare depinde de perioada de monitorizare, iar dozele situate sub acest nivel nu trebuie să fie incluse în evaluările dozei lucrătorului.

(2) Sistemele dozimetrice trebuie să fie capabile să obțină un nivel de detecție situat sub nivelul de înregistrare sau egal cu acesta.

### **Cerințe referitoare la acuratețea măsurărilor de rutină**

**Art. 33.** – (1) Sunt acceptabile următoarele niveluri de incertitudine:

- a) în zona situată în vecinătatea limitei relevante de doză este acceptabilă o valoare de până la 1,5 a factorului de abatere de la valoarea 1, în fiecare sens, a raportului dintre valoarea măsurată și valoarea convențional adevărată;
- b) în zona nivelului de înregistrare se acceptă o incertitudine asociată de până la  $\pm 100\%$ ;
- c) incertitudinile asociate pot fi substanțial mai mari, pentru neutroni de energie necunoscută și pentru electroni.

(2) Trebuie să fie îndeplinite cerințele privind încadrarea în limitele de abatere de la nivelul de acuratețe prescris, stipulate în Anexa 9.

### **Scăderea valorilor fondului natural de radiații**

**Art. 34.** – Numai valorile dozelor primite din expunerea profesională a lucrătorului trebuie să fie comparate cu limitele relevante de doză, valorile dozelor generate de fondul natural de radiații trebuie să fie scăzute din valorile măsurate și nu trebuie să fie raportate.

## **CAPITOLUL 4**

### **Expunerea internă**

#### **Cerințe generale**

**Art. 35.** – (1) a) Pentru lucrări implicând expunerea internă, decizia de a aplica un program de monitorizare radiologică individuală a lucrătorilor trebuie să se bazeze pe existența unei probabilități semnificative ca încorporarea de material radioactiv să depășească un nivel predeterminat; dacă este puțin probabil ca prin expunere profesională doza efectivă angajată din încorporarea anuală de radionuclizi să depășească 1 mSv, atunci monitorizarea individuală nu este necesară, însă este necesar ca prin monitorizare radiologică a locului de muncă să se confirme această probabilitate.

b) O astfel de decizie trebuie să fie demonstrată de întreprindere și să fie aprobată de CNCAN în procesul de autorizare.

(2) Trebuie să fie luate în considerare cel puțin următoarele activități, printre acelea pentru care se impune luarea unei decizii privind aplicarea unui program de monitorizare individuală de rutină a expunerii interne a lucrătorilor:

- a) manevrarea în cantități mari a materialelor gazoase sau volatile cu conținut radioactiv, cum sunt tritiul și compușii săi în procese de producție, în reactoare nucleare cu apă grea și în fabricarea de surse gazoase de lumină;
- b) activități specifice de întreținere a unui reactor ori unui ciclotron, cu probabilitate mare de expunere la produși de fisiune și de activare;
- c) producția de radioizotopi;

- d) producția și manevrarea de radiofarmaceutice, cum sunt  $^{18}\text{F}$  pentru diagnosticare PET ori  $^{131}\text{I}$  pentru terapie;
- e) extragerea mineralelor cu conținut înalt de uraniu, procesarea concentratelor minerale cu uraniu și producere de combustibil nuclear;
- f) procesarea unor concentrate minerale cum este monazita, bogată în toriu și fabricarea unor produse cu conținut de toriu;
- g) manevrarea deșeurilor radioactive.

### Monitorizarea încorporării

**Art. 36.** – (1) Evaluarea dozelor primite de lucrători prin încorporare de radionuclizi trebuie să se bazeze pe rezultatele monitorizării individuale implicând una sau mai multe dintre următoarele tipuri de măsurare:

- a) măsurarea retenției de radionuclizi în întreg corpul sau în anumite organe cum sunt tiroida ori plămâni;
- b) măsurarea retenției de radionuclizi în eșantioane biologice, de exemplu în excreții sau în aerul expirat;
- c) măsurarea concentrațiilor activității în eșantioanele colectate din aerul respirat, utilizând dispozitive individuale de eșantionare purtate de lucrător, reprezentative pentru aerul respirat de către acel lucrător.

(2) Metodele de măsurare utilizate în radiobiotestări trebuie să îndeplinească criteriile și să urmeze recomandările din Anexa 10.

### Metode de măsurare

**Art. 37.** – Metoda de măsurare aleasă pentru evaluarea dozelor primite de lucrători trebuie să fie determinată examinând factori cum sunt:

- a) tipul radiațiilor emise de radionuclid;
- b) comportarea biocinetică a radionuclidului;
- c) gradul în care este reținut radionuclidul în organism, ținând cont de eliminarea biologică și de dezintegrarea radioactivă a acestuia;
- d) frecvența măsurărilor;
- e) sensibilitatea măsurării, existența și disponibilitatea amenajărilor și dotărilor necesare.

### Intervale de măsurare

**Art. 38.** – (1) Metoda și frecvența de măsurare trebuie să fie alese astfel încât să fie în măsură să detecteze o fracțiune specificată de 5% din limita anuală de doză; frecvența de monitorizare necesară fiind puternic dependentă de sensibilitatea tehnicii de măsurare, aceste tehnici trebuie să fie pe cât posibil mai sensibile, pentru a nu se ignora vreo încorporare relevantă atunci când scade sub limita de detecție a metodei utilizate conținutul radionuclidului în corp sau în excreția zilnică.

(2) Intervalele de monitorizare trebuie să fie alese astfel încât, chiar și atunci când încorporarea a avut loc la începutul ori la sfârșitul intervalului, măsurarea să nu conducă la o subestimare cu un factor mai mare decât 3; intervalele de monitorizare pentru anumiți radionuclizi sunt recomandate în Anexa 11.

(3) În cazul radionuclizilor al căror timp de înjumătățire este relativ scurt (mai mic de 1 zi), monitorizarea încorporării trebuie să fie realizată prin măsurări frecvente, de preferință la începutul și la sfârșitul fiecărei zile de lucru.

## Măsurarea încorporării în cazul unui amestec de radionuclizi

**Art. 39.** – (1) În cazul încorporării unui amestec de radionuclizi, se evaluează separat fiecare radionuclid încorporat și se multiplică cu coeficientul de doză respectiv.

(2) Trebuie să se efectueze identificarea fiecărui element din amestec, dacă există metode suficient de sensibile pentru a face această identificare.

(3) Metodele directe de măsurare sunt utile, atât pentru determinări calitative cât și cantitative ale radionuclizilor dintr-un amestec care ar fi putut fi inhalat, ingerat ori injectat.

(4) Dacă este cunoscută compoziția amestecului și este stabilă, atunci poate fi considerat suficient să se măsoare numai radionuclidul director.

## Măsurarea concentrației activității în aer

**Art. 40.** – (1) În cazuri particulare, cu aprobarea CNCAN, măsurarea concentrației activității în aer la locul de muncă poate înlocui monitorizarea individuală a încorporării.

(2) În cazurile specificate la alin. (1), programul de monitorizare trebuie să furnizeze informații detaliate privind deplasările lucrătorului și variațiile în timp și spațiu ale concentrației activității din imediata vecinătate a lucrătorului; acolo unde este posibil, este de preferat să fie utilizate date specifice pentru caracterizarea locului de muncă, în locul utilizării unor valori de referință prestabilite.

## Măsurarea încorporării radionuclizilor în cazuri particulare

**Art. 41.** – În cazul în care nu există un serviciu dozimetric aprobat de CNCAN pentru măsurarea încorporării unui anumit radionuclid, CNCAN trebuie să decidă asupra alegerii organizației care să efectueze măsurarea, să aprobe procedurile folosite (metoda și frecvența de măsurare), precum și tipurile corespunzătoare ale analizei aplicate rezultatelor măsurării.

## Calculul standard pentru doze din expunerea internă

**Art. 42.** – (1) Calculul dozei efective angajate trebuie să fie realizat conform prevederilor Anexei 11 sau prin altă metodă, dacă aceasta este documentată științific și aprobată de către CNCAN.

(2) Trebuie să fie efectuat și calculul dozei echivalente angajate,  $H(50)$ , pentru țesutul sau organul supus celei mai mari expuneri atunci când este necesar un astfel de calcul.

(3) Pentru calculul dozei în expuneri de rutină se presupune că încorporarea a avut loc la mijlocul intervalului de monitorizare. Dacă însă este cunoscut momentul încorporării, va fi luat în considerare acel moment pentru calculul dozei.

(4) Dacă se poate demonstra că, în forma în care este utilizată, substanța radioactivă are un metabolism ce diferă de modelul standard și dacă se aprobă de către CNCAN, se utilizează în scopul evaluării dozei cel mai potrivit model de metabolism în acest caz.

(5) Determinarea dozei trebuie să fie documentată, începând de la măsurarea retenției radionuclidului incorporat.

(6) Toate rezultatele monitorizării care depășesc pragul de decizie al măsurării trebuie să fie cuantificate în termeni de doză efectivă angajată. Conceptele privind limita de detecție și pragul de

## CAPITOLUL 5

### Alte prevederi

#### Purtarea dozimetrului

**Art. 43.** – (1) Purtarea dozimetrului individual este obligatorie pe durata întregului program de lucru al lucrătorilor expuși profesional.

(2) În cele mai multe situații este suficientă purtarea unui singur dozimetru, care trebuie să fie plasat în poziția cea mai expusă pe suprafața trunchiului astfel:

- a) pentru radiații incidente preponderent frontal, ori atunci când se poate presupune că incidența este rotațional simetrică sau izotropă, dozimetru trebuie să fie purtat pe partea din față a trunchiului, între umeri și talie;
- b) pentru radiații incidente preponderent dorsal, dozimetru trebuie să fie purtat pe partea din spate a trunchiului.

(3) Dacă în câmpul de radiații sunt incluse radiații slab penetrante cum sunt particulele beta, ori fotonii cu energie mai mică decât 15 keV, atunci mărimea operațională  $H_p(0,07)$  poate deveni comparabilă cu, ori semnificativ mai însemnată decât  $H_p(10)$ . Pentru astfel de câmpuri, dozimetru individual trebuie să asigure evaluarea echivalentului de doză individual la adâncimea de 0,07 mm în țesut.

(4) În câmpuri mixte, cu radiații gamma și neutroni, trebuie purtate dozimetre individuale care să asigure evaluările de doză atât pentru fotoni cât și pentru neutroni, cu acuratețea necesară.

(5) Pentru controlul dozelor primite de un lucrător expus într-un câmp de radiații care poate crește în mod neașteptat și semnificativ, trebuie să fie purtate dozimetre suplimentare capabile să furnizeze în timp util informații și avertizări privind modificarea pe termen scurt a câmpului de radiații de la locul de muncă, cum sunt dozimetrele active dotate cu dispozitive de alarmare sonoră sau vizuală inițiată atunci când se depășește un anumit nivel al debitului de doză sau al dozei primite de lucrător.

#### Purtarea mai multor dozimetre

**Art. 44.** – (1) În situații cum sunt purtarea șorțurilor de protecție la iradierea externă sau prezența câmpurilor neomogene de radiații, se impune purtarea unor dozimetre suplimentare.

(2) Expertul în protecție radiologică trebuie să determine dacă este necesar să fie purtate mai multe dozimetre individuale de către același lucrător (de exemplu sub șorțul de protecție și pe părțile necranate ale corpului), iar rezultatele obținute cu mai multe dozimetre trebuie să fie combinate pentru a estima valoarea totală a dozei efective, utilizând un algoritm de calcul corespunzător, aprobat de CNCAN în procesul de autorizare.

(3) În situații cu condiții de expunere neomogene, pentru care monitorizarea dozimetrică individuală de tip întreg-corpul nu conduce la estimarea adecvată a dozei la piele, la extremități sau la cristalin, aceste țesuturi și organe trebuie să fie monitorizate separat.

(4) Întreprinderea, în cooperare cu expertul în protecție radiologică, trebuie să identifice lucrătorii care necesită evaluarea dozelor echivalente primite de țesuturile și organele supuse la astfel de risc,



cel puțin în următoarele situații:

- a) monitorizarea extremităților în situații ce implică manevrarea surselor radioactive, în cercetarea științifică, în medicina nucleară și în operațiuni de dezafectare;
- b) monitorizarea extremităților, inclusiv a tălpilor și gleznelor, trebuie să fie luată în considerare în radiologia/cardiologia intervențională și în locuri de muncă din medicina nucleară;
- c) monitorizarea pielii trebuie să fie luată în considerare în locurile de muncă în care pielea se află în apropierea emițătorului de radiații, a fasciculului de radiații și acolo unde se poate contamina;
- d) monitorizarea cristalinului trebuie să fie luată în considerare în locuri de muncă în care ochii se situează foarte aproape de emițătorul de radiații sau de fasciculul de radiații, în special în sectorul medical (lucrări efectuate în proximitatea pacienților, în proceduri intervenționale ghidate radioimagic, în anumite activități din medicina nucleară, de către personalul din brahiterapie, de către personalul implicat în biopsia ghidată CT sau de către personalul tehnic al unui ciclotron), precum și în timpul îndeplinirii unor sarcini specifice la instalațiile nucleare.

### **Purtarea dozimetrelor pentru extremități**

**Art. 45.** – (1) În cazurile în care lucrătorii de categorie A sunt în situația de a primi mai mult de 150 mSv/an la piele sau la extremități, trebuie să fie utilizat un sistem adecvat de monitorizare dozimetrică individuală, cu dozimetre certificate prin încercări de tip pentru evaluarea dozei la piele sau la extremități; recomandări privind utilizarea dozimetrelor pentru extremități sunt prezentate în Anexa 12.

(2) Atunci când este utilizat un dozimetru pentru extremități, acesta trebuie să fie purtat astfel încât să se poată evalua doza în zona în care se așteaptă expuneri cu cele mai mari valori de doză; dacă nu este practicabilă purtarea dozimetrului pentru extremități în această zonă, trebuie să se utilizeze factori de corecție pentru a estima doza maximă.

### **Purtarea dozimetrelor pentru cristalin**

**Art. 46.** – (1) În cazurile în care lucrătorii de categorie A sunt în situația de a primi mai mult de 15 mSv/an la cristalin, trebuie să fie utilizat un sistem adecvat de monitorizare dozimetrică individuală; recomandări privind utilizarea dozimetrelor pentru cristalin sunt prezentate în Anexa 12.

(2) Atunci când se poartă ochelari de protecție radiologică cu lentile conținând plumb, dozimetrul pentru cristalin trebuie să fie purtat în spatele lentilei, acolo unde acest lucru este posibil.

(3) Dozimetrul pentru cristalin trebuie să fie plasat lângă ochi, pe cât este posibil în contact cu pielea și orientat către sursa de radiații.

### **Purtarea dozimetrelor în cazul utilizării șorțului de protecție radiologică**

**Art. 47.** – (1) În cazul utilizării șorțului de protecție radiologică, dozimetrul individual trebuie să fie plasat sub șorț.

(2) CNCAN poate impune purtarea a două dozimetre de către același lucrător dacă este expus la valori mari de doză.

(3) Al doilea dozimetru trebuie să fie purtat numai atunci când se utilizează șorțul de protecție

radiologică și trebuie să fie plasat deasupra șorțului; acest dozimetru trebuie să fie identificat în mod distinct, pentru a elimina posibile erori.

(4) Doza individuală totală evaluată cu cele două dozimetre se calculează utilizând formulele:

$$E = H_{\text{sub}}(10) + a \cdot H_{\text{peste}}(10)$$
$$H_{\text{total}}(0,07) = H_{\text{peste}}(0,07)$$

unde:

$H_{\text{sub}}$  reprezintă valoarea dozei indicate de dozimetrul purtat sub șorț, iar  $H_{\text{peste}}$  reprezintă valoarea dozei indicate de dozimetrul purtat deasupra șorțului;

$a = 0,1$  dacă șorțul nu protejează tiroida;

$a = 0,05$  dacă se utilizează un ecran de protecție radiologică a tiroidei.

### **Pierderea sau deteriorarea dozimetrului individual**

**Art. 48.** – (1) În caz de pierdere sau deteriorare a dozimetrului individual utilizat, serviciul de dozimetrie individuală trebuie să atribuie lucrătorului o doză noțională; aceasta doză noțională se consideră a fi partea corespunzătoare intervalului de monitorizare, din valoarea limitei anuale a dozei respective.

(2) Atât serviciul de dozimetrie individuală cât și CNCAN trebuie să fie înștiințate de întreprindere cu privire la pierderea sau deteriorarea dozimetrului utilizat, inclusiv referitor la cauze și la valorile atribuite ale dozei.

(3) Doza noțională trebuie să fie înlocuită cu valoarea de doză evaluată de un expert în protecție radiologică, pe baza activității lucrătorului expus.

(4) Înregistrarea dozei cazul menționat la alin. (1) trebuie să conțină specificarea faptului că valoarea înregistrată nu este evaluată prin măsurare ci este atribuită, ca urmare a pierderii sau deteriorării dozimetrului individual.

## **CAPITOLUL 6**

### **Cerințe privind desemnarea**

#### **Cerințe generale necesare pentru desemnarea serviciilor dozimetrice**

**Art. 49.** – (1) Serviciile de dozimetrie individuală trebuie să obțină certificatul de desemnare eliberat de CNCAN înainte de începerea activității și trebuie să mențină valabil acest certificat în timpul activității.

(2) În vederea eliberării certificatului, serviciul de dozimetrie individuală trebuie să demonstreze următoarele:

- a) să asigure un grad de acuratețe acceptabil în evaluarea dozei;
- b) să dobândească și să mențină un nivel înalt de credibilitate;
- c) să comunice în timp util rezultatele evaluării de rutină a dozelor atât angajatorului cât și CNCAN, precum și să comunice rapid rezultatele evaluărilor de doză efectuate în situații de expunere profesională de urgență, ca urmare a unui incident sau accident radiologic;

d) să asigure un sistem de management corespunzător.

(3) Serviciile de dozimetrie individuală trebuie să trimită la CNCAN următoarele documente și informații, în vederea susținerii solicitării de desemnare:

- a) un raport conținând informații despre sistemul dozimetric utilizat – documentația tehnică cuprinde în mod obișnuit rezultatele încercărilor de tip, procedurile dozimetrice aplicate și dovezi privind trasabilitatea metrologică, precum și documente privind sistemul de management, incluzând descrierea structurii organizației, date privind personalul, controlul calității echipamentelor și proceselor descrise în proceduri;
- b) o copie a certificatului de acreditare a sistemului de management în conformitate cu un standard relevant, de exemplu ISO/IEC 17025; existența unei astfel de acreditări devine obligatorie pentru aprobarea serviciului dozimetric, după o perioadă de tranziție de 2 ani de la data intrării în vigoare a acestor norme;
- c) dovezi scrise privind trasabilitatea metrologică a rezultatelor măsurării folosind sistemului dozimetric utilizat, prin intercompararea cu un standard adecvat și privind faptul că valorile mărimilor operaționale se obțin folosind coeficienți de conversie care corespund prevederilor standardelor și recomandărilor internaționale aplicabile;
- d) raportul unui test de performanță implicând iradierea dozimetrelor, efectuat de către un laborator recunoscut, la valori necunoscute ale dozelor și în situații necunoscute, care trebuie să demonstreze că rezultatele obținute de serviciul de dozimetrie individuală satisfac criteriile de acuratețe;
- e) raportul cu rezultatele auditului efectuat de CNCAN la serviciul dozimetric, pentru evaluarea îndeplinirii cerințelor privind personalul, pregătirea acestuia, echipamentele, amenajările și dotările, verificarea etalonării și procedurilor dozimetrice, pentru a verifica dacă situația respectivă corespunde celor declarate în documentația de desemnare și pentru a recomanda desemnarea.

Cerințe specifice de desemnare a serviciilor de dozimetrie pentru expunerea externă și internă

**Art. 50.** – (1) Pentru serviciile de dozimetrie individuală pentru expunerea externă CNCAN eliberează certificatul de desemnare numai dacă sistemele dozimetrice utilizate îndeplinesc cerințele specificate în Anexa 7.

(2) Pentru serviciile de dozimetrie individuală pentru măsurarea încorporării de radionuclizi CNCAN eliberează certificatul de desemnare numai dacă:

- a) serviciul de dozimetrie îndeplinește criteriile și aplică recomandările specificate în Anexa 10;
- b) analiza eșantioanelor de excreții, măsurarea activității și respectiv a concentrației activității se realizează cu o acuratețe și un prag de detecție cel puțin la fel de bune cum sunt cele specificate în Anexa 10;
- c) măsurările directe ale activității se realizează utilizând o fantomă aprobată de CNCAN și în conformitate cu prevederile și recomandările specificate în Anexa 10.

### **Obligațiile serviciilor de dozimetrie individuală desemnate de CNCAN**

**Art. 51.** – Pe lângă îndeplinirea cerințelor tehnice și de asigurare a calității, serviciile de dozimetrie individuală desemnate de CNCAN au și următoarele obligații:

- a) înregistrarea rezultatelor monitorizării individuale, în conformitate cu prevederile specificate în Anexa 2;
- b) arhivarea tuturor documentelor care stau la baza evaluării individuale de doză, precum și a înregistrărilor de doză, așa cum este specificat în art. 22;
- c) întocmirea unor rapoarte privind dozele care depășesc limitele relevante, prin care trebuie să fie imediat înștiințat în scris CNCAN, în conformitate cu Anexa 2;
- d) transmiterea regulată de rapoarte la CNCAN, în conformitate cu Anexa 2;

- e) în cazul în care un serviciu de dozimetrie individuală desemnat se desființează, acesta trebuie să trimită la CNCAN documentele de înregistrare a monitorizării individuale pentru toți lucrătorii monitorizați.

### **Cererea de desemnare ca serviciu de dozimetrie individuală**

**Art. 52.** – Cererea de desemnare ca serviciu de dozimetrie individuală trebuie să conțină date referitoare la:

- a) denumirea solicitantului ca persoană legal constituită;
- b) persoana împuternicită ca reprezentant;
- c) adresă, fax, telefon, e-mail;
- d) toate documentele tehnice, așa cum este prevăzut la art. 53.

### **Documente care însoțesc cererea de desemnare ca serviciu de dozimetrie individuală**

**Art. 53.** – (1) Solicitantul trebuie să atașeze cererii de desemnare o documentație care să conțină:

- a) documente de certificare a datelor stipulate la art. 49 și 53;
- b) o descriere detaliată a activității pentru care se solicită desemnarea, incluzând modalitățile de îndeplinire a prevederilor acestor norme, pentru a se putea preciza conținutul certificatului de desemnare;
- c) manualul de management al calității, însoțit de procedurile conexe, conform cerințelor standardelor aplicabile, precum și copia certificatului de acreditare emis de RENAR, după caz;
- d) lista aparaturii specifice utilizate, însoțită de dovezile certificării metrologice și ale iradierii în măsură să asigure trasabilitate la etaloane internaționale;
- e) lista personalului specializat care desfășoară activitățile pentru care se solicită certificarea serviciului;
- f) copia certificatului de participare la un exercițiu de intercomparare în măsură să demonstreze că rezultatele raportate îndeplinesc criteriile de acuratețe;
- g) dovada plății tarifului stipulat conform regulamentului în vigoare privind aceste tarife.

(2) Dacă cererea este depusă în vederea prelungirii valabilității certificatului de desemnare, atunci trebuie să fie însoțită numai de acele documente listate conform alin. (1), care au suferit modificări comparativ cu cererea inițială și de dovada plății tarifului de prelungire.

(3) În cazul în care cererea depusă se bazează pe o aprobare similară într-un alt stat membru UE, solicitantul trebuie să pună la dispoziție dovezi documentate referitoare la:

- a) tipul de dozimetrie, tehnologia dozimetrului și modelul său de fabricație;
- b) acreditarea conform ISO/IEC 17025;
- c) condiții și limite de utilizare;
- d) perioada de valabilitate a aprobării în acel stat membru UE;
- e) în cazul unui serviciu de dozimetrie pentru care procesele de obținere a rezultatelor dozimetrice individuale se desfășoară în afara României, sistemul de management al calității serviciului trebuie să cuprindă și acele părți din modul de operare care se derulează în România și trebuie să demonstreze că astfel de operațiuni se derulează conform sistemului, în așa fel încât această parte a operațiunilor să nu influențeze negativ rezultatele serviciului furnizat; întreg procesul de furnizare a unui astfel de serviciu se supune aprobării CNCAN.
- f) conformitatea cu prevederile Regulamentului UE 2016/679;
- g) dovezi privind participarea satisfăcătoare la exerciții de intercomparare recunoscute.

(4) Cererea de desemnare a serviciului de dozimetrie individuală trebuie să fie însoțită de dovezi satisfăcătoare privind teste de performanță cum sunt:

- a) participare cu succes și în mod regulat la intercomparări naționale, europene ori internaționale;
- b) rezultatele unor teste implicând iradierea dozimetrelor, în măsură să dovedească acuratețea răspunsului sistemului dozimetric pe domeniile incluse în certificatul de desemnare, ale tuturor mărimilor specificate.

### **Condiții generale necesare pentru desemnarea serviciilor de înregistrare a dozelor**

**Art. 54.** – (1) Serviciile de înregistrare a dozelor trebuie să obțină certificatul de desemnare eliberat de CNCAN înainte de începerea activității și trebuie să mențină valabil acest certificat în timpul activității.

(2) Obiectivele desemnării sunt verificarea și aprobarea modului în care serviciul poate realiza și păstra înregistrările de doză raportate, permițând angajatorilor să facă dovada îndeplinirii cerințelor acestor norme în ceea ce privește securitatea păstrării, acuratețea și credibilitatea înregistrărilor.

(3) Serviciile de înregistrare a dozelor pot efectua și serviciile de dozimetrie individuală cu certificat de desemnare, dacă au solicitat acest lucru.

(4) Înregistrările de doză sunt considerate informații personale confidențiale și trebuie să fie puse la dispoziție doar unui număr restrâns de părți implicate, și anume întreprinderii, autorităților competente, lucrătorului și serviciului de medicina muncii; circulația informațiilor referitoare la înregistrările de doză, ca și a altor informații personale (de exemplu, date din cartea de identitate sau din pașaport) trebuie să îndeplinească cerințele legale privind protecția datelor personale.

(5) Pentru a obține certificatul de desemnare, serviciul de înregistrare a dozelor trebuie să demonstreze că și-a însușit expertiza necesară acestei activități și poate realiza și menține la o calitate corespunzătoare procese de lucru prin care:

- a) generează și păstrează înregistrări cu acuratețe, conținând datele personale și informațiile dozimetrice necesare, așa cum sunt prezentate în Anexa 2;
- b) asigură respectarea securității înregistrărilor prin:
  - i. acces restricționat în amenajări, la dosare, în arhive, la computere sau servere, etc., unde este procesată și păstrată informația cu caracter personal;
  - ii. permiterea accesului la înregistrările de doze numai pentru utilizarea în scopuri de protecție radiologică;
  - iii. securizarea circulației informațiilor, îndeosebi dacă se utilizează rețele IT;
  - iv. generarea și păstrarea unor copii de rezervă, în condiții de securizare echivalente înregistrărilor originale;
  - v. o securizare a datelor obținute prin utilizarea sistemelor dozimetrice active similară cu cea asigurată în utilizarea sistemelor dozimetrice pasive;
- c) asigură transmiterea cu acuratețe și în timp util a unor informații, atunci când este necesar;
- d) dovedește că dispune de personal integru, fără antecedente penale.

(6) Trebuie să fie luate toate măsurile aplicabile pentru a se asigura că amenajările și dotările generale, personalul angajat pentru derularea activității de înregistrare a dozelor, precum și înțelegerile contractuale îndeplinesc prevederile Regulamentului (UE) 2016/679 al Parlamentului European și al Consiliului, privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și privind libera circulație a acestor date.

Procesul de desemnare implică următoarele aspecte:

- a) trimiterea unei documentații de prezentare generală a serviciului, incluzând descrierea concisă a amenajărilor și dotărilor, numărul aproximativ de înregistrări individuale de doză care este plauzibil să fie gestionat, detalii ale sistemului de management al calității

implementate pentru a se asigura coordonarea generării și păstrării înregistrărilor de doze astfel încât serviciul prestat să dovedească acuratețe, completitudine și înaltă fiabilitate, asigurarea securizării datelor înregistrate pe termen lung și, dacă este necesar, comunicarea de informații cu acuratețe și la timp;

- b) prezentarea procedurilor de management al calității referitoare la monitorizarea performanțelor generării documentelor-suport cu informații privind standardele pe baza cărora a fost proiectat *software*-ul utilizat și a procedurilor de modificare a acestui *software*;
- c) raportul cu rezultatele auditului efectuat de către personalul împuternicit de CNCAN la serviciul de înregistrare a dozelor, pentru a verifica dacă situația existentă corespunde celor declarate în documentație și pentru a recomanda desemnarea.

### **Obligațiile serviciului desemnat de înregistrare a dozelor**

**Art. 55.** – Pe lângă îndeplinirea cerințelor tehnice și de asigurare a calității, serviciile desemnate de înregistrare a dozelor au și următoarele obligații:

- a) să protejeze înregistrările individuale de doză împotriva pierderii accidentale, distrugerii și modificării neautorizate, cel puțin până s-ar atinge vârsta de 75 de ani pentru lucrătorul expus și pentru nu mai puțin de 30 de ani după încetarea activității ca lucrător expus profesional;
- b) să securizeze sistemul de înregistrare și păstrare împotriva copierii neautorizate;
- c) să asigure în măsură suficientă, pe termen lung, copiarea de rezervă a datelor înregistrate;
- d) să transfere date, conform cererii, în Registrul Național de Doze.

### **Cererea de desemnare ca serviciu de înregistrare a dozelor**

**Art. 56.** – (1) Cererea de desemnare ca serviciu de înregistrare a dozelor trebuie să conțină date referitoare la:

- (1) denumirea solicitantului ca persoană legal constituită;
  - (2) persoana împuternicită ca reprezentant;
  - (3) adresă, fax, telefon, e-mail;
  - (4) o descriere a tipului de înregistrare și a capacității serviciului de a asigura înregistrări corespunzătoare de doze pentru expunerea externă și pentru expunerea internă.
- (5) Exemple ale tuturor tipurilor de rezultate furnizate, cum sunt rapoartele de doze trimise angajatorilor și rezumatele dozimetrice comunicate Registrului Național de Doze.

### **Documente care însoțesc cererea de desemnare ca serviciu de înregistrare a dozelor**

**Art. 57.** – (1) Solicitantul trebuie să atașeze cererii pentru desemnarea ca serviciu de înregistrare a dozelor o documentație care să conțină:

- a) documente care să certifice datele de la art. 54;
- b) o descriere detaliată a activității pentru care se solicită aprobarea, incluzând modalitățile de îndeplinire a prevederilor acestor norme, pentru a se putea preciza conținutul certificatului de desemnare;
- c) manualul de management al calității și procedurile conexe, în conformitate cu cerințele standardelor aplicabile;
- d) lista personalului cu responsabilități;
- e) specificații ale sistemului computerizat (*hardware* și *software*) utilizat pentru înregistrare;
- f) dacă serviciul furnizat se limitează la anumiți clienți sau grupuri de clienți, numele acestor clienți ori o descriere a grupurilor de clienți;
- g) dovada plății tarifului stipulat conform regulamentului în vigoare privind aceste tarife.

(2) Dacă se solicită prelungirea valabilității certificatului de desemnare, atunci cererea trebuie să fie însoțită numai de acele documente listate conform alin. (1), care au suferit modificări comparativ cu cererea inițială și de dovada plății tarifului de prelungire.

### **Durata desemnării serviciilor de dozimetrie individuală și a celor de înregistrare a dozelor**

**Art. 58.** – (1) Valabilitatea certificatului de desemnare a serviciilor de dozimetrie individuală și a serviciilor de înregistrare a dozelor are, de regulă, o durată de cinci ani.

(2) Dacă pe perioada desemnării se schimbă datele din conținutul certificatului, trebuie să fie depusă o cerere de modificare înainte de efectuarea schimbărilor, în vederea emiterii certificatului modificat.

### **Prelungirea valabilității certificatului de desemnare**

**Art. 59.** – (1) Perioada de valabilitate a certificatului de desemnare poate fi prelungită la cererea titularului.

(2) Cererea de prelungire însoțită de documentația tehnică corespunzătoare prevăzută la art. 53 alin.(2) și respectiv la art. 57 alin (2) trebuie depusă în intervalul de cel mult o lună înainte de expirarea perioadei de valabilitate specificate la art. 58.

(3) Cu condiția ca prevederile alin. (1) și (2) să fie îndeplinite, serviciile desemnate se pot realiza în continuare, în condițiile certificatului anterior, până când CNCAN emite noul certificat de desemnare.

### **Revocarea desemnării unui serviciu de dozimetrie individuală**

**Art. 60.** – (1) CNCAN poate revoca în scris certificatul de desemnare eliberat unui serviciu de dozimetrie individuală, în următoarele situații:

- a) expirarea valabilității, dacă titularul certificatului de desemnare nu a depus o cerere de prelungire;
- b) în cazul falimentului companiei deținătoare a serviciului de dozimetrie;
- c) serviciul de dozimetrie nu se conformează criteriilor în vigoare privind desemnarea și nici nu prezintă la CNCAN un plan de acțiune întocmit astfel încât deficiențele să fie corectate în termen de cel mult trei luni;
- d) serviciul de dozimetrie nu prezintă dovada menținerii unor performanțe satisfăcătoare confirmate prin rezultatele unor teste de intercomparare ce demonstrează îndeplinirea continuă a criteriilor de certificare;
- e) serviciul de dozimetrie persistă în a nu raporta la timp, conform perioadelor specificate în cerințele de desemnare, evaluările de doză pentru care este desemnat.

(2) În termen de 45 de zile de la revocarea desemnării, serviciul de dozimetrie trebuie să depună la CNCAN înregistrările monitorizării individuale, ale tuturor lucrătorilor pentru care a generat înregistrări și pentru întreaga perioadă de operare.

### **Revocarea desemnării unui serviciu de înregistrare a dozelor**

**Art. 61.** – (1) CNCAN poate revoca în scris certificatul de desemnare eliberat unui serviciu de înregistrare a dozelor, în următoarele situații:

- a) dacă nu trimite raportul anual de doze cu rezumate întocmite conform cerințelor, la Registrul Național de Doze, în termen de trei luni de la sfârșitul anului calendaristic;
- b) dacă nu efectuează în termen de trei luni corecțiile necesare identificate și transmise de Registrul Național de Doze, ale erorilor sau neconcordanțelor din rezumatele dozelor anuale raportate;
- c) dacă nu se conformează criteriilor în vigoare privind aprobarea și nici nu prezintă la CNCAN un plan de acțiune întocmit astfel încât deficiențele să fie corectate în termen de cel mult trei luni;
- d) dacă persistă în a nu transmite angajatorilor, la intervalele de timp impuse conform cerințelor reglementate aplicabile, rezumate adecvate ale înregistrărilor de doze;
- e) în cazul falimentului companiei deținătoare a serviciului de înregistrare a dozelor.

(2) În termen de 45 de zile de la revocarea aprobării, serviciul de înregistrare a dozelor trebuie să depună la CNCAN înregistrările monitorizării individuale.

### **Lista serviciilor desemnate de dozimetrie individuală**

**Art. 62.** – CNCAN publică lista serviciilor desemnate de dozimetrie individuală pe pagina sa de web și în Monitorul Oficial și o menține la zi.

## **CAPITOLUL 7**

### **Expunerea la radon la locurile de muncă**

#### **Cerințe generale**

**Art. 63.** – (1) a) Decizia de a aplica un program de monitorizare radiologică individuală a lucrătorilor expuși la radon se bazează pe existența unei probabilități semnificative ca expunerea la radon la locul de muncă să conducă la o doză efectivă anuală mai mare de 6 mSv. În acest caz, situația de expunere existentă este considerată situație de expunere planificată și se aplică cerințele relevante prevăzute la capitolul II din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică.

b) Dacă este puțin probabil ca prin expunere profesională doza efectivă din expunerea la radon să depășească 6 mSv, atunci se va confirma această probabilitate prin monitorizarea radiologică a locului de muncă, în termeni de concentrație a activității de radon.

c) Decizia aplicării programului de monitorizare radiologică individuală a lucrătorilor expuși la radon trebuie să fie demonstrată de întreprindere și aprobată de CNCAN în procesul de autorizare.

(2) Cerințele pentru încadrarea unei situații de expunere existentă într-o situație de expunere planificată se aplică pentru:

a) Expunerea la radon, toron și descendenți în acele locuri de muncă unde expunerea profesională la radionuclizii din lanțul de dezintegrare al  $^{238}\text{U}$  sau  $^{232}\text{Th}$  este controlată ca situație de expunere planificată.

b) Expunerea la  $^{222}\text{Rn}$  și descendenți în acele locuri de muncă în care, în urma implementării măsurilor de remediere, reducerea concentrației de radon la valori mai mici decât nivelul de referință nu a fost posibilă.

(3) Pentru luarea unei decizii privind aplicarea unui program de monitorizare individuală de rutină a expunerii la radon a lucrătorilor, trebuie să fie luate în considerare cel puțin următoarele activități:

a) Exploatarea și prelucrarea minereului de uraniu;

b) Extragerea elementelor de pământuri rare;

c) Exploatarea de minereuri, altele decât minereul de uraniu;



- d) Producția de petrol și gaze;
- e) Stații de tratare a apelor.

Lista completă a sectoarelor industriale pentru care se poate impune decizia aplicării unui program de monitorizare individuală de rutină este precizată în Anexa Nr. 3 din Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică.

### Metode de măsurare

**Art. 64.** – (1) Evaluarea dozelor primite de lucrători prin inhalarea radonului se bazează pe:

- a) Măsurarea concentrației activității de radon la locul de muncă, ca valoare medie anuală;
- b) Măsurarea concentrației activității de radon la locul de muncă, ca valoare medie calculată în timpul programului de lucru;
- c) Determinarea dozei efective ca urmare a purtării unor dozimetre individuale de radon
- d) Determinarea dozei efective prin măsurări *in vivo* și *in vitro*, conform prevederilor din anexa nr. 12.

(2) Măsurarea concentrației activității în aer se face de către laboratoare desemnate de CNCAN și acreditate de organismul național de acreditare RENAR, în conformitate cu normele specifice CNCAN.

### Intervale de măsurare

**Art. 65.** – (1) Metoda și frecvența de măsurare trebuie să fie alese astfel încât să fie în măsură să fie efectuată distincția între valorile de doză din expunerea la radon care pot depăși valoarea de 6 mSv/an și valorile de doză din expunerea la radon care pot depăși limita de doză anuală pentru expunerea profesională.

(2) În acele situații în care există riscul să fie depășită limita de doză anuală, sunt necesare măsurări frecvente, de preferință lunare, în care este luată în calcul concentrația activității de radon medii primite în timpul programului de lucru efectiv. Pentru optimizare, în aceste situații se recomandă folosirea unor dozimetre individuale de radon.

(3) Metoda și frecvența de măsurare trebuie să fie aprobate de CNCAN.

### Calcul standard pentru doze din expunerea la radon

**Art. 66.** – (1) Serviciul de dozimetrie individuală autorizat de CNCAN are responsabilitatea determinării valorilor de doză efectivă din expunerea la radon. Calculul dozei efective trebuie să fie realizat conform prevederilor Anexei 12 sau prin altă metodă, dacă aceasta este documentată științific și aprobată de către CNCAN.

(2) Pentru calculul dozei în expuneri la radon pentru care nu există riscul depășirii limitei de doză anuale, sunt luate în calcul valorile medii anuale raportate de laboratoarele desemnate CNCAN pentru concentrația activității de radon, valori măsurate folosind metoda pasivă.

(3) Pentru calculul dozei în expuneri la radon pentru care există riscul depășirii limitei de doză anuale, sunt luate în calcul:

- a) valorile medii ale concentrației activității de radon în timpul programului efectiv de lucru, măsurate folosind metoda continuă;
- b) înregistrări furnizate de întreprindere cu privire la numărul de ore petrecut de lucrător la locul de muncă.

### Prevederi tranzitorii

**Art. 67.** – În termen de 2 ani de la data intrării în vigoare a prezentelor norme, serviciile de dozimetrie individuală și cele de înregistrare a dozelor trebuie să înștiințeze în scris CNCAN cu privire la modul de îndeplinire a prevederilor prezentelor norme și, dacă este cazul, să solicite eliberarea certificatului de desemnare.

## ANEXA 1 – Definiții și abrevieri

### Definiții

A1.1 *Dozimetru activ*: un dozimetru individual dotat cu circuite electronice, de regulă cu alimentare electrică de la baterii, cu accesorii *software* și/sau *firmware*, și în mod normal cu citire directă și semnalizare audio a indicațiilor dozei integrate și/sau ale debitului de doză.

A1.2 *Testare biologică*: orice procedură utilizată pentru a determina natura, activitatea, localizarea sau retenția de radionuclizi în corp, prin măsurare *in vivo* ori prin analiză *in vitro* a unui material excretat sau extras din corp în alt mod.

A1.3 *Pragul de decizie* (ISO 11929): valoarea estimatorului unui măsurand, care dacă este depășită de rezultatul unei măsurări efectuate utilizând o procedură dată, a unui măsurand ce cuantifică un efect fizic, se decide că acel efect fizic este prezent.

NOTA 1: Pragul de decizie este definit astfel încât, în cazurile în care rezultatul măsurării,  $y$ , depășește pragul de decizie,  $y^*$ , probabilitatea ca valoarea adevărată a măsurandului să fie zero este mai mică decât sau egală cu o valoare aleasă,  $\alpha$ , a probabilității.

(O valoare aleasă citată în mod frecvent este  $\alpha=0,05$ , a se vedea ISO 11929, p. 6.1).

NOTA 2: Dacă rezultatul,  $y$ , este situat sub pragul de decizie,  $y^*$ , rezultatul acesta nu poate fi atribuit efectului fizic; cu toate acestea, nu se poate concluda nici că efectul fizic este absent.

A1.4 *Limita de detecție* (ISO 11929): dacă pragul de decizie este cel definit în ISO 11929, limita de detecție este cea mai mică valoare adevărată a măsurandului pentru care probabilitatea de a decide greșit că valoarea adevărată a măsurandului este zero, este egală cu o valoare specificată,  $\beta$ , atunci când de fapt valoarea adevărată a măsurandului nu este zero.

(O valoare aleasă citată în mod frecvent este  $\beta=0,05$ , a se vedea ISO 11929, p. 6.1).

A1.5 *Urgență* (IAEA GSR Part 3): o situație neobișnuită care necesită acțiuni prompte, întreprinse în primul rând pentru a diminua pericolele ori consecințele adverse asupra sănătății umane, a securității și calității vieții, precum și asupra proprietății sau a mediului ambiant. Se includ urgențele nucleare ori radiologice și urgențe convenționale cum sunt incendiile, eliberarea de substanțe chimice periculoase, furtunile sau cutremurele de pământ. Sunt incluse și situațiile în care se impun acțiuni prompte pentru a diminua efectele unui pericol perceput.

NOTĂ: Într-o urgență nucleară ori radiologică există, sau este perceput a exista, un pericol generat de energia rezultată dintr-o reacție nucleară în lanț ori din dezintegrarea produselor unei reacții nucleare în lanț, ori numai de expunerea la radiații.

A1.6 *Expunere*: înseamnă actul de a expune ori condiția de a fi expus la radiații ionizante emise din afara corpului (expunere externă) ori din interiorul corpului (expunere internă).

A1.7 *Expunere profesională la radiații ionizante*: înseamnă actul de a fi expus la radiații ionizante la locul de muncă ca urmare a desfășurării unor practici aflate sub incidența Normelor privind cerințele de bază de securitate radiologică și care poate duce la expuneri la doze mai mari decât limitele de doză stabilite pentru expunerea publică.

A1.8 *Ingestie*: pătrunderea de substanțe radioactive în organism prin tractul alimentar.

A1.9 *Inhalare*: pătrunderea de substanțe radioactive în organism prin tractul respirator.

A1.10 *Încorporare*: pătrunderea substanțelor radioactive în organism prin ingestie, inhalare ori prin piele sau răni.

A1.11 *Fondul natural (de radiații)*: radiații ionizante care nu provin din câmpul de radiații rezultat din practica sau activitatea desfășurată cu surse de radiații, la care este expus un lucrător în timpul muncii.

A1.12 *Doză noțională*: substitut pentru valori care lipsesc, de exemplu în cazul dozimetrelor ori eșantioanelor pierdute sau deteriorate, sau valori generate prin artefacte ori surrogate.

A1.13 *Dozimetru pasiv*: dozimetru individual fără posibilități de citire directă, care poate funcționa fără circuite alimentate electric și *software* și/sau *firmware* încorporat (de exemplu OSL, TLD, filme dozimetrice).

A1.14 *Nivel de înregistrare*: un nivel deasupra căruia toate valorile măsurate de doză trebuie să fie înregistrate. Nivelul de înregistrare pentru monitorizarea individuală se obține luând în considerare durata perioadei de monitorizare și o doză efectivă anuală nu mai mică decât 1 mSv sau o doză echivalentă anuală de 10% din limita relevantă de doză. În consecință, orice valoare citită mai mică decât nivelul de înregistrare trebuie să fie neglijată și considerată a fi egală cu zero, la evaluarea dozei anuale în scopul protecției radiologice.

A1.15 *Răspuns*: raportul între valoarea măsurată și valoarea convențional adevărată a dozei.

A1.16 *Trasabilitate*: proprietatea rezultatului unei măsurări de a putea fi raportat la o referință prin intermediul unui lanț neîntrerupt și documentat de etalonări, fiecare contribuind la incertitudinea de măsurare.

A1.17 *Serviciul de înregistrare a dozelor*: orice organism competent să se ocupe, în numele întreprinderii, cu păstrarea înregistrărilor privind rezultatele monitorizării individuale a lucrătorilor expuși profesional.

## **Abrevieri**

CNCAN – Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare

CT – Computer Tomography (tomografie computerizată)

EU – European Union (Uniunea Europeană, UE)

ICRU - International Commission on Radiation Units and Measurements (Comisia internațională pentru măsurări și unități ale radiațiilor ionizante)

ICRP - International Commission for Radiological Protection (Comisia internațională de protecție radiologică)

IEC - International Electrotechnical Commission (Comisia internațională de electrotehnică)

ISO - International Organization for Standardization (Organizația internațională de standardizare)

OSL - Optically Stimulated Luminescence (Luminiscentă stimulată optic)

PET- Positron Emission Tomography (Tomografie cu emisie de pozitron)

QA - Quality Assurance (Asigurarea calității)

QC – Quality Control (Controlul calității)

RENAR – Autoritate Română de Acreditare

TLD - Thermo-Luminescence Dosimeter (Dozimetru cu termoluminiscentă)

**Referințe:**

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA GSR Part 3, Vienna (2014).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, Publication 116, Ann. ICRP 40 2–5 (2010)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the coverage interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application, ISO 11929-1:2019 | ISO 11929-2:2019 | ISO 11929-3:2019

## **ANEXA 2: Raportarea dozelor, păstrarea înregistrărilor și sisteme de informații**

A2.1 Întreprinderea este partea implicată cu responsabilitate primordială în ceea ce privește menținerea înregistrărilor expunerii profesionale a fiecărui lucrător pentru care este necesară evaluarea expunerii profesionale. Cerințele privind menținerea înregistrărilor de doză pot fi îndeplinite, în numele întreprinderii, de către un serviciu aprobat pentru înregistrări de doză.

A2.2 Serviciul de dozimetrie individuală are responsabilitatea evaluării cu acuratețe a dozelor pentru lucrători. Raportarea dozelor se trimite întreprinderii sau serviciului aprobat de înregistrare a dozelor, după caz.

A2.3 Serviciul de înregistrare a dozelor trebuie să mențină cu acuratețe înregistrările de doză pentru lucrători, în numele întreprinderii și are responsabilitățile specificate în art. 7. Serviciul de înregistrare a dozelor dă lucrătorului posibilitatea de a obține informații privind înregistrările dozelor primite din expunerea sa profesională, atât în timpul activității profesionale cât și după aceea.

A2.4 Serviciul de înregistrare a dozelor reprezintă un punct central de colectare și menținere a dozelor generate de furnizorii de servicii dozimetrice, care:

- a) este capabil să combine diferite elemente de informare privind doza, care pot proveni din evaluări de doză efectuate prin contribuția mai multor servicii de dozimetrie individuală diferite;
- b) în cazul angajărilor multiple, întreprinderile trebuie să coopereze pentru a asigura existența unei singure înregistrări de doză pentru lucrătorul respectiv, cu doza totală primită de lucrător din angajările multiple;
- c) dacă un serviciu de dozimetrie individuală raportează o doză care depășește o valoare a limitelor de doză stipulate în Normele privind cerințele de bază de securitate radiologică, serviciul de înregistrare a dozelor trebuie să furnizeze înregistrări de doză ale aceluși lucrător pentru ultimii cinci ani. Aceste înregistrări de doză trebuie să includă angajarea multiplă și să prezinte în mod diferențiat date privind expunerea externă (din dozimetria expunerii întregului corp, la fotoni și neutroni, din dozimetria cristalinului, din dozimetria pielii și extremităților) și expunerea internă.

A2.5 Serviciul de înregistrare a dozelor trebuie să mențină înțelegeri contractuale pentru:

- a) a obține de la întreprindere sau de la servicii de dozimetrie individuală sumarul informațiilor de doză referitoare la expunerea anterioară la radiații ionizante a unui lucrător pentru care se deschide sau redeschide înregistrarea dozelor;
- b) a primi informații de la serviciile de dozimetrie individuală și a le transfera cu acuratețe, în mod clar și lizibil, în înregistrarea de doză. În mod normal, transferul se completează în termen de 10 zile lucrătoare de la primirea informației din partea serviciilor de dozimetrie individuală, pentru expunerea externă și internă.

A2.6 Înțelegerile contractuale trebuie să fie suficiente pentru a se asigura introducerea în fiecare înregistrare a:

- a) fiecărui element de informație personală prezentat în tabelul 1;
- b) tuturor evaluărilor relevante ale dozei, perioadele de evaluare și sumele de doze la care se face referire în tabelul 1.

A2.7 Înregistrările expunerii profesionale păstrate în Registrul Național de Doze organizat așa cum este specificat în art. 23 se pot utiliza și în alte scopuri suplimentare, cum sunt:

- c) demonstrarea eficienței procesului de optimizare;
- d) furnizarea datelor necesare realizării distribuțiilor de doză;
- e) estimarea tendințelor de evoluție identificate în expunerea profesională și furnizarea de informații necesare pentru evaluarea sistemului de protecție radiologică;
- f) crearea de proceduri și programe eficiente de monitorizare;
- g) furnizarea datelor privind expunerea profesională în proceduri și programe medicale noi;

- h) furnizarea datelor necesare pentru studii epidemiologice și de cercetare științifică;
- i) furnizarea informațiilor care ar putea fi necesare în soluționarea litigiilor sau a cererilor de compensații ale lucrătorilor, care pot apărea după ani de zile de la expunerea produsă ori pretinsă.

A2.8 Într-un program de monitorizare a expunerii interne, înregistrările tipice generate includ atât date direct-relevante cât și documentație-suport. Înregistrările trebuie să asigure demonstrarea trasabilității măsurărilor și evaluarea de doză. Informațiile direct-relevante includ:

- a) date privind eșantionarea: ziua/luna/anul și ora colectării și evidența unui ‘lanț de custodie’;
- b) date primare privind aparatura și măsurarea, cum sunt tehnica de măsurare (directă/indirectă) sau ratele de numărare în domenii specifice de energie;
- c) nivelurile măsurate ale fondului natural de radiații, informații despre etaloane și date privind etalonarea detectoarelor;
- d) rezultate calculate cum sunt retenția de material radioactiv în organism sau rata zilnică de excreție și analiza statistică a excrețiilor;
- e) estimări prin calcul ale încorporării și modelele biocinetice utilizate;
- f) estimări ale dozei efective angajate și coeficienții de doză utilizați în calcule.

A2.9 Într-un program de monitorizare a expunerii externe, înregistrările generate includ atât date direct-relevante cât și documentație-suport. Înregistrările trebuie să asigure demonstrarea trasabilității măsurărilor și corectitudinea evaluării de doză. Informațiile direct-relevante includ cel puțin următoarele:

- a) date privind gestionarea dozimetrului individual: data la care au fost verificați factorii de corecție ai dozimetrului, menținerea validității factorilor de corecție, data ștergerii dozimetrului, data atribuirii spre purtare, perioada de purtare, data primirii dozimetrului pentru interpretare, data citirii, data validării.
- b) date primare privind echipamentele de măsurare (etalonare, valabilitatea etalonării);
- c) date privind rezultatele testelor QA/QC efectuate care confirmă menținerea performanțelor echipamentelor de măsurare și corectitudinea evaluărilor de doză;
- d) nivelurile fondului natural de radiații și modul în care este calculat și scăzut din doza primită de dozimetru;
- e) modul de calcul al incertitudinii asociate rezultatului.

**Tabelul 1** Conținutul înregistrărilor de doză – ilustrarea informațiilor necesare

Codul numeric personal ..... Numele și prenumele .....		M / F .....
Data nașterii .....	Categoria de expunere	Anul .....
Naționalitatea .....	.....	Data încheierii activității ca lucrător expus .....
Data începerii activității ca lucrător expus ..... (în această angajare)		.....(această angajare)
Denumirea angajatorului / C.U.I. / adresa / locul principal de lucru sau locația bazei ..... .....		Nume și adrese ale serviciilor de dozimetrie .....
Clasificare medicală a lucrătorului (apt, apt condiționat).....		Perioada valabilității supravegherii medicale .....

Perioada actuală de evaluare a dozei	Doza externă totală, $H_p(10)$ (inclusiv pentru neutroni)			Doze de neutroni	Doza totală internă, $E(50)$	Doza efectivă, $E$	Observații
	$H_p(10)$	$H_p(0,07)$	$H_p(3)$	$H_p^n(10)$	$E(50)=E_{inh}+E_{ing}$	$E=H_p(10) + E(50)$	
	(mSv)	(mSv)	(mSv)	(mSv)	(mSv)	(mSv)	
Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8
Suma dozelor pentru cel mult 4 ani anteriori							
Ziua/Luna/Anul: 1/06/2016 – 30/6/2016							
Total pentru anul calendaristic curent							



### **ANEXA 3: Coeficienți de doză pentru încorporări de radionuclizi**

A3.1 Dozele din expunerea internă nu pot fi măsurate direct, însă pot fi obținute din măsurări individuale ale unor mărimi cum sunt activitatea radionuclizilor reținuți în organism ori în eșantioane din excreții. Conform unui astfel de algoritm, mărimea de interes primar în obținerea dozei din expunerea internă este încorporarea de radionuclizi,  $I$ , adică activitatea acelor radionuclizi care au pătruns în organism. Doza ce se estimează că va rezulta din expunerea internă produsă în urma unei încorporări  $I$  este denumită doza efectivă angajată  $E(50)$ , unde 50 de ani este intervalul de timp considerat de la momentul încorporării, pentru care este integrată rata dozei. Doza efectivă angajată  $E(50)$  este utilizată în mod normal pentru evaluarea expunerii profesionale de rutină. Pentru a obține valoarea dozei efective angajate, valoarea încorporării este multiplicată cu coeficientul  $e(g)$ , doza efectivă angajată per unitate de încorporare, pentru grupul  $g$  de vârste ale persoanelor expuse și pentru încorporare prin ingestie ori inhalare, după caz.

A3.2 Se recomandă utilizarea modelelor biocinetice elaborate pentru calculul valorilor  $e(g)$ , și respectiv a valorilor de referință ale coeficienților de doză  $e(g)$  pentru încorporări de radionuclizi, în conformitate cu publicațiile ICRP 119 (Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60), 130 (Occupational Intakes of Radionuclides, Part 1), 134 (Occupational Intakes of Radionuclides, Part 2) și 137 (Occupational Intakes of Radionuclides, Part 3).

#### **ANEXA 4: Coeficienți de conversie pentru expunerea externă**

A4.1 Doza efectivă,  $E$ , este mărimea de prim interes utilizată în protecția radiologică. Această mărime face posibilă necesitatea însumării dozelor provenind de la emițători interni de radiație cu cele produse de câmpuri externe, pentru a se obține o singură valoare numerică ce se utilizează în limitarea expunerii și la optimizarea protecției radiologice, atât pentru lucrători cât și pentru persoane din populație. Deoarece însă doza efectivă este o mărime ce nu se poate măsura, se introduc mărimi operaționale măsurabile cum este  $H_p(10)$ .

A4.2 Relația directă dintre valorile  $E$  și  $H_p(10)$  se bazează pe ipoteza iradierii uniforme a întregului organism. Au fost calculați coeficienți de conversie pentru transformarea unor mărimi fundamentale măsurabile (fluența particulelor, kerma în aer, doza absorbită în țesut) în valori ale dozei efective din fantome antropomorfe reprezentând oameni adulți, precum și în valorile mărimilor operaționale măsurate utilizând fantome ICRU.

A4.3 Valorile coeficienților de conversie dintre mărimile fundamentale și mărimile operaționale sunt importante și în scopuri de etalonare. Într-un laborator de etalonare, trasabilitatea se stabilește față de mărimile fundamentale. Sunt necesari apoi coeficienți de conversie pentru a obține valorile mărimilor operaționale în câmpuri standardizate de radiații de etalonare, astfel încât să poată fi etalonate dozimetrele prin expunerea în aceste câmpuri, pe corpurile-fantomă corespunzătoare. Informații suplimentare privind aceste câmpuri standardizate sunt prezentate în Anexa 8.

A4.4 Publicația ICRP 116 prezintă coeficienți de conversie din fluență în doză, atât pentru doza efectivă cât și pentru doza absorbită în organe/țesuturi, și pentru diferite tipuri de expunere externă. Acești coeficienți au fost calculați utilizând corpuri-fantomă de calcul ICRP/ICRU, reprezentând oficial Masculul Adult de Referință și Femela Adultă de Referință, introduse în coduri de calcul tip Monte Carlo care simulează transportul radiației în corpul uman. Pentru aceste simulări au fost luate în considerare geometrii idealizate de iradiere a întregului-corp incluzând fascicule unidirecționale largi de radiații paralele cu axe orientate antero-posterior, postero-anterior, stânga-lateral și dreapta lateral, precum și cu rotație completă față de axa longitudinală a corpului-fantomă; a fost luată în considerare și iradierea complet izotropă a corpului-fantomă. Din aceste simulări a fost determinată doza absorbită în fiecare organ/țesut din corpul-fantomă de referință. Coeficienții de conversie din fluență în doză efectivă au fost derivați din coeficienții de conversie obținuți pentru doza absorbită în fiecare organ/țesut, utilizând valorile factorului de ponderare pentru radiație  $w_R$  și valorile factorului de ponderare tisulară  $w_T$ .

A4.5 Coeficienții de conversie a mărimilor fizice (fluența, kerma în aer) în mărimile operaționale  $H_p(10)$ ,  $H_p(3)$  și  $H_p(0,07)$ , pentru câmpuri standardizate de etalonare, se obțin din următoarele publicații:

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, Publication 116, Ann. ICRP 40 2–5 (2010) and Publication 116 Corrigenda

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosimeters and Dose rate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO 4037-3:1993, ISO, Geneva (1993)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy – Reference Beta-particle Radiation – Part 2: Calibration Fundamentals Related to Basic Quantities Characterizing the Radiation Field, ISO 6980-2:2004, ISO, Geneva (2004)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy – Reference Beta-particle Radiation – Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Determination of their Response as a Function of Beta Radiation Energy and Angle of Incidence, ISO 6980-3:2006, ISO, Geneva (2006)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Reference Neutron Radiations – Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Determination of Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO 8529-3: 1998, ISO, Geneva (1998)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Radiation Protection Instrumentation – Passive Integrating Dosimetry Systems for Personal and Environmental Monitoring of Photon and Beta Radiation, IEC 62387, IEC, Geneva (2012)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Passive Personal Neutron Dosimeters – Performance and Test Requirements, ISO 21909:2005, ISO, Geneva (2005).

## **ANEXA 5 : Sistemul de management al calității**

A.5.0. Lista cu publicațiile recomandate pentru calculul incertitudinii:

JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement

EC RP 160: Technical recommendations for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation

A5.1 Implementarea unui sistem de management al calității conform standardului EN ISO/IEC 17025 este o condiție de aprobare a unui serviciu de dozimetrie individuală.

### ***Monitorizarea sistemului de management al calității***

A5.2 Furnizorul serviciilor de dozimetrie trebuie să definească, să planifice și să implementeze în cadrul sistemului de management al calității activități de măsurare și monitorizare necesare pentru a asigura conformitatea cu prevederile aplicabile ale legilor, reglementărilor și standardelor, precum și pentru a aduce îmbunătățiri. Astfel de activități trebuie să includă analiza necesității metodelor aplicabile și specificații privind utilizarea metodelor selectate, inclusiv a unor tehnici statistice.

A5.3 Procesul de măsurare, analiză și îmbunătățire cuprinde, în general, următoarele:

- a) acțiuni întreprinse în mod curent pentru a monitoriza eficacitatea sistemului ca întreg, identificând prin mijloace corespunzătoare domeniile în care trebuie aduse îmbunătățiri;
- b) aplicarea metodelor statistice de bază pentru monitorizarea informațiilor privind satisfacția clientului, a performanțelor echipamentului, a ratelor de măsurare și pentru alți indicatori similari de eficiență a serviciilor furnizate clientului;
- c) acțiuni întreprinse la timp pentru a preveni apariția neconformităților, a îmbunătăți sistemul și a optimiza serviciile furnizate clientului. Procesul de audit intern și activitățile de îmbunătățire sunt parte a acestor acțiuni;
- d) acțiuni prompt întreprinse pentru a corecta fiecare neconformitate identificată fie prin autoevaluare, în urma unor reclamații ale clienților, din recomandările auditului intern ori extern, sau prin orice altă metodă care conduce la identificarea unei neconformități.

### ***Neconformități și măsuri corective ori preventive***

A5.4 Următoarele exemple pot fi considerate neconformități în furnizarea serviciilor dozimetrice:

- a) date primare incorect introduse în prelucrare;
- b) rezultate dozimetrice obținute prin aplicarea unui algoritm incorect;
- c) date incorecte de etalonare sau factori de etalonare incorecți;
- d) rezultate ale unor măsurări efectuate utilizând instrumentele în afara domeniului lor de măsurare sau de aplicare;
- e) date de etalonare obținute utilizând condiții de iradiere incorecte.

Trebuie să fie efectuată o analiză a impactului neconformităților asupra securității radiologice, urmată de înștiințarea managementului, la nivel corespunzător.

A5.5 Procedura aplicării de acțiuni corective se inițiază după înregistrarea unei reclamații sau obținerea de informații de această natură prin *feedback* de la client, ori la identificarea neconformității de către personalul propriu sau în timpul unui audit. Acțiunile corective trebuie să fie proporționale cu magnitudinea problemei și cu riscurile asociate.

A5.6 Acțiunea preventivă se poate impune în urma unei acțiuni corective, ori poate fi întreprinsă în alte situații, pe durata dezvoltării unor noi metode de testare sau proceduri de management, ori ca urmare a unei decizii luate în timpul analizei efectuate de management. Acțiunile preventive și acțiunile corective urmează parcursuri similare în aplicare, însă primele au caracter prospectiv și

celelalte au caracter retrospectiv. În timp ce acțiunile preventive se aplică cu intenția de a elimina riscul apariției de neconformități, acțiunile corective se aplică neconformităților existente.

A5.7 O acțiune corectivă începe printr-o investigație în vederea determinării cauzelor problemei. Următoarele exemple cuprind întrebări ce trebuie luate în considerare atunci când se acționează pentru identificarea cauzei principale a problemei:

- a) neconformitatea identificată a fost validată a fi o problemă reală?
- b) au fost modificate caracteristicile dozimetrului?
- c) metodele și procedurile utilizate pentru realizarea sarcinii încredințate sunt adecvate?
- d) sunt necesare acțiuni suplimentare de pregătire a personalului sau de perfecționare a abilităților practice?
- e) funcționarea echipamentului relevant este corespunzătoare?
- f) echipamentul de etalonare a fost verificat?
- g) au fost modificate specificațiile furniturii consumabile utilizate în operațiunile investigate?

A5.8 Acțiunea preventivă este mai mult un proces activ de identificare a oportunităților de îmbunătățire, decât un răspuns la identificarea unor probleme sau la reclamații. Pe lângă revizuirea procedurilor operaționale, acțiunea preventivă poate implica și analizarea datelor, inclusiv a tendințelor de dezvoltare și a riscurilor, precum și a rezultatelor testării de competențe.

### ***Îmbunătățirea calității serviciilor***

A5.9 Serviciul de dozimetrie trebuie să caute să îmbunătățească mereu calitatea serviciilor furnizate clientului și procesele interne implementate în acest scop. Corectarea erorilor și prevenirea pierderilor sunt două exemple ale modalităților de îmbunătățire în cadrul unei organizații.

### ***Informații de tip feedback***

A5.10 Serviciul de dozimetrie trebuie să implementeze politica și procedurile necesare pentru soluționarea reclamațiilor primite de la clienți sau de la alte părți implicate. Trebuie să fie realizate și păstrate înregistrări ale tuturor reclamațiilor, ale investigațiilor și măsurilor corective aplicate în fiecare asemenea caz de către furnizorul de servicii dozimetrice.

### ***Controlul înregistrărilor***

A5.11 În ceea ce privește înregistrările tehnice, serviciul de dozimetrie trebuie să păstreze înregistrările originale ale observațiilor, ale datelor derivate și informații suficiente pentru a asigura auditarea ulterioară, înregistrări de etalonare și copia fiecărui raport de testare ori certificat de etalonare emise pentru perioade definite de valabilitate. Înregistrările fiecărei testări sau etalonări trebuie să cuprindă informații suficiente pentru a facilita identificarea factorilor care ar putea afecta incertitudinea, după caz, precum și a celor de natură a face posibilă repetarea testării sau a etalonării, în condiții pe cât este posibil mai apropiate de condițiile originale. Înregistrările trebuie să specifice identitatea persoanelor responsabile pentru eșantionare, pentru realizarea fiecărei testări ori etalonări, precum și pentru verificarea rezultatelor.

A5.12 Fiecare greșală corectată în cuprinsul înregistrării trebuie să fie evidențiată prin linii de tăiere (nu prin ștergere, nu făcută ilizibilă, nu eliminată), iar valoarea corectă trebuie să fie introdusă alături de cea astfel corectată. Corecturile înregistrărilor trebuie să fie însoțite de semnătura persoanei care le-a efectuat; dacă înregistrările sunt stocate electronic, trebuie să fie întreprinse măsuri echivalente pentru evitarea pierderii sau a schimbării neautorizate a datelor originale.

### ***Audit intern***

A5.13 Programul de audit intern trebuie să cuprindă toate elementele sistemului de management, inclusiv testarea sau etalonarea.

A5.14 Atunci când concluziile auditului identifică motive de îndoială în ceea ce privește eficacitatea operațiunilor sau corectitudinea ori validitatea rezultatelor, serviciul de dozimetrie trebuie să

întreprindă acțiuni corective în timp util, precum și să înștiințeze în scris clienții dacă investigațiile dovedesc posibila influențare negativă a rezultatelor furnizate.

### ***Metode de testare ori de etalonare și validarea metodelor***

A5.15 Fiecare metodă de măsurare trebuie să fie temeinic documentată printr-o procedură care să descrie pas cu pas efectuarea măsurării, dacă se consideră necesară o astfel de descriere. Conducerea serviciului de dozimetrie trebuie să se asigure că personalul utilizează metode de ultima generație și că își îndeplinesc sarcinile respectând cerințele acestor metode temeinic documentate. Metoda selectată trebuie să prezinte caracteristici bine cunoscute în ceea ce privește acuratețea, corectitudinea, repetabilitatea, robustețea, etc., iar domeniul de incertitudini în măsurare trebuie să fie cunoscut și prezentat în raportul măsurării. Fiecare metodă de măsurare trebuie să fie validată în conformitate cu procedura de validare inclusă în sistemul de management al calității implementat.

### ***Echipamente de testare și etalonare***

A5.16 Serviciul de dozimetrie trebuie să dispună de echipamente adecvate pentru a realiza procesele necesare furnizării rezultatelor cerute de client, inclusiv măsurări ori etalonări, calcule și raportări. Aceste echipamente trebuie să fie funcționale, să poată fi utilizate în măsurări zi de zi.

A5.17 Toate echipamentele, precum și *software*-ul dezvoltat în serviciul de dozimetrie, trebuie să fie clar identificate de exemplu prin documentații suficiente pentru a dovedi validarea acestui *software* și setarea corectă a echipamentelor.

### ***Trasabilitatea măsurării***

A5.18 Pentru a se asigura că rezultatele măsurării se conformează cerințelor standardelor internaționale, fiecare dispozitiv de măsurare ce poate influența rezultatele trebuie să fie etalonat înainte de introducerea în serviciu, precum și după aceea, periodic. Etaloanele utilizate pentru aceste calibrări trebuie să aibă trasabilitate la Sistemul Internațional de Unități. Participarea adecvată la exerciții internaționale de intercomparare demonstrează fiabilitatea măsurărilor.

A5.19 Serviciul de dozimetrie trebuie să păstreze informații referitoare la toate etaloanele de calibrare utilizate, într-un sistem de date care să cuprindă:

- a) data etalonării;
- b) seria dispozitivului calibrat;
- c) data ultimei etalonări și data la care este necesară o nouă etalonare;
- d) înregistrări și copii ale tuturor certificatelor de etalonare;
- e) schema programării din timp a tuturor etalonărilor periodice necesare.

### ***Asigurarea calității rezultatelor activității de testare și de etalonare***

A5.20 Serviciul de dozimetrie trebuie să implementeze procese de asigurare continuă a controlului calității serviciilor furnizate clientului. Trebuie să fie considerate în mod adecvat următoarele:

- a) utilizarea numai a unor materiale de referință certificate, pentru etalonare și control intern al calității;
- b) realizarea tuturor măsurărilor și etalonărilor în conformitate cu documentația aplicabilă;
- c) participarea la exerciții de intercomparare ori la programe de testare a competențelor;
- d) utilizarea de metode statistice pentru determinarea pe termen lung a calității rezultatelor etalonării, astfel încât să fie identificate posibile tendințe în degradarea instrumentelor.

### ***Raportarea rezultatelor***

Rezultatele trebuie să fie raportate clientului cu acuratețe, claritate și astfel încât să fie îndeplinite cerințele standardului:

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories, ISO/IEC 17025:2017, ISO, Geneva (2017).

## **ANEXA 6: Testarea de performanțe și testări de rutină**

### ***A6.1 Testarea de performanțe***

A6.1.1 Suplimentar față de păstrarea dovezilor privind testarea de tip a sistemului de dozimetrie individuală conform recomandărilor din Anexa 7, la intervale regulate de timp trebuie să fie realizată testarea performanțelor serviciului de dozimetrie. Testările externe de performanțe au în mod obișnuit ca obiectiv verificarea fiabilității și consistenței în aplicarea metodei dozimetrice.

A6.1.2 Sunt de uz general trei tipuri de testări de performanțe - testare în orb, testare prin surprindere și testare anunțată:

- a) la testarea în orb serviciul de dozimetrie nu are cunoștință despre teste și nu poate utiliza dozimetre selectate ori proceduri speciale de evaluare pentru aceste teste. Un mod de abordare este alegerea unui client imaginar și iradierea în condiții controlate a dozimetrelor destinate acestuia, independent de serviciul dozimetric;
- b) la testarea prin surprindere, furnizorul de servicii de dozimetrie are cunoștință despre teste dar nu cunoaște în avans data la care se efectuează testarea. Este permisă utilizarea dozimetrelor selectate dar nu este permisă utilizarea unor proceduri speciale de evaluare;
- c) la testarea anunțată, furnizorul de servicii de dozimetrie are cunoștință despre teste, poate utiliza dozimetre selectate și proceduri speciale de evaluare. Un exercițiu de intercomparare a furnizorilor de servicii dozimetrice poate fi privit ca testare anunțată a performanțelor. În general, rezultatele unor astfel de intercomparări sunt publicate fără identificarea numelor participanților.

### ***A6.2 Testarea de rutină***

A6.2.1 Scopul testării de rutină este de a verifica acuratețea și precizia sistemului de dozimetrie la măsurarea dozelor pentru o singură energie, în mod obișnuit aceea a unei surse radioactive de etalonare, cum este  $^{137}\text{Cs}$  ori  $^{60}\text{Co}$  în cazul dozimetrelor pentru fotoni. Acest tip de testare servește și la normarea sensibilității sistemului de dozimetrie ca întreg. Testările de rutină se efectuează de obicei de către serviciul dozimetric și trebuie să fie repetate la intervale regulate de timp, de preferință o dată pe lună. În comparație cu acestea, testările QA pentru monitorizarea unor aspecte specifice privind performanța sistemului dozimetric se efectuează de regulă în fiecare zi de lucru.

A6.2.2 Evoluția în timp a rezultatelor testării de rutină trebuie să fie urmărită îndeaproape, de exemplu prin utilizarea unor diagrame de control în care sunt definite niveluri de avertizare și de acțiune, pentru a se iniția la timp acțiuni corective necesare întreprinse de către serviciul dozimetric.

A6.3 În testarea de performanțe și testarea de rutină sunt aplicabile recomandările specificate în:

European Communities' Publication Radiation Protection 160, "Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation" (2009).



A7.1 Testarea de tip a sistemelor dozimetrice pentru expunerea externă implică testări de performanțe ale caracteristicilor sistemului ca întreg, printr-o serie de iradierii și condiții de depozitare. Trebuie acordată atenție specială cuantificării surselor de incertitudine, iar aceasta implică în primul rând investigarea variației răspunsului dozimetrului cu energia și direcția de incidență a fasciculului de radiații. Însă include și considerarea altor caracteristici dozimetrice cum sunt liniaritatea răspunsului, domeniul măsurabil de doze, capacitatea sistemului de a furniza rezultate satisfăcătoare pe domenii rezonabile ale condițiilor de temperatură și umiditate și abilitatea de a răspunde corespunzător la valori mari ale debitului de doză ori în câmpuri pulsate de radiații. Testarea de tip include și teste de natură generală cum sunt capacitatea sistemului de a funcționa satisfăcător în câmpuri electrice și magnetice pe domenii rezonabile și abilitatea de a rezista unor șocuri mecanice și vibrații. Testele nu se referă numai la dozimetru ca atare ci la întreg sistemul, inclusiv orice echipament de citire a indicațiilor sale.

A7.2 Sistemele de dozimetrie individuală se supun testării de tip în conformitate cu standardele relevante ale IEC / ISO și trebuie să îndeplinească criteriile de acceptabilitate specificate în aceste standarde. Toate câmpurile de radiații utilizate în testarea de tip trebuie să fie bine caracterizate, cu trasabilitate la etaloanele sistemului național de metrologie. Standardele ISO / IEC prezintă cerințe și recomandări privind stabilirea câmpurilor de radiații de referință pentru fotoni, radiații beta și neutroni:

- a) în cazul dozimetrelor pasive, sistemele de dozimetrie individuală trebuie să îndeplinească prevederile standardului IEC 62387 (fotoni/beta) și ISO 21909 (neutroni);
- b) în cazul dozimetrelor active, sistemele de dozimetrie individuală trebuie să îndeplinească prevederile standardului IEC 61526.

A7.3 Sistemele de dozimetrie individuală trebuie să fie testate pentru a determina cât de bine se conformează cerințelor impuse de mărimea sau mărimile ce trebuie măsurate, privind caracteristicile răspunsului la variații de energie și ale răspunsului unghiular.

A7.4 Dacă în oricare parte a testării nu sunt îndeplinite criteriile de acceptabilitate, un astfel de eșec trebuie să fie prezentat clar și detaliat, luând în considerare și motivele care l-au generat.

A7.5 Se utilizează prevederile următoarelor publicații:

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Radiation Protection Instrumentation – Passive Integrating Dosimetry Systems for Personal and Environmental Monitoring of Photon and Beta Radiation, IEC 62387, IEC, Geneva (2012).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Passive Personal Neutron Dosemeters – Performance and Test Requirements, ISO 21909:2005, ISO, Geneva (2005).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, Radiation Protection Instrumentation – Measurement of Personal Dose Equivalents  $H_p(10)$  and  $H_p(0.07)$  for X, Gamma, Neutron and Beta Radiations – Direct Reading Personal Dose Equivalent Monitors, IEC 61526, Geneva (2010).

## **ANEXA 8: Câmpuri de radiații de referință**

A8.1 Toate câmpurile de radiații de referință utilizate în testarea de tip trebuie să fie bine caracterizate și să aibă trasabilitate la etaloane naționale de metrologie. Standardele ISO care prezintă cerințe și recomandări privind stabilirea câmpurilor de radiații de referință pentru fotoni, radiații beta și neutroni sunt seria ISO 4037 pentru fotoni, seria ISO 6980 pentru radiații beta și seria ISO 8529 pentru neutroni. Aceste câmpuri de referință trebuie să fie utilizate și pentru testările de rutină privind calibrarea sistemelor de dozimetrie individuală.

A8.2 Întrucât mărimea operațională utilizată în monitorizarea individuală  $H_p(d)$  se referă la măsurarea echivalentului individual de doză în organismul uman, dozimetrele concepute pentru această mărime operațională trebuie să fie testate ca tip și etalonate pe o fantomă corespunzătoare, pentru a reproduce retroîmprăștierea și atenuarea radiațiilor de corpul uman. Aceste fantome sunt de asemenea prezentate în seria de standarde ISO 4037.

A8.3 Fantoma pentru măsurarea mărimii  $H_p(10)$  constă dintr-un recipient paralelipipedic făcut din metil polimetilmetacrilat (plexiglas) cu dimensiunile 30 cm x 30 cm x 15 cm. Grosimea pereților este de 2,5 mm pentru partea frontală și de 10 mm pentru ceilalți pereți. Recipientul se umple cu apă.

A8.4 Fantoma tip bară, pentru măsurarea mărimii  $H_p(0,07)$  în dozimetria extremităților constă dintr-un cilindru de plexiglas de 19 mm diametru și 300 mm lungime.

A8.5 Fantoma pentru măsurarea mărimii  $H_p(3)$  în dozimetria cristalinului este un cilindru de plexiglas de 20 cm diametru și 20 cm înălțime, cu pereți subțiri din plexiglas și umplut cu apă.

A8.6 Se utilizează prevederile următoarelor publicații:

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 1: Radiation Characteristics and Production Methods, ISO 4037-1:1996, ISO, Geneva (1996).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV, ISO 4037-2:1997, ISO, Geneva (1997).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 3: Calibration of Area and Personal Dosemeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO 4037-3:1993, ISO, Geneva (1993).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, X and Gamma Reference Radiation for Calibrating Dosemeters and Doserate Meters and for Determining their Response as a Function of Photon Energy, Part 4: Calibration of Area and Personal Dosemeters in Low Energy X Reference Radiation Fields, ISO 4037-4:2004, ISO, Geneva (2004).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Reference Neutron Radiations – Part 1: Characteristics and Methods of Production, ISO 8529-1:2001, ISO, Geneva (2001).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Reference Neutron Radiations – Part 2: Calibration Fundamentals Related to the Basic Quantities Characterizing the Radiation Field, ISO 8529-2:2000, ISO, Geneva (2000).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Reference Neutron Radiations – Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Determination of Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO 8529-3: 1998, ISO, Geneva (1998).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy – Reference Beta-particle Radiation – Part 1: Method of Production, ISO 6980-1:2006, ISO, Geneva (2006).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy – Reference Beta-particle Radiation – Part 2: Calibration Fundamentals Related to Basic Quantities Characterizing the Radiation Field, ISO 6980-2:2004, ISO, Geneva (2004).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Nuclear Energy – Reference Beta-particle Radiation – Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Determination of their Response as a Function of Beta Radiation Energy and Angle of Incidence, ISO 6980-3:2006, ISO, Geneva (2006).

## ANEXA 9: Curbele trompetă

A9.1 Recomandările din Publicația ICRP 75 prezintă ca fiind acceptabile nivelurile de incertitudine în două regiuni ale domeniului valorilor de doză astfel:

- în regiunea din vecinătatea limitei relevante de doză, un factor de variație de 1,5 în fiecare sens, față de valoarea 1 a raportului dintre doza măsurată și doza convențional adevărată, este considerat acceptabil;
- în regiunea nivelului de înregistrare se consideră acceptabilă o incertitudine de  $\pm 100\%$ .

A9.2 Această formulare a nivelurilor acceptabile de incertitudine conduce la o funcție-treaptă și de aceea este de dorit să i se aplice o procedură de netezire, care conduce la așa numitele curbe trompetă. Limita superioară ( $R_{UL}$ ) și limita inferioară ( $R_{LL}$ ) permise pentru raportul dintre doza măsurată și doza convențional adevărată sunt exprimate prin relațiile:

$$R_{UL} = 1,5 [1 + H_0 / (2 H_0 + H_r)], \text{ pentru limita superioară;}$$

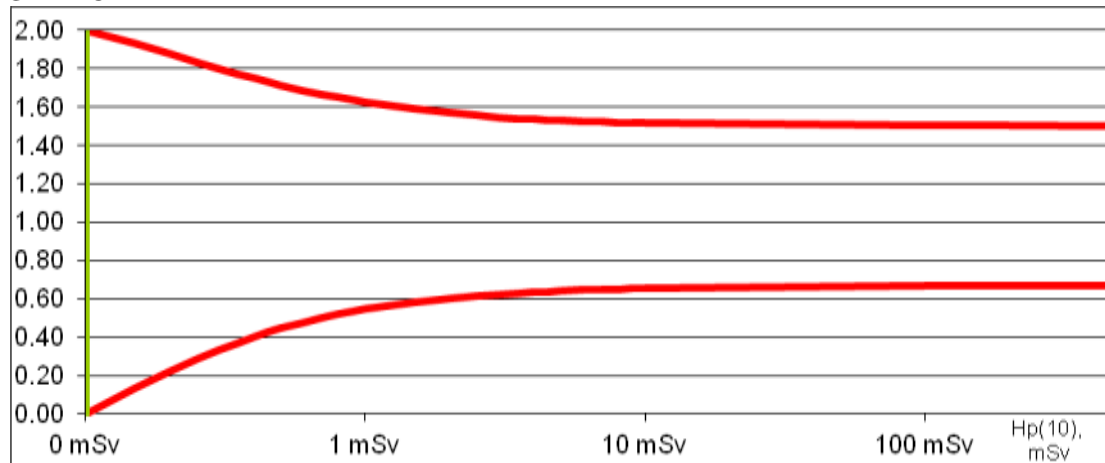
limita inferioară se obține din relația:

$$R_{LL} = 1/1,5 [1 - 2 H_0 / (H_0 + H_r)], \text{ pentru } H_r > H_0$$

$$R_{LL} = 0 \quad \text{pentru } H_r < H_0$$

unde  $H_r$  este valoarea convențional adevărată a dozei și  $H_0$  este nivelul de înregistrare corespunzător perioadei de monitorizare individuală.

**GRAFIC**



A9.3 Din considerații privind caracteristicile răspunsului dozimetrelor individuale pentru neutroni aflate în uz curent, precum și din rezultatele intercomparărilor, rezultă în mod cert că există dificultăți în îndeplinirea pentru neutroni a criteriilor acceptabile de incertitudine prezentate în paragrafele de mai sus. Chiar și un criteriu situat la nivelul de 50% este posibil să nu fie îndeplinit, cu orice dozimetru de neutroni cu design actual, pentru domeniul complet de valori ale energiei fasciculelor de neutroni ce pot exista la locul de muncă, precum și pentru electroni.

## **ANEXA 10: Criterii de performanță pentru radiobioteștări *in vivo* și *in vitro***

A10.1 Standardul internațional ISO 28218 prezintă criteriile referitoare la asigurarea și controlul calității, și pentru evaluarea performanțelor unui serviciu de dozimetrie individual care efectuează măsurări de radiobioteștare. Ca parte a procesului de aprobare, astfel de servicii de dozimetrie trebuie să facă dovada îndeplinirii criteriilor listate în acest standard privind:

- a) acuratețea măsurărilor *in vivo* ale activității, a măsurării unor cantități de material radioactiv cu conținut selectat de radionuclizi semnificativi, plasate în fantome și a măsurărilor *in vitro* ale activității și cantităților de material radioactiv cu conținut selectat de radionuclizi semnificativi aflate în eșantioanele testate;
- b) cerințele minimale pentru limita de detecție;
- c) nivelurile minime de testare posibilă și domeniile mărimilor care se testează;
- d) asigurarea calității în serviciile de dozimetrie;
- e) controlul calității în serviciile de dozimetrie;
- f) procedurile de referință pentru cazurile în care clientul nu precizează criteriile de performanță.

A10.2 Prevederile standardului ISO 28218 se aplică oricărui sistem de radiobioteștare *in vivo* utilizat pentru măsurarea radionuclizilor distribuiți în organism ori localizați în anumite țesuturi sau organe cum sunt tiroida, plămâni, ficatul și oasele. Criteriile de performanță din acest standard, în ceea ce privește măsurările *in vitro*, sunt concepute în primul rând pentru asigurarea și îmbunătățirea acurateței măsurării activității radionuclizilor în eșantioane de excreții.

A10.3 În cadrul acestor criterii de performanță concepte cum sunt limita de detecție și pragul de decizie, precum și aplicarea lor corectă, sunt foarte importante. Explicații detaliate ale acestor concepte și modul de aplicare a lor la măsurări de activitate *in vivo* și *in vitro* sunt prezentate în standardele ISO 11929 și ISO 28218; se pot utiliza și recomandările din publicația IAEA AQ-48 (2017).

A10.4 Se utilizează prevederile următoarelor publicații:

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Radiation Protection – Performance Criteria for Radiobioassay, ISO 28218:2010, ISO, Geneva (2010).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Determination of the Characteristic Limits (Decision Threshold, Detection Limit and Limits of the Confidence Interval) for Measurements of Ionizing Radiation – Fundamentals and Application, ISO 11929:2010, ISO, Geneva (2010).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Characteristic Limits for Radioactivity Measurements. Decision Threshold, Detection Limit and Limits of the Confidence Interval, AQ-48, IAEA Vienna (2017).

## **ANEXA 11: Evaluarea dozei echivalente angajate și a dozei efective angajate,**

### **informații specifice pentru radionuclizi selectați**

A11.1 În urma încorporării de radionuclizi, dozele primite de organe și țesuturi se acumulează în timp și de aceea expunerea internă a lucrătorilor trebuie să fie evaluată utilizând ca mărimi de protecție radiologică doza echivalentă angajată și doza efectivă angajată. Rapoarte ale ICRP privind încorporarea de radionuclizi în expunerea profesională, prezintă date care pot fi utilizate atât în evaluări prospective cât și în evaluări retrospective ale acestor mărimi de protecție.

A11.2 Pentru coeficienții de doză pentru încorporările profesionale de radionuclizi prin inhalare și ingestie, precum și pentru datele necesare interpretării rezultatelor unor măsurări de radiobiotezare ca de exemplu conținutul de radionuclizi în organism ori numai într-un anumit organ, sau în excreția urinară se recomandă rapoartele ICRP “*Occupational Intakes of Radionuclides – Part 1, 2 and 3*” prezentate în publicațiile ICRP 130, 134 și respectiv 137 (a se vedea și Anexa 3 pentru referințe bibliografice).

A11.3 În evaluarea dozelor, se poate folosi următorul principiu general de proporționalitate: efortul implicat în evaluare trebuie să fie proporțional cu valoarea dozei – cu cât este mai mic nivelul dozei cu atât mai simplu poate fi procesul de evaluare. De aceea, se recomandă utilizarea următoarelor niveluri de complexitate în structurarea abordării graduale a evaluării, așa cum prevede documentul *EC project IDEAS final report (2005)*:

- a) nivel 0: doza efectivă angajată anual  $< 0,1$  mSv, nu este necesară evaluarea;
- b) nivel 1: doze tipice (0,1 – 1) mSv, evaluare simplă utilizând parametrii ICRP de referință;
- c) nivel 2: doze tipice (1 – 6) mSv, evaluare complexă utilizând informații suplimentare pentru obținerea unei estimări mai realiste;
- d) nivel 3: doze tipice  $> 6$  mSv, evaluare complexă extinsă, în cazuri cu date cuprinzătoare.

A11.4 Evaluările complexe implică următoarele:

- a) informații de bază, privind modelele biocinetice și funcțiile corespunzătoare de biotestare pentru interpretarea datelor de monitorizare;
- b) informații detaliate privind procesarea și evaluarea datelor de monitorizare;
- c) o abordare structurată a evaluării dozei, constând din proceduri descrise pas-cu-pas prin diagrame bine definite;
- d) obținerea celei mai bune estimări a dozei prin optimizarea evaluării din datele existente.

A11.5 Informații specifice pentru radionuclizi selectați, utilizate în conceperea și planificarea programelor de monitorizare și evaluarea retrospectivă a dozelor provenind din expunerea profesională internă, sunt prezentate în rapoartele ICRP “*Occupational Intakes of Radionuclides – Part 2 and 3*” din publicațiile ICRP 134 și 137 (a se vedea Anexa 3 pentru referințe bibliografice).

A11.6 Se utilizează și prevederile următoarelor publicații:

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Radiation Protection – Dose Assessment for the Monitoring of Workers for Internal Radiation Exposure, ISO 27048:2011, ISO, Geneva (2011).

EU Bookshop – EU Law and Publications, IDEAS project “General Guidelines for the Estimation of Committed Dose from Incorporation Monitoring Data”, Executive Summary of the publishable Final Report (2005).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The ICRP Computational Framework for Internal Dose Assessment for Reference Adults: Specific Absorbed Fractions, Publication 133, Ann. ICRP 45, 2 (2016).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, Publication 107, Ann. ICRP 38, 3 (2008).

## **ANEXA 12: Dozimetria extremităților și a cristalinelui**

A12.1 Note introductive: limitarea efectelor stochastice se realizează prin intermediul limitelor impuse pentru doza efectivă, iar a reacțiilor tisulare (efecte deterministe) prin limite de doză echivalentă pentru țesuturi/organe specifice. Pielea umană trebuie să fie protejată față de reacții tisulare cum sunt eritemul sau ulcerările. Pentru expuneri mari ale cristalinelui există riscul apariției de opacități și cataracte induse de radiații. În vederea protejării pielii, a cristalinelui și a extremităților, Comisia Internațională de Protecție Radiologică recomandă pentru acestea valori separate ale limitelor de doză. Aceste valori separate ale limitelor de doză sunt necesare deoarece, în cazul expunerilor localizate, dozele echivalente primite la piele și la cristalini pot depăși aceste limite chiar atunci când valoarea dozei efective este mai mică decât limita de doză.

### A12.2 Dozimetria extremităților.

A12.2.1 Monitorizarea expunerii pielii și a extremităților implică măsurarea  $H_p(0,07)$ , mărimea operațională utilizată pentru evaluarea dozei la piele.

A12.2.1 Următoarele exemple prezintă situații în care poate fi necesară utilizarea dozimetrelor pentru extremități:

- a) monitorizarea mâinilor sau a degetelor trebuie luată în considerare pentru locurile de muncă în care aceste extremități pot fi extrem de apropiate de emițătorul de radiații sau de fasciculul de radiații, ca în situații în care se manevrează surse radioactive în cercetarea științifică, în medicina nucleară sau în operațiuni de demontare a unor componente contaminate;
- b) monitorizarea extremităților, inclusiv a tălpilor și gleznelor, trebuie luată în considerare în cardiologia/radiologia intervențională și în locuri de muncă din medicina nucleară;
- c) monitorizarea pielii trebuie luată în considerare pentru locurile de muncă în care pielea poate fi extrem de apropiată de emițătorul de radiații sau de fasciculul de radiații și/sau poate deveni contaminată, de exemplu în manevrarea surselor radioactive deschise.

A12.2.3 Atunci când se utilizează dozimetre pentru extremități, acestea trebuie să fie plasate în astfel de poziții încât să măsoare doza în zonele expuse la cele mai mari valori de doză așteptate. Adeseori amplasarea zonei în care este așteptată expunerea maximă a pielii sau a extremităților nu este cunoscută dinainte, ori nu este practicabilă purtarea dozimetrului plasat în aceste zone. În astfel de cazuri trebuie găsită o soluție pragmatică (de exemplu un dozimetru plasat la încheietura mâinii ori la baza degetului, în loc de a fi plasat în vârful degetului) și trebuie aplicat un factor de corecție valorilor măsurate ale dozei, pentru a estima doza maximă.

A12.2.4 Dozimetrul trebuie să fie purtat sub echipamentul de protecție, în special în interiorul mănușilor, dacă se poartă astfel de echipament.

### A12.3 Dozimetria cristalinelui.

A12.3.1 Monitorizarea dozimetrică a cristalinelui implică măsurarea  $H_p(3)$ , mărimea operațională utilizată pentru evaluarea dozei la cristalini. Dacă este cunoscut câmpul de radiații,  $H_p(3)$  poate fi estimat utilizând dozimetre cu testare de tip și etalonate pentru măsurarea altor mărimi operaționale cum sunt  $H_p(0,07)$  și  $H_p(10)$ , întrucât în multe cazuri și în funcție de câmpul de radiații acestea pot conduce la o estimare adecvată a dozei la cristalini.

A12.3.2 Monitorizarea dozimetrică a cristalinelui trebuie să fie luată în considerare în mod specific pentru acele locuri de muncă în care ochii pot fi deosebit de aproape de emițătorul de radiații (care



poate fi și o sursă de radiații împrăștiate) ori de fasciculul de radiații (de exemplu în radiologia intervențională), în timp ce alte părți ale corpului pot fi protejate, de exemplu purtând un șorț de protecție radiologică cu conținut de plumb. De asemenea, lucrătorii expuși la radiații beta de mare energie pot primi doze semnificative la cristalin.

A12.3.3 Pentru radiații beta, monitorizarea dozimetrică a cristalinului este necesară numai dacă energia maximă a electronilor depășește 700 keV. Dacă se poartă ecrane de protecție a ochilor suficient de groase pentru a absorbi radiația beta, trebuie să fie luată în considerare numai expunerea la fotoni, însă se ține cont și de contribuția *bremsstrahlung* produsă de radiațiile beta de mare energie.

A12.3.4 Dozimetrul pentru cristalin trebuie să fie purtat cât mai aproape de ochi, în contact cu pielea dacă este posibil, și orientat către sursa de radiații. În cazul utilizării dozimetrului pentru cristalin în radiologia intervențională, se va alege partea corpului cea mai apropiată de tubul de radiații X pentru a purta dozimetrul.

A12.3.5 Atunci când se utilizează ochelari de protecție cu lentile având conținut de plumb, sau ecrane de protecție a feței, dozimetrul se poartă de preferință în spatele acestora. Acest mod de plasare a dozimetrului pentru cristalin este însă deseori considerat impracticabil și se alege purtarea dozimetrului în exteriorul sau în vecinătatea ecranelor. În acest caz, trebuie să fie aplicate corecții utilizând anumiți factori determinați pentru estimarea dozei la cristalin.

A12.3.6 Utilizarea dozimetrului pentru întreg-corpul, plasat deasupra șorțului de protecție în vecinătatea gulerului, poate fi acceptată pentru evaluarea expunerii cristalinului în anumite cazuri în care valoarea dozelor măsurate nu se apropie de limita de doză. Este posibil ca și în aceste cazuri să fie necesare corecții aplicate utilizând anumiți factori determinați pentru estimarea dozei la cristalin.

A12.4 Trebuie să fie utilizate prevederile următorului standard internațional, pentru practici implicând riscul expunerii la fotoni (8 keV – 10 MeV), la electroni și pozitroni:

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Radiological protection – Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities, ISO 15382:2015, ISO, Geneva (2015).

### ANEXA 13: Evaluarea dozei efective din expunerea la radon

A13.1 Informații specifice pentru radon și toron utilizate pentru evaluarea dozei efective din expunerea la radon sunt prezentate în raportul ICRP « Occupational Intakes of Radionuclides » publicația 137 ( a se vedea Anexa 3 pentru referințe bibliografice) care furnizează coeficienți de doză pentru evaluarea dozei efective și date referitoare la modelele biocinetice aplicabile.

A13.2 În cazul expunerii la radon, cea mai mare contribuție la doza de radiații este dată de inhalarea produșilor de dezintegrare ai acestuia. În dozimetria radonului, determinarea concentrației medii de radon gaz reprezintă un indicator robust al riscului pentru expunerea lucrătorilor la locurile de muncă.

A.13.3. Factorul de echilibru F permite determinarea concentrației produșilor de dezintegrare ai radonului în aer. Factorul de echilibru este  $F=0,4$  pentru locurile de muncă din spații închise prevăzute la art. 22-23 în ”Metodologia pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă” și respectiv  $F=0,2$  pentru locurile de muncă din mine.

A.13.4. Raportul ICRP recomandă următoarele valori ale coeficienților de doză efectivă pentru calculul dozei efective datorate inhalării de radon Rn-222 și produși de dezintegrare :

- a)  $3\text{mSv}/(\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})$  corespunzător la  $10\text{mSv}/\text{WLM}$  pentru expunerea lucrătorilor în locurile de muncă din spații închise, în mine și clădiri subterane
- b)  $6\text{mSv}/(\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})$  corespunzător la  $20\text{mSv}/\text{WLM}$  pentru situațiile specifice de lucru din interior care implică activitate fizică substanțială și pentru lucrătorii din peșteri turistice

A.13.5. Raportul ICRP recomandă pentru calculul dozei efective datorată inhalării de toron Rn-220 și a produșilor săi de dezintegrare valoarea coeficientului de doză efectivă de  $1,5\text{ mSv}/(\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})$  corespunzător la  $5\text{mSv}/\text{WLM}$  pentru toate situațiile de expunere a lucrătorilor, în locurile de muncă din spații închise și mine.

A.13.6. Calculul valorilor de doză efectivă din expunerea la radon se face conform Normelor privind estimarea dozelor efective și a dozelor echivalente datorate expunerii interne și externe.

A.13.7. Pentru calculul dozei efective anuale în cazul efectuării măsurărilor de radon la locurile de muncă se poate utiliza relația :

$$E (\text{mSv}) = \text{CDE} \times F \times C \times T$$

Unde

- CDE = coeficient de doză efectivă ( $\text{mSv}/\text{WLM}$  sau  $\text{mSv}/(\text{mJ}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})$ )
- C= concentrația medie de radon anuală ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )
- F = factor de echilibru
- T = timpul de ocupare anual la locul de munca ( 2000 ore sau variabil în funcție de numărul de ore petrecut de lucrător la locul de muncă)

A.13.8. Determinările *in vitro*, și anume măsurările de concentrație a radionuclidului Pb-210 în urină pentru lucrătorii din mine și subteran pot reprezenta un indicator pentru expunerile ridicate la radon și permit identificarea zonelor ce necesită un control și monitorizare adecvate.

A.13.9. În cazul unei incorporări ridicate de radon și produși de dezintegrare, determinarea activității radionuclizilor Pb-214 și Bi-214 prin măsurări *in vivo* ale întregului corp pot fi relevante dacă acestea se efectuează între 5 ore și 2 zile după incorporare.