

**ROMANIA**  
**MINISTERUL APELOR ȘI PROTECȚIEI MEDIULUI**  
**COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU CONTROLUL ACTIVITĂȚILOR NUCLEARE**

---

**NSR-06**

**NORME DE DOZIMETRIE INDIVIDUALĂ**



# COMISIA NATIONALA PENTRU CONTROLUL ACTIVITATILOR NUCLEARE

NSR-06

**NORME DE DOZIMETRIE INDIVIDUALA** au fost aprobate prin Ordinul Presedintelui CNCAN nr. 180/05.09.2002 si publicate in Monitorul Oficial al Romaniei Partea I, nr.769 bis/ 22.10.2002

## NORME DE DOZIMETRIE INDIVIDUALA

### CAPITOLUL I. Dispozitii Generale

#### Art. 1. Obiect

(1) Prezenta norma stabileste cerintele referitoare la dozimetria individuala, sistemele dozimetrice individuale si cerintele privind desemnarea organismelor de dozimetrie individuala acreditate.  
(2) Cerintele prezentei norme completeaza cerintele prevazute in NFSR pentru dozimetria individuala.

#### Art. 2. Definitii

Definitii si abrevierile utilizate in prezenta norma sunt cele din NFSR si cele din Anexa nr.1 care face parte integranta din prezenta norma.

#### Art. 3. Autoritatea de reglementare

(1) Conform prevederilor Legii nr. 111/1996, republicata, cu modificarile ulterioare, CNCAN este autoritatea nationala competenta in domeniul nuclear care exercita atributiile de reglementare, autorizare si control.  
(2) CNCAN autorizeaza sistemele de dozimetrie individuala si desemneaza organismele de dozimetrie individuala acreditate in conditiile prevederilor Normelor de desemnare a organismelor notificate pentru domniul nuclear, aprobate cu Ordinul nr. 219, publicat in Monitorul Oficial al Romaniei, nr 87 din 28 februarie 2000.  
(3) CNCAN supravegheaza si controleaza organismele de dozimetrie individuala.

#### Art. 4. Sisteme pentru monitorizare individuala

(1) Sistemele dozimetrice sunt utilizate pentru evaluarea echivalentului de doza individual, penetrant,  $H_p(10)$  si echivalentul de doza individual, superficial,  $H_p(0,07)$ .  
(2) Se pot utiliza urmatoarele tipuri de sisteme dozimetrice pentru monitorizarea individuala cu conditia sa satisfaca cerintele prezentelor norme.  
a) sisteme dozimetrice cu film;  
b) sisteme dozimetrice termoluminiscente;  
c) sisteme dozimetrice electronice digitale.

#### Art. 5. Cerinte generale pentru organismele de dozimetrie individuala

Organismul de dozimetrie individuala trebuie sa asigure urmatoarele:  
a) determinarea marimilor masurabile;  
b) tipurile de radiatii si radionuclizi masurati;  
c) metodele de masurare utilizate;  
d) conditii de calibrare (etalonare);

e) intocmirea buletinelor de atribuire a dozelor;  
f) gestionarea datelor.

#### Art. 6. Asigurarea calitatii

Organismul de dozimetrie individuala trebuie sa prezinte la CNCAN un program de asigurarea calitatii implementat in concordanta normele de asigurarea calitatii in domeniul nuclear, sau dupa caz, cu cerintele ISO/IEC 17025, SR – ISO seria 9000 si EN seria 45000.

#### Art. 7. Dozimetria personalului expus profesional

(1) Dozele permise de personalul expus profesional trebuie evaluate pentru fiecare persoana expusa si inregistrate de catre titularul de autorizatie conform anexei nr.12 din prezenta norma.  
(2) Pentru persoanele expuse profesional de categorie A dozele datorate expunerii externe se evalueaza lunar.  
(3) Pentru persoanele expuse profesional de categorie B, CNCAN poate impune evaluarea dozelor pentru fiecare persoana expusa profesional in aceleasi conditii stabilite pentru persoanele expuse profesional de categorie A in conditiile art. 58 din NFSR .  
(4) CNCAN va aproba, dupa caz, intervalele de timp si modul de evaluare a expunerii interne dupa cum urmeaza:  
a) in procesul de autorizare;  
b) in procesul de desemnare.  
(5) CNCAN poate cere utilizarea, dupa caz, si al doilea sistem dozimetric.  
(6) CNCAN poate excepta de la prevederile aliniatelor 1 si 2, in procesul de autorizare a practicii in cazul in care se dispune de un sistem dozimetric suplimentar sau de un alt sistem adecvat echivalent de supraveghere dozimetrica.

#### Art. 8. Dozimetria persoanelor din populatie (neexpuse profesional)

(1) Pentru persoanele neexpuse profesional ce lucreaza in unitati in care se desfasoara activitati nucleare, CNCAN va stabili in fiecare caz in parte metoda de masurare si atribuirea dozelor.  
(2) Prevederile aliniatului (1) se aplica si pentru persoanele care lucreaza in unitati care nu desfasoara activitati nucleare dar sunt expuse la surse naturale de radiatii, conform prevederilor capitolului VII din NFSR.

#### Art. 9. Metode de evaluare a dozelor de radiatii

(1) Dozele efective se vor evalua cu ajutorul

marimilor operationale.

(2) Pentru dozimetria individuala in cazul iradierii externe, marimile operationale sunt:

- a) echivalentul de doza individual, penetrant,  $H_p(10)$ ;
- b) echivalentul de doza individual, superficial,  $H_p(0,07)$ .

(3). Pentru iradierea interna, marimea operationala este doza efectiva angajata  $E_{50}$ , calculata cu ajutorul modelelor standard si a factorilor de doza prezentati in anexa nr.10 a prezentei norme, Tabelul 4-C 1 si Tabelul 4- C2 din anexa nr.4 a NFSR.

(4) Doza efectiva totala este suma dozelor rezultata din doza individuala in profunzime  $H_p(10)$  pentru o anumita perioada de monitorizare si doza efectiva angajata  $E_{50}$  corespunzatoare incorporarii din perioada respectiva.

(5) In cadrul supravegherii dozimetrice de rutina, daca organismul dozimetric semnaleaza depasirea valorii limitelor de doza prevazute in NFSR, sau alte valori stabilite de CNCAN, doza efectiva si dozele echivalente primite de diferite organe trebuie sa fie reevaluate de catre un expert acreditat de CNCAN in colaborare cu autoritatea de reglementare. Valoarea dozei reevaluate se va inregistra in locul valorii ce a rezultat ca urmare a monitorizarii individuale de rutina.

(6) In prezenta norma doza ambientala se refera la:

- a) marimea  $H^*(10)$  - echivalenul de doza ambientala in cazul radiatiilor puternic penetrante;
- b) marimea  $H'(0,07)$  - echivalenul de doza directionala, in cazul radiatiilor slab penetrante.

Aceste marimi sunt utilizate pentru monitorizarea mediului si masurarile de arie.

(7) Raportarea se face pe ultimele 12 luni.

## CAPITOLUL II.

### Cerinte Tehnice pentru Sistemele Dozimetrice

#### Sectiunea 1. Cerinte tehnice generale pentru sistemele dozimetrice

##### Art. 10. Cerinte generale

(1) Sistemele dozimetrice trebuie sa asigure trasabilitate fata de etaloanele nationale si internationale si sa permita determinarea marimilor operationale pentru dozimetria individuala in cazul iradierii externe si incorporarii (dozimetria interna) cu precizia impusa de aceste standarde.

(2) Sistemele dozimetrice utilizate trebuie sa poseze ASR eliberata de CNCAN in conformitate cu NSR – P.A.

##### Art. 11. Cerinte privind conditiile masurarilor de rutina

Abaterea valorii dozei masurate  $H_m$ , in conditii de rutina, fata de valoarea de referinta  $H_r$  a marimii operationale pentru fotoni trebuie sa fie in interiorul limitelor abaterilor fixate in graficele din anexa nr. 2 (curbele trompeta).

##### Art. 12. Cerinte specifice

(1) Sistemele dozimetrice trebuie sa satisfaca cerintele referitoare la:

- a) dozimetre individuale pentru fotoni;
- b) dozimetre individuale pentru radiatii beta;
- c) dozimetre individuale pentru neutroni;
- d) dozimetre de extremitati pentru fotoni;
- e) dozimetre de extremitati pentru radiatii beta.

(2) Cerintele mentionate la pct. 1 sunt prevazute in anexele nr. 3 pana la nr. 7, inclusiv, din prezenta norma.

(3) Abaterea valorii dozei masurate fata de valoarea de referinta, in conditiile de referinta fixate in prezenta norma, sa nu fie mai mare de  $\pm 10\%$  in cazul unei surse pentru care incertitudinea de masurare este mai mica de 5%.

(4) CNCAN poate accepta si abateri mai mari in cazul inexistentei unei astfel de surse de referinta.

##### Art. 13. Cerinte suplimentare pentru autorizarea sistemului dozimetric electronic digital

(1) Sistemul de dozimetrie electronica individuala trebuie sa satisfaca prevederile normelor Comisiei Internationale de Electrotehnica (CIE) sau sa fi promovat probele de tip echivalente.

(2) Trebuie demonstrat ca datele dozimetrice nu pot fi sterse inainte de a fi transferate in banca de date a organismului de dozimetrie individuala.

(3) Trebuie specificata dependentia masurarii dozei de debitul dozei si pentru un camp pulsatoriu de radiatii, daca este cazul.

(4) Dozimetrele trebuie sa satisfaca cerintele impuse de locul de munca in care se utilizeaza.

(5) Cerinte impuse de supravegherea dozimetrica

##### Art. 14. Masurari de intercomparare

(1) Masurarile de intercomparare aprobate de CNCAN au rolul de a controla acurteza de masurare in conditiile de referinta prevazute in prezenta norma.

(2) Daca valorile dozei masurate in conditii de referinta au o abatere mai mare decat cea prevazuta la art. 12, alin. (3) si alin. (4) fata de valorile de referinta, organismul dozimetric va stabili domeniul adevarat de abateri si va efectua la nevoie o noua calibrare a sistemului dozimetric.

(3) Daca se efectueaza teste complementare, cu ocazia unei intercomparari, trebuie satisfacute cerintele privind domeniul de valori al abaterilor marimii masurate fata de cea de referinta.

#### Sectiunea 2. Cerinte tehnice specifice

##### Art. 15. Conditii de referinta

Conditii de referinta sunt definite dupa cum urmeaza: fantoma de iradiere descrisa la art. 16, doze cu valori cuprinse intre 2 mSv si 10 mSv si urmatoarele campuri de radiatii:

- a) pentru fotoni: sursa de cesiu – 137;
- b) pentru electroni : sursa de strontiu – 90/yttrium – 90;
- c) pentru neutroni: sursa de americiu – beriliu.

##### Art. 16. Fantoma de iradiere

(1) Fantoma de iradiere pentru dozimetria individuala

consta dintr-un recipient paralelipedic din polimetilmetacrilat/PMMA (plexiglas) cu urmatoarele dimensiuni : 30cmx30cmx15 cm. Grosimea peretilor este de 2,5 mm pentru fata frontala si 10 mm pentru celelalte fete. Recipientul este umplut cu apa.

(2) Fantoma de iradiere pentru extremitati consta dintr-o tija din plexiglas cu diametrul de 19 mm si lungimea de 300 mm.

(3) CNCAN poate accepta utilizarea unor fantome echivalente.

#### **Art. 17 Marimile fizice**

(1) Marimile operationale ale dozimetriei individuale sunt deduse cu ajutorul coeficientilor de conversie dati in anexa nr. 8, din urmatoarele marimi fizice:

- a) kerma in aer pentru fotoni ( $K_a$ );
- b) doza absorbita in aer ( $D_a$ ), sau fluenta ( $\Phi$ ) pentru electroni;
- c) fluenta ( $\Phi$ ) pentru neutroni.

(2) Sistemele de masurare trebuie sa prezinte trasabilitate metrologica fata de standardele nationale pentru setul de marimi definite la alin.1.

#### **Art. 18. Geometria de iradiere pentru fotoni si neutroni pentru calibrare**

(1) Campul de radiatie trebuie sa fie centrat perpendicular pe fata de intrare a fantomei.

(2) Punctul de referinta este centrul de masurare al dozimetrului.

(3) Distanta dintre sursa si fantoma trebuie sa aiba valori cuprinse intre 0,3 m si 2 m.

(4) Fantoma trebuie sa se situeze in interiorul unghiului solid in care este distribuit fasciculul de radiatii.

#### **Art. 19 Geometria de iradiere pentru radiatii beta pentru calibrare**

(1) Campul de radiatie trebuie sa fie centrat perpendicular pe suprafata de intrare a fasciculului in fantoma.

(2) Punctul de referinta este centrul de masurare al dozimetrului.

(3) Distanta dintre sursa si fantoma trebuie sa fie minim de 20 cm si maxim 50 cm.

(4) Fantoma trebuie sa se situeze in interiorul unghiului solid descris de fasciculul de radiatii.

#### **Art. 20. Campurile radiatiilor de referinta**

Campurile radiatiilor de referinta corespunzatoare coeficientilor de conversie din anexa nr. 8 trebuie sa corespunda normelor ISO 4037 (fascicule de fotoni), ISO 6980 (fascicule de radiatii beta) si ISO 8529 – 3 (fascicule de neutroni).

#### **Art. 21. Conditii pentru controlul dependentei de energie**

Dependenta energetica este controlata prin iradierea dozimetrelor pe fantoma prevazut la art. 16 la o valoare de referinta a marimii operationale cuprinsa intre 2 si 10 mSv .

#### **Art. 22. Conditii pentru controlul dependentei de**

#### **directia fasciculului**

Dependenta de directia fasciculului este controlata prin iradierea dozimetrelor pe fantoma prevazuta la art. 16, la diverse energii sub diferite unghiuri, la o valoare de referinta a marimii operationale cuprinsa intre 2 si 10 mSv.

#### **Art. 23. Conditii pentru controlul reproductibilitatii**

Reproductibilitatea este controlata in conditii de referinta si se realizeaza prin determinarea dispersiei valorilor dozei pe mai multe dozimetre iradiate in aceleasi conditii.

#### **Art. 24. Regresie (Fading)**

Efectul de regresie (fading) asupra masurarii dozei trebuie sa fie determinat, in conditii normale de utilizare, pentru o perioada de masurare.

#### **Art. 25. Teste de tip, de performanta, de rutina si asigurarea calitatii pentru sistemele dozimetrice**

Sistemele dozimetrice trebuie sa satisfaca cerintele incercarilor prevazute in anexa nr.11 din prezenta norma.

### **CAPITOLUL III.**

#### **Expunerea Externa**

##### **Sectiunea 1. Metode de monitorizare**

#### **Art. 26. Purtarea dozimetrului**

(1) Purtarea dozimetrului este obligatorie pe toata durata programului de lucru a personalului expus profesional monitorizat dozimetric.

(2) Dozimetrul pentru intregul corp trebuie sa fie purtat la nivelul toracelui, pe piept, sau pe abdomen. Femeile insarcinate (gravide) vor purta al doilea dozimetru la nivelul abdomenului.

#### **Art. 27. Purtarea mai multor dozimetre.**

(1) Persoanele monitorizate dozimetric trebuie sa poarte mai multe dozimetre in situatiile in care valoarea dozei indicate de catre un singur dozimetru nu este reprezentativa datorita neomogenitatii campului de radiatii.

(2) Expertii de radioprotectie evalueaza doza efectiva pe baza dozelor corporale partiale.

(3) Metoda de evaluare trebuie sa fie aprobata de catre autoritatea de reglementare in procesul de autorizare a practicii respective.

#### **Art. 28. Instrumente suplimentare cu prag de alarmare si dozimetre pentru extremitati.**

CNCAN poate impune:

- a) utilizarea unui instrument de alarmare acustica in cazul existentei posibilitatii depasirii debitului admis de doza in campurile de radiatii variabile sau neomogene;
- b) utilizarea unui dozimetru cu citire directa, pentru optimizarea activitatilor desfasurate;
- c) purtarea unui dozimetru pentru extremitati in cazul in care doza la extremitati poate depasi 25 mSv pe an.

**Art. 29. Purtarea dozimetruului pentru extremitati**  
Dozimetruului pentru extremitati trebuie sa fie purtat, in masura posibilitatilor, in locurile in care se asteapta doze cu valori ridicate.

**Art. 30. Purtarea sortului de protectie.**

- a) in cazul purtarii sortului de protectie, dozimetruul se plaseaza sub sort;
- b) CNCAN poate impune purtarea a doua dozimetre atunci cand lucrul implica doze ridicate;
- c) al doilea dozimetru nu trebuie purtat decat atunci cand se lucreaza cu sortul de protectie si va fi plasat peste sortul de protectie, dozimetruul trebuie sa aiba un semn distinctiv;
- d) Doza individuala totala, cu doua dozimetre, se calculeaza astfel:

$$H_{\text{total}}(10) = H_{\text{sub}}(10) + a \times H_{\text{peste}}(10)$$
$$H_{\text{total}}(0.07) = H_{\text{sub}}(0.07) + H_{\text{peste}}(0.07)$$

unde:

- $H_{\text{sub}}$  reprezinta doza indicata de dozimetruul plasat sub sort;
- $H_{\text{peste}}$  reprezinta doza indicata de dozimetruul plasat peste sort;
- $a = 0,1$  cand sortul nu protejaza tiroida ;
- $a = 0,05$  cand sortul protejaza tiroida.

## CAPITOLUL IV.

### Expunerea interna (Incorporare)

#### Sectiunea 1.

##### Dispoziti referitoare la efectuarea dozimetriei (Metode de monitorizare)

**Art. 31. Monitorizarea incorporarii**

- (1) Supravegherea individuala a incorporarii se efectueaza prin masurarea activitatii acumulate in organism sau a probelor biologice (produsi de excretie).
- (2) Metoda de masurare trebuie sa satisfaca cerintele prevazute in anexa nr.10 din prezenta norma.
- (3) CNCAN poate aproba alta metoda in conditiile prevederilor art. 32 alin. 1, lit. b.

**Art. 32. Metode de masurare**

- (1) Supravegherea incorporarii se efectueaza prin:
  - a) masurare simpla (masurare de tri) in conformitate cu prevederile CNCAN;
  - b) masurare efectuata cu ajutorul unui sistem adecvat si evaluarea incorporarii de catre un organism dozimetric acreditat desemnat de CNCAN.
- (2). Rezultatele masurarii de tri nu se vor utiliza pentru determinarea dozei;
- (3). Masurarea incorporarii trebuie efectuata atunci cand rezultatele masurarii de tri se situeaza peste pragul de masura specific unui radionuclid.

**Art. 33. Intervale de supraveghere**

- (1) Intervalele de masurare pentru cativa radionuclizi sunt indicate in anexa nr. 10 a prezentei norme.
- (2) Pentru radionuclizii care nu figureaza in anexa nr. 10 se aleg intervale de supraveghere astfel incat, chiar daca incorporarea a avut loc la inceputul sau sfarsitul intervalului, masurarea sa nu conduca la o

subestimare sau supraestimare cu un factor mai mare de 3.

(3) Pentru radionuclizii care au un timp de injumatatire foarte scurt (inferior unei zile) supravegherea incorporarii se efectueaza prin masurari de tri frecvente, de exemplu in fiecare zi de lucru.

**Art. 34. Masurarea incorporarii in cazul unui amestec de radionuclizi**

- (1) In cazul in care se poate admite ca un amestec de radionuclizi este stabil, masurarea incorporarii se poate limita la masurarea unui radionuclid director.
- (2) Determinarea dozei pornind de la masurarea radionuclidului director trebuie sa fie documentata.

**Art. 35. Masurarea concentratiei activitatii in aerul din mediul incojurator**

In cazuri particulare in procesul de autorizare a practicii, cu acordul CNCAN, masurarea concentratiei activitatii in aerul din mediul de munca poate inlocui supravegherea individuala a incorporarii.

**Art.36. Masurarea in cazul unor radionuclizi particulari**

Daca pentru un radionuclid nu exista un organism acreditat desemnat de CNCAN care sa masoare incorporarea, CNCAN va decide asupra organismului care va efectua masurarea, care va elabora procedurile (frecventa si metoda de masurare) si tipurile de analize corespunzatoare ce trebuie efectuate.

#### Sectiunea 2.

##### Cerintele minime pentru organismele ce efectueaza masurarile de tri si conditiile impuse pentru desemnarea organismelor acreditate de masurare a incorporarii

**Art. 37. Masurari de tri**

- (1) Cerintele referitoare la masurarile de tri sunt aprobate de CNCAN de la caz la caz in procesul de autorizare sau desemnare.
- (2) Ele cuprind cerinte minime referitoare la masurare, calibrare, trasabilitate metrologica precum si asigurarea calitatii.
- (3) Rezultatele masurarilor de tri trebuie sa se inregistreze.

**Art. 38. Desemnarea organismelor de dozimetrie individuala pentru masurarea incorporarii.**

- (1) Desemnarea organismului de dozimetrie individuala pentru masurarea incorporarii se acorda daca acesta indeplineste urmatoarele conditii:
  - a) responsabilul organismului de dozimetrie individuala este expert acreditat;
  - b) organismul de dozimetrie individuala trebuie sa dispuna de o organizare corespunzatoare si de personal suficient cu pregatire adecvata;
  - c) sa dispuna de dotare corespunzatoare;
  - d) sa posede un program de asigurarea calitatii implementat;
  - e) masurarea incorporarii trebuie efectuata in

conformitate cu reglementarile in vigoare referitoare la radionuclizi definiti.

f) activitatea sa se desfasoare in conformitate cu prezentele norme.

(2) Analiza excretiilor, masurarea activitatii, respectiv a concentratiei radioactivitatii trebuie efectuate cu o abatere mai mica de 20% fata de valorile de referinta, pentru o activitate cuprinsa intre 10 si 100 ori pragul de masurare prevazut in anexa nr. 10;

(3) Pentru masurarile directe, activitatea masurata pe o fantoma, aprobata de CNCAN, trebuie sa se poata efectua conform prevederilor anexei nr. 10 pe un domeniu cuprins intre pragul de masurare si de 100 ori valoarea pragului de masurare. In acest domeniu valoarea masurata nu trebuie sa se abata de la valoarea de referinta cu mai mult de 20%;

(4) Sistemele de masurare trebuie sa aiba o stare tehnica corespunzatoare si sa fie aliniate la un standard recunoscut de reglementarile metrologice in vigoare.

### **Sectiunea 3.**

#### **Modele standard pentru calcule**

##### **Art. 39. Calcule standard**

(1) Calculul dozei efective angajate se efectueaza conform anexei nr. 9, sau prin orice alta metoda daca este documentata stiintific.

(2) Datele specifice radionuclizilor care trebuie utilizate pentru calcul sunt indicate in anexa nr. 10 a prezentei norme, Tabelul 4-C1 si Tabelul 4-C2 din anexa 4 a NFSR.

(3) Pentru calculul dozei, in conditii de rutina, se admite ca incorporarea a avut loc la mijlocul intervalului de supraveghere. In situatia in care se cunoaste momentul incorporarii, se ia in considerare acel moment.

(4) Daca se demonstreaza ca substanta radioactiva, sub forma in care este utilizata, are un metabolism diferit de modelul standard se va utiliza, cu acordul CNCAN, modelul cel mai bine adaptat pentru evaluarea incorporarii in situatia data.

## **CAPITOLUL V.**

### **Alte prevederi**

##### **Art. 40. Lista cu organismele de dozimetrie individuala desemnate**

CNCAN va publica lista cu organismele de dozimetrie individuala acreditate, desemnate de CNCAN, in Monitorul Oficial al Romaniei partea I bis si o va reactualiza.

##### **Art. 41 Obligatiile organismelor de dozimetrie individuala acreditate**

(1) Suplimentar fata de cerintele tehnice si cele de asigurarea calitatii organismele acreditate au urmatoarele obligatii:

a) sa asigure inregistrarea rezultatelor monitorizarii individuale, pe suport de hartie si electronic, in conformitate cu prevederile Normelor Fundamentale de Securitate Radiologica (NFSR) si in conformitate cu prevederile punctului 1.2 al anexei

nr. 13;

b) sa arhiveze toate documentele care au stat la baza atribuirii dozelor individuale si inregistrarile de doze pentru perioada de timp prevazuta in NFSR;

c) sa intocmeasca rapoarte privind depasirea de doza, sau orice modificare privind inregistrarile, pe care sa le notifice de indata la CNCAN conform punctului 1.4, alin. 1.4.2.1 lit. c) si d) din anexa nr. 13 a prezentei norme;

d) sa transmita la CNCAN rapoarte semestriale conform punctului 1.4, alin. 1.4.2.1 lit. b) din anexa nr. 13 si anuale privind inregistrarile de doze intocmite conform punctului 1.4, alin. 1.4.2.1 lit. e) din anexa nr. 13 a prezentei norme;

(2) In cazul desfiintarii persoanei legal constituite titulare de autorizatie, documentele care contin inregistrarile rezultatelor monitorizarii individuale vor fi preluate de organismul dozimetric acreditat care a asigurat monitorizarea individuala.

(3) In cazul desfiintarii unui organism dozimetric acreditat, acesta este obligat sa predea autoritatii de reglementare, CNCAN, documentele de evidenta a monitorizarii individuale a tuturor persoanelor inregistrate.

##### **Art. 42. Dozimetria persoanelor in situatii de interventii**

(1) Dozimetria persoanelor in situatii de interventii si limitele de doza sunt cele prevazute in art. 114, lit. c din NFSR

(2) Dozimetria poate fi efectuata de:

a) organismul dozimetric acreditat desemnat de CNCAN;

b) unitatile autorizate de CNCAN care efectueaza interventia; in cazul depasirii nivelurilor de interventie se pot utiliza dozimetre electronice cu conditia ca acestea sa prezinte trasabilitate metrologica;

(3) Daca rezulta o incorporare trebuie procedat, la o supraveghere conform prevederilor art. 31, unitatea care efectuat actiunea de interventie poate solicita efectuarea unor masurari speciale de tri.

(4) In campuri suficient de cunoscute si omogene, se poate renunta la masurarea individuala a dozelor in cazul in care acestea sunt determinate prin calcul.

##### **Art. 43. Masurarea componentelor principale ale unei radiatii mixte**

(1) Daca se demonstreaza ca, pentru o persoana, doza efectiva referitoare la incorporare sau iradiere externa de fotoni sau neutroni nu poate depasi 10% din doza totala anuala, se poate renunta, cu acordul CNCAN, la dozimetria individuala a acestei componente a radiatiei;

(2) Daca doza la piele nu depaseste 25 mSv pe an, cu acordul CNCAN se poate renunta la supravegherea individuala a acestei componente.

##### **Art. 44 Pierderea sau deteriorarea dozimetrului personal**

(1) In cazul pierderii sau deteriorarii dozimetrului personal utilizat, responsabilul cu securitatea radiologica impreuna cu expertul acreditat, va face investigatiile necesare pentru a stabili cauzele si va

atribui doza pentru persoana posesoare a dozimetrului.

(2) Se va comunica la organismul dozimetric acreditat si la CNCAN pierderea sau deteriorarea dozimetrului, inclusiv cauzele si valorile de doza alocate.

#### **Art. 45. Prelungirea perioadei de supraveghere.**

(1) Prelungirea perioadei de supraveghere, peste cea autorizata, este posibila cu aprobarea CNCAN daca:

- a) supravegherea se face suplimentar cu ajutorul unui dozimetru individual cu citire directa;
- b) dozimetria mediului de munca se efectueaza prin indicarea debitului dozei sau daca exista posibilitatea avertizarii sonore.

(2) Titularul de autorizatie trebuie sa demonstreze autoritatii de reglementare ca sistemele de masurare indicate la alin. a), prezinta trasabilitate metrologica si ca au un sistem de asigurarea calitatii implementat

### **Capitolul VI: Conditii privind desemnarea**

#### **Art. 46. Conditii necesare desemnarii si acreditarii**

(1) Fiecare organism de dozimetrie individuala trebuie sa fie desemnat de autoritatea de reglementare.

(2) Desemnarea este acordata daca sunt indeplinite conditiile de acreditare:

- a) responsabilul organismului de dozimetrie este expert in radioprotectie;
- b) organismul de dozimetrie individuala dispune de o organizare adecvata, personal in numar suficient cu pregatire adecvata;
- c) sistemul de masurare este aliniat la etaloanele nationale si internationale (trasabilitate). Trasabilitatea este stabilita de reglementarile metodologice in vigoare pentru fiecare caz in parte si verificata de catre un laborator de etalonare metrologica desemnat de CNCAN;
- d) sunt indeplinite conditiile de la art. 41.

(3) Desemnarea se acorda in conditiile indeplinirii prevederilor ordinului nr. 219/1999, pentru aprobarea Normelor privind desemnarea organismelor notificate pentru domeniul nuclear, publicat in Monitorul Oficial al Romaniei nr. 87 din 28 februarie 2000

#### **Art. 47. Cererea de desemnare ca organism dozimetric acreditat**

Cererea de solicitare a desemnarii ca organism dozimetric trebuie sa contina date referitoare la:

- a) denumirea solicitantului ca persoana legal constituita;
- b) sediu, fax, telefon;
- c) persoana imputernicita sa-l reprezinte.

#### **Art. 48. Documente ce insotesc cererea de desemnare ca organism dozimetric acreditat**

(1) Solicitantul va anexa la cererea de desemnarea o documentatie care sa cuprinda :

- a) documente care sa certifice datele de la art. 47;
- b) descrierea detaliata a activitatii pentru care

se solicita desemnarea, inclusiv modalitatilor de indeplinire a prevederilor prezentelor norme;

c) manualul de asigurarea calitatii, cu procedurile aferente, in conformitate cu cerintele standardelor aplicabile;

d) lista aparatelor specifice utilizate, cu certificările sau verificările metrologice;

e) lista standardelor si documentelor de referinta specifice activitatii pentru care se solicita desemnarea;

f) lista personalului de specialitate care desfasoara activitatea pentru care se solicita desemnarea;

g) dovada ca au fost achitate taxele si tarifele prevazute de regulamentul de taxe si tarife in vigoare.

(2) Daca solicitantul face dovada ca este acreditat de un organism notificat in domeniul nuclear, la cererea de desemnare a acreditarii ca organism dozimetric va atasa numai certificatul de acreditare si dovada ca au fost achitate taxele si tarifele prevazute de regulamentul de taxe si tarife in vigoare.

#### **Art. 49. Durata desemnarii ca organism dozimetric acreditat**

Desemnarea ca organism dozimetric acreditat se face pentru o durata de trei ani.

#### **Art. 50. Prelungirea duratei de desemnare a acreditarii**

(1) Durata de desemnare poate fi prelungita la cererea titularului.

(2) Cererea de prelungire a duratei de desemnare ca organism de dozimetrie individuala acreditat trebuie sa indeplineasca prevederile art. 48 si sa fie depusa de titular cu cel putin o luna inainte de expirarea perioadei de valabilitate prevazuta la art. 49.

(3) In cazul respectarii alin. (1) si (2) acreditarea organismelor dozimetrice acreditate se poate desfasura in continuare in conditiile vechii desemnari pana la noua desemnare eliberata de CNCAN.

#### **Art. 51. Incetarea desemnarii ca organism dozimetric acreditat**

(1) Desemnarea acreditarii ca organism dozimetric acreditat inceteaza in urmatoarele situatii:

- a) expirarea valabilitatii desemnarii sau acreditarii, in conditiile in care titularul nu a formulat o noua solicitare sau nu a respectat prevederile art. 50 alin 2;
- b) renuntarea la desemnare ca organism acreditat, facuta de titular;
- c) respingerea motivata de catre CNCAN a prelungirii desemnarii;
- d) falimentul societatii.

(2) In termen de 45 de zile de la incetarea desemnarii organismul dozimetric trebuie sa predea la CNCAN documentele de evidenta a monitorizarii individuale a tuturor persoanelor inregistrate in evidenta sa pe intreaga perioada de functionare.

### **Capitolul VII Prevederi tranzitorii si finale**

**Art. 52.** Solicitantul sau titularul desemnării ca organism dozimetric acreditat va pune la dispoziția echipei de control sau supraveghere CNCAN toate documentele solicitate și va asigura accesul în locurile în care se desfășoară activitățile pentru care se solicită sau pentru care a obținut desemnarea ca organism dozimetric acreditat.

**Art. 53.** Prezenta normă intră în vigoare la 1 ianuarie 2003.

**Art. 54.** În termen de 6 luni de la intrarea în vigoare a prezentei norme, organismele dozimetrice ce asigură dozimetria individuală vor notifica la CNCAN

modul de îndeplinire a prevederilor normei și vor solicita desemnarea ca organism dozimetric acreditat.

**Art. 55.** În termen de 6 luni de la intrarea în vigoare a normei, laboratoarele metrologice ce asigură etalonarea sistemelor dozimetrice individuale vor obține de la CNCAN, desemnarea ca laboratoare notificate de etalonare dozimetrică.



## **ANEXA Nr. 1**

### **Definitii si abrevieri**

#### **1. Activitate minim detectabila (AMD)**

Cea mai mica activitate a unui radionuclid ce poate fi detectata intr-o proba cu un procentaj de 95%, considerandu-se 5% pentru eroare de tip I ( se decide ca un radionuclid este prezent cand de fapt nu este) si pentru eroare de tip II ( se decide ca un radionuclid nu este prezent cand, in realitate, el este).

#### **2. Asigurarea calitatii**

Planificarea, supravegherea, controlul si masurile corective luate in cazul executiei unui produs sau efectuarii unei activitati in scopul satisfacerii cerintelor de calitate.

#### **3. Concentratia radioactiva**

Activitatea unitatii de volum; unitatea de masura este data in Bq/m<sup>3</sup>.

#### **4. Conditii de referinta**

Sunt acele conditii in care valorile factorilor de influenta cat si parametrii instrumentelor de masurare conduc la un factor de corectie a carui valoare este 1,0. In conditii de referinta pentru factorul de calibrare nu sunt necesare corectii.

#### **5. Conditii de rutina**

Sunt conditiile in care este testata acuratetea si precizia unui sistem dozimetric de masurare a dozei pentru o singura energie, de obicei a sursei de calibrare, <sup>137</sup>Cs sau <sup>60</sup>Co, pentru dozimetrele de fotoni. Este testata precizia (abaterea standard a unei singure masuratori) si acuratetea ( abaterea mediei fata de valoarea conventional adevarata) pentru diferite nivele ale dozei. Rezultatele testelor trebuie sa satisfaca cel putin criteriul de acuratete prevazut de curbele trompeta. In aceste conditii testul serveste la normalizarea sensibilitatii globale a sistemului si se repeta cu regularitate la cel putin o luna.

#### **6. Contaminare radioactiva**

Contaminarea unui material, a unei suprafete, a unui mediu oarecare sau a unei persoane cu substante radioactive; in cazul corpului uman, contaminarea radioactiva include atat contaminarea externa a pielii cat si contaminarea interna, indiferent de calea de incorporare.

#### **7. Controlul stabilitatii**

Masurarea la intervale determinate a parametrilor in

scopul punerii in evidenta a variatiei acestora in raport cu valorile de referinta.

#### **8. Dozimetre**

Instrumente de masurare a dozei ambientale sau dozei individuale

#### **9. Examen radiologic de depistare**

Control radiologic efectuat cu regularitate asupra unui numar mare de indivizi; controlul preventiv efectuat de medicina muncii nu se considera examinare de depistare.

#### **10. Incorporare**

Patrunderea substantelor radioactive in organismul uman prin ingestie, inhalare sau prin penetrarea pielii sau a ranilor.

#### **11. Ingestie**

Patrunderea substantelor radioactive in organismul uman pe cale digestiva.

#### **12. Inhalare**

Patrunderea substantelor radioactive in organismul uman pe cale respiratorie.

#### **13. Incerari de tip**

Incerari complexe asupra unui sistem dozimetric care permit punerea in evidenta a tuturor surselor de erori si incertitudini in masurarea unei doze si cuantificarea acelor elemente importante care contribuie a eroarea globala si care permit caracterizarea tipului de sistem dozimetric.

#### **14. Incerari independente**

Participarea la testari conduse de catre Laboratoare de etalonare, care constituie referinta.

#### **15. Incorporarea cronica**

Absorbtiia cronica a substantelor radioactive in organismul uman prin ingestie, inhalare sau prin penetrarea pielii.

#### **16. Instrumente de referinta**

Sunt etaloane (standarde) secundare calibrate cu standarde primare de catre un laborator national sau un laborator desemnat de autoritatea de reglementare, care detine standarde recunoscute, sau standarde secundare daca ele sunt standarde nationale.

#### **17. Marime de influenta**

Marimea care poate influenta precizia sau incertitudinea unei masurari.

#### **18. Masurarea incorporarii:**

Evaluarea dozei efective angajate  $E_{50}$ , pe baza masurarilor activitatii corporale sau a excretiilor.

### **19. Masurare de tri (test)**

Procedeu de masurare utilizat pentru a pune in evidenta o incorporare fara determinarea dozei efective corespunzatoare. In cazul depasirii valorii pragului fixat anterior se impune o determinare a dozei efective angajate.

### **20. Nivel de inregistrare**

Valoarea, formal definita, pentru doza care trebuie sa fie inregistrata in cadrul unui program de monitorizare

### **21. Nivel minim de incercare (NMI)**

Cantitatea de material radioactiv pe care organismul dozimetric este capabil sa-l masoare, pentru a putea participa la programul de incercari independente.

### **22. Nuclid director**

Nuclidul reprezentativ al unui amestec de nuclizi la care se refera determinarea dozei.

### **23. Organism dozimetric acreditat**

Organism responsabil pentru etalonarea si verificarea instrumentelor de supraveghere dozimetrica individuala si citirea sau interpretarea indicatiilor acestora, sau pentru masurarile de radioactivitate in corpul omenesc sau in probe biologice, sau pentru evaluarea si atribuirea dozelor, a carei capacitate de a activa este recunoscuta de C.N.C.A.N.

### **24. Timp de injumatatire efectiv**

Este media armonica a perioadei de injumatatire biologice si a perioadei de injumatatire fizice.

$$T_{1/2\text{eff}} = \frac{T_{1/2\text{biol}} * T_{1/2\text{fiz}}}{T_{1/2\text{biol}} + T_{1/2\text{fiz}}}$$

### **25. Regresie (Fading)**

Diferenta intre valoarea masurata si valoarea de referinta aparuta in timpul scurs intre iradiere si evaluare, raportata la valoarea de referinta, se exprima in % luni. Pentru fotodozimtru masoara pierderea contrastului filmului dozimetric.

### **26. Raspuns (R)**

Este raportul dintre valoarea masurata si valoarea conventional adevarata a dozei.

### **27. Standard secundar ( Etalon secundar)**

Standard (etalon) a carui valoare este fixata in raport cu un standardul (etalonul) primar insotit de un document care sa ateste trasabilitatea acestuia.

### **28. Standard (etalon) national**

Standard (etalon) recunoscut printr- o decizie oficiala nationala care fixeaza valorile de baza, in tara respectiva. In general standardele nationale sunt standarde primare.

### **29. Standard tertiar ( etalon tertiar)**

Standardul ( etalonul ) a carui valoare este fixata in comparatie cu standardul (etalonul) secundar.

### **30. Sursa de referinta**

Este sursa etalon secundara calibrata in raport cu etaloane primare sau de catre un laborator recunoscut care detine etaloane adecvate.

Daca sursa de referinta nu este o sursa etalon secundar ea trebuie sa fie calibrata in raport cu un etalon secundar sau tertiar.

### **31. Standard primar (Etalon primar)**

Un standrd ( etalon) cu calitati metrologice de inalta performnta pentru un domeniu dat. Standardele primare sunt mentinute in laboratoarele nationale pentru:

- a) cercetare in domeniul metrologiei;
- b) participare la actiuni internationale de intercomparare in cadrul laboratoarelor ce detin etaloane primare.

### **32. Test de receptie**

Controlul unui produs pregatit pentru livrare sau livrat pentru a stabili daca sunt realizate cerintele tehnice si de securitate in vederea utilizarii.

### **33. Trasabilitate**

Proprietatea rezultatului unei masurari sau a unui etalon de a fi asociata determinarilor de referinta, in general la etaloanele nationale si internationale prin intermediul unui lant de comparari ce au incertitudini determinate.

### **34. Verificare**

Controlul oficial si confirmarea ca un instrument de masurare a radiatiilor (dispozitiv de masurare) corespunde cerintelor legale.

### **Abrevieri:**

1. **AQ** - Asigurarea calitatii
2. **CIE** - Comisia Internationala de Electrotehnica
3. **CNCAN** - Comisia Nationala pentru Controlul Activitatilor Nucleare
4. **CQ** – Controlul Calitatii
5. **ICRP** – Comisia Internationala de Protectie Radiologica
6. **ICRU** – Comisia Internationala pentru Unitati de Radiologie
7. **ISO** – Organizatia Internationala de Standardizare
8. **NFSR** – Norme Fundamentale de Securitate Radiologica
9. **NSR-PA** – Norme de Securitate Radiologica - Proceduri de autorizare
10. **ASR** - Autorizatie de Securitate Radiologica

## ANEXA Nr.2

### Curbele Trompeta

Limitele superioare si inferioare permise pentru raportul Doza masurata/ Doza conventional adevarata, functie de echivalentul de doza  $H_p(10)$  si  $H_s(0,07)$

- a) pentru  $H_p(10)$
- b) pentru  $H_p(0,07)$

Limita superioara este data de relatia:

$$R_s = 1,5 \left( 1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_r} \right)$$

Limita inferioara este data de relatia:

$$R_{inf} = \frac{1}{1,5} \left( 1 - \frac{2H_0}{H_0 + H_r} \right) \text{ pentru}$$

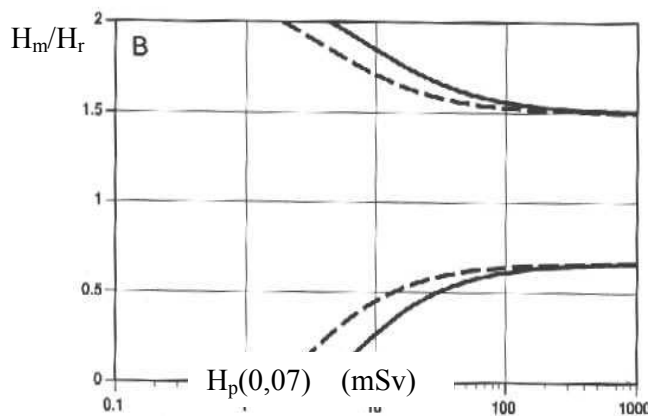
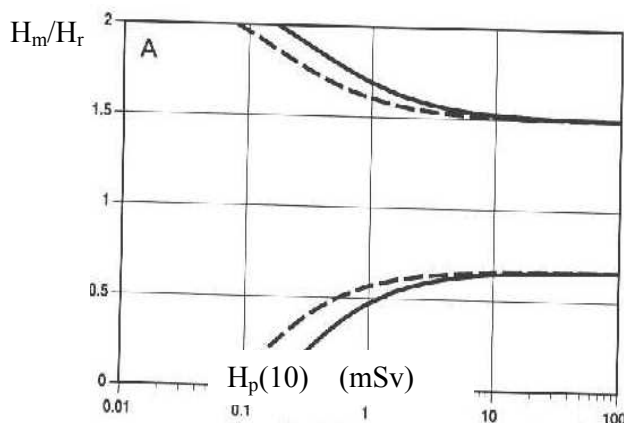
$$H_r \geq H_m$$

$R_{inf} = 0$  pentru  $H_r < H_m$ ;

$H_r$  - valoarea de referinta a marimii operationale;

$H_m$  - valoarea dozei masurate in conditii de rutina;

$H_0$  - valoarea cea mai mica a dozei ce poate fi masurata. Valoarea lui  $H_0$  nu poate depasi nivelul de inregistrare



Referinta: "Radiation Protection 13" Technical recommendation for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation Report, EUR 14852 EN, 1994

### **ANEXA Nr. 3**

#### **Cerinte privind dozimetrele individuale pentru fotoni**

1. Marimea masurata:  
 $H_p(10)$  si  $H_p(0,07)$ .  
Pentru fotoni cu energie cuprinsa intre 20 keV si 5 MeV.
2. Doza cea mai mica pe care o poate masura:  
conform anexei 2  
Conform conditiilor din anexa 2
3. Domeniu de masurare:  
 $H_0$  pana la 0,5 Sv pentru radiatia de referinta.  
6. Dependenta de directie: < 20 % pana la  $60^\circ$  pentru energii > 6 keV.
4. Liniaritate:  
Abatere < 15 % pentru valori cuprinse intre 1 mSv si 5 Sv.  
7. Reproducibilitatea:  
Abaterea standard  $S \leq 10\%$  pentru  $H_p(10)$  si  $H_p(0,07)$ .
5. Dependenta energetica:  
8. Fading: efect < 10 %/luna

Referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle ( Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999)

### **ANEXA Nr. 4**

#### **Cerinte privind dozimetrele pentru radiatii beta**

1. Marimea masurata:  
 $H_p(0,07)$ .  
$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_r} \leq 2,0$$
 pentru  $H_p(0,07)$ ;
2. Valoarea cea mai mica a dozei pe care trebuie sa o masoare:  
 $H_0 = 1$  mSv .  
Pentru cazurile in care sistemul a fost etalonat cu radiatii fotonice se impun cerinte suplimentare care urmeaza sa fie aplicate pentru radiatii beta a Sr-90/Y-90:
3. Domeniu de masurare:  
de la  $H_0$  pana la 5 Sv.  
$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_r} \leq 2,0$$
.
4. Liniaritate:  
abatere < 15 % pentru domeniul cuprins intre 1 mSv si 5 Sv.
5. Dependenta energetica:  
Pentru radiatia beta a Tl-204 sau Kr-85.
6. Reproducibilitatea:  
Abaterea standard  $S < 10\%$ .
7. Fading: efect < 10 %/luna.

Referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle ( Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999

### **ANEXA Nr. 5**

#### **Cerinte privind dozimetrele individuale pentru neutroni**

1. Marimea masurata:  
 $H_p(10)$ .
2. Valoarea cea mai mica a dozei pe care trebuie sa o masoare:  
 $H_0 = 0,5$  mSv .
3. Domeniul de masurare:  
de la  $H_0$  pana la 5 Sv.
4. Liniaritate:  
abatere < 30 % pentru domeniul cuprins intre 1 mSv si 5 Sv.
5. Dependenta energetica:  
Pentru spectrul de radiatii in care este utilizat dozimetrul.  
$$0,3 \leq \frac{H_m}{H_r} \leq 3,0$$
 pentru  $H_p(10)$ .
6. Reproducibilitatea:  
Abaterea standard  $S \leq 50\%$ .
7. Fading:

efect < 30 %/luna

Referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle ( Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999

### ANEXA Nr. 6

#### **Cerinte privind dozimetrele utilizate pentru masurarea dozei extremitatilor la radiatia fotonica**

1. Marimea masurata:  
 $H_p(0,07)$ .

2. Valoarea cea mai mica a dozei pe care trebuie sa o masoare:

$$H_0 = 1 \text{ mSv} .$$

3. Domeniul de masurare:  
de la  $H_0$  pana la 5 Sv.

4. Liniaritate:

abatere < 15 % pentru domeniul cuprins  
intre 1 mSv si 5 Sv.

5. Dependenta energetica:

Referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle ( Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999

Pentru fotoni a caror energie este situata in domeniul 10 keV si 300 keV; pana la 1,5 MeV in conditii de echilibru electrostatic secundar.

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_r} \leq 2,0 \text{ pentru } H_p$$

(0,07).

6. Dependenta de directie:  
< 20 % pana la  $60^\circ$  pentru energii > 60 keV.

7. Reproductibilitatea:

Abaterea standard  $S \leq 15 \%$ .

8. Fading: efect < 10 %/luna.

### ANEXA Nr. 7

#### **Cerinte privind dozimetrele utilizate pentru masurarea dozei extremitatilor la radiatia beta**

1. Marimea masurata:  
 $H_p(0,07)$ .

2. Valoarea cea mai mica a dozei pe care trebuie sa o masoare:

$$H_0 = 1 \text{ mSv} .$$

3. Domeniul de masurare:  
de la  $H_0$  pana la 5 Sv.

4. Liniaritate:

abatere < 15 % pentru domeniul cuprins  
intre 1 mSv si 5 Sv.

5. Dependenta energetica:

Pentru radiatiile beta de Tl-204 si Kr-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_r} \leq 2,0 \text{ pentru } H_p(0,07).$$

In cazul in care sistemul a fost etalonat cu radiatii fotonice, se aplica cerinta suplimentara pentru radiatia beta a Sr-90/Y-90.

6. Reproductibilitatea:

Abaterea standard  $S \leq 15 \%$ .

7. Fading: efect < 10 %/luna.

Referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle ( Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999

## ANEXA Nr. 8

### Coeficienti de conversie

#### 1. Coeficienti de conversie pentru fotoni:

Coeficienti de conversie ai kermei in aer pentru doza individuala in profunzime  $H_p(10)$  si ai dozei individuale superficiale  $H_p(0,07)$  aplicabili pentru un dozimetru individual plasat pe o fantoma paralelipedica.

Calitate/ sursa	Energie medie (keV)	Coeficienti de conversie (Sv/Gy)									
		$h_p(10; \alpha)$ pentru un unghi $\alpha$ de					$h_p(0,07; \alpha)$ pentru un unghi $\alpha$ de				
		$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
N-15	12						0,96; 0,95; 0,95; 0,95; 0,96				
N-20	16						0,98; 0,98; 0,98; 0,98; 0,97				
N-25	20	0,55; 0,54; 0,50; 0,41; 0,28					1,03; 1,03; 1,03; 1,02; 1,02				
N-30	24	0,79; 0,77; 0,74; 0,65; 0,49					1,10; 1,10; 1,10; 1,09; 1,07				
N-40	33	1,17; 1,15; 1,12; 1,02; 0,85					1,27; 1,26; 1,26; 1,23; 1,19				
N-60	48	1,65; 1,63; 1,59; 1,47; 1,27					1,55; 1,54; 1,53; 1,49; 1,42				
Am-241	59	1,89; 1,87; 1,83; 1,72; 1,50					1,72; 1,71; 1,69; 1,65; 1,57				
N-80	65	1,88; 1,86; 1,83; 1,71; 1,50					1,72; 1,70; 1,70; 1,65; 1,58				
N-100	83	1,88; 1,87; 1,82; 1,73; 1,53					1,72; 1,70; 1,70; 1,66; 1,60				
N-120	100	1,81; 1,79; 1,76; 1,68; 1,51					1,67; 1,66; 1,65; 1,62; 1,58				
N-150	118	1,73; 1,71; 1,68; 1,61; 1,46					1,61; 1,60; 1,60; 1,58; 1,54				
N-200	164	1,57; 1,56; 1,55; 1,49; 1,38					1,49; 1,49; 1,49; 1,49; 1,46				
N-250	208	1,48; 1,48; 1,47; 1,42; 1,33					1,42; 1,42; 1,42; 1,43; 1,43				
N-300	250	1,42; 1,42; 1,41; 1,38; 1,30					1,38; 1,38; 1,38; 1,40; 1,40				
Cs-137	662	1,21; 1,22; 1,22; 1,22; 1,19					1,21; 1,21; 1,22; 1,23; 1,26				
Co-60	1250	1,15; 1,15; 1,15; 1,16; 1,14					1,15; 1,15; 1,15; 1,16; 1,14				
Ti (Tinta)	5140	1,11; 1,11; 1,11; 1,11; 1,11					1,11; 1,11; 1,11; 1,11; 1,11				

Referinta: ICRP 74, ISO 4037-3.

#### 2. Coeficienti de conversie ai kerma in aer pentru doza individuala superficiala $H_p(0,07)$ aplicabili dozimetruului de extremitati plasat pe o fantoma tije, ISO din PMMA:

Calitate	Energie medie (keV)	Coeficient de conversie $h_p(0,07)$ (Sv/Gy)
N-15	12	0,95
N-20	16	0,98
N-25	20	1,00
N-30	24	1,03
N-40	33	1,07
N-60	48	1,11
Am-241	59	1,14
N-80	65	1,15
N-100	83	1,17
N-120	100	1,17
N-150	118	1,17
N-200	164	1,16
N-250	208	1,15
N-300	250	1,14
Cs-137	662	1,12

Referinte: ISO 4037-3; Grosswelt, Radiation Protection Dosimetrie No. 59/1995, pag. 165-179.

### 3. Coeficienti de conversie pentru neutroni:

Coeficienti de conversie  $h_p \phi (10, \alpha)$  a fluentei neutronice  $\phi$  in doza individuala in profunzime  $H_p (10)$  aplicabili unui dozimetru individual plasat pe o fantoma paralelipedica:

Sursa de neutroni/Energia neutronilor (MeV)	$h_p \phi (10; \alpha)$ in $\text{pSv cm}^2$ pentru un unghi $\alpha$ de				
	$0^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$
$^{252}\text{Cf}$ ( $\text{D}_2\text{O}$ -moderator)	110	109;	109;	102;	87,4;
$^{252}\text{Cf}$	400	397;	409;	389;	346;
$^{241}\text{Am-Be}$ ( $\alpha, n$ )	411;	409;	424;	415;	383;
Neutroni termici	11,4;	10,6;	9,11;	6,61;	4,04
0,024	20,2;	19,9;	17,2;	13,6;	7,85;
0,144	134;	131;	121;	102;	69,9;
0,250	215;	214;	201;	173;	125;
0,57	355;	349;	347;	313;	245;
1,2	433;	427;	440;	412;	355;
2,5	437;	434;	454;	441;	410;
2,8	433;	431;	451;	441;	412;
3,2	429;	427;	447;	439;	412;
5,0	420;	418;	437;	435;	409;
14,8	561;	563;	581;	572;	576;
19,0	600;	596;	621;	614;	620;
30	515;	515;	515;	515;	515;
50	400;	400;	400;	400;	400;
75	330;	330;	330;	330;	330;
100	285;	285;	285;	285;	285;

Referinte: ISO 8529; ICRP 74.

Observatie: Pentru valori mai mici de 30 MeV coeficientii de conversie sunt identici cu cei utilizati pentru obtinerea lui  $H_p (10)$ .

### 4. Coeficienti de conversie pentru electroni:

Energie (MeV)	Coeficienti de conversie $H_p (10)/ \phi$ ( $\text{nSv} \cdot \text{cm}^2$ )
0,10	1,661
0,15	1,229
0,20	0,834
0,30	0,542
0,40	0,455
0,50	0,403
0,60	0,366
0,70	0,344
0,80	0,329
1,00	0,312
1,50	0,287
2,00	0,279
2,50	0,278
3,00	0,276

Referinte: ICRP-74.

### 5. Coeficienti de conversie specifici surselor beta standard:

Sursa	Coeficienti de conversie $H_p (0,07)/ D_a$ (Sv/Gy)
Sr/Y- 90	1,24

TI – 204	1,20
Kr – 85	1,16
Pm -147	0,23

## ANEXA Nr. 9

### Interpretarea masurarii incorporarii

Pentru interpretare in situatii normale, se admite ca incorporarea se datoreaza unei inhalari. Doza efectiva angajata  $E_{50}$ , marime operationala in cazul incorporarii, se obtine prin inmultirea activitatii incorporate  $I$  cu factorul de doza pentru inhalare,  $e_{inh}$ , conform ICRP 68 .

$$E_{50} = e_{inh} \times I \quad (1);$$

Fractiunea de activitate care se gaseste la timpul  $t$  dupa o incorporare prin inhalare intr-un organ sau o excretie, este data de functia  $m(t)$ :

$$M(t) = I \times m(t) \quad (2);$$

unde:

$M(t)$  este activitatea intr-un organ sau o excretie (valoare masurata).

$m(t)$  fractiunea eliminata zilnic sau factor de retentie, dupa caz, (semnificatia este precizata in tabelele anexei nr. 10)

Doza efectiva angajata  $E_{50}$  se obtine pornind de la  $M(t)$ :

$$E_{50} = e_{inh} \times I = e_{inh} \frac{M(t)}{m(t)} = M(t) \frac{e_{inh}}{m(t)} \quad (3);$$

Atunci cand este cunoscut timpul  $t$  intre incorporare si masurare (supravegheri speciale), doza efectiva angajata se calculeaza pornind de la  $M(t)$  cu formula (3).

Cand se efectueaza o monitorizare de rutina, se admite ca incorporarea a avut loc la jumatatea intervalului  $T$  si se ia  $t = T/2$ .  $T$  este intervalul de monitorizare, iar  $t$  este timpul scurs intre incorporare (eveniment) si prima masurare. Doza efectiva angajata  $E_{50}$  se obtine pornind de la

marimea  $M$  si de la valorile tabelate  $\frac{e_{inh}}{m(t)}$  astfel:

$$E_{50} = e_{inh} \frac{M(t)}{m(T/2)} = M(t) \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \quad (4);$$

Atunci cand are loc o incorporare net superioara limitei de detectie si perioada efectiva este comparabila sau superioara intervalului de monitorizare, trebuie avut in vedere ca aceasta

incorporare va influenta masurarile ulterioare. Corectarile incorporarii se calculeaza prin extrapolarea incorporarii anterioare  $I_a$  la momentul efectuarii masurarii, acest lucru se face cu ajutorul factorului  $m(\Delta t)$ .  $\Delta t$  este intervalul de timp scurs intre momentul (presupus) al incorporarii anterioare si al noii masurari.

Valoarea  $M_n$  este valoarea corectata a lui  $M(t)$  provenind de la noua incorporare si se calculeaza pornind de la valoarea  $M_a$  a masurarii precedente:

$$M_n(t) = M(t) - I_a m(t) = M(t) - \frac{M_a}{m(T/2)} m(\Delta t) \quad (5);$$

Doza efectiva angajata datorata noii incorporari se calculeaza cu ajutorul formulei (4):

$$E_{50}^n = M_n(t) \frac{e_{inh}}{m(T/2)} = M(t) \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - M_a \frac{e_{inh}}{m(T/2)} \cdot \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} \quad (6);$$

unde ajutorul dozei efectiv angajate  $E_{50}^a$  a incorporarii precedente va fi:

$$E_{50}^n = M_n(t) \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)} = M(t) \frac{e_{inh}}{m(T/2)} - E_{50}^a k(\Delta t) \quad (7);$$

In cazul monitorizarii de rutina, factorul de corectie

$$k(\Delta t) = \frac{m(\Delta t)}{m(T/2)}$$

pornind de la valoarea lui  $m(t)$ .

Timpul scurs ( $\Delta t$ ) poate lua valorile  $(n + 1/2)T$ , unde "n" este numarul de intervale ce separa momentul incorporarii si cel al masurarii. Valorile lui  $m(t)$  sunt date in ICRP-78 sub forma de tabele si de grafice.

Daca contributia incorporarilor anterioare este mai mare de 10% din incorporarea ultimului interval, sunt necesare corectii pentru calcule de doza.



## **ANEXA Nr. 10**

### **Fise specifice radionuclizilor**

#### **Lista radionuclizilor**

1. H-3 sub forma de HTO
2. C-14
3. P-23
4. P-33
5. S-35
6. Ca-45
7. Cr-51
8. Fe-59
9. Co-58
10. Co-60
11. Sr-85
12. Sr-89
13. Sr-90
14. Tc-99m
15. I-123
16. I-125
17. I-131
18. Cs-134
19. Cs-137
20. Th-232
21. U-235
22. U-238
23. N<sub>p</sub>-237
24. Pu-239
25. Am-241.

Fisele specifice radionuclizilor sunt stabilite dupa o schema unificata . Fiecare fise cuprinde cinci parti .

a) In prima parte este facuta o analiza de ansamblu a metabolismului fiecarui radionuclid sau a compusilor acestora;

b) In partea a doua sunt date metodele de masurare a incorporarii si de tri. In cazul in care nu este depasit pragul de masurare se admite in general ca doza efectiva angajata anuala nu depaseste 1 mSv;

c) Partea a treia se refera la timpul de monitorizare;

d) Partea a patra contine date care permit interpretarea rezultatelor.

e) Partea a cincea permite interpretarea in cazul incorporarii cronice.

Referinte: 1. Metabolism: ICRP 30, ICRP 78

2. m (t): ICRP 78

3.  $e_{inh}$ : ICRP 60 ( identic cu BSS si directiva 96 a UE)

Diametrul median aerodinamic al aerosolilor a fost admis ca fiind egal cu 5  $\mu$ m.

Tabelele de la 1 la 25 au ca referinta: "Ordonnance sur la dosimetrie individuelle (Ordonnance sur la dosimetrie) 814.501.43, Suisse, octombrie 1999

#### **1. H-3 sub forma de HTO**

##### **1.1. Metabolism**

Tritiul sub forma de apa tritiata poate fi incorporat prin inhalare, ingestie sau absorbtie la nivelul pielii. 97% din tritiu se amesteca rapid cu apa existenta in corp si este eliminat, in principal prin urina, avand o perioada de 10 zile. Restul de 3% se leaga organic si este eliminat dupa o perioada de 40 de zile. Astfel, iradierea este practic proportional cu concentratia tritiului in urina. Lucratorii care manipuleaza tablouri luminescente sau coloane luminescente sunt supusi unei incorporari cronice cu tritiu. In acest caz, echilibrul se stabileste intre activitatea corporala si cea a urinei iar doza este calculata cu ajutorul unui model

de incorporare cronica.

##### **1.2. Metode de de masurare**

###### **Masurare de tri**

Masurarea directa pe o proba de urina

Prag de masurare: 42 000 Bq/l.

###### **Masurarea incorporarii**

Masurarea concentratiei tritiului intr-o proba de urina,  $C_u$  in Bq/l.

##### **1.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare**

$T_{tri} = 30$  zile     $T_{masurare} = 30$  zile     $t_{eveniment} = 1$  zi

#### 1.4. Interpretarea in cazul incorporarii unice

$E_{50} = C_u \cdot i_{inh} / m(t) \cdot s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $i_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in l <sup>-1</sup> $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia $t = T/2$ <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	t (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv.l/Bq)
	1	$0,78 \times 10^{-9}$
	2	$0,86 \times 10^{-9}$
	3	$0,90 \times 10^{-9}$
	4	$0,75 \times 10^{-9}$
	5	$1,1 \times 10^{-9}$
	6	$1,1 \times 10^{-9}$
	7	$1,2 \times 10^{-9}$
	15	$2 \times 10^{-9}$
30	$5,3 \times 10^{-9}$	
45	$13 \times 10^{-9}$	

#### 1.5. Interpretarea in caz de incorporare cronica

Interval de monitorizare T= 30 zile

$E_{50} = C_u \times 1,4 \times 10^{-9}$  (Sv pe interval de supraveghere)

#### 2.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

Atunci cand perioada biologica este inferioara duratei de 40 de zile se procedeaza la calculul dozei specifice conform art.39, alin. 4.

$E_{50} = C_u \cdot i_{inh} / m(t) \cdot s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $i_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in l <sup>-1</sup> $t$ : Timpul scurs intre	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv.l/Bq)
	1	$4,3 \times 10^{-6}$
	2	$2,9 \times 10^{-6}$
	3	$2,9 \times 10^{-6}$
	4	$2,9 \times 10^{-6}$
	5	$3,0 \times 10^{-6}$
	6	$3,0 \times 10^{-6}$
7	$3,1 \times 10^{-6}$	

## 2. C-14

### 2.1. Metabolism

Modelul standard a fost dezvoltat pentru compusii de carbon ce intra in procesul metabolic sau sunt utilizati ca surse de energie (carbon alimentar). Se admite ca astfel de compusi, in cazul inhalarii, sunt resorbiti 100% in organism si se repartizeaza uniform in intreg corpul prin circulatia sanguina. Ei sunt eliminati in proportie de 1,7% prin urina cu o perioada biologica de 40 de zile. Multi compusi organici marcati cu izotopul C-14 nu sunt resorbiti in organism si sunt eliminati in principal prin urina cu o perioada biologica de ordinul orelor, sau chiar de o zi.

### 2.2. Metode de de masurare

**Masurare de tri** (obligatoriu pentru carbonul alimentar)

Masurarea directa a unei probe de urina

*Prag de masurare*: 200 Bq/l.

Masurare zilnica atunci cand este depasit pragul de masurare. Este obligatorie masurarea incorporarii atunci cand este depasit pragul de masurare timp de o saptamana.

### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei C-14 intr-o proba de urina,  $C_u$  in Bq/l.

### 2.3. Intervalul de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 1$  saptamana,  $T_{masurare} = 30$  zile,  $t_{eveniment} = 1$  zi

masurare si incorporare, in	15	$3,5 \times 10^{-6}$
	30	$4,5 \times 10^{-6}$
	45	$5,8 \times 10^{-6}$

### 2.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 30 zile

$$E_{50} = C_u \times 3,5 \times 10^{-6} - E_{50}^a \times 0,60$$

## 3. P-32

### 3.1. Metabolism

In jur de 70% din fosfatul inhalat (clasa de absorbtie de tip M) este rapid eliminata pe caile respiratorii,

tubul digestiv (coeficientul de resorbtie  $f_1=0,8$ ) si urina. Fosfatul care ajunge in circulatia sanguina este resorbit in proportie de 70% in tesutul muscular si oase. Perioada de retentie a acestei fractiuni este determinata de perioada fizica a fosforului. El este repede eliminat prin

Prag de masurare: 200 Bq/l.

urina(perioada 19 zile).

### 3.2. Metode de de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea unei probe de urina

#### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei fosforului-32 intr-o proba de urina  $iC_u$  in Bq/l.

### 3.3. Intervalul de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} = 2$  zile

### 3.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = C_u i e_{inh} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4 l) in $l^{-1}$ $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$ <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,011 \times 10^{-5}$
	2	$0,018 \times 10^{-5}$
	3	$0,029 \times 10^{-5}$
	4	$0,043 \times 10^{-5}$
	5	$0,056 \times 10^{-5}$
	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

### 3.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 30 zile

$$E_{50} = C_u \times 2,7 \times 10^{-6} - E_{50}^a \times 0,09$$

## 4. P-33

### 4.1. Metabolism

In jur de 70% din fosfati (categoria de absorbtie tip M) este rapid eliminata prin caile nazale, tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1=0,8$ ) si urina. Fosfatul care intra in circuitul sanguin este resorbit in proportie de 70% in tesuturile musculare si osoase. Durata de retentie a acestei fractiuni este determinata de perioada de injumatatire, apoi eliminarea se face relativ rapid incepand cu tesutul muscular prin urina (perioada 19 zile).

### 4.2. Metode de de masurare

#### Masurare de tri

Masurare directa a unei probe de urina

Prag de masurare: 200 Bq/l.

#### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei fosforului-33 intr-o proba de urina  $iC_u$  in Bq/l.

### 4.3. Intervalul de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} = 2$  zile

#### 4.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = C_u \cdot i_{inh} / m(t) \cdot s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $i_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in l <sup>-1</sup> $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$ <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,049 \times 10^{-6}$
	2	$0,079 \times 10^{-6}$
	3	$0,12 \times 10^{-6}$
	4	$0,18 \times 10^{-6}$
	5	$0,23 \times 10^{-6}$
	6	$0,28 \times 10^{-6}$
	7	$0,34 \times 10^{-6}$
	15	$0,87 \times 10^{-6}$
	30	$2,2 \times 10^{-6}$
	45	$5,4 \times 10^{-6}$

#### 4.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 30 zile

$$E_{50} = C_u \times 0,87 \times 10^{-6} \cdot E_{50}^a \times 0,16$$

### 5. S-35

#### 5.1. Metabolism

In cazul inhalarii, componentele anorganice ale sulfatului (clasa de absorbtie tip M) sunt rapid eliminate in proportie de 85% prin caile respiratorii, tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_i=0,8$ ) si urina. Fractiunea care intra in circuitul sanguin este acumulata in proportie de 20% in tesutul muscular. Perioada biologica a acestei componente este de 20 de zile. O mica fractiune este acumulata pe termen lung si descreste cu perioada de injumatatire de 87 de zile.

#### 5.2. Metode de de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea unuei probe de urina

*Prag de masurare: 150 Bq/l.*

##### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei intr-o proba de e urina in Bq/l, dupa extractie chimica (precipitarea sulfatilor).

#### 5.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$$T_{tri} = 60 \text{ zile} \quad T_{masurare} = 60 \text{ zile} \quad t_{eveniment} = 1 \text{ zi}$$

#### 5.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = C_u \cdot i e_{inh} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4 l) in l <sup>-1</sup> $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$ <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv.l/Bq)
	1	0,0070x10 <sup>-6</sup>
	2	0,057x10 <sup>-6</sup>
	3	0,42x10 <sup>-6</sup>
	4	0,77x10 <sup>-6</sup>
	5	0,81x10 <sup>-6</sup>
	6	0,86x10 <sup>-6</sup>
	7	0,91x10 <sup>-6</sup>
	15	1,2x10 <sup>-6</sup>
	30	2,1x 10 <sup>-6</sup>
	60	5,7x10 <sup>-6</sup>
	90	14x10 <sup>-6</sup>

#### 5.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 60 zile

$$E_{50} = C_u \times 2,1 \times 10^{-6} - E_{50}^a \times 0,15$$

### 6. Ca-45

#### 6.1. Metabolism

In jur de 90% din calciu inhalat (clasa de absorbtie de tip M) este rapid eliminat prin caile respiratorii si tubul digestiv (fractiune de resorbtie  $f_i=0,3$ ). Calciul care intra in circuitul sanguin este resorbit in oase si tesutul muscular. In cazul Ca-45, perioada de injumatatire de 163 de zile determina durata de retentie in os la adulti. Perioada biologica determina retentia in tesutul muscular. Pornind de la aceasta, calciul este eliminat in parti egale prin urina si prin fecale.

#### 6.2. Metode de de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea unei probe de urina  
*Prag de masurare: 150 Bq/l.*

##### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei Ca-45,  $C_u$  in Bq/l, intr-o proba de urina.

#### 6.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile,  $T_{masurare} = 30$  zile,  $t_{eveniment} = 2$  zile

#### 6.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = C_u i e_{inh} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv.l/Bq)
	1	0,29x10 <sup>-6</sup>
	2	0,063x10 <sup>-6</sup>

$e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4) in l <sup>-1</sup> $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$ <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	3	$0,87 \times 10^{-6}$
	4	$1,1 \times 10^{-6}$
	5	$1,2 \times 10^{-6}$
	6	$1,5 \times 10^{-6}$
	7	$1,6 \times 10^{-6}$
	15	$3,2 \times 10^{-6}$
	30	$8,1 \times 10^{-6}$
	45	$17 \times 10^{-6}$

### 6.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 30 zile

$$E_{50} = C_u \times 3,2 \times 10^{-6} - E_{50}^a \times 0,19$$

## 7. Cr – 51

### 7.1. Metabolism

Metabolismul cromului depinde de forma sa chimica ( Cr III sau Cr IV). In modelele dozimetrice se admite ca micile cantitati de Cr III inhalate sunt oxidate in Cr IV in plamani iar pe de alta parte Cr IV in circulatia sanguina se reduce in Cr III, existand o complementaritate. 90% din din cromul inhalat ( clasa de absorbtie de tip M) este rapid eliminat pe caile respiratorii si tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,1$ ). Cromul care atinge circulatia sanguina este acumulat in proportie de 25% pe termen lung in tot corpul. In cazul Cr – 51 aceasta contributie este neglijabila din cauza perioadei de injumatatire de 28 de zile.

### 7.2. Metode de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu ajutorul unui instrument de masura a activitatii toracice.

*Prag de masurare:* 120 000 Bq

#### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui antropogamametrului a activitatii Cr – 51, M in Bq

### 7.3. Intrvalele demonitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} =$  imediat

### 7.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = M \cdot i e_{inh} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv M: Valoarea masurata in Bq $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea de retentie $t$ : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se = T/2 <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	$t$ ( zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,07 \times 10^{-9}$
	2	$0,13 \times 10^{-9}$
	3	$0,23 \times 10^{-9}$
	4	$0,31 \times 10^{-9}$
	5	$0,37 \times 10^{-9}$
	6	$0,41 \times 10^{-9}$
	7	$0,45 \times 10^{-9}$
	15	$0,67 \times 10^{-9}$
	30	$1,2 \times 10^{-9}$
45	$2,0 \times 10^{-9}$	

### 7.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = M \cdot 0,67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,34$

## 8. Fe – 59

### 8.1. Metabolism

Fierul inhalat (clasa de absorbtie tip M) este resorbit in proportie de 10% de catre corp, restul este eliminat de la cateva ore la cateva zile prin caile nazale si tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,1$ ) Activitatea resorbita este incorporata in hemoglobina in proportie de 70% si restul este acumulat in alte organe. Odata ce fierul a intrat in procesul metabolic el este retinut de corp. Pentru o cantitate de aproximativ 3.5 g continuta in corp zilnic nu sunt eliminate decat 0,6 mg. Durata de retinere a Fe – 59 in organism este determinata de perioada de injumatatire de 45 zile.

### 8.2. Metode de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu ajutorul unui instrument de masura a activitatii toracice.

*Prag de masurare: 2500 Bq*

#### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul antropogamametrului a activitatii Fe – 59, M in Bq

### 8.3. Intrvalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30 \text{ zile}$     $T_{masurare} = 30 \text{ zile}$   
 $t_{eveniment} = \text{imediat}$

### 8.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

<p><b><math>E_{50} = M \cdot i_{e_{inh}} / m(t)s</math></b></p> <p><math>E_{50}</math>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv  M: Valoarea masurata in Bq  <math>e_{inh}</math>: Factorul de doza in Sv/Bq  m(t): fractiunea de retentie  t: Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile  Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se  = T/2  <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b></p>	t (zile)	$e_{inh}/m(t)$ (Sv/Bq)
	1	$0,64 \times 10^{-8}$
	2	$1,1 \times 10^{-8}$
	3	$1,8 \times 10^{-8}$
	4	$2,3 \times 10^{-8}$
	5	$2,7 \times 10^{-8}$
	6	$2,7 \times 10^{-8}$
	7	$2,9 \times 10^{-8}$
	15	$3,4 \times 10^{-8}$
	30	$4,4 \times 10^{-8}$
	45	$5,8 \times 10^{-8}$
	60	$7,4 \times 10^{-8}$

### 8.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = M \cdot 3,4 \times 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

## 9. Co – 58

### 9.1. Metabolism

Cobaltul inhalat (clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90% de la cateva ore la cateva zile pe caile nazale, tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,05$ ) si urina. Numai

10% este retinut in corp pentru un timp indelungat, in principal in plamani. In acest caz Co - 58 durata de retentie a acestei fractiuni este determinata de

perioada de injumatatire de 70,8 zile.

## 9. 2. Metode de masurare

### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu ajutorul unui instrument de masura a activitatii toracice.

Prag de masurare: 2600 Bq

### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul antropogamometrului a activitatii Co – 58, M in Bq

## 9.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} =$  imediat

## 9.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = M \cdot i_{inh} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv M: Valoarea masurata in Bq $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq m (t) : fractiunea de retentie t : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia $t = T/2$	t ( zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
<b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	1	$0,35 \times 10^{-8}$
	2	$0,68 \times 10^{-8}$
	3	$1,2 \times 10^{-8}$
	4	$1,8 \times 10^{-8}$
	5	$2,2 \times 10^{-8}$
	6	$2,5 \times 10^{-8}$
	7	$2,6 \times 10^{-8}$
	15	$3,2 \times 10^{-8}$
	30	$4,3 \times 10^{-8}$
	45	$5,3 \times 10^{-8}$
	60	$6,8 \times 10^{-8}$
	90	$10 \times 10^{-8}$

## 9.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = M \cdot 3,2 \times 10^{-8} - E_{50}^{a} \cdot 0,60$

## 10. Co – 60

### 10.1. Metabolism

Cobaltul inhalat ( clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90% de la cateva ore la cateva zile pe caile nazale si tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,05$ ) si urina. Numai 10% este retinut in corp pentru un timp indelungat, in principal in plamani. In acest caz durata de retentie a acestei fractiuni este determinata de perioada de injumatatire mare a Co – 60, in principal, si de mecanismul de curatire a plamanilor.

## 10. 2. Metode de masurare

### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu ajutorul unui instrument de masura a activitatii toracice.

Prag de masurare: 1200 Bq

### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul antropogamometrului a activitatii Co – 60, M in Bq

## 10.3. Intrvalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 180$  zile  $T_{masurare} = 180$  zile

$t_{eveniment} =$  imedia



#### 10.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

<p><math>E_{50} = M \cdot i_{inh} / m(t)s</math></p> <p><math>E_{50}</math>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv  M: Valoarea masurata in Bq  <math>e_{inh}</math>: Factorul de doza in Sv/Bq  m (t) : fractiunea de retentie  t : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile  Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia <math>t = T/2</math></p> <p><b>Interval de monitorizare T = 180 zile</b></p>	t ( zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,35 \times 10^{-7}$
	2	$0,68 \times 10^{-7}$
	3	$1,2 \times 10^{-7}$
	4	$1,7 \times 10^{-7}$
	5	$2,1 \times 10^{-7}$
	6	$2,3 \times 10^{-7}$
	7	$2,5 \times 10^{-7}$
	15	$2,8 \times 10^{-7}$
	30	$3,1 \times 10^{-7}$
	60	$3,8 \times 10^{-7}$
	90	$4,3 \times 10^{-7}$
	180	$5,3 \times 10^{-7}$
270	$6,1 \times 10^{-7}$	

#### 10.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 180 zile;  $E_{50} = M \cdot 4,3 \times 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,70$

### 11. Sr – 85

#### 11.1. Metabolism

Strontiu – 85 inhalat ( clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90% de la cateva ore la cateva zile pe caile nazale si tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,01$ ). Numai 5% este retinut in corp pentru un timp indelungat, in principal in plamani. In acest caz durata de retentie a acestei fractiuni este determinata de perioada de injumatatire a Sr – 58 in principal. O mica cantitate de strontiu care intra in circulatia sanguina este integrata in oase, sau eliminata in principal prin caile urinare.

#### 11. 2. Metode de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu ajutorul unui instrument de masura a activitatii toracice.

*Prag de masurare: 6400 Bq*

##### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul antropogamametrului a activitatii Sr –85, M in Bq

#### 11.3. Intrvalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} =$  imediat

#### 11.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

<p><math>E_{50} = M \cdot i_{inh} / m(t)s</math></p> <p><math>E_{50}</math>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv</p>	t ( zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,13 \times 10^{-8}$
	2	$0,26 \times 10^{-8}$

<p>M: Valoarea masurata in Bq  <math>e_{inh}</math>: Factorul de doza in Sv/Bq  m (t) : fractiunea de retentie  t : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile</p>	3	$0,49 \times 10^{-8}$
	4	$0,72 \times 10^{-8}$
	5	$0,90 \times 10^{-8}$
	6	$1,0 \times 10^{-8}$
	7	$1,1 \times 10^{-8}$
	15	$1,3 \times 10^{-8}$
30	$1,7 \times 10^{-8}$	

Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia $t = T/2$	45	$2,2 \times 10^{-8}$
	60	$2,8 \times 10^{-8}$
	90	$4,310^{-8}$
<b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>		

### 11.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = M \cdot 1,3 \times 10^{-8} - E_{50}^a \cdot 0,59$

## 12. Sr – 89

### 12.1. Metabolism

Strontiu – 89 inhalat (clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90% de la cateva ore la cateva zile pe caile nazale si tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,01$ ). Numai 5% este retinut in corp pentru un timp indelungat, in principal in plamani. In acest caz durata de retentie a acestei fractiuni este determinata de perioada de injumatatire a Sr – 89 in principal. O mica cantitate de strontiu care intra in circulatia sanguina este integrata in oase, sau eliminata in principal prin caile urinare.

### 12.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = C_u \cdot i_{e_{inh}} / m(t)s$ $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea de eliminare prin urina zilnica (= 1,4 l) in $l^{-1}$ $T$ : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia $t = T/2$  <b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b>	t (zile)	$e_{inh}/m(t)$ (Sv.l/Bq)
	1	$0,0098 \times 10^{-3}$
	2	$0,024 \times 10^{-3}$
	3	$0,037 \times 10^{-3}$
	4	$0,049 \times 10^{-3}$
	5	$0,065 \times 10^{-3}$
	6	$0,080 \times 10^{-3}$
	7	$0,096 \times 10^{-3}$
	15	$0,26 \times 10^{-3}$
	30	$0,65 \times 10^{-3}$
	45	$1,5 \times 10^{-3}$
	60	$2,6 \times 10^{-3}$

### 12.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = C_u \cdot 0,26 \times 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,17$

## 13. Sr – 90

### 13.1. Metabolism

Strontiu – 90 inhalat (clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90% de la cateva ore la cateva zile pe caile nazale si tubul digestiv (fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,01$ ). Numai 5% este retinut in corp pentru un timp indelungat, in principal

## 12. 2. Metode de masurare

### Masurare de tri

Masurarea directa a unei probe de urina.

Prag de masurare: 0,5 Bq/l

### Masurarea incorporarii

Masurarea pe o proba de urina, dupa separare chimica, a concentratiei Sr – 89 in urina,  $C_u$  in Bq/l.

### 12.3. Intrvalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} = 1$  zi

in plamani. In acest caz durata de reretentie a acestei fractiuni este determinata de perioada de injumatatire mare si mecanismul de curatare pulmonara. Cantitatea de strontiu care intra in

circulatia sanguina este integrata in oase, sau eliminata in principal prin caile urinare.

chimica, a concentratiei Sr – 90 in urina,  $C_u$  in Bq/l.

### 13. 2. Metode de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea directa a unei probe de urina.

Prag de masurare: 0,05 Bq/l

### 13.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} = 1$

#### Masurarea incorporarii

Masurarea pe o proba de urina, dupa separare

### 13.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = M \cdot i_{e_{inh}} / m(t)s$	t ( zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv.l/Bq)
$E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea de eliminare prin urina zilnica(= 1,4 l) in $l^{-1}$ $t$ : Timpul scurs intre incorporare si masurare in zile Daca momentul incorporarii nu este cunoscut se ia $t = T/2$	1	$0,13 \times 10^{-3}$
	2	$0,32 \times 10^{-3}$
	3	$0,49 \times 10^{-3}$
	4	$0,67 \times 10^{-3}$
	5	$0,83 \times 10^{-3}$
	6	$0,98 \times 10^{-3}$
	7	$1,2 \times 10^{-3}$
	15	$2,7 \times 10^{-3}$
	30	$6,0 \times 10^{-3}$
	45	$11 \times 10^{-3}$
	60	$16 \times 10^{-3}$

Interval de monitorizare T = 30 zile

### 13.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T = 30 zile;  $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \times 10^{-3} - E_{50}^a \cdot 0,25$

## 14. Tc – 99m

### 14.1. Metabolism

Technetiu radioactiv se fixeaza in tiroida, glandele salivare, stomac si intestine. Se admite ca restul activitatii se repartizeaza uniform in tot organismul. Eliminarea se face prin urina si fecale ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 0,8$ ).

### 14. 2. Metode de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea directa a radioactivitatii cu ajutorul unui debitmetru sau a unui contor de corp uman plasat in fata stomacului si tiroidei.

Prag de masurare:  $1 \mu Sv/h$  la nivelul stomacului

#### Masurarea incorporarii

Masurarea activitatii Tc – 99m cu ajutorul unui antropogamametrului.

### 14.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri}$  = la sfarsitul zilei,  $T_{masurare}$  = in cazul depasirii pragului de masurare,  $t_{eveniment}$  = imediat

### 14.4. Interpretare

Din cauza perioadei de injumatatire scurte (6 h) nu este posibila o interpretare standard a rezultatelor. In situatii normale, incorporarile ( kBq ) conduc la doze mici ( $10^{-5}$  mSv). In caz de accident sau atunci cand se depaseste pragul de masurare este necesara o ancheta si o interpretare ad hoc.

este exhalat pana la 50%. Cealalta jumatate intra rapid in circulatia sanguina (fractiunea de resorbtie  $f_1=1$ ). In jur de 30% este resorbit intr-o zi in glanda tiroida si 70% este eliminat pe cale urinara.

## 15. I-123

### 15.1. Metabolism

Iodul inhalat (clasa de absorbtie de tip F)

Perioada biologica in glanda tiroida este de 30 de zile. Durata de retentie in glanda tiroida a iodului 123 este determinata de perioada injumatatire de 13,2 ore.

### 15.2. Metode de de masurare Masurare de tri

Masurare directa a activitatii fixate in glanda tiroida cu ajutorul unui monitor de contaminare.

### 15.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = M i e_{inh} / m(t)s$	t (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
$E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv M : Valoarea masurata in Bq $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq m (t) : factor de retentie t : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$	1/4	$0,0022 \times 10^{-6}$
	1/2	$0,0020 \times 10^{-6}$
	1	$0,0029 \times 10^{-6}$
	1/5	$0,0052 \times 10^{-6}$
	2	$0,010 \times 10^{-6}$
	3	$0,034 \times 10^{-6}$
	4	$0,12 \times 10^{-6}$
5	$0,44 \times 10^{-6}$	
6	$1,5 \times 10^{-6}$	
7	$5,5 \times 10^{-6}$	

## 16. I-125

### 16.1. Metabolism

Iodul inhalat (clasa de absorbtie de tip F) este exhalat pana la 50%. Cealalta jumătate atinge rapid circulatia sanguina (fractiunea de resorbtie  $f_1=1$ ). In jur de 30% este resorbit intr-o zi in glanda tiroida si 70% este eliminat pe cale urinara. Perioada biologica in glanda tiroida este de 30 de zile si perioada de injumatatire de 60 de zile.

Masurarea directa a activitatii fixate in glanda tiroida cu un contaminometru.

Prag de masurare: 1300 Bq.

Prag de masurare: 1400 Bq.

### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui monitor de contaminare tiroidian a activitatii I-123, M in Bq.

### 15.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri}$  – la sfarsitul zilei ;  $T_{masurare}$  - in cazul depasirii pragului de masurare;  $t_{eveniment}$  - 6-12 h (= 12 h)

### 16.2. Metode de de masurare Masurare de tri

### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui contaminometru tiroidian a activitatii de I-125, M in Bq.

### 16.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 30$  zile ;  $T_{masurare} = 90$  zile ;  $t_{eveniment} = 6 - 12$  h

#### 16.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

<b><math>E_{50} = M \cdot i e_{inh} / m(t)s</math></b> $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $M$ : Valoarea masurata in Bq $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : factor de retentie $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,56 \times 10^{-7}$
	2	$0,52 \times 10^{-7}$
	3	$0,52 \times 10^{-7}$
	4	$0,56 \times 10^{-7}$
	5	$0,56 \times 10^{-7}$
	6	$0,56 \times 10^{-7}$
	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

#### 16.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 90 zile

$$E_{50} = M \times 1,2 \times 10^{-7} - E_{50}^a \times 0,20.$$

#### 17. I-131

##### 17.1. Metabolism

Iodul inhalat (clasa de absorbtie de tip F) este exhalat pana la 50%. Cealalta jumatate atinge rapid circulatia sanguina (fractiunea de resorbtie  $f_1=1$ ). In jur de 30% este resorbit intr-o zi in glanda tiroida si 70% este eliminat pe cale urinara. Perioada biologica in glanda tiroida este de 30 de zile si perioada de injumatatire de 8 de zile.

##### 17.2. Metode de de masurare

###### Masurare de tri

Masurarea directa a activitatii fixate in glanda tiroida cu un contaminometru.

Prag de masurare: 2000 Bq.

###### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui contaminometru tiroidian a activitatii I-131, M in Bq.

##### 17.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 7$  zile  $T_{masurare} = 30$  zile  $t_{eveniment} = 6-12$  h

#### 17.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

<b><math>E_{50} = M \cdot i e_{inh} / m(t)s</math></b> $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $M$ : Valoarea masurata in Bq/l $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : factor de retentie	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,092 \times 10^{-6}$
	2	$0,092 \times 10^{-6}$
	3	$0,10 \times 10^{-6}$

<p>T : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia <math>t = T/2</math></p> <p><b>Interval de monitorizare T = 30 zile</b></p>	4	$0,11 \times 10^{-6}$
	5	$0,12 \times 10^{-6}$
	6	$0,13 \times 10^{-6}$
	7	$0,15 \times 10^{-6}$
	15	$0,31 \times 10^{-6}$
	30	$1,3 \times 10^{-6}$
	45	$5,2 \times 10^{-6}$

### 17.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 30 zile

$$E_{50} = M \times 0,31 \times 10^{-6} - E_{50}^a \times 0,06.$$

### 18. Cs-134.

#### 18.1. Metabolism

Cesiul inhalat (clasa de absorbtie de tip F) este exhalat pana la 50%. Cealalta jumătate intra rapid in circuitul sanguin (fractiunea de resorbție  $f_1=1$ ). Aceasta fractiune se repartizeaza uniform pe intregul corp. Din aceasta activitate 10% este eliminata cu o perioada biologica de 2 zile; in principal prin urina; 90% din cea ramasa cu o perioada biologica de 110 zile la barbati si 70 zile la femei. Pentru monitorizarea incorporarii se utilizeaza perioada corespunzatoare metabolismului masculin.

#### 18.2. Metode de de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu un instrument de masurare a activitatii toracice. Cum cesiul trece rapid din plamani in corp se poate astepta ca aceasta masurare sa cuprinda cesiul inhalat. Astfel se poate admite ca aceasta valoare reprezinta 50% din activitatea incorporata.

Prag de masurare: 6000 Bq.

##### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui antropogamemtru a activitatii Cs-134, M in Bq.

#### 18.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri}=180$  zile ;  $T_{masurare}=180$  zile ;  $t_{eveniment}$  = imediat

#### 18.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

<p><b><math>E_{50} = M \cdot i_{inh} / m(t)s</math></b></p> <p><math>E_{50}</math> : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv M : Valoarea masurata in Bq <math>e_{inh}</math> : Factorul de doza in Sv/Bq m (t) : factor de retentie t : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia <math>t = T/2</math></p> <p><b>Interval de monitorizare T = 180 zile</b></p>	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
	1	$0,16 \times 10^{-7}$
	2	$0,19 \times 10^{-7}$
	3	$0,21 \times 10^{-7}$
	4	$0,22 \times 10^{-7}$
	5	$0,22 \times 10^{-7}$
	6	$0,23 \times 10^{-7}$
	7	$0,23 \times 10^{-7}$
	15	$0,25 \times 10^{-7}$
	30	$0,27 \times 10^{-7}$
	60	$0,34 \times 10^{-7}$
	90	$0,42 \times 10^{-7}$
	180	$0,80 \times 10^{-7}$
270	$1,5 \times 10^{-7}$	

### 18.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 180 zile

$$E_{50} = M \times 0,42 \times 10^{-7} - E_{50}^a \times 0,28.$$

## 19.2. Metode de de masurare

### 19. Cs-137.

#### 19.1. Metabolism

Cesiul inhalat (clasa de absorbtie de tip F) este exhalat pana la 50%. Cealalta jumătate intra rapid in circuitul sanguin (fractiunea de resorbție  $f_1=1$ ). Aceasta fractiune se repartizeaza uniform pe intregul corp. Din aceasta activitate 10% este eliminata cu o perioada biologica de 2 zile; in principal prin urina; 90% din cea ramasa este eliminata cu o perioada biologica de 110 la barbati si 70 zile la femei. Pentru supravegherea incorporarii se utilizeaza perioada corespunzatoare metabolismului masculin.

#### Masurare de tri

Masurarea directa a radiatiilor gama cu un instrument de masurare a activitatii toracice. Cum cesiul trece rapid din plamani in corp nu ne putem astepta ca aceasta masurare cuprinde tot cesiul inhalat. Astfel se poate admite ca aceasta valoare reprezinta 50% din activitatea incorporata.

Prag de masurare: 9000 Bq.

#### Masurarea incorporarii

Masurarea cu ajutorul unui antropogamemtru a activitatii Cs-137, M in Bq.

#### 19.3. Intervale de monitorizare T si timpul t, scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = 180$  zile;  $T_{masurare} = 180$  zile;  $t_{eveniment} =$  imediat

#### 19.4. Interpretarea fara a tine cont de o incorporare anterioara

$E_{50} = M \cdot i_{inh} / m(t)s$	T (zile)	$e_{inh}/m(t)$ ( Sv/Bq)
$E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv M: Valoarea masurata in Bq $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq m(t): factor de retentie t: Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$	1	$1,1 \times 10^{-8}$
	2	$1,3 \times 10^{-8}$
	3	$1,5 \times 10^{-8}$
	4	$1,5 \times 10^{-8}$
	5	$1,6 \times 10^{-8}$
	6	$1,6 \times 10^{-8}$
	7	$1,6 \times 10^{-8}$
	15	$1,7 \times 10^{-8}$
	30	$1,9 \times 10^{-8}$
	60	$2,2 \times 10^{-8}$
	90	$2,8 \times 10^{-8}$
	180	$4,8 \times 10^{-8}$
	270	$8,6 \times 10^{-8}$

Interval de monitorizare T = 180 zile

#### 19.5. Corectia pentru o incorporare anterioara

Interval de monitorizare T= 180 zile

$$E_{50} = M \times 2,8 \times 10^{-8} - E_{50}^a \times 0,33.$$

### 20. Th – 232

#### 20.1. Metabolism

Thorium - 232 inhalat (ipoteze: oxid sau hidroxid, clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin caile respiratorii si tubul digestiv (fractiunea de resorbție  $f_1 = 2 \times 10^{-4}$ ). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie in plamani este determinata de perioada de injumatatire mare si de mecanismul de curatire pulmonara. Thorium care intra in circulatia sanguina

este depus pe termen lung in oase; maduva osoasa primeste o doza relativ ridicata datorita restructurarii

osoase continui.

#### 20. 2. Metode de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea contaminarii in Th – 232 in aer la locul de munca (supravegherea aerului din mediul de

lucru).

**Prag de masurare:** 70 Bq h/m<sup>3</sup> (valoarea integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile. Daca valorile masurate depasesc de 10 ori pragul de masurare se efectueaza o masurare antropogamametrica. Complementar se efectueaza masurari de tri in

fiecare an a concentratiei Th – 232 in urina, C<sub>u</sub> in Bq/l

**20.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare**

T<sub>tri</sub> = - ; T<sub>masurare</sub> = 360 zile ; t<sub>eveniment</sub> = imediat

**20.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara**

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

<p><b>E<sub>50</sub> = C<sub>u</sub> · (e<sub>inh</sub>/m(t))</b> pentru masurarea urinei  <b>E<sub>50</sub> = M<sub>s</sub> · (e<sub>inh</sub>/m(t))</b> pentru masurarea fecale  <b>E<sub>50</sub> = M · (e<sub>inh</sub>/m(t))</b> pentru masurare intregul corp  E<sub>50</sub>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv  C<sub>u</sub>: Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina  M<sub>s</sub>: Valoarea masurata in Bq/z, pentru fec  M: Valoarea masurata in Bq, pentru intregul corp  e<sub>inh</sub>: factorul de doza in Sv/Bq  m(t): fractiunea zilnica eliminata prin urina zilnica (= 1,4l) in l<sup>-1</sup> si in fec z<sup>-1</sup> sau retinuta in intregul corp  t: Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile.  Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia t = T/2</p>	t (zile)	urina e <sub>inh</sub> /m(t) (Sv.l/Bq)	Fec e <sub>inh</sub> /m(t) (Sv.z/Bq)	intreg corpul e <sub>inh</sub> /m(t) (Sv./Bq)
	1	1,3	0,011.10 <sup>-2</sup>	0,24.10 <sup>-4</sup>
	2	5,1	0,0075.10 <sup>-2</sup>	0,48.10 <sup>-4</sup>
	3	8,8	0,014.10 <sup>-2</sup>	0,86.10 <sup>-4</sup>
	4	11	0,034.10 <sup>-2</sup>	1,3.10 <sup>-4</sup>
	5	12	0,086.10 <sup>-2</sup>	1,6.10 <sup>-4</sup>
	6	13	0,21.10 <sup>-2</sup>	1,8.10 <sup>-4</sup>
	7	15	0,48.10 <sup>-2</sup>	1,9.10 <sup>-4</sup>
	15	22	2,4.10 <sup>-2</sup>	2,1.10 <sup>-4</sup>
	30	28	3,4.10 <sup>-2</sup>	2,4.10 <sup>-4</sup>
	45	34	4,8.10 <sup>-2</sup>	2,6.10 <sup>-4</sup>
90	44	11.10 <sup>-2</sup>	3,1.10 <sup>-4</sup>	
180	53	32.10 <sup>-2</sup>	3,6.10 <sup>-4</sup>	

**21. U – 235**

**21.1. Metabolism**

Uraniu - 235 inhalat ( ipoteza: oxid, clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin caile respiratorii si tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie f<sub>1</sub>= 2x10<sup>-3</sup>). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie in plamani este determinata de catre de mecanismul de curatire pulmonara. Uraniu care intra in circulatia sanguina este eliminat destul de repede de catre rinichi. Doza pulmonara este dominanta; retentia osoasa este de mica importanta. In cazul compusilor solubili, astfel ca UF<sub>6</sub>, trebuie luata in considerare toxicitatea chimica.

**21.2. Metode de masurare**

**Masurare de tri**

Masurarea contaminarii in U – 235 in aer la locul de munca ( supravegherea aerului din mediul de lucru).

**Prag de masurare:** 140 Bq h/m<sup>3</sup> ( valoarea integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile.

**Masurarea incorporarii**

Masurarea concentratiei U – 235 in urina: C<sub>u</sub> in Bq/l

**21.3. Intervalele de supraveghere T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare**

T<sub>tri</sub> = - ; T<sub>masurare</sub> = 90 zile ; t<sub>eveniment</sub> = imediat

**21.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara**

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

<p><b>E<sub>50</sub> = C<sub>u</sub> · (e<sub>inh</sub>/m(t))</b> pentru masurarea urinei</p>	t (zile)	urina e <sub>inh</sub> /m(t)	fec e <sub>inh</sub> /m(t)



<p><math>E_{50} = M_s \cdot (e_{inh}/m(t))</math> pentru masurare fecale  <math>E_{50}</math>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv  <math>C_u</math>: Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina  <math>M_s</math>: Valoarea masurata in Bq/z, pentru fec  <math>e_{inh}</math>: Factorul de doza in Sv/Bq  <math>m(t)</math>: fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in <math>l^{-1}</math> si in fec <math>z^{-1}</math>  <math>t</math>: Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile.            Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia <math>t = T/2</math></p>		(Sv.l/Bq)	(Sv.z/Bq)
	1	0,012	$0,055 \cdot 10^{-3}$
	2	0,19	$0,038 \cdot 10^{-3}$
	3	0,33	$0,073 \cdot 10^{-3}$
	4	0,36	$0,17 \cdot 10^{-3}$
	5	0,39	$0,44 \cdot 10^{-3}$
	6	0,43	$1,1 \cdot 10^{-3}$
	7	0,45	$2,4 \cdot 10^{-3}$
	15	0,71	$12 \cdot 10^{-3}$
	30	1,1	$17 \cdot 10^{-3}$
	45	1,4	$24 \cdot 10^{-3}$
90	2,0	$55 \cdot 10^{-3}$	
180	2,6	$165 \cdot 10^{-3}$	

## 22. U – 238

### 22.1. Metabolism

Uraniu - 238 inhalat ( ipoteza :oxid, clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 2 \times 10^{-3}$ ). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie in plamani este determinata de mecanismul de curatire pulmonara. Uraniu care intra in circulatia sanguina este eliminat destul de repede prin rinichi. Doza pulmonara este dominanta; retentia osoasa este mai putin importanta. In cazul compusilor solubili, astfel ca  $UF_6$ , trebuie luata in considerare toxicitatea chimica.

### 22. 2. Metode de masurare

#### Masurare de tri

Masurarea contaminarii in U - 238 in aer la locul de munca ( supravegherea aerului din mediul ambiant).

*Prag de masurare: 150 Bq h/m<sup>3</sup>* ( valoare integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile.

#### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei uraniului – 238 in urina:  $C_u$  in Bq/l

### 22.3. Intervalele de supraveghere T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = -$  ;  $T_{masurare} = 90$  zile ;  $t_{eveniment} =$  imediat

### 22.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

<p><math>E_{50} = C_u \cdot (e_{inh}/m(t))</math> pentru masurarea urinei  <math>E_{50} = M_s \cdot (e_{inh}/m(t))</math> pentru masurarea fec  <math>E_{50}</math>: Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv  <math>C_u</math>: Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina  <math>M_s</math>: Valoarea masurata in Bq/z, pentru fec  <math>e_{inh}</math>: Factorul de doza in Sv/Bq  <math>m(t)</math>: fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in <math>l^{-1}</math> si in fec <math>z^{-1}</math> sau retinuta in plamani  <math>t</math>: Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile.            Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia <math>t = T/2</math></p>	t ( zile)	urina $e_{inh}/m(t)$ (Sv.l/Bq)	fec $e_{inh}/m(t)$ (Sv.z/Bq)
	1	0,011	$0,052 \cdot 10^{-3}$
	2	0,18	$0,036 \cdot 10^{-3}$
	3	0,31	$0,068 \cdot 10^{-3}$
	4	0,33	$0,16 \cdot 10^{-3}$
	5	0,36	$0,41 \cdot 10^{-3}$
	6	0,40	$1,0 \cdot 10^{-3}$
	7	0,42	$2,3 \cdot 10^{-3}$
	15	0,67	$12 \cdot 10^{-3}$
	30	1,0	$16 \cdot 10^{-3}$
	45	1,3	$23 \cdot 10^{-3}$

	90	1,9	52 · 10 <sup>-3</sup>
	180	2,4	154 · 10 <sup>-3</sup>

### 23. Np – 237

#### 23.1. Metabolism

Neptuniu inhalat (ipoteze: clasa de absorbtie tip M) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin caile respiratorii si tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 5 \times 10^{-4}$ ). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie relativ scurta in plamani este determinata de mecanismul de curatire pulmonara. Neptuniul care intra in circulatia sanguina este depus pe termen lung in oase si ficat; maduva osoasa primeste o doza relativ ridicata datorita restructurarii osoase continui.

#### 23. 2. Metode de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea contaminarii in Np – 237 in aer la locul de munca ( supravegherea aerului respirat).  
*Prag de masurare: 60 Bq h/m<sup>3</sup>* ( valoare integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile.

##### Masurarea incorporarii

Masurarea concentratiei Np – 237 in urina,  $C_u$  in Bq/l

#### 23.3. Intervalele de monitorizare T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare

$T_{tri} = -$  ;  $T_{masurare} = 90$  zile ;  $t_{eveniment} =$  imediat

#### 23.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

$E_{50} = C_u \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea urinei $E_{50} = M_s \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea fec $E_{50} = C_u \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurare plamani $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina $M_s$ : Valoarea masurata in Bq/z, pentru fec $M$ : Valoarea masurata in Bq, pentru plamani $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (= 1,4l) in l <sup>-1</sup> si in fec z <sup>-1</sup> sau retinuta in plamani $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$	T ( zile)	urina $e_{inh}/m(t)$ (Sv.l/Bq)	fec $e_{inh}/m(t)$ (Sv.z/Bq)	intreg corpul $e_{inh}/m(t)$ (Sv./Bq)
		1	3,4 · 10 <sup>-3</sup>	0,014 · 10 <sup>-2</sup>
	2	1,6 · 10 <sup>-2</sup>	0,010 · 10 <sup>-2</sup>	2,7 · 10 <sup>-4</sup>
	3	3,0 · 10 <sup>-2</sup>	0,019 · 10 <sup>-2</sup>	2,7 · 10 <sup>-4</sup>
	4	4,4 · 10 <sup>-2</sup>	0,045 · 10 <sup>-2</sup>	2,8 · 10 <sup>-4</sup>
	5	6,2 · 10 <sup>-2</sup>	0,12 · 10 <sup>-2</sup>	2,8 · 10 <sup>-4</sup>
	6	8,1 · 10 <sup>-2</sup>	0,28 · 10 <sup>-2</sup>	2,8 · 10 <sup>-4</sup>
	7	0,11	0,65 · 10 <sup>-2</sup>	2,9 · 10 <sup>-4</sup>
	15	0,21	3,6 · 10 <sup>-2</sup>	3,3 · 10 <sup>-4</sup>
	30	0,27	5,4 · 10 <sup>-2</sup>	3,9 · 10 <sup>-4</sup>
	45	0,32	7,9 · 10 <sup>-2</sup>	4,5 · 10 <sup>-4</sup>
	90	0,48	0,23	6,8 · 10 <sup>-4</sup>
	180	0,78	1,0	13 · 10 <sup>-4</sup>

### 24. Pu– 239

#### 24.1. Metabolism

Plutoniu - 239 inhalat ( ipoteza oxid: clasa de absorbtie tip S) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin caile nazale si prin tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 1 \times 10^{-5}$ ). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie in plamani este determinata de mecanismul de curatire pulmonara. Plutoniul care intra in circulatia sanguina este depus pe termen lung in ficat si oase, maduva osoasa primeste deasemenea o doza destul de mare datorita restructurarii osoase continui.

#### 24. 2. Metode de masurare

##### Masurare de tri

Masurarea contaminarii in Pu - 239 in aer la locul de munca ( supravegherea aerului respirat).  
*Prag de masurare: 100 Bq h/m<sup>3</sup>* ( valoare integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile.

In fiecare an se fac masurari complementare de tri

ale concentratiei plutoniului – 239 in urina;  $C_u$   
**24.3. Intervalele de supraveghere T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima**

**masurare**  
 $T_{tri} = -$  ;  $T_{masurare} = 360$  zile ;  $t_{eveniment} =$   
 imediat

**24.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara**

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

$E_{50} = C_u \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea urinei $E_{50} = M_s \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea fec $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in Sv $C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina $M_s$ : Valoarea masurata in Bq/j, pentru fec  $e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq $m(t)$ : fractiunea eliminata zilnic prin urina (=1,4l) in $l^{-1}$ si in fec $zi^{-1}$ $t$ : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile. Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia $t = T/2$	t ( zile)	urina $e_{inh}/m(t)$ (Sv.l/Bq)	fec $e_{inh}/m(t)$ (Sv.zi/Bq)
	1	5,1	$0,0075 \cdot 10^{-2}$
	2	8,3	$0,0052 \cdot 10^{-2}$
	3	14	$0,0099 \cdot 10^{-2}$
	4	20	$0,024 \cdot 10^{-2}$
	5	26	$0,059 \cdot 10^{-2}$
	6	31	$0,15 \cdot 10^{-2}$
	7	37	$0,33 \cdot 10^{-2}$
	15	61	$1,7 \cdot 10^{-2}$
	30	68	$2,4 \cdot 10^{-2}$
	45	68	$3,3 \cdot 10^{-2}$
90	73	$7,5 \cdot 10^{-2}$	
180	73	$22 \cdot 10^{-2}$	

**25. Am – 241**

**25.1. Metabolism**

Americiu - 241 inhalat (oricare dintre compusi: ipoteza: clasa de absorbtie tip M) este eliminat in proportie de 90%, in timp de cateva ore pana la cateva zile prin caile respiratorii si tubul digestiv ( fractiunea de resorbtie  $f_1 = 5 \times 10^{-4}$ ). In jur de 5% ramane pe termen lung in plamani. Durata de retentie in plamani este relativ scurta si este determinata de mecanismul de curatire pulmonara.

Americiu care intra in circulatia sanguina este depus pe termen lung in ficat si in oase; maduva osoasa si celulele germinative primesc o doza relativ ridicata. In cazul in care curatirea pulmonara este avansata, eliminarea are loc in principal pe cale urinara.

**25. 2. Metode de masurare**

**Masurare de tri**

Masurarea contaminarii in Am – 241 in aer la locul de munca ( monitorizarea aerului respirat).

*Prag de masurare:*  $30 \text{ Bq h/m}^3$  ( valoare integrata pe un an). In cazul depasirii pragului de masurare se colecteaza si se masoara probe de fecale si urina din primele 3 zile.Daca valoarea masurata depaseste de 10 ori pragul de masurare se determina activitatea in plamani cu ajutorul unui instrument de masurare a activitatii toracice.

**Masurarea incorporarii**

Masurarea concentratiei americiului – 241 in urina:  $C_u$  in Bq/l

**25.3. Intervalele de supraveghere T si timpul scurs intre producerea evenimentului si prima masurare**

$T_{tri} = -$  ;  $T_{masurare} = 90$  zile;  $T_{eveniment} =$  imediat

**25.4. Interpretare fara a tine cont de o incorporare anterioara**

Fiecare rezultat pozitiv este analizat individual.

$E_{50} = C_u \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea urinei $E_{50} = M_s \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurarea fec $E_{50} = M \cdot (e_{inh}/m(t))$ pentru masurare plamani $E_{50}$ : Doza angajata pe o perioada de 50 de ani in	t ( zile)	urina $e_{inh}/m(t)$ (Sv.l/Bq)	fec $e_{inh}/m(t)$ (Sv.z/Bq)	Plamani $e_{inh}/m(t)$ (Sv./Bq)
	1	0,021	$0,025 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$
	2	0,16	$0,018 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$

Sv	3	0,29	$0,034 \cdot 10^{-2}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$
$C_u$ : Valoarea masurata in Bq/l, pentru urina	4	0,42	$0,082 \cdot 10^{-2}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
$M_s$ : Valoarea masurata in Bq/z, pentru fecale	5	0,53	$0,21 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$
M: Valoarea masurata in Bq, pentru plamani	6	0,60	$0,51 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$
$e_{inh}$ : Factorul de doza in Sv/Bq	7	0,65	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$
m (t) : fractiunea zilnica eliminata prin urina zilnica	15	0,97	$6,4 \cdot 10^{-2}$	$5,9 \cdot 10^{-4}$
(= 1,4l) in l <sup>-1</sup> si in fec z <sup>-1</sup> sau retinuta in plamani	30	1,5	$9,6 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$
t : Timpul scurs intre masurare si incorporare, in zile.	45	1,8	$14 \cdot 10^{-2}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
Daca momentul incorporarii nu este cunoscut, atunci se ia t = T/2	90	2,4	$41 \cdot 10^{-2}$	$12 \cdot 10^{-4}$
	180	3,4	$159 \cdot 10^{-2}$	$23 \cdot 10^{-4}$

## ANEXA Nr. 11

### Incerari de tip, de performanta si asigurarea calitatii

#### 1. Prevederi generale

##### 1.1. Incercarile de tip

Incerarile de tip se efectueaza pentru toate caracteristicile sistemului dozimetric in vederea determinarii performantei si cuantificarii surselor de incertitudini.

Incerarile de tip se executa la asimilarea produsului si ori de cate ori intervin modificari ale sistemului dozimetric. Rezultatele incercarilor de tip trebuie analizate in termenii criteriilor de performanta, care constau in evaluarea incertitudinii globale. Incertitudinea globala trebuie sa corespunda, fie recomandarilor ICRP si Comisiei Europene 118s, fie cerintelor aprobate de organismul de reglementare in procesul de autorizare.

Incerarile de tip se efectueaza de catre producator prin laboratoare de incercari acreditate sau organisme desemnate de autoritatea de reglementare pentru efectuarea acestora.

##### 1.2. Incercari de performanta

Incerarile sistemelor dozimetrice prin care se verifica si se atesta ca este indeplinit si mentinut criteriu de acuratete.

De regula se fac trei categorii de incercari:

##### a) Incercarile de acceptare a performantei

Acestea sunt incercarile prin care se demonstreaza ca este mentinut standardul de performanta globala a sistemului. Incercarile de acceptare a performantei trebuie sa demonstreze ca sunt indeplinite si mentinute cerintele esentiale referitoare la performanta iar rezultatele trebuie sa confirme datele obtinute la incercarile de tip. Rezultatele incercarilor trebuie sa satisfaca criteriul de acuratete globala recomandat de ICRP, astfel 95% din rezultate trebuie sa se gasasca in zona de acceptabilitate a acuratetei descrisa de curbele trompeta prezentate in anexa nr. 2.

Incerarile de acceptare a performantei se efectueaza anual, in conditiile aprobate de organismul de reglementare, de catre un laborator desemnat de organismul de reglementare.

##### b) Incercarile de rutina

Incerarile reprezinta un mijloc de verificare a preciziei si acuratetei pentru un singur tip de radiatie si energie. Scopul incercarilor de performanta de rutina este de a testa acuratetea si precizia unui sistem dozimetric la masurarea dozei pentru o singura energie, de obicei a sursei de calibrare. Se verifica precizia si acuratetea pentru diferite valori ale dozei. Rezultatele trebuie sa indeplineasca criteriul de acuratete si sa se inscrie in zona de acceptabilitate a acuratetei descrisa de curbele trompeta prezentate in anexa nr. 2.

Incerarile trebuie sa se faca cu regularitate, recomandabil lunar, de catre organismul dozimetric acreditat sau de catre laboratoare desemnate de organismul de reglementare

##### c) Incercari referitoare la programul AQ.

Acestea se refera la incercarile prevazute de sistemul de calitate, implementat, al organismului dozimetric.

#### 2. Incercari pentru dozimetrele personale cu film

Incerarile sunt prevazute in STAS 12365/85 si ISO 1757/1996 care stabilesc clasificarea conditiilor tehnice generale si metodele de incercare a dozimetrelor individuale cu film, precum si standardele conexe prevazute la punctul 1.2 din STAS 12365/85.

In tabelul nr.1 sunt prevazute caracteristicile, cerintele si procedurile de incercare. In coloanele (2) si (3) sunt trecute punctele din standardele conexe, cerintelor, respectiv procedura de incercare.

Tabel nr. 1

Nr. crt	Caracteristici (1)	Cerinte (2)	Procedura de incercare (3)	Standard aplicabil (4)	Incarcarile			
					Tip (5)	Perfomanta		
						acceptare (6)	Rutina (7)	AQ (8)
1.	Acoperirea intervalului de masurare	5.1.1	7.2	STAS 12365/85	X	X	X	X
2.	Liniaritatea raspunsului emulsiei pe intervalul de masurare	5.1.2	7.2	STAS 12365/85	X	X	X	X
3	Rezistenta la imbatranire	5.1.3	7.3	STAS 12365/85	X			
4.	Stabilitatea imaginii latente	5.1.4	7.7	STAS 12365/85		X	X	X
5.	Rezistenta la solarizare	5.1.5	7.5	STAS 12365/85	X	X		
6	Opacitate la lumina	5.2.1	7.1	STAS 12365/85	X	X	X	X
7	Rezistenta la vapori de apa(referitor la invelisului filmului)	5.2.6	7.7	STAS 12365/85	X			
8	Controlul calitatii filtrelor si casetei (referitor la caseta)	Tabel nr. 1 lit. h)	8.2.7	ISO 1757 1996	X	X	X*	
9	Dependentă unghiulară a raspunsului (referitor la dozimetru)	5.2.4	7.6	STAS 12365/85	X	X	X	
10	Influenta iradierii posterioare a dozimetrului (referitor la dozimetru)	Tabel nr. 1 lit. j)	8.2.10	ISO 1757 1996	X	X		
11	Dependentă de energie a raspunsului la (referitor la dozimetru)	Tabel nr. 1 lit. k)	8.2.11	ISO 1757 1996	X	X		
12	Rezistenta mecanica	5.2. 7	7.8	STAS 12365/85	X			
13	Marcarea dozimetrului	8.1.1	vizual	STAS 12365/85	X	X	X	X
14	Marcarea individuala a filmelor	8.1.2	vizual	STAS 12365/85			X	X
15	Marcarea individuala a plicului fotografic	8.1.3	vizual	STAS 12365/85			X	X
16	Ambalare	8.2	vizual	STAS 12365/85			X	X
17	Documente pentru dozimetre	8.3.1	vizual	STAS 12365/85			X	X
18	Documente pentru material fotosensibil	8.3.2	vizual	STAS 12365/85			X	X

Incararile se fac tinand cont si de prevederile capitolului 6 “ Reguli de verificare a calitatii “ din STAS 12365/85.

\* Se executa lunar de catre responsabilul cu securitatea radiologica al utilizatorului

### **3. Incercari pentru dozimetrele individuale termoluminiscente**

Incararile fac in conformitate cu prevederile standardului CEI – 61066/1991 si sunt prevazute in tabelul de mai jos. In coloana (1) sunt trecute caracteristicile, in coloanele (2) si (3) sunt trecute punctele din standarde coraspunzatoare cerintelor respectiv procedura de incercare iar in coloanele (5), (6) si (7) sunt date tipurile de incercari.

**Tabel nr. 2**

Nr. Crt.	Caracteristica (1)	Cerinte (2)	Procedura de incercare (3)	Incercare			
				Tip (4)	Performanta		
					Acceptare (5)	Rutina (6)	AQ (7)
1.	Omogenitatea lotului (8.6.1)	8.6.1.1	8.6.1.2		X	X	
2.	Reproductibilitatea (8.6.2)	8.6.2.1	8.6.2.2	X	X	X	X
3.	Liniaritatea (8.6.3)	8.6.3.1	8.6.3.2	X	X		
4.	Stabilitatea dozimetrelor in diferite conditii climatice (8.6.4)	8.6.4.1	8.6.4.2	X			
5.	Prag de detectie (8.6.5)	8.6.5.1	8.6.5.2	X	X	X	X
6.	Autoiradierea (8.6.6)	8.6.6.1	8.6.6.2	X	X		
7.	Semnal rezidual (8.6.7)	8.6.7.1	8.6.7.2	X			
8.	Efectul luminii asupra dozimetrlui (8.6.8)	8.6.8.1	8.6.8.2	X	X	X	X
9.	Raspunsul energetic (fotoni) (8.6.9)	8.6.9.1	8.6.9.2	X	X		
10.	Raspunsul energetic (radiatii beta) (8.6.10)	8.6.10.1	8.6.10.2	X	X		
11.	Izotropia(raspunsul unghiular) (8.6.11)	8.6.11.1	8.6.11.2	X	X		
12.	Tensiunea si frecventa retelei de alimntare (8.6.12)	8.6.12.1	8.6.12.2	X	X		X
13.	Tensiunea tranzitorie (8.6.13)	8.6.13.1	8.6.13.2	X	X		
14.	Efectele conditiilor climatice asupra cititorului (8.6.14)	8.6.14.1	8.6.14.2	X	X		
15.	Efectele vibratiilor asupra cititorului (8.6.15)	8.6.15.1	8.6.15.2	X			
16.	Efectul caderii asupra dozimetrlui (8.6.16)	8.6.16.1	8.6.16.2	X			
17.	Efectul caderii asupra cititorului (8.6.17)	8.6.17.1	8.6.17.2	X			
18.	Etanseitatea cititorului la lumina (8.6.18)	8.6.18.1	8.6.18.2	X	X	X	X
19.	CertIFICATELE DE INSOTIRE TLD	9	9a) la 9g)	X	X		X
20.	INSTRUCTIUNI SCRISE CE INSOTESC TLD	11	vizual	X	X		X

#### 4. Incercari pentru dozimetrele electronice

Incarcarile se fac in conformitate cu prevederile ISO 11934/1997 si sunt prevazute in tabelul de mai jos. In coloana (1) sunt trecute caracteristicile iar in coloanele (2) si (3) sunt trecute punctele din standarde cospunzatoare cerintelor respectiv, procedura de incercare iar in coloanele (4), (5), (6) si (7) tipurile de incercari.

**Tabel nr.3**

Nr. Crt	Caracteristica (1)	Cerinte (2)	Procedur a de incercare (3)	Incercare			
				Tip (4)	Performanta		
					Acceptare (5)	Rutina (6)	AQ (7)
1.	Stabilitatea punctului zero (6.2.1)	6.2.1.1	6.2.1.2	X	X	X	X
2.	Stabilitatea citirii (6.2.2)	6.2.2.1	6.2.2.2	X	X	X	X
3.	Repetabilitatea(6.2.3)	6.2.3.1	6.2.3.2	X	X	X	
4.	Omogenitatea lotului (6.2.4)	6.2.4.1	6.2.4.2	X	X	X	
5.	Limita inferioara de detectie (6.2.5)	6.2.5.1	6.2.5.2	X	X		X
6.	Eroarea intrinseca relativa (6.2.6)	6.2.6.1	6.2.6.2	X	X	X	X
7.	Liniaritate (6.2.7)	6.2.7.1	6.2.7.2	X	X		
8.	Efectul de memorie (6.2.8)	6.2.8.1	6.2.8.2	X			
9.	Dependenta raspunsului de energie (6.2.9)	6.2.9.1	6.2.9.2	X	X	X	
10	Ddependenta unghiulara a raspunsului (6.2.10)	6.2.10.1	6.2.10.2	X	X	X	
11.	Incercari de umiditate si temperatura (6.3)	6.3.1	6.3.2	X	X		
12.	Incercari mecanice ( 6.4): a) incercari de cadere (6.4.1) b) vibratii 6.4.2) c) incercari de imersie (6.4.3) d) presiunea atmosferica (6.4.4)	6.4.1.1 6.4.2.1 6.4.3.1 6.4.4.1	6.4.1.2 6.4.2.2 6.4.3.3 6.4.4.2	X			
13.	Incercari de utilizare (6.5) a) saline (6.5.1) b) decontaminare (6.5.2)	6.5.1.1 6.5.2.1	6.5.1.2 6.5.2.2	X			
14.	Raspuns la radiatii beta (6.6)	6.6.1	6.6.2	X	X		
15.	Raspuns la neutroni (6.7)	6.7.1	6.7.2	X	X		
16.	Marcarea	7	7 a) la 7 e)	X	X	X	X
17.	Certificatul de insotire a dozimetrelor	8	8 a) la 8 o)	X	X	X	X

## 5. Asigurarea calitatii

1. Programul de monitorizare al unui organism de dozimetrie individuala trebuie sa cuprinda un sistem de asigurarea calitatii (AQ) implementat.

2.Cerintele generale ale AQ referitoare la persoanele expuse profesional sunt date de BSSi13s, iar indrumarile cu caracter general sunt cele din Safety Guide i15s ISO/IEC 17025.

3. Natura si dimensiunile unui program de asigurarea calitatii (AQ) trebuie sa fie corelate cu numarul lucratorilor monitorizati, sa aibe in vedere o eventuala crestere a numarului expusilor monitorizati pe care sa-l cuprinda programul de monitorizare.

4.Toate persoanele implicate in programul de evaluare a expusilor la radiatii sunt responsabile de calitatea serviciilor, de implementarea programului de asigurarea calitatii (AQ) si a procedurilor controlului de calitate (QC). Personalul trebuie implicat in dezvoltarea procedurilor (QC), instruire si a metodelor de depistare a neconformitatilor.

5. Organismele dozimetrice trebuie sa desemneze o persoana responsabila cu asigurarea calitatii (AQ).

6. Responsabilul AQ va monitoriza procedurile QC, va efectua auditurile interne din cadrul programului si va raspunde de instruirea intregului personal implicat in programul AQ, atat referitor la aspectele generale cat si cele specifice calitatii muncii lor individuale.

7.Implementarea programului AQ si procedurilor QC presupune o cunoastere completa a sistemului dozimetric.

8. In procesul de acreditare organismul de reglementar va include si cerintele privind masurile



luate astfel incat AQ si QC sa fie implementate.

9. Managementul AQ, organizarea si administrarea organismelor dozimetrice depind de urmatorii factori :

- (a) numarul de dozimetre evaluate;
- (b) numarul de clienti;
- (c) categoria de dozimetre utilizate ;
- (d) metodele dozimetrice aplicate (film, TLD, electronice, etc.);
- (e) perioada de comunicare;
- (f) nivelul de automatizare.

10. Componenta esentiala a sistemului calitatii consta in documentarea tuturor metodelor si procedurilor pentru controlul proceselor din cadrul organismului dozimetric.

11. Documentatia trebuie sa includa rezultatele tuturor incercarilor referitoare la calitatea proceselor de evaluare a dozelor ( incercarile de tip, de performanta si de asigurarea calitatii) precum si validarea performantelor echipamentelor.

12. O componenta importanta a documentatiei o constituie manualul calitatii, care trebuie sa cuprinda toate aspectele referitoare la sistemul calitatii, intr-o maniera practica si concisa.

13. Instruirea adecvata a personalului organismului dozimetric se va face in scopul asigurarii ca activitatea desfasurata este in concordanta cu cerintele sistemului de calitate.

14. Titularul acreditarii are obligatia sa asigure pregatirea personalului si reciclarea acestuia cel putin odata la 5 ani printr-un sistem de pregatire recunoscut de C.N.C.A.N.

Pregatirea trebuie sa includa :

- bazele politicii si strategiei monitorizarii individuale ale organismului dozimetric;
- principiile metodelor utilizate, procedurile utilizate si limitele lor;
- detalii tehnice si eventuale probleme care pot apare in activitatea in care sunt implicati;
- cunoasterea sistemului de calitate si obiectivele acestuia;
- prezentarea standardelor si reglementarilor aplicabile in domeniu;
- relatia activitatii lor cu alte componente ale procesului de monitorizare individuala;
- ghiduri pentru recunoasterea si raportarea problemelor care pot apare in activitatea pe care o desfasoara ;
- responsabilitatea in cadrul programului de asigurarea calitatii.

## 6. Organizarea laboratorului organismului dozimetric

1. Laboratorul trebuie astfel organizat incat sa cuprinda spatii adecvate atat pentru personal cat si pentru echipamentele din dotare. Dupa caz laboratorul trebuie sa dispuna de :

- (a) Incapere pentru citirea dozimetrelor;

- (b) Incapere tehnologica pentru dezvoltare;

- (c) Incapere pentru etalonarea, verificarea si incercarea echipamentelor de masurare;

- (d) Incapere pentru intretinerea si verificarea echipamentelor;

- (e) Incapere pentru arhivarea inregistrarilor si evidentele dozimetrice.

2. Echipamentele trebuie sa fie stabile, sa prezinte incredere si sa fie adecvate scopului.

3. Trebuie prevenita contaminarea echipamentelor de masurare cu radionuclizi;

4. Trebuie instituit si implementat un program de intretinere periodica a echipamentelor si aparaturii.

5. Activitatile care nu au legatura directa cu activitatea serviciilor dozimetrice trebuie separate.

6. Se va acorda o atentie deosebita nivelului fondului de radiatii in laborator, in special in locurile de depozitare.

7. Radiatia de fond din laborator nu trebuie sa depaseasca niciodata nivelul fondului natural  $< 0,25 \mu\text{Sv}$ .

8. Nivelele fondului trebuie evaluate cu regularitate (utilizand dozimetre de control). Nivelele pot fi utilizate in programul de masuratori de rutina pentru determinarea dozei nete.

9. Inregistrările trebuie sa cuprinda si rezultatele masuratorilor de rutina ale fondului.

10. Controalele de arie trebuie sa se faca astfel incat pentru nici un echipament sau dozimetru sa nu fie afectata performanta datorita conditiilor in care se fac masuratorile.

11. Trebuie controlati factorii care pot afecta performanta, astfel ca: temperatura, umiditatea, nivelul de lumina, praf, vapori datorati reactiilor chimice si fondul de radiatii.

## 7. Evaluarea performantei.

1. Caracteristicile unui echipament sau ale materialelor dozimetrice se pot schimba datorita functionarii in timp sau a uzurii.

2. Indicatiile instrumentelor se vor verifica cel putin zilnic.

3. Se va face evaluarea sensibilitatii TLD la intervale bine determinate iar pentru dozimetria cu film se va verifica reproductibilitatea proceselor de dezvoltare si citire a filmelor pentru fiecare lot.

4. Organismele de monitorizare trebuie sa posede instalatii de calibrare sau sa subcontracteze aceasta activitate cu un laborator desemnat de autoritatea de reglementare.

5. Organismele de monitorizare trebuie sa posede surse de radiatii capabile sa produca campuri de radiatii necesare evaluarii performantei sistemului dozimetric sau sa subcontracteze aceasta activitate cu un laborator desemnat de autoritatea de reglementare.

6. Organismele de monitorizare trebuie sa posede instrumente standard secundar pentru

masurarea intensitatii fasciculului de radiatii in limitele impuse de prezenta norma.

7. Echipamentul de masurare si sursele radioactive trebuie calibrate astfel incat sa prezinte trasabilitate fata de standardul national.

8. Organismele de monitorizare trebuie sa participe la programe nationale sau internationale de intercomparare.

### 8. Contractele cu organismele dozimetrice

1. Titularii de autorizatie trebuie sa incheie contract comercial cu organismele dozimetrice care monitorizeaza personalul expus profesional din cadrul unitatii titularului de autorizatie.

La incheierea contractului trebuie luate in considerare urmatoarele:

- (a) cerintele autorizatiei de reglementare (C.N.C.A.N.);
- (b) tipul/tipurile de radiatii masurate si tipul de dozimetrie;

- (c) inregistrarile de calitate, referate sau certificate pentru echipamente sau servicii;
- (d) perioada de comunicare;
- (e) detalii privind pastrarea si manipularea dozimetrelor;
- (f) metodele dozimetrice utilizate;
- (g) sisteme de identificare a dozimetrelor si purtatorilor;
- (h) arhivarea inregistrarilor dozelor, raportarea rezultatelor, accesibilitatea si confidentialitatea;
- (i) interpretarea rezultatelor (cantitati, doze limita, fond natural, doza neta, etc.);
- (j) proceduri de transmitere si returnare a rezultatelor;
- (k) costuri;
- (l) informatii de rutina si pentru cazuri speciale, ca raportari rapide pentru depasiri de doze, urgenta, etc.

## ANEXA Nr. 12

### **Obligatiile titularului de autorizatie privind inregistrarea si raportarea rezultatelor monitorizarii individuale a expunerii la radiatii**

1. In conformitate cu prevederile art. 63 al NFSR, titularul de autorizatie trebuie sa asigure o evidenta a monitorizarii dozimetrice individuale pentru fiecare persoana expusa profesional de categoria A sau expusa profesional de categoria B pentru care CNCAN a impus sa se asigure o monitorizare. Monitorizarea se face pe fise individuale intocmita conform modelului prezentat in tabelului nr.1.

2. Pentru persoanele supuse expunerii special autorizate, accidentale sau de urgenta se va asigura evidenta a monitorizarii pe fisa individuala

intocmita conform partii a IV<sup>a</sup> a fisei din tabelul nr.1.

3. (a) Pentru lucratorii externi inregistrarea rezultatelor monitorizarii individuale se va face conform anexei nr. 2, din Normele de securitate radiologica privind radioprotectia operationala a lucratorilor externi, Publicate in Monitorul Oficial al Romaniei, partea I, nr. 764 bis la data de 30 noiembrie 2001.

(b) Pentru lucratorii externi, angajatorul operatorului va tine o evidenta separata conform fisei prevazute in tabelul nr. 1.

#### **Tabel 1:**

#### **Fise de monitorizare individuala**

##### **Partea I**

Date ale persoanei monitorizate

Numele .....

Prenumele.....sex.....

Data nasterii..... locul nasterii .....

Codul numeric personal.....

Societatea/Institutia.....

Sediul Social

Localitatea..... sector/judet.....

Numar cod EVNUC.....

Tip activitate , clasificare conform anexei nr. 14 .....

Str..... tel/fax.....

Data si rezultatul ultimului examen mdical periodic.....

Semnatura persoanei monitorizate.....

##### **Partea a II-a**

Doza efectiva totala pe toti anii anteriori deschiderii carnetului:

Perioada (anii):.....Doza(cumulata).....

Doza efectiva totala pe perioada din anul curent, anteriora deschiderii carnetului:

Perioada (z/l/a):.....Doza:.....

**Partea III**  
Anul.....

Nr. crt.	* Data inregistrării	Data, rezultatul ultimei examinări medicale periodice, calificare medică	Camp de radiații extern (X,α,β,n)	Tip contaminare internă (radionuclid semnificativ)	Doza datorată expunerii externe (mSv)	Doza echivalentă 1. cristalin 2. piele 3. extremități (mSv)	Doza efectivă angajată Prin expunerea externă	Doza efectivă totală (mSv)	Semnatura**	Semnatura***
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

\* Inregistrările se fac lunar

\*\* Semnatura responsabil cu radioprotecția

\*\*\* Semnatura persoanei supravegheate

**Partea a IV<sup>a</sup>**

Nr. crt.	Data	Locul producerii desfășurării acțiunii	Camp de radiații extern (X,α,β,n)	Tip contaminare internă (radionuclid semnificativ)	Doza datorată expunerii externe (mSv)	Doza echivalentă 1. cristalin 2. piele 3. extremități (mSv)	Doza efectivă angajată Prin expunerea externă (mSv)	Doza efectivă totală (mSv)	Semnatura*	Semnatura**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

\*Semnatura responsabilului cu radioprotecția

\*\*Semnatura persoanei monitorizate

**ANEXA Nr. 13**

**1. Arhivarea inregistrărilor dozelor și raportarea**

**1.1. Prevederi generale**

1.1.1. Arhivarea inregistrărilor dozelor pentru expuși profesional constituie o parte

esentiala a procesului de monitorizare a expunerilor la radiatii si ale obiectivelor globale ale monitorizarii.

1.1.2. Inregistrările au scopul de a demonstra conformitatea cu cerințele C.N.C.A.N., eficiența principiului ALARA, de a furniza date privind distribuția dozelor, de a evalua tendințele privind expunerile (funcție de practici sau surse de radiatii), de a furniza date pentru scopuri medicale și/sau legale, de a furniza date pentru studii epidemiologice și a contribui efectiv la dezvoltarea programelor și procedurilor de monitorizare.

Inregistrările trebuie să fie ușor de salvat și protejate împotriva pierderilor.

1.1.3. Arhivarea înregistrărilor de doze trebuie să fie adecvată cerințelor reglementărilor naționale, recomandărilor producătorilor de filme dozimetrice și cerințelor registrului național de doze.

1.1.4. Inregistrările includ rezultatele monitorizării individuale atât pentru radiațiile externe cât și pentru contaminarea internă. Inregistrările dozelor trebuie să conțină următoarele informații :

(a) Informații privind identificarea individuală ;

(b) Informații privind practica ;

(c) Măsurări ale dozei externe

- echivalentul de doza individual  $H_p(10)$
- echivalentul de doza individual  $H_p(0,07)$

(d) Măsurări ale dozei interne - doza efectivă angajată  $E_{50}$  ;

(e) Informații referitoare la (b), (c) și/sau (d).

1.1.5. Organismele dozimetrice trebuie să aibă și să utilizeze un sistem electronic de mentinere a înregistrărilor referitoare la identificarea, eliberarea dozimetrelor și etapelor de evaluare a dozelor.

1.1.6. Nivelul de înregistrare este valoarea formal definită pentru echivalentul de doza (sau incorporare) rezultat din programul de monitorizare care trebuie înregistrată și arhivată.

1.1.6.1. În conformitate cu recomandarea ICRP i3 și agreata de CNCAN, nivelul de înregistrare pentru monitorizarea individuală este 1/10 din limita anuală, corespunzătoare perioadei de timp la care se referă monitorizarea individuală (pentru o doză limită anuală de 20 mSv, nivelul de înregistrare este de 0,17 mSv).

1.1.6.2. În procesul de evaluare a echivalentului de doza (sau incorporarea) dacă acestea sunt sub nivelul de înregistrare, nu se va atribui valoarea zero și se va înregistra specificat valoare mai mică decât nivelul de înregistrare (de exemplu : 0,17>).

1.1.7. În cazul în care se vor utiliza dozimetre pentru extremități, se vor face înregistrări separate pentru fiecare extremitate.

1.1.8. Inregistrările pentru supravegherea ariei trebuie să includă: data, timpul și locul, nivelul de radiatii măsurat și comentarii relevante asupra măsurătorilor efectuate. Inregistrările trebuie să identifice instrumentele utilizate.

1.1.9. O înregistrare adecvată a calibrării

echipamentelor de monitorizare trebuie să cuprindă identificarea echipamentului, acuratețea de calibrare pentru domeniul de utilizare, pentru tipul/tipurile de radiatii pentru care se face monitorizarea, data testării, identificarea standardelor de calibrare utilizate, data și semnatura persoanei calificate care a efectuat testele.

1.1.10. Arhivarea înregistrărilor se face pentru perioada de timp prevăzută în N.F.S.R.

1.1.11. Condițiile privind arhivarea sunt aprobate de C.N.C.A.N. în procedura de desemnare.

## 1. 2. Sistem Informational de Inregistrarea Dozelor (SIID)

1.2.1. Organismele dozimetrice acreditate trebuie să aibă un sistem informational și de înregistrare a dozelor (SIID), implementat.

Sistemul trebuie conceput pe trei nivele și anume:

- A. Titulari de autorizații – monitorizați
- B. Locuri de desfășurare a activităților monitorizate
- C. Expusi profesional monitorizați.

Elementele pot diferi de la un caz la altul.

Elementele care pot fi incluse în identificarea fiecăruia din cele trei nivele A,B și C sunt date după cum urmează:

1.2.2. Elementele de identificare ale titularului de autorizație:

- A1. Nume
- A2. Număr de cod (cod EVNUC)
- A3. Contract
- A4. Strada, număr/ C.P.
- A5. Cod postal
- A6. Oras
- A7. Cont fiscal
- A8. Număr de telefon
- A9. Tipul practicii (cod conform

Tabel nr.1 din anexa nr.13)

18.2. Elementele de identificare a locului de desfășurare a activității:

- B1. Nume
- B2. Număr de cod
- B3. Contract
- B4. Strada, număr/ C.P.
- B5. Cod postal
- B6. Oras
- B7. Număr de telefon
- B8. Tipul practicii (cod)

18.3. Elemente de identificare individuală

- C1. Nume, prenume
- C2. Cod numeric personal
- C3. Sex
- C4. Data nașterii
- C5. Legătura cu titularul (nr. cod) dacă este posibil
- C6. Locul de desfășurare a

activitatii

C7. Data incetarii activitatii la vechiul titular

C8. Data inceperii activitatii la prezentul titular

C9. Clasificarea practicii (conform tabel nr.1 din anexa 14)

C10. Categoria de expus profesional ( A sau B)

C11.  $H_p(10)$  (pentru fiecare perioada de evaluare)

C12.  $H_p(0,07)$  (pentru fiecare perioada de evaluare)

C13. Componenta neutronilor de la C11. (pentru fiecare perioada de evaluare).

C14.  $E_{50}$  (plus informatii aditionale pentru radinuclizii incorporati)

C15. Echivalent de doza pentru fiecare expunere semnificativa a extremitatilor

C16. Suma dintre echivalentul dozei efective si doza efectiva angajata pentru intervalul de supraveghere

C17. Doze evaluate ca urmare a expunerilor de urgenta sau accidentale

C18. Date provenite de la alte laboratoare dozimetrice

C19. Cumularea datelor C16, C17 si C18.

1.2.3. Sistemul de inregistrare trebuie sa permita identificarea, regasirea, listarea dupa codul EVNC, dupa codul practicii, dupa codul numeric personal sau dupa tipul expunerii si nivelul dozei.

### 1.3 Arhivarea

1.3.1. Arhivarea inregistrarilor de catre organismele dozimetrice desemnate si de catre titularii de autorizatie se face pentru perioada de timp prevazuta in N.F.S.R.

1.3.2. Evidenta fiselor din anexa 12 si SIID din anexa 13 trebuie sa fie pe suport de hartie si electronica.

1.3.3. Trebuie instituit un program de verificare periodica (semestrial) a stadiului evidentelor arhivate, consemnandu – se intr-un registru verificarea a cel putin 5% din piesele arhivate.

1.3.4. In cazul gasirii unor neconformitati care atesta deteriorarea pieselor arhivate se vor lua masuri corective si se va notifica la CNCAN.

1.3.5. In cadrul arhivei, intr-un compartiment separat se vor arhiva rapoartele transmise la CNCAN, in conformitate cu prevederile art. 72 din NFSR si punctul 1.4 din anexa 13.

1.3.6. Conditii privind arhivarea sunt aprobate de C.N.C.A.N. in procedura de autorizare sau desemnare.

### 1.4. Raportarea privind inregistrarea dozelor.

1.4.1 Rapoartarea privind inregistrarea dozelor se face prin:

(a) rapoarte privind monitorizarea individuala sistematica (lunara sau la termenele aprobate de organismul de reglementare);

(b) rapoarte privind monitorizarea individuala in cazul expunerilor accidentale, special autorizate si de urgenta;

(c) rapoarte speciale.

1.4.2 Se vor respecta prevederile NFSR privind raportarea rezultatele monitorizarii individuale atat pentru titularii de autorizatie cat si pentru organismele dozimetrice acreditate.

1.4.2.1. Organismele dozimetrice acreditate au obligatia de a raporta:

(a) Titularului de autorizatie, rezultatele monitorizarii individuale sistematice la termenele stabilite contractual si aprobate de organismul de reglementare;

(b) La CNCAN, rezultatele monitorizarii individuale, semestrial conform inregistrarilor prevazute la capitolul "Sistem informational de inregistrare a dozelor" din anexa 13.

(c) Titularului de autorizatie, rezultatele monitorizarii individuale in cazul expunerilor accidentale, special autorizate si de urgenta precum si in cazul constatarii oricaror depasiri ale limitelor de doza, conform prevederilor art. 71 din NFSR;

(d) De indata la CNCAN si la autoritatea medico- sanitara locala asupra oricarei depasiri de limita de doza despre care a luat cunostinta, conform prevederilor art. 75 din NFSR.

(e) La CNCAN, rezultatele monitorizarii individuale sub forma de rapoarte speciale, anual, conform Tabel nr.1 si Tabel nr. 2 din anexa 13.

1.4.2.2. Titularii de autorizatie au obligatia:

(a) Sa aduca la cunostinta persoanei implicate rezultatele monitorizarii individuale, conform prevederilor art. 69 din NFSR.

(b) Sa puna la dispozitia medicului competent rezultatele monitorizarii individuale, conform prevederilor art. 70 din NFSR;

(c) Sa raporteze de indata supraexpunerile si expunerile anormale, conform prevederilor art. 72 din NFSR.

(d) Sa raporteze rezultatul final al supraexpunerilor in cazurile prevazute la lit.c), conform Tabel 1, partea a IV<sup>a</sup>, anexa nr. 12. Rapoartele sunt confidentiale si nu trebuie transmise decat celor prevazuti la punctul 1.4.2.

#### 1.4.3. Rapoarte speciale

1.4.3.1. Organismele dozimetrice acreditate care asigura monitorizarea individuala sistematica a persoanelor expuse profesional de categorie A trebuie sa intocmeasca statistici anuale privind dozele colective si numarul de expusi profesional.

1.4.3.2. Fiecare organism dozimetric va completa tabelul nr. 1 "Doza colectiva pe intervalul de doza" si tabelul nr. 2 "Numarul de lucratori pe intervalul de doza", pentru categoriile de expusi profesionali pe

care ii monitorizeaza, tabele care vor fi transmise la CNCAN periodic, in luna urmatoare expirarii fiecarui semestru.

#### 1.4.3.3. Instructiuni pentru completarea tabelor:

##### (a) Schema de clasificare.

Schema reprezinta numitorul comun al schemelor de clasificare a expusilor profesional sau al listelor de categorii, care sunt utilizate international. Scopul este de a reprezenta datele in modul cel mai comun, de a evita ca anumite categorii de expusi profesional sa fie incadrati in categoria "Altele".

Este necesar sa se enumere categoriile folosite in sectorul de lucru corespunzator.

Unele organisme pot folosi categorii care nu sunt reprezentate in aceasta schema. Daca nu gasiti in tabel categoria pe care o folositi, specificati distinct numele categoriei pe care o folositi. Incercati sa evitati categoria "Altele".

##### (b) Sectorul de lucru **INDUSTRIE NUCLEARA**

Este necesar sa se *includa* aici toti lucratorii a caror principala activitate este in domeniul producerii si reprocesarii combustibilului nuclear, producerii de energie nucleara in centralele nucleare electrice, operarea sau asistarea operarii la reactorii nucleari de cercetare, dezafectarea nucleara, stocarea materialelor nucleare, transportul materialelor nucleare in spatiul obiectivelor nucleare.

*Nu se includ* lucratorii cu activitati principale in producerea izotopilor radioactivi pentru utilizare medicala sau industriala. Acesti lucratori trebuie sa fie inclusi in sectorul de lucru **INDUSTRIE GENERALA**.

Daca se utilizeaza alte clasificari in acest sector de lucru, se specifica in linii suplimentare si se completeaza coloanele corespunzatoare.

##### (c) Sectorul de lucru **MEDICINA**

Este necesar sa se *includa* lucratorii care au de-a face cu *surse deschise* in categoria Medicina Nucleara. Acestia nu se includ in categoriile Radiodiagnostic sau Radioterapie.

Daca se utilizeaza alte clasificari in acest sector de lucru, se specifica in linii suplimentare si se completeaza coloanele corespunzatoare.

##### (d) Sectorul de lucru **INDUSTRIE GENERALA**

Categoria Producerea Radiochimicelor include producerea radiofarmaceuticelor, compusilor marcati si trasorilor pentru utilizare industriala si medicala si pentru scopuri de cercetare. Nu se include aici producerea de elemente radioactive care sunt folosite in principal drept combustibil in reactorii nucleari.

Categoria Transport include lucratorii care transporta materiale radioactive (in exteriorul unitatii) si pe aceia care efectueaza verificarile de securitate la aeroport, granite, etc.

Nu se includ lucratorii din sectorul medical

sau cercetarea universitara in categoria Operarea Acceleratoarelor. Numai utilizarea industriala a acceleratoarelor trebuie sa fie inclusa aici.

##### (e) Sectoarele de lucru **EDUCATIE, CERCETARE, INSPECTIE DE SECURITATE**

Categoria "Educatia nivel superior" *include* personalul din universitati, politehnici si alte institutii educationale. Angajatii spitalelor universitare trebuie sa fie inclusi in sectorul medical, in afara de acele persoane care sunt in principal implicate in activitatile de cercetare.

##### (f) Sectorul de lucru **RADIOACTIVITATE NATURALA**

Se notifica daca lucratori din acest sector sunt monitorizati individual si specificati tipul monitorarii.

Daca exista estimari de doze, acestea se includ in tabel si se notifica procedura de evaluare.

Daca nu exista monitorare individuala pentru aceste persoane, se vor obtine informatii despre numarul de lucratori si numarul de ore de lucru pe an.

##### (g) Domenii de doze

Domeniile de doze sunt pe scala logaritmica. Includeti acele valori de doze care se incadreaza exact la limita domeniului de doze, de exemplu:

- 0,50 mSv trebuie sa fie inclusa in coloana corespunzatoare domeniul (0,2 - 0,5);
- 0,51 mSv trebuie sa fie inclusa in coloana corespunzatoare domeniul (0,5 - 1,0)

Daca baza dvs. de date nu permite completarea acestor domenii de doze, este necesar sa schimbati domeniile astfel incat datele dvs. sa se coreleze.

Este necesar sa se specifice valoarea dozei minime detectabile (MDL) si cum sunt calculate dozele sub acest nivel - acestea sunt egale cu 0 sau cu MDL sau se foloseste o anumita aproximare ?

##### (h) Numar de lucratori

Rubricile Numar de lucratori si doza medie anuala sunt divizate in doua parti:

- "toti" inseamna toti lucratorii expusi profesional, monitorati si inclusi in sistemul de inregistrare
- ">MDL" inseamna lucratorii a caror dozimetre au aratat cel putin o valoare mai mare decat 0,1 mSv sau mai mare decat MDL.

S este prescurtarea *dozei colective anuale*. Se specifica unitatea care se foloseste: om Sv sau om mSv.

Pentru calculul dozei colective se insumeaza toate dozele lucratorilor.









I11	Radiografia industrială- unități fixe																	
I12	Radiografia industrială- unități mobile																	
	Carotaj industrial																	
I20	Transport																	
I30	Fabricarea subst. radiochimice																	
I40	Iradierea industrială																	
I50	Operarea acceleratoarelor																	
I60	Industria chimică																	
I31	Dispozitive de iluminat																	
I90	Alte utilizări industriale (specificate)																	
E0	Total Educație, cercetare, securitate																	
E1	Educație nivel superior																	
E2	Cercetare radiație Securitate și inspecție																	
R0	Radioactivitate naturală																	
R10	Minerit																	
R11	- Minerit subteran carbune																	
R12	- Minerit subteran necarbonifer																	
R20	- Minerit uraniu																	
R30	Total aviație civilă																	
R31	- echipajul de zbor																	
R32	- personalul însoțitor																	
R40	Pesteri sau alte locuri subterane destinate publicului																	
R50	Uzine de apă																	
R90	Alte activități cu expunere la surse naturale																	
T	Total																	

#### **DOCUMENTE DE REFERINȚĂ:**

1. Legea nr. 111/1996, republicată, privind desfasurarea în siguranță a activităților nucleare, republicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 78 din 18 februarie 1998;
2. Norme fundamentale de securitate radiologică, publicate în Monitorul Oficial al României nr. 404 bis din 29 august 2000;
3. ICRP 1982, General Principles of Monitoring for Radiation Protection of Workers. Oxford: Pergamon Press, ICRP Publication 35 (Annals of ICRP, vol. 9, no.4);
4. ICRP 1991, 1990 Recommendation of ICRP Oxford: Pergamon Press, 1991. ICRP Publication 60 (Annals of ICRP, vol. 2, no.1-3);
5. ICRU 1992 Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiation. Bethesda, Maryland ICRU 1992. ICRU Report 47;

6. ISO 1995 a Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, Geneva: ISO 1993 (Corrected and reprinted in 1995);
7. ISO 1995b Reference Photon Radiation-Calibration of area and personal dosimeters and the determination of their response as a function of photon energy and angle of incidence. Geneva: ISO Publication DIS 4037-3;
8. ICRU „Determination of Dose Equivalent Resulting from External Radiation Sources” – Part 3, Report 47. (Bethesda, MD: ICRU Publication) (1992).
9. ISO 1996b Reference beta radiation for calibrating dosimeters and dose-ratemeters and for determining their response as a function of beta-radiation energy. Geneva: ISO 1996. International Standard ISO 6980;
10. ISO/IEC 1990 Guide 25: General requirements for the Competence of calibration and testing laboratories. Geneva: ISO 1990; si ISO/IEC 17025
11. Ordonnance sur la dosimétrie individuelle (Ordonnance sur la dosimétrie) 814.501.43 din 04.04.2000, Suisse;
12. CIPR 1998, General Principles of Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers; Design and Interpretation (Annals de la CIPR, vol 19, no. 1-3);
13. Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996);
14. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety Radiation Source, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996).
15. Occupational Radiation Protection Safety Standards Series No. RS – G – 1.1, IAEA, Vienna (1999).
16. Assessment of Occupational Exposure due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS – G – 1.2., IAEA, Vienna (1999).
17. Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection Against External Radiation, Report of the Joint Task Group, ICRP Publication No. 74, ICRU Report No. 57, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
18. Christensen, P., Julius, H.W., Marshall, T.O., Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiations, Rep. EUR 15852, European Commission, Luxembourg (1994).
19. Guide to Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, Geneva (1992).
20. Radiation Protection Instrumentation: Direct Reading Personal Dose Equivalent (Rate) Monitors: X, Gamma and High Energy Beta Radiation, IEC Standards 1283, Geneva (1995).
21. ISO, X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy, ISO 4037/Part 1: Radiation Characteristics and Production Methods, ISO, Geneva (1996).
22. ISO, X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy, ISO 4037/Part 2: Dosimetry for Radiation Protection over the Energy Ranges 8 keV to 1.3 MeV and 4 MeV to 9 MeV, ISO, Geneva (1998).
23. ISO, X and Gamma Reference Radiations for Calibrating Dosimeters and Doserate Meters and for Determining Their Response as a Function of Photon Energy, ISO 4037/Part 3: Calibration of Area and Personal Dosimeters and the Measurement of their Response as a Function of Energy and Angle of Incidence, ISO, Geneva (1998).
24. Julius, H.W., Christensen, P. et al., Performance, requirements and testing in individual monitoring, Radiat. Prot. Dosim. 34, 1 – 4 (1990) 87 – 91.
25. Requirements for the Competence of Calibration and Testing Laboratories, ISO/IEC Guide 25, Geneva (1990).
26. IAEA, Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation, Safety Guide No. RS – G – 1.3, Vienna (1999).
27. Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Reports Series No. 16, IAEA, Vienna, 2000.
28. Christensen et al. "Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation, Commission européenne, 1994 Report EUR 14852EN de la Commission européenne.
29. Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers Replacement of ICRP Publication 54, Adopted by Commission in May 1997 – Annals of the ICRP, Volume 27, No. ¾, 1997.