

INDRUMAR
METODOLOGIC DE
LUCRU LA STATIILE
RETELEI NATIONALE
DE SUPRAVEGHERE A
RADIOACTIVITATII
MEDIULUI

**COMISIA NATIONALA PENTRU CONTROLUL ACTIVITATILOR NUCLEARE
DIRECTIA GENERALA SUPRAVEGHEREA RADIOACTIVITATII MEDIULUI**

Bucuresti, 1998

Editia a III a

* VOLUMUL I *

MASURARI
BETA GLOBALE
PENTRU DETERMINAREA
RADIOACTIVITATII
FACTORILOR DE MEDIU

Elaborare,

Expert IA Mihaela Alexandrescu

CUPRINS

	Pag.
Introducere	
1. Date generale asupra masurarii	3
2. Determinarea parametrilor specifici aparaturii de masura	5
2.1. Fond natural de radiatii	5
2.2. Factorul de detectie "g" al sistemului de masurare a radiatiilor beta	6
2.3. Urmarirea stabilitatii pe durata lunga	7
2.4. Urmarirea stabilitatii pe durata scurta	7
2.5. Calculul vitezei de numarare minime semnificative, R_{ms}	8
2.6. Calculul corectiei de timp mort a instalatiei de masurare	8
3. Calculul activitatii unei probe de mediu	9
4. Determinarea activitatii specifice beta globala a probelor de mediu	10
4.1. Depuneri si precipitatii atmosferice	10
4.2. Aerosoli atmosferici	21
4.3. Ape	33
4.4. Vegetatie	41
4.5. Sol	49
5. Anexe	
5.1. Programul de lucru	
5.2. Nivele de atentionare, avertizare si alarmare pentru radioactivitatea factorilor de mediu	
5.3. Calculul impreciziei de masurare	
5.4. Valorile vitezei minime semnificative de numarare, R_{ms}	
5.5. Lista tabelor lunare intocmite de o statie de radioactivitate	
5.6. Metoda Pasquill-Turner pentru determinare a stratificarii atmosferice	
5.7. Corectia de unghi solid	
5.8. Reteta solutiei de decontaminare	
5.9. Masuri de protectie a muncii in laboratorul de radioactivitate	

INTRODUCERE

Reteaua Nationala de Supraveghere a Radioactivitatii Mediului (RNSRM), infiintata in toamna anului 1962, realizeaza, prin activitati de monitorare si control, supravegherea radioactivitatii factorilor de mediu pe teritoriul Romaniei.

Incepand cu 01.07.1998, RNSRM face parte din Comisia Nationala pentru Controlul Activitatilor Nucleare (CNCAN) si activeaza in cadrul Directiei Generale Supravegherea Radioactivitatii Mediului (DGSRM). Coordonarea administrativa, stiintifica, tehnica si metodologica a RNSRM este asigurata de Laboratorul Central al DGSRM de la Bucuresti - Afumati.

Obiectivele principale ale RNSRM sunt:

- a) detectarea oricaror cresteri cu semnificatie radiologica ale nivelelor de radioactivitate a mediului;
- b) controlul din punct de vedere al radioactivitatii mediului a surselor de radioactivitate cu impact asupra mediului sau starii de sanatate a populatiei.

Intrucat masurarile beta globale sunt un indicator sensibil al radioactivitatii factorilor de mediu, statiile RNSRM functioneaza dupa un program standard de prelevari, pregatiri si masurari beta globale a cinci factori de mediu: aerosoli atmosferici, depuneri si precipitatii atmosferice, ape (potabila, de suprafata, de adancime), sol necultivat si vegetatie spontana.

In plus, exista cateva statii regionale in care se efectueaza determinari ale radioizotopilor Cs-137 si K-40 in probe de mediu prin analize gama spectrometrice.

In prezent, statiile RNSRM au in dotare sisteme fixe de masurare a debitului dozei gama absorbite in aer, la 1 m inaltime de la sol.

Metodologia de lucru prezentata in continuare se aplica la toate statiile RNSRM.

1. DATE GENERALE ASUPRA MASURARII

Masurarea radioactivitatii se face in principiu cu o instalatie de masurare compusa din:

- detector de radiatii nucleare;
- numarator de particule.

Detectorul de radiatii nucleare este un sistem ce pune in evidenta radiatiile nucleare si permite masurarea parametrilor lor, cum ar fi energia sau masa particulelor.

Numaratorul de impulsuri este un aparat electronic ce numara si inregistreaza impulsurile electrice furnizate de detectorul de radiatii nucleare.

Calculul activitatii probelor se face prin compararea vitezei de numarare a impulsurilor generate in detector de o proba, cu viteza de numarare a impulsurilor generate in detector de o sursa etalon de activitate cunoscuta.

Compararea este corecta deoarece pentru un detector dat, o geometrie de masurare neschimbata (aceeasi forma, suprafata activa si distanta fata de detector pentru proba si sursa de etalonare) exista aceeasi probabilitate de producere a unui impuls atit pentru proba de masurat, cit si pentru sursa etalon.

Pentru etalonare in masurarea activitatii beta globale se folosesc surse etalon de suprafata de Strontiu 90 – Ytriu 90, montate intr-o geometrie asemanatoare geometriei de masurare a probelor de mediu. Ele se pastreaza in casete de plexiglas pe care sunt notate numarul sursei si unitatea furnizoare. Fiecare sursa este insotita de un certificat de fabricatie in care sint trecute activitatea sursei in Bq, imprecizia acesteia si data de fabricatie.

Activitatea sursei se revalueaza periodic de catre Laboratorul Central al DGSRM cu ajutorul unei surse etalon de valoare bine cunoscuta. De asemenea, responsabilul statiei are obligatia de a recalcula lunar valoarea sursei.

2. DETERMINAREA PARAMETRILOR SPECIFICI APARATURII DE MASURARE

2.1. Fondul natural de radiatii

Fondul natural de radiatii se masoara zilnic, timp de 1000 s, numarul de determinari fiind conform programului de lucru al statiei de radioactivitate (anexa 5.1).

Masurarile se fac pentru toate sistemele de masurare aflate in functiune. Pentru sistemele de rezerva se fac 4 masurari de verificare saptamanal, in ziua de luni.

Se introduce in castelul de plumb suportul de proba pe care se aseaza tavita de numarare fara proba si se citeste numarul de pulsuri inregistrat de numarator timp de 1000 s, K_{Fi} .

Se calculeaza viteza de numarare corespunzatoare acestei masurari " i ", F_i :

$$F_i = \frac{K_{Fi}}{t_F} \text{ (imp/min)}, \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (1)$$

unde

i = nr.de masurari ale fondului, egal cu 3 pentru statiile cu program de 11 ore si cu 4 pentru statiile cu program de 24 ore;

$$t_F = 1000s = \frac{1000}{60} \text{ min};$$

K_{Fi} = nr.de pulsuri inregistrat in timpul t_F la masurarea " i ".

Fondul radioactiv natural obtinut la masurarea " i " se calculeaza cu o zecimala

Pentru calculul activitatii la o masurare imediata a probei se foloseste o singura valoare de fond si anume cel anterior masurarii probei.

Pentru calculul activitatii la o masurare intirziata a probei (dupa 5 zile sau 24 ore) se foloseste media fondurilor ce incadreaza masurarea, astfel incat F va fi:

$$\bar{F} = \frac{F_a + F_p}{2} \quad (\text{imp/min}). \quad (2)$$

unde

F_a = fondul anterior masurarii probei

F_p = fondul posterior masurarii probei

Zilnic se transmite valoarea medie a celor "7" masurari de fond in intervalul 0-24 al zilei precedente, o data cu valorile de masurare rapida a probelor de mediu.

2.2. Factorul de detectie "g" al instalatiei de masurare a radiatiilor beta globale

Factorul de detectie este caracteristic detectorului si geometriei de masurare (ce include forma si pozitia fata de detector a unei probe sau surse de etalonare).

Pentru determinarea sa, geometriile de masurare pentru proba de masurat si pentru sursa de etalonare trebuie sa fie identice, iar spectrele energetice ale radiatiilor emise, cit mai apropiate.

Factorul de detectie se determina o data pe zi, printr-o masurare timp de 50 de minute, conform programului de masurare al statiei de radioactivitate (anexa 5.1).

Pentru calcularea factorului de detectie se procedeaza astfel: se introduce in castel suportul de proba pe care s-a pus sursa de etalonare si se efectueaza o masurare timp de 50 de minute, la care se obtine un numar de pulsuri K_{et} .

Se calculeaza viteza de numarare a sursei in prezenta fondului radioactiv, Q_{et} :

$$Q_{et} = \frac{K_{et}}{50} \quad (\text{imp/min}) \quad (3)$$

Se calculeaza viteza de numarare a sursei in absenta fondului radioactiv, R_{et} :

$$R_{et} = Q_{et} - F_i \quad (\text{imp/min}) \quad (4)$$

unde

F_i = viteza de numarare a fondului anterior etalonarii, exprimata in imp/min.

Se calculeaza factorul de detectie "g", cu formula:

$$g = \frac{R_{et}}{\Lambda_{et}} \quad (\text{imp/min} \cdot \text{Bq}) \quad (5)$$

unde

Λ_{et} = activitatea sursei etalon, exprimata in Bq.

Valoarea factorului de detectie se calculeaza cu o zecimala.

Valoarea factorului de detectie in intervalul 0-24 al zilei se transmite in ziua urmatoare, odata cu masurarile rapide ale probelor de mediu.

2.3. Urmărirea stabilității pe durata lungă a sistemelor de măsurare

Se realizează reprezentând grafic valorile zilnice ale fondului mediu radioactiv, \bar{F} , și factorului de detecție "g", într-un sistem de axe de coordonate (timp, F), respectiv (timp, g).

Se procedează astfel:

a) Variația factorului de detecție, g.

Se alege un sistem de axe de coordonate în care pe axa verticală se reprezintă valorile zilnice ale factorului g, exprimate în imp/min·Bq, iar pe axa orizontală timpul astfel încât un milimetru să corespundă unei zile. Perioada reprezentată pe un grafic este de un an.

b) Variația fondului radioactiv mediu, \bar{F} .

Sistemul de axe de coordonate ales va avea reprezentate pe axa verticală valorile medii ale fondului natural radioactiv, \bar{F} , ce va fi:

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n} \quad (\text{imp/min}) \quad (6)$$

unde $n = 3$ pentru stațiile cu program zilnic de 11 ore și $n = 4$ pentru stațiile cu program zilnic de 24 de ore. Axa verticală se alege astfel ca în aproximativ 12 cm să poată fi reprezentate valorile afectate de fluctuațiile statistice specifice instalației de măsurare.

Indicațiile referitoare la axa orizontală a graficului rămân aceleași ca pentru factorul de detecție g.

Cele două grafice se completează zilnic cu valorile zilei precedente și se prind în dosarul stației.

2.4. Urmărirea stabilității pe durata scurtă a sistemelor de măsurare prin testul χ^2

Acest test se efectuează conform programelor de lucru ale stațiilor de radioactivitate (anexa 5.1). Se procedează astfel:

-se efectuează un număr $n = 10$ de măsurări succesive ale sursei de etalonare timp de $t = 100$ sec. fiecare, notând numărul de pulsuri obținut la măsurarea "i" cu K_i ;

-se calculează viteza de numărare a sursei în prezența fondului pentru măsurarea "i", Q_i :

$$Q_i = \frac{K_i}{t/60} \quad (\text{imp.min.}), \quad i = 1, 2, \dots, 10 \quad (7)$$

-se calculează viteza de numărare a sursei etalon în absența fondului, R_i :

$$R_i = Q_i - F \quad (\text{imp/min}) \quad (8)$$

unde

F = fondul radioactiv anterior primei măsurări a sursei în imp/min;

-se calculează valoarea medie a vitezei de numărare, \bar{R} :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{n} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_{10}}{10} \quad (\text{imp/min}) \quad (9)$$

-se calculează χ^2 conform formulei:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} (R_i - \bar{R})^2}{\bar{R}} \cdot t = \frac{(R_1 - \bar{R})^2 + (R_2 - \bar{R})^2 + \dots + (R_{10} - \bar{R})^2}{\bar{R}} \cdot t \quad (10)$$

unde t = timpul de masurare al sursei exprimat in minute (1000/60 min).

Valorile se calculeaza cu o zecimala.

Daca valoarea lui χ^2 este cuprinsa in intervalul [3,3 - 16,9] instalatia de masurare este stabila.

Daca $\chi^2 < 3,3$ sau $\chi^2 > 16,9$ instalatia de masurare nu este stabila.

Valoarea obtinuta pentru χ^2 se comunica Laboratorului Central al DGSRM in ziua urmatoare determinarii, si data cu datele de radioactivitate si se trece in tabelele lunare ale statiei.

2.5. Calculul vitezei de numarare minime semnificative, R_{ms}

Valoarea vitezei de numarare minime semnificative, R_{ms} , exprimată in imp/min, se calculeaza cu formula:

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + \frac{4}{F} n t_p (1 + \frac{n t_p}{m t_F})}}{2 t_p} \quad (\text{imp./min}) \quad (11)$$

unde

n = numarul de tavite pe care se distribuie proba;

t_p = timpul de masurare a fiecarei tavite (min);

m = numarul masurarilor efectuate pentru determinarea valorii medii a vitezei de numarare a fondului;

\bar{F} = viteza de numarare a fondului obtinuta ca medie a valorilor rezultate la cele m masurari reprezentative pentru perioada respectiva (imp./min);

t_F = durata fiecarei masurari a fondului (min).

Valorile se rotunjesc la o zecimala.

In anexa 5.4 se gasesc calculate valorile R_{ms} pentru diferite valori ale parametrilor de care depind.

2.6. Calculul corectiei de timp mort a vitezei de numarare

In cazul unor valori mari ale vitezelor de numarare a probelor de mediu se face corectia de timp mort a vitezei de numarare, Q_C , ce se calculeaza cu expresia :

$$Q_C = Q + Q^2 \cdot \tau \quad (\text{imp./min.}) \quad (12)$$

unde

Q = viteza de masurare a probei (imp/min);

τ = 250 μ s, timpul de rezolutie al instalatiei de masurare

3. CALCULUL ACTIVITATII UNEI PROBE DE MEDIU

Proba de mediu se colecteaza si se pregateste conform instructiunilor existente in subcapitolele corespunzatoare capitolului 4 din Indrumar.

Dupa pregatire, proba se depune pe una sau mai multe tavite de masurare.

Se introduce tavita (sau tavitele) de masurare in castelul de plumb. Geometria de masurare a probei va fi aceeași cu geometria de masurare a sursei etalon.

Se determina numarul de impulsuri dat de proba depusa pe tavita "i" in timpul t, K_i .

Se calculeaza viteza de numarare a probei in prezenta fondului radioactiv, Q_i :

$$Q_i = \frac{K_i}{t} \text{ (imp/min)} \quad (13)$$

unde

$i = 1, 2, \dots =$ nr. de tavite pe care se afla divizata o proba;

$t =$ timpul de masurare al probei, exprimat in minute.

Se calculeaza viteza de numarare a probei fara fond, R_i :

$$R_i = Q_i - F \text{ (imp/min)} \quad (14)$$

unde $F =$ viteza de numarare a fondului radioactiv natural determinata in functie de tipul masurarii, ca viteza anterior masurata sau medie a vitezelor de numarare a fondurilor ce incadreaza masurarea probei.

Se calculeaza viteza de numarare totala a probei, R :

$$R = \sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 + \dots + R_n \text{ (imp/min)} \quad (15)$$

Observatie:

Pentru probe nedivizate (filtre de aerosoli sau alt gen de probe de mediu ce pot fi fixate dupa preparare pe o singura tavita de numarare), $i = 1$.

Se compara viteza totala de numarare a probei, R , cu viteza de numarare minima semnificativa, R_{ms} (vezi capitolul 2.5).

Apar doua posibilitati:

a) $R > R_{ms}$ activitatea totala a probei se calculeaza cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \pm \sigma_\Lambda \text{ (Bq)} \quad (16)$$

unde

R are semnificatia de mai sus;

g are semnificatia si se calculeaza conform capitolului 2.2 ;

$\sigma_\Lambda =$ abaterea standard a activitatii calculate conform anexei 5.3

Pornind de la valoarea activitatii probei calculata conform formulei 16 se calculeaza activitatea specifica a probei, prin impartire la cantitatea de proba masurata, cum se va specifica in fiecare caz in parte.

De exemplu, pentru aerosoli, activitatea specifica se determina impartind activitatea totala a filtrului, Λ , la volumul de aer aspirat pe filtru, $V =$ debit * timpul de aspiratie si la

randamentul de retinere al aerosolilor pe filtru, η . Se obtine astfel activitatea aerosolilor radioactivi intr-un m^3 de aer aspirat pe filtru.

b) $R < R_{ms}$, activitatea totala a probei este sub limita de detectie a aparaturii de masurare, Λ_{md} , ce se calculeaza cu expresia:

$$\Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \quad (\text{Bq}) \quad (17)$$

Activitatea specifica minima detectabila se calculeaza ca si in cazul a) prin impartire la cantitatea de proba masurata.

Activitatea probei, Λ , se exprima sub forma:

$$\Lambda < \Lambda_{md}, \quad (\text{Bq}) \quad (18)$$

Precizare:

1) Procedul general expus mai sus este valabil atat pentru masurarile imediate ale probelor, cat si pentru cele intarziate (dupa 5 zile).

Pentru masurarile imediate, valoarea activitatii se va calcula fara abatere standard.

2) In cazul in care geometriile de masurare a sursei etalon si probei sunt diferite, se aplica corectia de unghi solid a valorii activitatii, conform anexei 5.7.

A sifel, activitatea probei sau activitatea minima detectabila vor fi:

$$\Lambda_{cor} = \Lambda * f_{\Omega} \quad \text{respectiv} \quad \Lambda_{md,cor} = \Lambda_{md} * f_{\Omega}$$

unde Λ si Λ_{md} sunt calculate conform formulelor (16), respectiv (17).

4. DETERMINAREA ACTIVITATII BETA GLOBALE A PROBELOR DE MEDIU

Supravegherea radioactivitatii mediului se realizeaza in mod diferit de catre statia de radioactivitate a mediului in cele doua situatii ce se pot produce:

-in situatie normala;

-in situatie de accident sau incident nuclear.

In capitolul 4 sunt descrise pe rind procedurile de colectare - pregatire - calcul - transmitere a informatiilor in ambele situatii evidentiate mai sus, pentru toate tipurile de probe de mediu considerate indicatori ai nivelului de poluare radioactiva a mediului.

4.1. Determinarea activitatii beta globale a probelor de depuneri si precipitatii atmosferice

4.1.1. In situatii normale

Depunerile atmosferice, cu cele doua componente, praful atmosferic si precipitatiile atmosferice, reprezinta un factor de mediu integrator deosebit de important din punct de vedere al supravegherii radioactivitatii mediului inconjurator.

a. Colectarea probei

Colectarea probei se face zilnic, la ora 8 (ora 9 in cazul de vara). Ea consta in spalarea suprafetei interioare a unui colector standard tip pilnie avind suprafata interioara de $0,3 \text{ m}^2$. Colectorul se instaleaza in loc deschis, ferit de obstacole si surse apropiate de impurificare a atmosferei, respectiv in platforma meteorologica sau in cazuri speciale pe terase descoperite, la ultimul nivel al unei cladiri inalte.

Corpul colectorului este confectionat din tabla, captusit in interior cu material special care sa nu aiba pori si sa nu reactioneze chimic cu praful atmosferic (material plastic). Poate fi confectionat si din tabla de inox.

Este asezat pe un cadru metalic cu trei picioare. Jos, la gura pilniei, pe un suport metalic se aseaza o galeata de polietilena de 10 l in care sunt colectate precipitatiile sau apa distilata de spalare.

In functie de cantitatea de precipitatii cazuta in intervalul de colectare se deosebesc doua moduri de colectare:

1. Cind cantitatea de precipitatii este mai mica de 1 l, $pp < 1 \text{ l}$, se procedeaza astfel:

-se freaca miinile cu talc, se imbraca manusi de cauciuc tip chirurgicale sau "casnica", avind grija sa indepartam prin spalare orice fel de rest de talc de pe manusi;

-se ia 1 litru de apa distilata intr-un balon Erlenmayer sau intr-o cana metalica gradata de 1 litru si se toarna in portiuni mici pe suprafata interioara a colectorului, incepind cu partea de sus;

-cu cealalta mina, prin frecare usoara cu miscari circulare si insistente, se antreneaza depunerile de pe intreaga suprafata interioara a colectorului in galeata colectoare;

-cu apa colectata in galeata se spala in acelasi mod si suprafata interioara a galetii, dupa care apa de spalare se toarna in vasul in care a fost adusa;

-daca au fost precipitatii in intervalul de colectare se masoara in laborator volumul total al probei colectate cu ajutorul unui cilindru gradat;

Intreaga cantitate de lichid colectata se evapora.

2. Cind cantitatea de precipitatii este mai mare de 1 l, $pp > 1 \text{ l}$, se procedeaza ca mai sus, cu urmatoarele modificari:

-spalarea colectorului se face cu apa de precipitatii colectata in galeata;

-daca volumul de precipitatii colectat nu depaseste 3 l, $pp < 3 \text{ l}$, toata proba se evapora si se prepara pentru masurarea beta globala;

-daca volumul de precipitatii colectat depaseste 3 l, $pp > 3 \text{ l}$, proba omogenizata prin agitare, se imparte in doua:

- 2 l se evapora pentru determinarea activitatii beta globale;

- restul probei se evapora in intregime in capsula separata, pentru analiza gama spectrometrica. Aceasta cantitate nu va mai fi supusa masurarii beta globale.

In timpul de iarna, colectarea se executa astfel:

1. Cind colectorul contine depuneri de zapada, aceasta este strinsa in lighiane de plastic si este topita in laborator prin expunere la distanta, folosind becurile in infrarosu sau un radiator electric. In acelasi timp, din zapada colectata se topeste imediat o parte intr-un vas emailat, folosind un resou electric, astfel incit sa se obtina cel putin 1 l de apa. Apa rezultata se incalzeste pina la 40° C si cu ea se spala suprafata interioara a colectorului conform procedului de mai sus.

Dupa topirea zapezii colectate, se masoara cu ajutorul unui cilindru gradat volumul de lichid rezultat. In functie de volumul obtinut, se procedeaza la evaporare ca mai sus.

2. Cind in colector s-a format o crusta de gheata, aceasta se indeparteaza cu ajutorul unui ciocan neurologic si apoi colectorul se spala conform procedului aratat mai sus (pct.1).

Se masoara cantitatea de lichid rezultat si se evapora conform pct.1 anterior.

Observatie:

Pentru cazul in care cantitatea de precipitatii depaseste volumul galeții (10 l), volumul colectat se considera egal cu 10 l. Se poate face aceasta aproximatie intrucit se considera ca dupa caderea a cca 33 l/m² (10 l pe 0,3 m²) majoritatea depunerilor atmosferice au fost antrenate de precipitatii si atmosfera este curata.

b. Pregatirea probei

Pregatirea probei pentru masurare necesita urmatoarele operatii:

1. etichetare;
2. evaporare;
3. fixare pe tavite.

1. Etichetarea probei.

Proba colectata si adusa in laborator va fi insotita in toate etapele de pregatire - masurare, pina la depozitarea ei, de o eticheta pe care se vor nota: data colectarii, felul depunerii (uscata, umeda), cantitatea masurata de precipitatii (in litri).

2. Evaporarea probei

Dupa colectare, proba se trece in capsule de portelan de 1 l. Capsulele de portelan sint in prealabil clatite cu apa distilata.

Pentru evaporare se foloseste instalatia de evaporare. Ea este formata dintr-un stativ metalic de cca 40 cm inaltime, pe care sint prinse 4-6 becuri in infrarosu de 250 W fiecare, asezate circular sau in linie.

Pentru evaporare se pot folosi si baile cu nisip.

Capsulele cu probe se aseaza sub becuri in asa fel incat distanta intre bec si suprafata de evaporare sa fie de cca 10 mm. La baile de nisip trebuie avut grija ca stratul de nisip sa fie de cca 2-3 cm grosime.

Se interzice cu desavirsire aducerea probei la temperatura de fierbere, evaporarea trebuind sa fie lenta, treptata, inlaturindu-se fierberea. De aceea nu se vor folosi niciodata resouiri electrice, gaz metan sau alte surse intense de caldura.

Evaporarea se face pina cind in capsula ramin 5-6 cm³ de lichid.

In acest moment se scoate capsula de la evaporare, se spala bine peretii interiori ai capsulei cu lichidul existent folosind o bagheta de sticla cu mansoa de cauciuc.

Se continua evaporarea probei in capsula pina la sec avind grija sa nu expunem capsula mai mult decit este nevoie sursei de caldura.

Toate operatiile descrise mai sus se executa cu manusi de cauciuc.

3. Fixarea probei pe tavite

Cu ajutorul unei spatule (sau a razusei Lambaut) se razuie de pe peretii capsulei reziduu mineral si se farimiteaza foarte fin prin frecare. Se transvazeaza cu atentie sa nu se piarda din proba pe tavitele de numarare. Se foloseste spatula sau o bagheta de sticla. Praful fin ramas in capsula se spala cu 10 picaturi de alcool etilic ce se adauga treptat probei in tavite, avind grija ca intregul reziduu rezultat sa fie trecut pe tavitele de numarare fara pierderi.

Cantitatea maxima de proba dintr-o tavita nu trebuie sa depaseasca 2/3 din volumul tavitei pentru a se reduce fenomenul de absorbtie al radiatiei beta in grosimea probei.

Fixarea probei se face cu 2-3 picaturi de alcool etilic sau metilic.

In functie de cantitatea reziduuului rezultat se pot folosi 1-4 tavite mici (d=14 mm) sau 1-3 tavite mari (d=22 mm).

Precizare:

Dupa folosire, vasele si sticlaria de laborator vor fi pregatite pentru o noua intrebuintare. Vor fi spalate cu apa si detergent, clatite cu aproximativ 100 ml solutie de decontaminare (anexa 5.8) si in final cu cca 500 ml apa distilata.

Se vor pastra pina la o noua intrebuintare in dulap inchis pentru a le feri de praf si eventuale contaminari.

c. Masurarea si calculul activitatii beta globale a probei

Masurarea activitatii beta globale a probei de depunere se efectueaza in doua etape:

- a) imediat dupa pregatirea probei, in ziua recoltarii, se efectueaza o masurare rapida pentru determinarea nivelului radioactivitatii depunerilor atmosferice;
- b) dupa cinci zile de la recoltare se efectueaza o masurare intirziata, pentru determinarea radioactivitatii artificiale a depunerilor atmosferice.

Se foloseste instalatia de masurare descrisa in capitolul 1.

Tavita sau tavitele pe care este fixata proba se introduc pe rind in castelul de plumb si se masoara un timp "t". Acest timp va fi :

- t = 1000 s = 1000/60 min. la masurarea imediata a probei;

- t = 50 min. la masurarea dupa 5 zile a probei.

In cazul probei divizata pe mai multe tavite, fiecare tavita va fi masurata timpul "t" corespunzator.

Masurarea si calculul activitatii totale se vor face conform capitolului 3.

Calculul activitatii specifice beta globale a probei de depuneri atmosferice se face cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R \cdot V_{col} \cdot f_{\Omega}}{g \cdot V_{ev} \cdot ST} \pm \sigma_{\Lambda} \quad (\text{Bq/m}^2 \cdot \text{zi}) \quad (19)$$

in cazul in care $R > R_{ms}$ sau

$$\Lambda < \Lambda_{md}, \text{ unde } \Lambda_{md} = \frac{R_{ms} \cdot V_{col} \cdot f_{\Omega}}{g \cdot V_{ev} \cdot ST} \quad (\text{Bq/m}^2 \cdot \text{zi}) \quad (20)$$

in cazul in care $R < R_{ms}$.

Marimile ce intervin in formulele de mai sus au urmatoarele semnificatii:

R = viteza de numarare a probei calculata in absenta fondului radioactiv, conform procedurii din capitolul 3, exprimata in imp/min;

R_{ms} = viteza de numarare minima semnificativa calculata conform procedurii din capitolul 2.6., exprimata in imp/min;

g = factorul de detectare al instalatiei de masurare, determinat conform capitolului 2.2., exprimat in imp/min.Bq;

V_{col} = cantitatea totala de precipitatii colectata in galeata, exprimata in litri;

V_{ev} = cantitatea de precipitatii supusa evaporarii, exprimata in litri;

S = suprafata colectorului, exprimata in m^2 ; pentru colectoarele standard tip pilnie folosite la statiile de radioactivitate, ea va fi de $0,3 \text{ m}^2$;

T = timpul de colectare a probei, exprimat in zile; in situatii normale T=1 zi;

f_{Ω} = factorul de corectie al unghiului solid, determinat conform anexei 5.7;

σ_{Λ} = abaterea standard a activitatii specifice, exprimata in $\text{Bq/m}^2 \cdot \text{zi}$. Ea se va calcula in cazul masurarilor dupa 5 zile. Pentru valorile activitatii rezultate din masurarile imediate nu se va face calculul erorii de masurare.

Precizari:

- 1) Toate marimile ce intra in calculul activitatii specifice sau activitatii specifice minime detectabile vor fi calculate cu o zecimala, prin rotunjire.
- 2) Δ si Δ_{max} se calculeaza cu doua zecimale, prin rotunjire.
- 3) Unitatea de masura atit pentru masurarile rapide, cit si pentru cele dupa 5 zile este $Bq/m^2 \cdot zi$.
- 4) Daca valorile activitatii specifice obtinute la o masurare imediata depasesc valoarea de $200 Bq/m^2 \cdot zi$, se repeta masurarea probei a doua zi la prima ora a programului, inaintea masurarii primului filtru al zilei.
- 5) Daca valorile activitatii specifice obtinute la o masurare imediata sau dupa 5 zile depasesc pragurile stabilite pentru avertizare sau alarmare, se anunta imediat Laboratorul Central al DGSRM pentru validarea valorilor si apoi se procedeaza conform schemei de anuntare existenta in procedurile de urgenta. Este obligatorie validarea oricarei valori deosebite de catre specialistii in radioactivitate din cadrul Laboratorului Central al DGSRM.
- 6) Toate notiatiile si calculele activitatii specifice atit pentru masurarea imediata, cit si pentru cea intirziata, vor fi trecute in caietul de calcul al statiei in asa fel incit completarea tabelor centralizatoare lunare TRAI, TRA7 sa fie cit mai simpla.

d. Stringerea probei totale lunare si expedierea ei

Dupa masurarea imediata, proba de depunere se pastreaza cu eticheta de identificare intr-o cutie speciala, asteptind masurarea intirziata, la 5 zile de la colectare. Dupa efectuarea masurarii intirziate, fiecare proba va fi trecuta prin raziunea de pe tavita (sau tavitele) de masurare intr-un cilindru de plastic cu $d = 30$ mm (tip vitamina C) in care se vor stringe probele recoltate zilnic timp de o luna (din data de colectare 2 a lunii pina in data de colectare 1 a lunii urmatoare).

Se vor evita pe cit posibil pierderile de proba in timpul transferului.

In acelasi cilindru va fi trecut si reziduul rezultat din evaporarea precipitatilor ce nu au fost masurate beta global (cazul in care cantitatea de precipitatii > 3 litri).

Proba totala lunara va fi etichetata astfel:

Statia.....

Depuneri atmosferice

Luna.....

Anul.....

Volum total de precipitatii colectate (l).....

Proba va fi trimisa lunar Laboratorului Central al DGSRM, pina la data de 10 a lunii urmatoare.

Se atrage atentia asupra etansarii capacului cilindrului de plastic (cu banda adeziva) pentru a se evita imprastierea probei in timpul transportului.

e. Fluxul informational

Se realizeaza in trei etape:

1) Flux rapid

Pentru masurarile imediate efectuate in ziua colectarii, valorile activitatilor specifice ale depunerilor atmosferice exprimate in $Bq/m^2 \cdot zi$, calculate fara erori statistice, vor fi transmise in clar a doua zi dimineata intre orele 07 - 09 Laboratorului Central al DGSRM, prin telefon.

In cazul obtinerii unor valori deosebite se procedeaza conform punctului 4.1.1.c.

2) Flux lent

Pentru masurarile intirziate, dupa 5 zile de la colectare, rezultatele destinate prelucrarii finale a datelor vor fi trecute in tabelul TRA-1.

Completarea ei se va face astfel:

- in partea de sus a tabelului se completeaza numele statiei de radioactivitate in clar, numarul ei de cod, luna de colectare in litere, anul cu patru cifre si numele persoanei ce a verificat tabelul;

- in coloana 1 se inscrie numarul curent al probei din luna respectiva; astfel proba cu numarul 1 este cea colectata in data de 2 a lunii, proba cu numarul 30 sau 31 in data 01 a lunii urmatoare;

- in coloana 2 se vor inscrie datele de colectare si de masurare a probei, in cifre de la 01 la 30 sau 31; de exemplu proba numarul 1 a lunii va fi colectata in data de 02 si masurata dupa 5 zile, in data de 07, iar in rubrica respectiva va apare sub forma 02/07;

Observatie:

Daca intr-una din zile proba nu a fost colectata, linia corespunzatoare din tabel va fi marcata de liniute; in schimb activitatea probei colectata in ziua urmatoare va fi calculata impartind la un timp de colectare $T = 2$ zile, iar rubrica de fenomene meteorologice va cuprinde fenomenele principale din ambele zile de colectare;

- in coloana 3 se va trece felul depunerilor: uscate, cind au lipsit precipitatiile sau umed, cind au existat precipitatii;

- in coloana 4 se va trece volumul probei colectate in galeata colectorului, masurat conform procedurii descris la punctul 4.1.1. a. si volumul evaporat conform punctului 4.1.1.b. Volumele vor fi exprimate prin cifre urmate de o zecimala unde este cazul. De exemplu, daca a fost colectat un volum de 7,2 l si evaporat 2 l, rubrica se completeaza sub forma 7,2/2;

- in coloana 5 se va inscrie valoarea fondului folosit la calculul activitatii specifice, care in cazul masurarilor intirziate este media fondurilor ce incadreaza masurarea, conform capitolului 2.1. Se exprima sub forma unei cifre cu o singura zecimala, de exemplu 4,2 imp/min;

- coloana 6 contine date de masurare a probei si este divizata in trei subcoloane:

- in subcoloana 6a se inscrie numarul de pulsuri obtinut la o masurare a tavitei "i" a probei in timpul de masurare t . Pentru o proba depusa pe mai multe tavite vor fi completate in tabel atatea linii cate tavite cuprind proba. Pentru o proba depusa pe o singura tavita, $i = 1$ si se va completa o singura linie a tabelului;

- in subcoloana 6b se inscrie viteza de numarare a tavitei "i" in absenta fondului de radiatii, R_i . Se exprima sub forma unei cifre calculata cu o zecimala;

- in subcoloana 6c se inscrie valoarea vitezei totale de numarare a celor "i" tavite ce alcatuiesc proba, calculata conform formulei (15). Se exprima sub forma unei cifre calculata cu o zecimala;

- in coloana 7 se trece valoarea calculata a lui R_{ms} , conform capitolului 2.5. Se exprima sub forma unei cifre cu o singura zecimala;

- in coloana 8 se trece valoarea factorului de detectie al instalatiei de masurare, "g", calculata conform capitolului 2.2. Se exprima sub forma unei cifre cu o singura zecimala;

- in coloana 9 se trece valoarea erorii relative de masurare a activitatii calculate conform anexei 5.3. Se exprima sub forma de procente, in numere intregi;

- coloana 10 cuprinde valoarea finala a activitatii specifice beta globale a probei de depuneri insotita de abaterea standard sau valoarea activitatii minim detectabile a probei. Se calculeaza conform capitolului 4.1.1.c si anexeii 5.3. Se exprima sub forma unor cifre urmate de doua zecimale;
 - coloana 11 cuprinde caracterizarea meteorologica a unei zile R.A., de la ora 8 dimineata pina a doua zi la ora 8 (ora 9 conform orarului de vara). Se inscriu fenomenele meteorologice principale si intervalul de producere. Ele vor fi copiate din registrul de observatii climatologice al statiei meteorologice celei mai apropiate de laboratorul de radioactivitate.
 - in partea stinga jos a tabelului se vor nota:
 - tipul sistemului de masurare : SR-5, ST-6, CMR beta, sistem NIM, modul Berthold, NUMECINT, etc;
 - tipul detectorului: Geiger-Muller cu clopot, sonda Geiger-Muller ND306, sonda de scintilatie ND304, etc;
 - valoarea sursei etalon insotita de eroarea relativa inscrisa in buletinul de etalonare; de exemplu, $10 \text{ Bq} \pm 2 \%$;
 - valoarea corectiei de unghi solid, calculata conform anexeii 5.7 pentru cazul in care geometria sursei de etalonare este diferita de cea a tavitelor de masurare. De exemplu suprafete diferite sau distante diferite fata de detector;
 - valoarea lunara (media lunara in cazul statiilor cu program de 24 ore) a factorului de stabilitate a instalatiilor de masurare, determinata cu testul χ^2 conform cap. 2.4.;
 - in partea dreapta jos a tabelului se vor nota anumite observatii referitoare la: defectiuni ale instalatiei de masurare, schimbarea detectorului, motive ale lipsei unor probe, etc.
- Completarea tabelului TRA-1 se va face la sfirsitul fiecarei zile R.A, astfel incit la sfarsitul lunii ea va fi incheiata o data cu ultima masurare intirziata de pe data de 06 a lunii urmatoare si va fi trimisa Laboratorului Central al DGSRM Bucuresti o data cu restul tabelelor lunare, cel tirziu in data de 07 a lunii urmatoare. De exemplu, in 06 august se vor incheia masurarile intirziate ale lunii iulie, tabelul TRA-1 pentru luna iulie va fi completat in intregime, iar pe data de 07 august va fi expedit.

3). Calcule statistice

Valorile obtinute din masurarile imediate si cele dupa 5 zile de colectare vor fi prelucrate statistic, iar rezultatele vor fi trecute in tabelul TRA-7 ce va fi trimis lunar, o data cu celelalte tabele lunare, Laboratorului Central al DGSRM.

Completarea lui se face astfel:

- in partea de sus se completeaza numele statiei de radioactivitate in clar, in paranteza numarul ei de cod [de exemplu BUCURESTI (20)], luna de colectare in litere, anul cu 4 cifre si numele persoanei ce a verificat tabelul;
- pentru depuneri atmosferice, se vor nota atat pentru masurarile dupa 5 zile ca si pentru masurarile imediate, urmatoarele valori:
 - a) valoarea medie lunara a activitatii specifice, ca medie aritmetica a valorilor zilnice, considerind valorile aflate sub limita de detectie ca fiind egale cu aceasta (de exemplu, $< 0,80 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$ va fi luat in calcul ca $0,80 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$); unitatea de masura este $\text{Bq/m}^2 \text{ zi}$ si calculele se vor face cu doua zecimale; daca o singura cifra va avea semnul $<$, intreaga medie va avea acest semn;
 - b) valoarea minima lunara, ca cea mai mica valoare din intregul sir de 28-31 valori; se va pastra semnul $<$ daca valoarea gasita il are;
 - c) valoarea maxima lunara, ca cea mai mare valoare din sirul de valori semnificative; daca toate valorile se afla sub limita de detectie, se trece in coloana respectiva semnul $<$;
 - d) data de producere a valorii maxime in luna respectiva;

e) numarul de valori semnificative (mai mari decit limita de detectie), obtinute in luna respectiva;

f) cantitatea totala de precipitatii (in litri), la data de producere a valorii maxime, obtinuta din informatiile meteorologice;

-in partea de jos a tabelului, la rubrica "Observatii" se vor specifica probleme de colectare, calcul, aparatura ce pot apare la statia de radioactivitate.

f. Exerciții de calcul

Problema 1.

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de depuneri atmosferice colectate in 2 octombrie la ora 8 dimineata si masurate in aceeași zi la ora 16. Proba este depusa pe doua tavite mici. Se dau urmatoarele date:

$T_{col} = 1$ zi, $V_{col} = 2,7$ l, $V_{ev} = 2,7$ l, $S = 0,3$ m², $g = 20$ imp./min.Bq, $K_1 = 200$ imp., $t_{mas} = 1000$ s, $K_2 = 300$ imp., $t_{mas} = 1000$ s, $F = 3,0$ imp./min.

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare a fiecarei tavite:

$$Q_1 = \frac{K_1}{t} = \frac{200}{1000/60} = 12 \text{ imp/min}$$

$$Q_2 = \frac{K_2}{t} = \frac{300}{1000/60} = 18 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a fiecarei tavite in absenta fondului:

$$R_1 = 12,0 - 3,0 = 9,0 \text{ imp/min.}$$

$$R_2 = 18,0 - 3,0 = 15,0 \text{ imp/min.}$$

Se calculeaza viteza de numarare totala:

$$R = R_1 + R_2 = 9 + 15 = 24 \text{ imp/min.}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia:

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot 30 \cdot 2 \cdot \frac{1000}{60} \left(1 + \frac{2 \cdot \frac{1000}{60}}{1 \cdot \frac{1000}{60}}\right)}}{2 \cdot \frac{1000}{60}} = 3.4 \text{ imp/min}$$

Se compara R si R_{ms} . Cum $R > R_{ms}$, activitatea specifica a probei este semnificativa si pentru calculul ei se aplica formula (19):

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{V_{col}}{V_{ev}} \cdot \frac{f_{\Omega}}{ST} = \frac{24 \cdot 2.7 \cdot 1}{20 \cdot 2.7 \cdot 0.3 \cdot 1} = 4.00 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$$

Valoarea calculata fiind sub valoarea de $5 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$, nu se repeta masurarea probei.

Problema 2.

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de depuneri atmosferice colectata in 2 octombrie si masurata in 7 octombrie. Proba este depusa pe o tavita mica. Se dau urmatoarele date:

$T_{\text{col}} = 1 \text{ zi}$, $V_{\text{col}} = 5 \text{ l}$, $V_{\text{cv}} = 2 \text{ l}$, $S = 0,3 \text{ m}^2$, $g = 25 \text{ imp/min.Bq}$, $K = 350 \text{ imp}$, $t_{\text{mas}} = 50 \text{ min}$, $F_1 = 3,5 \text{ imp/min.}$, $F_2 = 4,5 \text{ imp/min.}$, $\bar{F} = 4,0 \text{ imp/min.}$

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare a probei:

$$Q = \frac{K}{t} = \frac{350}{50} = 7,0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a probei in absenta fondului:

$$R = Q - F = 7,0 - 4,0 = 3,0 \text{ imp/min.}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia (11) ca in problema 1, valoarea calculata fiind $R_{\text{ms}} = 1,4 \text{ imp/min}$.

Se compara R cu R_{ms} , $R > R_{\text{ms}}$, activitatea specifica a probei este semnificativa si se va calcula cu formula (19):

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{V_{\text{col}}}{V_{\text{cv}}} \cdot \frac{f_{\text{a}}}{S \cdot T} = \frac{3 \cdot 5 \cdot 1}{25 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 1} = 1,00 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$$

Se calculeaza si abaterea standard a activitatii, σ_{Λ} :

$$\sigma_{\Lambda} = \Lambda \cdot \varepsilon_{\Lambda}, \text{ unde}$$

$$\varepsilon_{\Lambda} = \sqrt{\varepsilon_R^2 + \varepsilon_{R_{\text{ms}}}^2 + \varepsilon_{\Lambda_{\text{ct}}}^2}$$

Din calcule rezulta ca : $\varepsilon_{\Lambda_{\text{ct}}} = 0,02 \%$, $\varepsilon_{R_{\text{ms}}} = 0,08 \%$, $\varepsilon_R = 0,16 \%$ deci $\varepsilon_{\Lambda} = 18 \%$ iar $\sigma_{\Lambda} = 1,0 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi} \cdot 0,18 = 0,18 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$

Rezultatul asupra activitatii specifice va fi insotit de eroare si va fi :

$$\Lambda = 1,0 \pm 0,18 \text{ Bq/m}^2 \text{ zi}$$

Problema 3.

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de depuneri atmosferice colectata in 3 octombrie 1992 si masurata in 8 octombrie. Proba este depusa pe o tavita mica. Se dau urmatoarele date:

$T_{\text{col}} = 1 \text{ zi}$, $V_{\text{col}} = 1 \text{ l}$, $V_{\text{cv}} = 1 \text{ l}$, $S = 0,3 \text{ m}^2$, $g = 20 \text{ imp/min.Bq}$, $K = 100 \text{ imp.}$, $t_{\text{mas}} = 50 \text{ min.}$, $\bar{F} = 3,0 \text{ imp/min.}$

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare a tavitei:

$$Q = \frac{100}{50} = 2 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare fara fond :

$$R = Q - F = 2,0 - 3,0 = -1 \text{ imp/min.}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia (11), iar valoarea calculata va fi $R_{ms} = 1,3 \text{ imp/min}$.

Se compara R cu R_{ms} . Cum $R_{ms} > R$, activitatea specifica a probei este sub limita de detectie a aparatului si se calculeaza valoarea activitatii minime detectabile cu formula (20), valoarea calculata fiind $\Lambda_{md} = 0,22 \text{ Bq/m}^2\text{zi}$.

Activitatea specifica a probei, Λ , va fi :

$$\Lambda < 0,22 \text{ Bq/m}^2\text{zi.}$$

4.1.2. In caz de accident nuclear

In cazul in care statia de radioactivitate constata depasirea valorilor de alarmare sau daca este declansata procedura de alarmare conform planului de alarmare si interventie in caz de accident nuclear, se trece la executarea programului de colectare - pregatire - masurare a probelor de mediu specifice unui accident nuclear.

Acest program este un program flexibil, adaptat tipului de accident produs si valorilor masurate. Frecventele si punctele de colectare vor fi stabilite si comunicate statiei de catre Laboratorul Central al DGSRM, in functie de datele de emisie existente.

a. Colectarea probei

Colectarea se va face la intervale de timp regulate (la 6 ore, 3 ore, etc) conform programului comunicat. Se vor folosi doua metode:

1). Spalarea suprafetelor interioare ale colectorului standard de depuneri sau ale unui lighian de material plastic asezat linga colectorul statiei. In cazul colectorului, proba se va recolta conform punctului 4.1.1.a.

Lighianul va fi acoperit de un strat de 0,5 - 1 cm inaltime de apa distilata acidulata cu HCl (4-5 ml la litrul de apa), cu care va fi spalat. Lichidul de spalare se masoara cu un cilindru gradat si se pastreaza pina la masurare intr-un vas de sticla.

2). Marcarea unei suprafete netede de 50 cm^2 ($5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$) la nivelul solului (pe asfalt, piatra, etc.) si stergerea acesteia cu un tampon de vata umezit cu apa distilata. Dupa stergerea suprafetei marcate, tamponul se introduce intr-un borcan de sticla, punga de material plastic sau de hirtie cerata.

Pentru marcarea se va folosi sablonul de colectare, ce va delimita exact suprafata de colectare.

b. Pregatirea probei

In functie de metoda de colectare folosita, probele se vor pregati pentru masurare astfel:

1) Probele de depuneri si precipitatii atmosferice colectate cu ajutorul colectorului standard sau a lighianului se pregatesc conform punctului 4.1.1.b cu deosebirea ca pentru evaporare, cantitatea de lichid de spalare va fi de 2 - 10 ml, in functie de radioactivitatea probei. Cu cit

proba este mai activa, cantitatea evaporata va fi mai mica. Pentru estimarea gradului de contaminare a probei se face o masurare directa a lichidului de spalare, pipetind 0,5 ml de lichid pe o tavita si masurind direct activitatea. Daca viteza de numarare obtinuta este de trei ori mai mare decit fondul, se vor evapora 1- 2 ml direct pe tavita, in portiuni de 0,5 ml folosind instalatia de evaporare.

2) Probele colectate prin stergerea unei suprafetei marcate se pregatesc prin calcinarea bucatii de vata cu care s-a sters suprafata intr-un creuzet, la 400 C, timp de 10 minute. Cenusă rezultată se trece pe o tavita de masurare si se fixeaza cu 2-3 picături de alcool etilic.

c. Masurarea si calculul gradului de contaminare radioactiva a probei

Dupa pregătire, proba se masoara conform procedurii general din capitolul 3. Timpul de masurare al probei va fi de 10 minute. ~~Fondul radioactiv va fi cel anterior masurării.~~ ~~Factorul de detectie "g" va fi cel determinat zilnic, conform programului de lucru al statiei.~~ Calculul gradului de contaminare se face in functie de metoda de recoltare astfel:

1). Pentru probele colectate cu ajutorul colectorului standard sau a lighianului, se va folosi formula:

$$\Lambda = \frac{R \cdot V_{col} \cdot 1}{g \cdot V_{ev} \cdot S \cdot t} \quad (\text{Bq/m}^2 \text{ ora}) \quad (21)$$

unde

R = viteza de numarare a probei fara fond, la care s-a facut corectia de timp mort daca este cazul, conform capitolului 3; este exprimata in impulsuri/minut.

g = factorul de detectare al instalatiei de masurare; se exprima in impulsuri/min.Bq;

V_{col} = volumul total de lichid colectat; se exprima in ml;

V_{ev} = volumul total de lichid evaporat; se exprima in ml;

S = suprafata interioara totala a colectorului egala pentru colectorul standard cu 0,3 m² sau a lighianului (se va calcula); se exprima in m²;

t = timpul de colectare; se exprima in ore;

2). Pentru probele colectate prin stergerea cu vata a suprafetei de 50 cm² se va folosi formula:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{0.005} \quad \text{Bq/m}^2 \quad (22)$$

unde R si g au aceleasi semnificatii ca mai sus.

d. Exercitii de calcul

Problema 1.

Sa se calculeze gradul de contaminare a unei probe de depuneri atmosferice colectata cu ajutorul unui lighian cu suprafata de 0,2 m². Se dau:

$t_{col} = 4$ ore, $V_{col} = 500$ ml, $V_{ev} = 2$ ml, $S = 0,2$ m², $g = 20$ imp/min.Bq, $K = 20000$ imp,

$t_{mas} = 10$ min, $F = 3,0$ imp/min.

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare a probei:

$$Q = \frac{20000}{10} = 2000 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului:

$$R = Q - F = 2000 - 3,0 = 1997,0 \text{ imp/min.}$$

Comparatia cu R_{ms} nu are sens la asemenea valoare a lui R .

Se calculeaza gradul de contaminare radioactiva a probei cu formula:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{V_{col}}{V_{ev}} \cdot \frac{1}{S \cdot t_{col}} = \frac{1997 \cdot 500 \cdot 1}{20 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 4} = 31203,12 \text{ Bq/m}^2 \text{ ora}$$

Problema 2.

Sa se calculeze gradul de contaminare a unei probe de depuneri atmosferice colectata prin stergerea unei suprafete de 50 cm^2 cu ajutorul tamponului de vata. Se dau:

$K = 10000 \text{ imp}$, $t_{max} = 10 \text{ min}$, $g = 20 \text{ imp/min.Bq}$, $F = 3,0 \text{ imp/min}$.

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare a probei:

$$Q = \frac{10000}{10} = 1000 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului :

$$R = Q - F = 1000 - 3 = 997,0 \text{ imp/min.}$$

Se calculeaza gradul de contaminare radioactiva a probei cu formula

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{S} = \frac{997,0}{20 \cdot 0,005} = 9970,0 \text{ Bq/m}^2$$

4.2. Determinarea radioactivitatii beta globale a probelor de aerosoli atmosferici

Supravegherea nivelului radioactivitatii aerosolilor atmosferici este deosebit de importanta atat in situatii normale cit si in caz de accident nuclear, deoarece aerul constituie mediul prin care transportul poluantilor in mediul inconjurator se face cu maxima rapiditate.

Pot fi puse in evidenta in timp scurt accidente sau incidente nucleare ce contamineaza mediul aerian, deci pot fi luate cu operativitate masuri de protectie a populatiei avind in vedere dimensiunea contaminarii.

Se realizeaza de asemenea si urmarirea nivelului radioactivitatii naturale prin determinarea activitatii descendentilor radionuclizilor naturali radon si toron, prezenti permanent in atmosfera, a caror valori variaza in spatiu si timp, functie de conditiile geografice, orografice si meteorologice.

Determinarea separata a celor doua componente ale radioactivitatii totale a atmosferei (naturala si artificiala) este deosebit de utila in interpretarea valorilor si in evidentierea operativa si corecta a unor contaminari accidentale a atmosferei.

Programul de colectare - masurare al probelor va fi diferit pentru situatiile normale si de accident nuclear.

4.2.1. In situatii normale

a. Colectarea probei

~~Proba de aerosoli atmosferici se colecteaza prin aspirarea unui volum cunoscut de aer pe un filtru. Timpul standard de colectare a unei probe este de 5 ore. Colectarea se face zilnic, frecventa de colectare fiind indicata in programul de lucru al statiei de radioactivitate (anexa 5.1).~~

Observatie:

Daca din anumite motive aspiratia se intrerupe, pompa se reporneste de cite ori este necesar, astfel incit sfirsitul aspiratiei sa nu depaseasca ora stabilita in program, intervalul total de aspirare sa fie mai mare decit 1 ora si obligatoriu ultima ora de aspiratie sa fie completa.

In toate cazurile de intrerupere nu se fac masurari si calcule ale radioactivitatii naturale (radon si toron).

Daca timpul total de aspiratie este mai mic de 1 ora, se considera proba respectiva pierduta si nu se fac masurari.

Instalatia de aspiratie se compune din :

- pompa de aspiratie de vid preliminar;
- debitmetru de aer;
- furtune de aspiratie si evacuare;
- suport filtru.

Pompa de aspiratie de vid preliminar va fi o pompa cu palete de grafit sau cu membrana. Intretinerea ei se face conform cartii tehnice.

Debitmetrul de aer va fi asezat intre suportul de filtru si pompa de aspiratie in cazul cind nu este incorporat pompei, ci reprezinta o piesa separata. Va fi protejat de socuri montind in circuitul instalatiei, inainte ca aerul sa patrunda in el, un vas tampon confectionat din material plastic tip duramit sau tabla, de forma cilindrica, avind dimensiuni aproximative de 50 cm lungime si 15 cm diametru.

Suportul filtrului se va aseza la o inaltime de 2 m de sol, pe un stilp vertical, astfel incit suprafata filtrului sa fie orizontala. Amplasarea suportului de filtru se face, conform recomandarilor Agentiei Internationale de Energie Atomica de la Viena (1), in platforma de observatie a statiei meteorologice sau in conditii de ambient asemanatoare acestuia (spatiu deschis, in afara aglomerarilor urbane, neobturat de obstacole inalte).

Forma suportului de filtru este standardizata. La montarea filtrului se va urmari centrarea perfecta pe orificiul de aspiratie, stringerea corecta a suruburilor de prindere, starea perfecta a garniturii de etansare, astfel incit sa nu fie posibila aspirarea de aer fals prin partiile laterale. Aceasta se poate verifica urmarind conturul ramas pe filtru la sfirsitul aspiratiei, ce trebuie sa fie net delimitat si precis.

La statiile de munte vor folosi instalatia de incalzire a portfiltrului pentru a impiedica formarea ghetii la gura de aspiratie.

Cele doua furtune, de aspiratie si evacuare, trebuie sa fie confectionate din materiale ce nu se deformeaza in timpul aspiratiei sau din cauza variatiilor de temperatura. Se recomanda furtune de cauciuc pinzat, cu diametrul adecvat debitului pompei. Lungimea furtunului de aspiratie nu va depasi 2 m, pentru a nu se reduce debitul pompei.

Gura de evacuare se va amplasa la distanta maxim posibila fata de gura de aspirare pentru a se evita imbicsirea filtrului. Calitatea hirtiei de filtru folosita va fi in general aceeasi in

intreaga retea. Schimbarea tipului de hirtie de filtru se face doar la recomandarea specialistilor Laboratorului Central al DGSRM.

Filtrele folosite au forma circulara si diametrul de 30 mm. Ele pot fi sub forma de runde sau de banda (coala) si in acest caz vor fi decupate cu o plicuța avind diametrul de 30 mm.

Colectarea probei se face astfel: la incetarea intervalului de aspiratie (conform programului de lucru) se apasa concomitent pe butonul de oprire al pompei si cronometrul de mina. Se citește indicatia de volum a debitmetrului de gaz. Se desurubeaza suportul de filtru si se merge in laborator. Se aseaza filtrul pe suportul corespunzator de masurare si se introduce in castelul de plumb.

Intervalul de timp între incetarea aspirării si începerea măsurării trebuie sa fie de 3 minute. In laboratorul de radioactivitate filtrele vor fi pastrate pentru măsurările succesive in cutii inchise, ferite de praf si umezeala. După colectare, pe marginea filtrului se trec datele pentru identificarea lui: ziua, luna si anul aspiratiei si intervalul de aspiratie.

b. Pregatirea probei

Filtrele se masoara direct, fara o pregatire prealabila.

c. Masurarea si calculul activitatii specifice a probei

Pentru determinarea activitatii specifice imediate, a activitatii specifice a descendentilor radio nuclizilor naturali radon si toron si a radioactivitatii artificiale in aer, fiecare filtru este supus unei secvente de 3 masurari succesive.

1. După 3 minute de la incetarea aspirării se efectueaza o masurare cu o durata de $t_1 = 1000$ sec. Se obtine un numar de pulsuri K_1 . Se calculeaza viteza de numarare in prezenta fondului radioactiv, Q_1 :

$$Q_1 = \frac{K_1}{t_1} \quad (\text{imp/min}) \quad (23)$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului, R_1 :

$$R_1 = Q_1 - F_1 \quad (\text{imp/min}) \quad (24)$$

unde F_1 = fondul anterior măsurării, exprimat in imp/min.

2. După 20 ore de la incetarea aspirării (25 ore pentru aspirarea 2-7 la statiile cu program de 11 ore) se efectueaza o masurare cu durata de $t_2 = 50$ min. Se obtine un numar de pulsuri K_2 . Se calculeaza viteza de numarare in prezenta fondului, Q_2 :

$$Q_2 = \frac{K_2}{t_2} \quad (\text{imp/min}) \quad (25)$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului, R_2 :

$$R_2 = Q_2 - \bar{F}_2 \quad (\text{imp/min}) \quad (26)$$

unde \bar{F}_2 este media fondurilor ce incadreaza măsurarea (cel anterior si cel posterior măsurării), exprimat in imp/min.

3. **Dupa 5 zile de la incetarea aspiratiei** (nu este importanta ora la care se face masurarea) se efectueaza o masurare cu o durata de $t_3 = 50$ minute. Se obtine un numar de pulsuri K . Se calculeaza viteza de numarare, Q_3 :

$$Q_3 = \frac{K_3}{t_3} \quad (\text{imp/min}) \quad (27)$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului, R_3 :

$$R_3 = Q_3 - \bar{F}_3 \quad (\text{imp/min}) \quad (28)$$

unde \bar{F}_3 este **media fondurilor ce incadreaza masurarea, exprimat in imp/min.**

Cu vitezele de numarare R_1, R_2, R_3 se determina urmatoarele marimi :

1) **Activitatea specifica imediata** a aerului, cu formula :

$$\Lambda_{im} = \frac{R_1}{V \cdot \eta \cdot g_1} \quad (\text{Bq/m}^3) \quad (29)$$

unde

V = volumul de aer aspirat, exprimat in m^3 ;

g_1 = factorul de detectare corespunzator primei masurari a filtrului, exprimat in $\text{imp/Bq} \cdot \text{min}$

η = randamentul de retinere pe filtru a aerosolilor ce difera in functie de tipul de filtru ; valoarea lui va fi comunicata de specialistii Laboratorului Central;

R_1 are semnificatia de mai sus .

Precizari:

1) **Daca in circuitul instalatiei de prelevare exista debitmetru de gaz, volumul aspirat se calculeaza facind diferenta intre volumul citit la sfirsitul aspirarii si volumul citit la inceperea aspirarii.**

Daca debitmetrul lipseste, volumul aspirat se apreciaza inmultind debitul mediu al pompei (determinat din mai multe masurari succesive ale debitului efectuate cu ajutorul unui debitmetru de etalonare) cu timpul de aspiratie, $\bar{V} = \bar{D} \cdot t_{asp}$, unde \bar{D} este exprimat in m^3/ora , iar t_{asp} este exprimat in ore.

2) **Marimile ce intervin in formula (29) se calculeaza cu o zecimala.**

3) **Daca valoarea activitatii specifice imediate depaseste valoarea de atentionare de 10, Bq/m^3 , se repeta masurarea filtrului la o ora de la incetarea aspiratiei. Se compara valoarea initiala cu cea remasurata (calculata conform formulei 29). Daca se constata o scadere semnificativa a vitezei de numarare inseamna ca radioactivitatea naturala este raspunzatoare de valoarea determinata, scaderea datorindu-se timpilor de injumatatire mici ai descendentilor radonului si toronului.**

Daca valoarea determinata initial nu scade, pe filtru pot exista radionuclizi artificiali datorati unui eveniment nuclear sau o particula fierbinte. Operatorul statiei de radioactivitate va lua imediat legatura cu specialistii Laboratorului Central al DGSRM pentru masurari suplimentare necesare identificarii cauzelor fenomenului produs.

Se calculeaza o medie a primelor valori zilnice ale aerosolilor aspirati in intervalul zilei R.A. (intre orele 08 si 07 a zilei urmatoare) si o medie a remasurarilor in acelasi interval.

Exemplu: O statie cu program de 24 ore ce face 4 aspiratii de aer la care se obtin urmatoarele valori:

- aspiratia I, 8-13, 2,5 Bq/m³ ;
- aspiratia II, 14-19, 1,0 Bq/m³ ;
- aspiratia III, 20-01, 4,9 Bq/m³ iar remasurat 2,0 Bq/m³ ;
- aspiratia IV, 2-7, 5,0 Bq/m³ iar remasurat 2,5 Bq/m³ ;

Se face media aritmetica a primelor masurari :

$$M_1 = \frac{2,5 + 1,0 + 4,9 + 5,0}{4} = 8,6 \text{ Bq/m}^3$$

Se face media aritmetica a remasurarilor :

$$M_2 = \frac{2,5 + 1,0 + 2,0 + 2,5}{4} = 2,0 \text{ Bq/m}^3$$

2) Activitatea radonului , cu formulele

- in cazul in care $R_1 \geq R_{ms1}$
 $R_2 \geq R_{ms2}$

$$\Lambda_{Rn} = \left(\frac{R_1}{D \cdot \eta \cdot g_1} C_1 - \frac{R_2}{D \cdot \eta \cdot g_2} C_2 \right) \pm \sigma_{\Lambda} \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (30)$$

- in cazul in care $R_1 \geq R_{ms1}$
 $R_2 < R_{ms2}$

$$\Lambda_{Rn} < \Lambda_{mdRn} \text{ si } \Lambda_{mdRn} = \frac{R_1}{D \cdot \eta \cdot g_1} C_1 - \frac{R_{ms2}}{D \cdot \eta \cdot g_2} C_2 \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (31)$$

- in cazul in care R_1 si R_2 sunt foarte apropiate ca valori, avind ambele fie valori foarte mici (cum se poate intalni iarna, in conditii de sol acoperit de zapada), fie valori foarte mari (care se pot produce in cazul unei urgente nucleare), activitatea specifica a radonului nu se calculeaza.

Marimile ce apar in formulele (30) si (31):

- R_1, R_2, η au semnificatiile cunoscute;
- R_{ms1}, R_{ms2} , reprezinta vitezele de numarare minime semnificative pentru prima si a doua masurare ;
- D reprezinta debitul de aspiratie al probei, exprimat in m³/ora;
- C_1, C_2 sint coeficienti de calcul, exprimat in ora⁻¹, a caror valoare este data mai jos:

	C_1	C_2
$\Delta t = 20 \text{ ore}, t_{asp} = 5 \text{ ore}$	646	2377
$\Delta t = 25 \text{ ore}, t_{asp} = 5 \text{ ore}$	646	3292

Toate marimile ce apar in formule se calculeaza cu o singura zecimala, iar activitatea radonului se va exprima in numere intregi.

3) Activitatea toronului, cu formulele:

- in cazul in care $R_2 \geq R_{ms2}$,

$$\Lambda_{Tn} = \frac{R_2}{D \cdot \eta \cdot g_2} C_3 \pm \sigma_\Lambda \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (32)$$

- in cazul in care $R_2 < R_{ms2}$,

$$\Lambda_{Tn} < \Lambda_{mdTn} \text{ si } \Lambda_{mdTn} = \frac{R_{ms2}}{D \cdot \eta \cdot g_2} C_3 \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (33)$$

Marimile ce apar in formule au semnificatiile de mai sus si se calculeaza cu o singura zecimala. Valoarea coeficientului C_3 este:

$\Delta t, t_{asp} = 5$ ore	20 ore	25 ore
C_3	421	583

Valoarea toronului se calculeaza cu o singura zecimala.

4) Activitatea artificiala, cu formulele:

- in cazul in care $R_3 \geq R_{ms3}$,

$$\Lambda = \frac{R_3}{V \cdot \eta \cdot g_3} 1000 \pm \sigma_\Lambda \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (34)$$

- in cazul in care $R_3 < R_{ms3}$,

$$\Lambda < \Lambda_{md} \text{ si } \Lambda_{md} = \frac{R_{ms3}}{V \cdot \eta \cdot g_3} 1000 \quad (\text{mBq/m}^3) \quad (35)$$

Marimile din formule (34) si (35) au semnificatiile explicitate mai sus. σ_Λ se calculeaza conform anexei 5.3. Toate marimile se calculeaza cu o zecimala.

Toate notatiile si calculele activitatii specifice pentru masurarea imediata, de radon si toron si cea artificiala vor fi trecute in caietul de calcule al statiei in asa fel incit completarea tabelor centralizatoare lunare TRA2, TRA6 si TRA7 sa fie cit mai simpla.

d. Expedierea probei

Dupa terminarea secventei de masurari, filtrele vor fi pastrate separat in cutii inchise. La sfirsitul lunii toate filtrele colectate in luna respectiva (din data de 1 ora 02 in data de 31 ora 14) vor fi puse intr-un plic pentru a fi trimise impreuna cu restul probelor lunare pentru analiza gamma spectrometrica.

Pe plic se vor inscrie date pentru identificarea probei si anume:

- statia R.A.(numarul ei);
- luna, anul;
- volumul total de aer aspirat intr-o luna (obtinut prin insumarea volumelor aspirate pe filtrele zilnice), in m^3 .

De exemplu :

STATIA R.A. CRAIOVA
AEROSOLI, luna MAI 1992
 $V_{total} = 3600 m^3$.

e. Fluxul informational

Se realizeaza in 4 etape :

1) Flux rapid

Pentru masurarile imediate, valorile activitatii specifice a aerosolilor, exprimate in Bq/m^3 si calculate fara erori statistice, vor fi transmise a doua zi pina la ora 9 la sediul central al DGSRM Bucuresti - Afumati impreuna cu celelalte valori obtinute la masurarile rapide. Se transmit valorile imediate ale radioactivitatii probelor de aerosoli, remasarile si mediile masurarilor imediate si ale remasarilor.

Urmarind acelasi exemplu dat la punctul c, o astfel de transmisie va arata astfel :

2,5 ; 1,0 ; 4,0/2,0 ; 5,0/2,5 ; 3,1/2,0 (Bq/m^3).

In cazul atingerii valorii de avertizare de $50 Bq/m^3$, se procedeaza conform capitolului 4.2.1.c.

2) Flux lent

Pentru masurarile intirziate, dupa 5 zile de la colectare, rezultatele destinate prelucrarii finale a datelor de radioactivitate a aerosolilor atmosferici vor fi trecute in tabelul TRA-2.

Completarea lui se face astfel :

- in partea de sus a tabelului se completeaza numele statiei de radioactivitate in clar, numarul ei de cod, luna de colectare in litere, anul cu patru cifre, intervalul de aspiratie si numele persoanei ce a verificat tabelul;
- in coloana 1 se vor inscrie data de colectare si cea de masurare a probei, in cifre de la 01 la 30 sau 31. De exemplu, proba colectata in data de 01 va fi masurata dupa 5 zile, in data de 06, iar in rubrica respectiva va apare sub forma 01/06 ;
- in coloana 2 se inscrie durata aspirarii, exprimata in ore ;
- in coloana 3 se va nota volumul de aer aspirat, exprimat in m^3 , cu o zecimala ;
- in coloana 4 se trece valoarea fondului folosit la calculul activitatii specifice, care in cazul masurarii intirziate este media fondurilor ce incadreaza masurarea, conform capitolului 2.1. Se exprima sub forma unei cifre cu o zecimala, de exemplu 4,5 imp/min ;
- coloana 5 contine date de masurare a probei si este divizata in 2 subcoloane:
 - in subcoloana 5a se inscrie numarul de pulsuri obtinut la masurarea probei in timpul "t" (vezi capitolul 4.2.1.c) ;
 - in subcoloana 5b se inscrie viteza de numarare a probei in absenta fondului radioactiv, R. Se exprima sub forma unei cifre calculata cu o zecimala.
- in coloana 6 se inscrie valoarea vitezei de numarare minime semnificative, R_{ms} , calculata conform capitolului 2.6. Se exprima sub forma unei cifre cu o zecimala ;
- in coloana 7 se trece valoarea factorului de detectie al instalatiei de masurare, "g", calculata conform capitolului 2.2. Se exprima sub forma unei cifre cu o zecimala ;
- in coloana 8 se trece valoarea factorului η , randamentul de retinere al filtrului pe care s-a colectat proba:

- in coloana 9 se inscrie valoarea erorii relative de masurare a activitatii, calculata conform anexei 5.3. Se exprima sub forma procentuala, in numere intregi;
 - coloana 10 cuprinde valoarea finala a activitatii specifice beta globale a probei de aerosoli atmosferici insotita de abaterea standard. Se calculeaza conform capitolului 4.2.1.c si anexei 5.3. Este exprimata sub forma unei cifre cu doua zecimale;
 - coloana 11 cuprinde date meteorologice caracteristice ultimei ore de aspiratie si anume:
 - directia (in clar) si viteza (in m/s) a vantului la sol masurat la girueta sau cu anemometrul ;
 - clasa de statificare, apreciata cu ajutorul schemei Pasquill-Turner, conform anexei 5.6 ;
 - in partea stanga jos a tabelului se vor nota:
 - tipul numaratorului: SR-5, ST-6, CMR beta, sistem NIM, modul Berthold, NUMECIT, etc. ;
 - tipul detectorului: Geiger-Muller cu clopot, sonde Geiger-Muller ND-306, sonde de scintilatie ND-304, etc.;
 - valoarea sursei etalon insotita de eroarea relativa inscrisa in buletinul de etalonare; de exemplu, 10 Bq \pm 2%;
 - valoarea lunara (media lunara in cazul statiilor cu program de 24 de ore) a indicelui de stabilitate a instalatiei de masurare, determinata cu testul χ^2 , conform capitolului 2.4;
 - in partea dreapta jos a tabelului, se vor nota observatiile referitoare la: defectiuni ale instalatiei de masurare, inlocuirea detectorului, motive ale lipsei unor probe, etc.
- Datele meteorologice vor fi notate din registrul de observatii sinoptice al statiei meteorologice celei mai apropiate de laboratorul de radioactivitate.
- Completarea tabelului TRA-2 se va face la sfirsitul fiecarei zile R.A., astfel incit ea va fi completa odata cu ultima masurare intirziata din data de 06 a lunii urmatoare si va fi trimisa Laboratorului Central al DGSRM impreuna cu celelalte tabele lunare, cel tirziu in data de 07 a lunii urmatoare.
- Masurarile zilnice ale descendentilor radionuclizilor naturali radon si toron vor fi trecute in tabelul TRA-6. Completarea lui se face astfel :
- in partea de sus a tabelului completarea este identica cu cea descrisa la punctul 2 pentru tabelul TRA-2 ;
 - in coloana 1 se inscrie data colectarii probei, in cifre de la 01 la 30 sau 31 ;
 - in coloana 2 se inscrie debitul pompei in m³/h, exprimat in cifre intregi urmate de o zecimala ;
 - in coloana 3 se inscrie randamentul filtrului, η , o valoare constanta pentru acelasi tip de filtru ;
 - coloana 4 contine date de masurare pentru calculul activitatii specifice a radonului si este divizata in 4 subcoloane :
 - in subcoloana 4a se inscrie numarul de pulsuri obtinut la prima masurare (dupa 3 minute de la colectare) a filtrului ;
 - in subcoloana 4b se trece valoarea fondului radioactiv, anterior primei masurari a filtrului, calculat in cifre intregi urmate de o zecimala, exprimat in imp/min. ;
 - in subcoloana 4c se trece valoarea vitezei de numarare a filtrului in absenta fondului, radioactiv, R₁, calculat in cifre intregi urmate de o zecimala, exprimata in imp/minut ;
 - subcoloana 4d cuprinde valorile factorului de detectare corespunzator primei masurari a filtrului, g₁, calculat in cifre intregi urmate de o zecimala, exprimat in imp/min.Bq ;
 - coloana 5 contine date de masurare pentru calculul activitatii specifice a toronului si este divizata in 5 subcoloane :

- in subcoloana 5a se inscrie intervalul de timp intre colectarea probei de aerosoli si a doua masurare a filtrului, exprimat in ore. In mod normal Δt va fi egal cu 20 sau 25 ore;
- subcoloanele 5b-5f cuprind date asemanatoare celor completate in subcoloanele 4a - 4d, referitoare la a doua masurare a filtrului ;
- coloanele 6 si 7 cuprind valorile activitatii specifice ale radonului, respectiv toronului, calculate conform punctului 4.2.1.c. Valorile activitatii specifice a radonului se exprima in numere intregi, iar cele ale toronului in numere intregi, urmate de o zecimala. Unitatea de masura este mBq/m^3 ;
- coloana 6 cuprinde date asupra fenomenelor meteorologice produse in intervalul de aspiratie. Vor fi inscise principalele fenomene meteorologice, notind si intervalele de producere.

Informatiile vor fi luate din registrul sinoptic al statiei meteorologice celei mai apropiate de statia R.A.

3) Calcule statistice

Valorile activitatilor specifice obtinute in urma masurarilor imediate, ale radonului si toronului si ale masurarilor dupa 5 zile vor fi prelucrate statistic, iar rezultatele vor fi trecute in tabelul TRA-7. Modul de completare, modul de calcul al mediilor, alegerea valorilor maxime si minimelor lunare sunt prezentate in capitolul 4.1.1. e.3.

f. Exerciții de calcul

Problema 1.

Sa se calculeze activitatea specifica obtinuta la masurarea imediata, dupa 5 zile, precum si ale radonului si a toronului pentru o proba de aerosoli atmosferici. Se dau urmatoarele date :

a) prima masurare a filtrului :

$\Delta t_1 = 3 \text{ min.}$, $V_{cot} = 30 \text{ m}^3$, $F_1 = 5 \text{ imp/min.}$, $K_1 = 7000 \text{ imp.}$, $t_1 = 1000 \text{ s}$, $g_1 = 20 \text{ imp/min.}$, $\eta = 1$

b) a doua masurare a filtrului :

$\Delta t_2 = 20 \text{ ore}$, $D = 30 \text{ m}^3/5\text{h} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$, $F_2' = 5 \text{ imp/min.}$, $F_2'' = 6 \text{ imp/min.}$, $\bar{F}_2 = 5,5 \text{ imp/min.}$, $K_2 = 1600 \text{ imp.}$, $t_2 = 50 \text{ min.}$, $g_2 = 20 \text{ imp/min.}$

c) a treia masurare a filtrului :

$\Delta t_3 = 5 \text{ zile}$, $F_3' = 5 \text{ imp/min.}$, $F_3'' = 5 \text{ imp/min.}$, $\bar{F}_3 = 5 \text{ imp/min.}$, $K_3 = 200 \text{ imp.}$, $t_3 = 50 \text{ min.}$, $g_3 = 21 \text{ imp/min.}$

Rezolvare :

a) Activitatea specifica imediata

Se calculeaza viteza de numarare a filtrului la 3 minute de la incetarea aspirarii :

$$Q_1 = \frac{K_1}{t_1} = \frac{7000}{1000/60} = 420 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului radioactiv :

$$F_1 = 420 - 5 = 415 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza activitatea specifica imediata, fiind evident ca $R_1 > R_{ms}$:

$$\Lambda_{im} = \frac{R_1}{g_1 \cdot V \cdot \eta} = \frac{415}{20 \cdot 30 \cdot 1} = 0,7 \text{ Bq/m}^3$$

Rezultatul obtinut fiind sub valoarea de atentionare de 10 Bq/m^3 , filtrul nu se remasoara.

b) Activitatea specifica artificiala (dupa 5 zile de la colectare).

Se calculeaza viteza de numarare a filtrului la 5 zile de la incetarea aspirarii :

$$Q_3 = \frac{K_3}{t_3} = \frac{200}{50} = 4 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului radioactiv :

$$R_3 = Q_3 - \bar{F}_3 = 4 - 3 = -1$$

Se calculeaza R_{ms3} cu expresia (11):

$$R_{ms3} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 50 \cdot \left(1 + \frac{1 \cdot 50}{2 \cdot 1000/60}\right)}}{2 \cdot 50} = 1,6 \text{ imp/min}$$

Se compara R_3 cu R_{ms3} . Activitatea artificiala specifica a probei este sub limita de detectie Λ_{md} , ce se calculeaza cu expresia:

$$\Lambda_{md} = \frac{R_{ms3}}{g_3 \cdot V \cdot \eta} \cdot 1000 = \frac{1,6}{21 \cdot 30 \cdot 1} \cdot 1000 = 2,5 \text{ mBq/m}^3$$

Deci activitatea specifica a probei are valoarea situata sub limita de detectie, adica $\Lambda < 2,5 \text{ mBq/m}^3$

c) Activitatea specifica a radonului si toronului

Se calculeaza viteza de numarare a filtrului la 20 ore de la incetarea aspiratiei :

$$Q_2 = \frac{K_2}{t_2} = \frac{1600}{50} = 32 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului radioactiv:

$$R_2 = Q_2 - \bar{F}_2 = 32 - 5,5 = 26,5 \text{ imp/min}$$

Comparand R_2 cu R_{ms2} , rezulta ca $R_2 > R_{ms2}$.

Se calculeaza activitatea specifica a radonului cu expresia (30):

$$\Lambda_{Rn} = \frac{415}{20 \cdot 6 \cdot 1} \cdot 646 - \frac{26,5}{20 \cdot 6 \cdot 1} \cdot 2377 = 1709 \text{ mBq/m}^3$$

Se calculeaza activitatea specifica a toronului cu expresia (31):

$$\Lambda_{Tn} = \frac{26,5}{20 \cdot 6 \cdot 1} \cdot 421 = 92,9 \text{ mBq/m}^3$$

Sintetizind rezultatele, am obtinut :

- valoarea activitatii specifice imediate, $\Lambda_{im} = 0,7 \text{ Bq/m}^3$;

- valoarea activitatii specifice intarziate, dupa 5 zile de la colectare, $\Lambda < 2,5 \text{ mBq/m}^3$;
- valoarea activitatii specifice a radonului, $\Lambda_{Rn} = 1709 \text{ mBq/m}^3$;
- valoarea activitatii specifice a toronului, $\Lambda_{Tn} = 92,9 \text{ mBq/m}^3$

4.2.2. In caz de urgenta radiologica

In cazul unei urgente radiologice (incident sau accident nuclear), identificata de statia de radioactivitate sau notificate conform planului de alarmare si interventie in caz de accident nuclear, se trece la executarea programului de colectare - pregatire - masurare a probelor de mediu specific urgentei nuclear. Acest program va fi stabilit si comunicat spre aplicare statiei de radioactivitate de catre specialistii Laboratorului Central al DGSRM in functie de tipul de accident, intensitatea emisiilor radioactive, inventarul emisiilor, etc.

a. Colectarea probei

Se procedeaza ca in situatiile normale, programul de colectare fiind insa adaptat caracteristicilor accidentului. Astfel, se pot face :

- aspiratii la intervale regulate de timp, din 6 in 6 ore sau din 3 in 3 ore, pentru cazuri in care nu a fost inca atinsa valoarea de alarmare de 200 Bq/m^3 ;

- daca cresterea este de 100 de ori mai mare decat valorile medii ale masurarilor rapide, se executa aspiratii repetate de 10 minute ;

- daca cresterea este mai mica, dar peste limita de alarmare, se fac aspiratii repetate, din ora in ora;

- aspiratii continue, in cazul in care statia dispune de monitor de aer; inceperea si terminarea aspiratiei vor fi anuntate statiei de Laboratorul Central al DGSRM Bucuresti; in general, intervalul de aspiratie pe un filtru este de o saptamina, dupa care se schimba filtrul.

Pentru aspiratie pot fi folosite pompele obisnuite ale statiei sau monitoarele de aer. Este foarte importanta cunoasterea exacta a volumului de aer aspirat, deci existenta unui debitmetru de aer in sistemul de aspiratie este obligatorie.

Filtrele folosite pentru aspiratia cu pompa obisnuita a statiei sint cele intrebuintate in mod curent de statia de radioactivitate. Filtrele folosite de monitorul de aer sint filtre speciale si vor fi procurate prin intermediul Laboratorului Central al DGSRM.

b) Pregatirea probelor

Masurarea probelor de aer se face direct, fara o pregatire prealabila a probei colectata pe filtru.

c) Masurarea si calculul gradului de contaminare radioactiva a probei

Filtrele pe care aerul a fost aspirat cu ajutorul pompei se masoara de catre operatorul statiei de radioactivitate, conform procedurii general expus in capitolul 3. Filtrele de monitor se expediază la Laboratorul Central al DGSRM imediat dupa colectare, in plicuri inchise pe care se trec intervalul de aspiratie (ziua, luna, ora) si volumul total de aer aspirat pe filtrul respectiv.

La statia de radioactivitate filtrul recoltat va fi masurat in doua etape :

- dupa 3 minute de la recoltare, timp de 10 minute, calculindu-se gradul de contaminare a aerului cu expresia :

$$\Lambda_{im} = \frac{R_1}{g \cdot V \cdot \eta} \quad (\text{Bq} / \text{m}^3) \quad (36)$$

unde

R_1 = viteza de numarare a probei in absenta fondului radioactiv, exprimata in imp/min. Pentru viteze de numarare mai mari de 10.000 de pulsuri, se aplica corectia de timp mort ;

g, V, η = marimi a caror semnificatie este cea cunoscuta.

- **dupa o ora de la inceperea primei masurari, timp de 10 minute**, calculindu-se valorile radioactivitatii naturale cu formulele :

$$\Lambda_{Rn} = \frac{R_1}{g \cdot D \cdot \eta} \cdot 1247 - \frac{R_2}{g \cdot D \cdot \eta} \cdot 1312 \quad (\text{mBq} / \text{m}^3) \quad (37)$$

$$\Lambda_{Tn} = \frac{R_1}{g \cdot D \cdot \eta} \cdot 248 - \frac{R_2}{g \cdot D \cdot \eta} \cdot 798 \quad (\text{mBq} / \text{m}^3) \quad (38)$$

unde

R_2 = viteza de numarare a probei in absenta fondului radioactiv masurata dupa o ora de la colectare.

Se compara aceste valori cu valorile medii ale activitatii specifice ale radonului si toronului pe o durata de cel putin 1 an. Daca sunt mult mai mari (in special Λ_{Tn}) inseamna ca exista o contaminare a aerului produsa de radioizotopi artificiali.

d) Exerciitii de calcul

Problema 1.

Sa se determine gradul de contaminare radioactiva si natura contaminarii pentru unui filtru. Se dau :

$\Delta t_1 = 3 \text{ min.}, V = 5 \text{ m}^3, T_{col} = 1 \text{ h}, F_1 = 5 \text{ imp/min.}, g = 20 \text{ imp/min.Bq}, K_1 = 50.000 \text{ imp},$
 $t_1 = 10 \text{ min.}, \Delta t_2 = 1 \text{ h}, K_2 = 27.000 \text{ imp.}, t_2 = 10 \text{ min.}, F_2 = 6 \text{ imp/min.},$
 $\Lambda_{Rn \text{ anual}} = 500 \text{ mBq} / \text{m}^3$ si
 $\Lambda_{Tn \text{ anual}} = 10 \text{ mBq} / \text{m}^3$

Rezolvare :

Se calculeaza vitezele de numarare imediata si dupa o ora, R_1 si R_2 :

$$R_1 = \frac{K_1}{t_1} - F_1 = \frac{50000}{10} - 5 = 49995 \text{ imp/min}$$

$$R_2 = \frac{K_2}{t_2} - F_2 = \frac{27000}{10} - 6 = 26994 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza activitatea specifica imediata pe filtru cu expresia (36):

$$\Lambda_{im} = \frac{49995}{20 \cdot 5 \cdot 1} = 50 \text{ Bq} / \text{m}^3$$

Valoarea este mai mica decit limita de alarmare de 200 Bq/m³.

Se calculeaza activitatea specifica a radonului si toronului cu expresiile (37) si (38):

$$\Lambda_{Rn} = \frac{49995}{20 \cdot 5 \cdot 1} \cdot 1247 - \frac{26994}{20 \cdot 5 \cdot 1} \cdot 1312 = 269276 \text{ mBq/m}^3$$

$$\Lambda_{Tn} = \frac{49995}{20 \cdot 5 \cdot 1} \cdot 248 - \frac{26994}{20 \cdot 5 \cdot 1} \cdot 798 = 339400 \text{ mBq/m}^3$$

Comparind aceste valori cu valorile medii anuale de radon si toron (500 respectiv 10 mBq/m³) nu se poate interpreta contaminarea filtrelor ca fiind produsa de radioactivitatea naturala, ci evident exista o componenta artificiala responsabila de aceasta contaminare.

4.3. Determinarea activitatii beta globale a probei de apa

Supravegherea radioactivitatii mediului include monitorizarea radioactivitatii urmatoarelor categorii de apa:

- apa potabila
- apa de suprafata
- apa de adincime (pinza freatica)

4.3.1. In situatii normale

a. Colectarea probei

Apa potabila

Se colecteaza din reseaua de alimentare a localitatii in care functioneaza statia de radioactivitate. Frecventa de colectare este cea din programul de lucru al statiei de radioactivitate din anexa 5.1. Cantitatea de proba colectata este de 1 litru. Proba se colecteaza direct in capsula de evaporare.

Apa de suprafata

Se colecteaza din apele curgatoare principale cele mai apropiate de statia de radioactivitate. Frecventa de colectare poate fi:

- zilnica
- saptaminala, in ziua de luni, aproximativ la ora 9
- lunara

Atit frecventa de colectare, cit si punctele de colectare sunt stabilite pentru fiecare statie de radioactivitate impreuna cu specialistii Laboratorului Central al DGSRM.

Scopul este asigurarea unei retele optime de puncte de monitorizare a radioactivitatii principalelor cursuri de apa din tara.

Pentru raurile mari si mijlocii colectarea se face din mijlocul firului apei. Pentru Dunare se recomanda ca recoltarea sa se faca cit mai aproape de linia de mijloc a apei, la o adincime de 1.5-2 m sub nivelul apei.

Cantitatea colectata este de 1 litru. Proba se colecteaza in vase de polietilena cu capac, avind capacitatea de 2 - 3 l. O data pe luna vasul se spala cu o solutie concentrata de carbonat de sodiu, se limpezeste bine cu apa potabila si apoi cu apa distilata.

Apa de adincime

Se colecteaza din foraje hidrologice existente in judet. Punctele de colectare se stabilesc impreuna cu specialistii Laboratorului Central al DGSRM, astfel incat sa poata fi

monitorizata radioactivitatea apei freatice in punctele cu risc crescut de poluare radioactiva (mine, halde de cenusa, halde de zgura, etc.).

~~Frecventa de colectare este lunara. Cantitatea colectata este de 1 litru.~~ Proba se colecteaza in vase de polietilena sau sticla. Daca se intrebuinteaza acelasi vas, acesta se va spala dupa golire cu o solutie concentrata de carbonat de sodiu, se va limpezi bine cu apa potabila si apoi cu apa distilata.

b. Pregatirea probei

Pregatirea probei pentru masurare necesita urmatoarele operatii:

1. etichetare ;
2. evaporare ;
3. fixare pe tavite .

1. Etichetarea probei

Proba colectata si adusa in laborator va fi insotita in toate etapele de pregatire - masurare, pina la depozitarea ei, de o eticheta pe care se vor nota: data si ora colectarii, felul apei (potabila sau netratata), provenienta (robinet, riu, put, izvor, foraj hidrologic), locul prelevarii (denumirea localitatii).

2. Evaporarea probei

Pentru masurarea beta globala se va prelucra 1 litru de apa.

Proba se agita bine in vasul in care a fost adusa pentru omogenizarea continutului si se masoara cu ajutorul unui cilindru gradat cantitatea de 1 litru, ce se toarna intr-o capsula de portelan cu capacitatea de 1 litru. Capsula de portelan este in prealabil spalata cu apa potabila si clatita cu apa distilata.

Se pune capsula la evaporat sub instalatia de evaporare descrisa in capitolul 4.1.1.b) si se evaporata continutul ei pina la sec. Se va avea grija ca in timpul evaporarii sa se spele din cind in cind peretii capsulei cu lichidul existent, folosind o bagheta de sticla cu mansona de cauciuc, pentru a se evita fixarea probei pe peretii laterali ai capsulei.

Este foarte important ca proba sa nu fie adusa la temperatura de fierbere. Expunerea probei la temperatura ridicata nu trebuie prelungita pentru ca proba sa nu se mineralizeze in capsula si sa se fixeze pe peretii acesteia.

3. Fixarea pe tavite.

Dupa evaporarea la sec a probei, se razuie cu grija reziduul din capsula cu ajutorul unei spatule.

Precizare:

Dupa evaporarea probei si si transvazarea pe tavite de numarare, capsulele folosite sint pregatite pentru o noua intrebuintare. Sunt spalate cu apa si detergent, clatite cu aproximativ 100 ml solutie de decontaminare (vezi anexa 5.8.) si in final cu cca. 500 ml apa distilata.

Se farimiteaza foarte fin prin frecare. Se transvazeaza cu atentie pe una sau mai multe tavite de numarare. Se foloseste spatula sau o bagheta de sticla. ~~Cantitatea de rezidu~~ din fiecare tavita nu trebuie sa depaseasca $1/2 - 1/3$ din capacitatea tavitei, pentru a se evita ~~autosorbti~~ia radiatiei beta in grosimea probei. In functie de masa reziduului obtinut se pot folosi 1 - 4 tavite mici ($d = 1,5$ cm) sau 1 - 3 tavite mari ($d = \dots$ cm). Se fixeaza reziduul cu citeva picaturi de alcool puse in fiecare tavita si se usuca la marginea becului de evaporare (sau pe marginea bii de nisip) timp de 2 - 3 minute. Pe eticheta de identificare a probei se

vor nota urmatoarele date: data si locul prelevarii si felul apei (potabila, de suprafata sau de adincime)

Eticheta de identificare va insoti proba pina la terminarea masurarilor.

Atunci cand cantitatea de reziduu obtinuta este atit de mare incit nu poate fi cuprinsa pe numarul maxim de tavite recomandat, se procedeaza dupa cum urmeaza:

- se cintareste intreaga cantitate de reziduu obtinut, m_{tot} ;
- se retine pentru masurare o cantitate de aproximativ 2 grame de reziduu, ce se cintareste si se imparte pe 3 tavite de masurare mari (cantitatea maxima ce poate fi pusa pe o tavita mare de masurare este de circa .70 grame); se noteaza masa probei masurate cu m_{mas} . Se completeaza eticheta de identificare a probei cu cele doua valori ale masei totale si masei masurate.

c. Masurarea si calculul activitatii beta globale a probei

Masurarea activitatii beta globale a probelor de apa se efectueaza in doua etape:

- a) ~~imediat dupa pregatirea probei, in ziua recoltarii, pentru probele de apa potabila si apa de suprafata colectata zilnic;~~
- b) ~~dupa 5 zile de la recoltare pentru probele de apa de suprafata colectate saptaminal si lunar, si pentru proba zilnica de apa de suprafata colectata in ziua de luni, aceasta masurindu-se prima data in ziua recoltarii (adica luni) si apoi dupa 5 zile de la recoltare.~~

Se foloseste instalatia de masurare descrisa in capitolul 1.

Tavita sau tavitele pe care este fixata proba se introduc in castelul de plumb si se masoara un timp "t". Acest timp va fi:

- $t = 1000 \text{ s} = 1000/60 \text{ min.}$ pentru masurarea imediata a probei;

- $t = 3000 \text{ s} = 3000/60 = 50 \text{ min.}$ pentru masurarea dupa 5 zile a probei.

In cazul probei divizate pe mai multe tavite, fiecare tavita va fi masurata timpul "t" corespunzator.

Masurarea si calculul activitatii totale se vor face conform capitolului 3.

Calculul activitatii specifice beta globale a probei de apa se face cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{V_{ev}} \cdot \frac{m_{tot}}{m_{mas}} \cdot f_{\Omega} \pm \sigma_{\Lambda} \quad (\text{Bq/l}) \quad (39)$$

in cazul in care $R > R_{ms}$

$$\Lambda < \Lambda_{md} \text{ unde } \Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \cdot \frac{1}{V_{ev}} \cdot \frac{m_{tot}}{m_{mas}} \cdot f_{\Omega} \quad (\text{Bq/l}) \quad (40)$$

in cazul in care $R < R_{ms}$

Marimile ce intervin in formulele de mai sus au urmatoarele semnificatii:

R = viteza totala de numarare a probei, calculata in absenta fondului radioactiv, conform procedurii din capitolul 3, exprimata in imp/min.

R_{ms} = viteza de numarare minima semnificativa calculata conform procedurii din capitolul 2.6, exprimata in imp/min.

V_{ev} = volumul de proba supus evaporarii, exprimat in litri; in mod obisnuit $V_{ev} = 1 \text{ l}$.

m_{tot} = masa totala de reziduu obtinut dupa prelucrarea probei;

m_{mas} = masa de reziduu supusa masurarii;

f_{Ω} = factorul de corectie al unghiului solid, determinat conform anexei 5.7;

σ_{Λ} = abaterea standard a activitatii specifice, exprimata in Bq/l. Ea se va calcula

doar in cazul masurarilor dupa 5 zile.

Precizari:

- 1) Toate marimile ce intra in calculul activitatii specifice sau activitatii specifice minime detectabile vor fi calculate cu o zecimala, prin rotunjire.
- 2) A si A_{md} se calculeaza cu doua zecimale, prin rotunjire.
- 3) Unitatea de masura atit pentru masurarile rapide cit si pentru cele dupa 5 zile este Bq/l.
- 4) Daca valorile activitatii specifice obisnuite la o masurare imediata depasesc valoarea de 2 Bq/l, se repeta masurarea dupa circa 5 ore.
- 5) Daca valorile activitatii specifice obtinute la o masurare imediata sau dupa 5 zile depasesc pragurile stabilite pentru avertizare, se anunta imediat specialistii Laboratorului Central al DGSRM pentru validarea valorilor si apoi se procedeaza conform schemei de anuntare din procedura de urgenta existenta la statie.
Este obligatorie validarea tuturor valorilor deosebite de catre specialistii Laboratorului Central al DGSRM.
- 6) Toate notatiile si calculele activitatii specifice pentru masurarile imediate si dupa 5 zile se trec in caietul de calcul al statiei, astfel incit completarea tabelelor centralizatoare lunare TRA 3 si TRA 7 sa fie cit mai simpla.

d. Stringerea probei totale lunare si expedierea ei.

Dupa masurare, proba de apa de suprafata colectata zilnic va fi trecuta de pe tavita (tavitele) de masurare intr-un cilindru de material plastic cu $d = 30$ mm (tip Vitamina C). Astfel vor fi strinse probele pentru o luna de zile (din data de 01 a lunii pina la data de 30/31 a lunii). Se vor evita pierderile de proba in timpul transvazarii de pe tavite.

Proba totala lunara astfel constituita este etichetata astfel:

Statia.....

Apa de suprafata

Riu de provenienta/Pct.colectare

Luna/Anul

Volumul total colectat (l).....

Ea va fi trimisa lunar la Laboratorul Central al DGSRM, odata cu probele lunare de depuneri si aerosoli atmosferici.

Se atrage atentia asupra inchiderii etanse a capacului cilindrului de plastic (cu banda adeziva) pentru a evita imprastierea probei in timpul transportului.

Probele de apa potabila, de adincime, de suprafata colectate lunar si saptaminal nu se pastreaza dupa masurare.

e. Fluxul informational

Se realizeaza in trei etape:

1) Flux rapid

Valorile activitatilor specifice exprimate in Bq/l, calculate fara erori statistice, obtinute la masurarile imediate efectuate in ziua colectarii probelor, se transmit in clar a doua zi dimineata intre orele 7,00 si 9,00 la Laboratorul Central al DGSRM, prin telefon.

In cazul obtinerii unor valori deosebite se procedeaza conform capitolului 4.1.1.c.

2) Flux lent

Rezultatele masurarilor intirziate, efectuate dupa 5 zile de la colectare, destinate prelucrării finale a datelor de radioactivitate sint trecute in tabelul lunara TRA-3.

Completarea ei se face astfel:

- in partea de sus a tabelului se completeaza numele statiei de radioactivitate iar in paranteza numarul ei de cod, luna de colectare in litere, anul cu 4 cifre, felul probei (saptaminala, lunara, posturi hidrologice), numele celui ce a verificat tabelul dupa completare;
- in coloana 1 se trece numarul curent al probei din luna respectiva; astfel proba notata cu nr.1 va fi colectata in data de 1 a lunii, etc.
- in coloana 2 se trec datele de colectare si de masurare a probei, in cifre de la 1 la 30/31; de exemplu, proba cu nr.1 va fi colectata in data de 01 si masurata dupa 5 zile, in data de 06, iar rubrica respectiva se completeaza in forma 01/06;

Observatie:

Daca, din motive obiective, colectarea unei probe nu s-a putut face, linia corespunzatoare din tabel va fi marcata de liniute.

- in coloana 3 se noteaza felul apei: de suprafata sau de adincime (freatica);
- in coloana 4 se inscrie cursul de apa, numindu-se riul, lacul, etc. din care s-a prelevat proba; de exemplu, riu - Dimbovita sau lac - Tabacariei, etc.
- in coloana 5 se inscrie punctul de prelevare, numindu-se punctul de colectare; de exemplu, Tg. Mures pentru riul Mures, Dabuleni pentru Dunare, etc.
- in coloana 6 se inscrie volumul de apa evaporat, exprimat in litri;
- in coloana 7 se trece valoarea fondului radioactiv, F , folosit la calculul activitatii specifice, care in cazul masurarilor intirziate este media fondurilor ce incadreaza masurarea conform capitolului 2.1. Se exprima sub forma unei cifre cu o singura zecimala, de ex. 4,2 p/min.;
- coloana 8 cuprinde date asupra valorilor de masurare a probei si este divizata in trei subcoloane:
 - in subcoloana 8a se inscrie numarul de pulsuri, N_i , obtinut la o masurare a tavitei "i" a probei in timpul de masurare "t". Pentru o proba divizata pe mai multe tavite sint completate in tabel atatea linii cite tavite cuprinde proba; pentru o proba depusa pe o singura tavita, $i = 1$ si se completeaza o singura linie in tabel;
 - in subcoloana 8b se inscrie viteza de numarare a tavitei "i" in absenta fondului radioactiv, R_i , exprimat sub forma unei cifre calculata cu o zecimala;
 - in subcoloana 8c se inscrie viteza de numarare totala, R , a unei probe obtinute prin insumarea vitezelor de numarare R_i a celor "i" tavite pe care este divizata proba (vezi formula 15). Este exprimat sub forma unei cifre calculata cu o zecimala;
- coloana 9 cuprinde valoarea calculata a lui R_{ms} , conform capitolului 2.6. Este exprimat sub forma unei cifre cu o zecimala;
- in coloana 10 se trece valoarea factorului de detectie al instalatiei de masurare, "g", calculat conform capitolului 2.2. Se exprima printr-o cifra cu o zecimala;
- in coloana 11 se trece valoarea erorii relative de masurare a activitatii, ϵ_A , calculata conform anexei 5.3. Se exprima sub forma procentuala, in numere intregi;
- coloana 12 cuprinde valoarea finala a activitatii specifice beta globale a probei de apa, Λ , insotita de abaterea standard a activitatii, σ_A . Se calculeaza conform capitolului 4.3.1.c si anexei 5.3. Se exprima in cifre calculate cu doua zecimale;

- partea stinga jos se completeaza cu date referitoare la aparatura de masurare, sursa de etalonare si geometria de masurare. Completarea acestor date este identica cu cea descrisa in capitolele 4.1.1.e si 4.2.1.e;

- in partea dreapta jos a tabelului TRA-3 se noteaza observatii referitoare la defectiuni ale instalatiilor de masurare, schimbarea detectorului, motivele lipsei unor probe, etc.

Completarea tabelului TRA-3 se face dupa efectuarea fiecarei masurari, astfel ca ea sa poata fi incheiata dupa efectuarea ultimei masurari intirziate a lunii, deci cel tirziu pe data de 06 a lunii urmatoare. Va fi trimisa Laboratorului Central al DGSRM in acelasi timp cu celelalte tabele lunare, cel tirziu pe data de 10 a lunii urmatoare.

Precizare

Tabelul centralizator lunar TRA-3 va cuprinde doar datele asupra masurarilor intirziate a probelor de apa. Masurarile imediate nu se tableaza.

3) Calcule statistice

Valorile obtinute la masurarile imediate si dupa 5 zile a probelor se prelucereaza statistic, rezultatele fiind trecute in tabelul TRA-7. Tabelul va fi trimis lunar, la aceeasi data si urmind aceeaasi procedura ca si restul tabelelor lunare. Modul de completare, calcul a mediilor, maximelor si minimelor lunare sint prezentate in capitolul 4.1.1.e

f. Exercitii de calcul

Problema 1.

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de apa de suprafata, masurata dupa 5 zile de la colectare. Se dau urmatoarele date:

$n = 1$, $K = 300$ imp., $t_{mas} = 50$ minute, $F_1 = 4$ imp/min, $F_2 = 6$ imp/min, $g = 20$ imp/min.Bq, $V_{col} = 1$ l

Rezolvare :

Se calculeaza viteza de numarare a probei depusa pe tavita, Q :

$$Q = \frac{K}{t} = \frac{300}{50} = 6.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza fondul mediu, \bar{F} :

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{4 + 6}{2} = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a probei in absenta fondului radioactiv, R :

$$R = Q - \bar{F} = 6 - 5 = 1.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia :

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 50 \left(1 + \frac{1 \cdot 50}{2 \cdot \frac{1000}{60}}\right)}}{2 \cdot 50} = 1.6 \text{ imp/min}$$

Se compara R cu R_{ms} . $R < R_{ms}$, activitatea specifica a probei este nesemnificativa si se calculeaza activitatea specifica minima detectabila, Λ_{md} cu expresia (42):

$$\Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \cdot \frac{1}{V_{ev}} = \frac{1.6}{20} \cdot \frac{1}{1} = 0.08 \text{ Bq/l}$$

Activitatea specifica a probei va fi mai mica decit activitatea minima detectabila :

$$\Lambda < 0.08 \text{ Bq/l}$$

Problema 2

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de apa de suprafata, masurata imediat dupa colectare. Se dau urmatoarele date :

$n = 2$ tavite mari, $K_1 = 600$ imp, $K_2 = 500$ imp, $t_{mas} = 50$ min, $F = 4$ imp/min, $g = 20$ imp/min.Bq

$m_{tot} = 3$ gr., $m_{mas} = 1.4$ gr., $f_{\Omega} = 1,05$

Rezolvare:

Se calculeaza vitezele de numarare ale celor doua tavite :

$$Q_1 = \frac{K_1}{t} = \frac{600}{50} = 12 \text{ imp/min}$$

$$Q_2 = \frac{K_2}{t} = \frac{500}{50} = 10 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a fiecarei tavite in absenta fondului :

$$R_1 = 12 - 4 = 8 \text{ imp/min}$$

$$R_2 = 10 - 4 = 6 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare totala :

$$R_t = R_1 + R_2 = 8 + 6 = 14 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia (11) din cap.2.5. Se obtine valoarea $R_{ms} = 2.8 \text{ imp/min}$

Se compara R_t cu R_{ms} . $R_t > R_{ms}$, activitatea specifica a probei este semnificativa si pentru calculul ei se aplica expresia (42) :

$$\Lambda = \frac{R_t}{g} \cdot \frac{m_{tot}}{m_{mas}} \cdot f_{\Omega} = \frac{14}{20} \cdot \frac{3}{1.4} \cdot 1.05 = 1.58 \text{ Bq/l}$$

4.3.2. In caz de accident nuclear

In cazul in care statia de radioactivitate constata depasirea valorilor de alarmare sau daca este pusa in stare de alarmare prin intermediul Laboratorului Central al DGSRM, se trece

la executarea programului de colectare - pregatire - masurare a probelor de mediu specific tipului de accident si valorilor masurate.

a. Colectarea probei

Se colecteaza probe din apele de suprafata (riuri, lacuri) si din puturi deschise.

Dintr-o sursa de apa se colecteaza doua probe: una de la suprafata apei si cealalta de la fundul apei, impreuna cu sediment.

Cantitatea de proba colectata va fi de cca.1000 ml.

Proba de suprafata se colecteaza intr-un vas curat de sticla sau polietilena.

Proba de adincime se colecteaza cu ajutorul unui dispozitiv special (existent la statiile hidrologice) sau se poate improviza un asemenea dispozitiv : un recipient de sticla de 1 l cu gitul larg, astupat cu un dop legat cu sfoara, legat de o tija rigida si lunga. Se scufunda recipientul cu ajutorul tijeii pina la fundul apei, se scoate dopul ca apa si sedimentul sa intre in interior. Se lasa sa se umple, dupa care este scos la suprafata.

b. Pregatirea probei

Pentru stabilirea cantitatii de apa ce va fi prelucrta in vederea masurarii, se iau in prealabil 5 ml din proba, se pun direct pe o tavita si se masoara numarul de pulsuri timp de 1 min.

Daca viteza de numarare este de 3 ori mai mare decit fondul radioactiv, se prelucreaza 10 ml de proba. Daca este mai mica decit aceasta cifra, se prelucreaza 100 ml apa.

Se agita proba din vasul de colectare si se ia cantitatea de proba stabilita ca mai sus. Se introduce intr-un creuzet, se evaporata la sec. Se razuie cu grija reziduul de pe peretii creuzetului cu ajutorul unei spatule, se trece pe tavita de numarare, se fixeaza cu 2 - 3 picaturi de alcool.

Precizare :

Toate operatiile se vor face folosind manusi de cauciuc. Se vor lua toate masurile pentru eliminarea pericolului de contaminare a operatorului, suprafetelor de lucru si instalatiilor de masurare.

c. Masurarea si calculul gradului de contaminare

Dupa preparare, proba se masoara conform procedului general din capitolul 3.

Timpul de masurare al probei va fi de 10 min. Factorul de detectare "g" va fi cel determinat zilnic, conform programului de lucru. Fondul radioactiv folosit in calcul va fi cel anterior masurarii.

Calculul gradului de contaminare al probei de apa se face cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{V_{ev}} \quad (\text{Bq/l}) \quad (43)$$

unde

R = viteza de numarare fara fond, la care s-a facut corectia de timp conform cap.2.6; se exprima in imp/min.;

g = factorul de detectie al instalatiei de masurare, exprimat in imp/min Bq;

V_{ev} = volumul de apa evaporat, exprimat in l.

Masurarea este imediata si nu se calculeaza eroarea de masurare a activitatii.

Observatie :

Dupa masurare, instrumentarul de laborator, vasele, capsulele, creuzetele, etc., ca si suprafetele de lucru, se vor decontamina cu solutie de decontaminat, dupa care se vor clati abundant cu apa distilata. Tavitele folosite nu se vor refolosi, ci se vor impacheta cu grija si in functie de gradul de contaminare, se vor arunca sau se vor trata ca deseuri radioactive, procedindu-se conform normelor in vigoare.

d. Exerciții de calcul

Problema 1

Sa se calculeze gradul de contaminare a unei probe de apa de riu, colectata de la suprafata apei. Se dau urmatoarele date: $K = 1000 \text{ imp.}$, $t_{\text{mas}} = 10 \text{ min.}$, $F = 4 \text{ imp/min.}$, $g = 20 \text{ imp/min.Bq}$, $V_{\text{cot}} = 10 \text{ ml}$

Rezolvare :

Se calculeaza viteza de numarare a probei, Q :

$$Q = \frac{K}{t} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a probei in absenta fondului radioactiv, R :

$$R = Q - F = 100 - 4 = 96 \text{ imp/min}$$

R este mult mai mare decit R_{ms} .

Se calculeaza gradul de contaminare radioactiva a probei, cu expresia (43) :

$$A = \frac{R}{g \cdot V_{\text{cot}}} = \frac{96}{20 \cdot 0.01} = 480 \text{ Bq/l}$$

4.4. Determinarea activitatii beta globale a probei de vegetatie

Stratul vegetal poate fi contaminat radioactiv fie direct, prin depunerea radionuclizilor proveniti din depuneri, precipitatii si aerosoli atmosferici, fie indirect prin absorbtia radionuclizilor prezenti in sol, apa, precipitatii si aer. Vegetatia este deci un factor de mediu integrator, iar supravegherea nivelului poluarii radioactive a acestui factor ofera informatii asupra contaminarii radioactive a biosferei.

4.4.1. In situatii normale

a. Colectarea probei

~~Proba de vegetatie se colecteaza saptamanal, in ziua de joi la ora 9⁰⁰ in perioada 1 aprilie - 31 octombrie.~~ Se colecteaza in perioada de vegetatie urmatoarele specii vegetale: iarba, frunza de grau si frunza de porumb.

Locul colectarii se alege cit mai apropiat de colectorul de depuneri al statiei (platforma meteorologica sau curtea statiei R.A. cand aceasta nu este amplasata langa platforma

meteorologica) in cazul probei de iarba, sau dintr-o cultura apropiata de statie pentru probele de grau si porumb. Locul de colectare se va pastra pe cit posibil acelasi.

Colectarea se face din 2 - 3 locuri diferite de pe o suprafata de 1 m² care a fost precis delimitata. Se iau specii botanice bine determinate.

Cantitatea de masa verde colectata va fi de 2 g.

Cu ajutorul foarfecii se recolteaza la nivelul solului iarba, graul si porumbul nematurizat si frunzele pentru porumbul maturizat. Probele se introduc in pungi de polietilena, diferite pentru fiecare tip de proba. Pungile trebuie sa fie perfect curate.

Daca solul este acoperit cu zapada sau gheata, prelevarea probelor de vegetatie se face indepartand stratul de precipitatii solide de pe suprafata delimitata pentru colectare, modul de colectare fiind acelasi ca mai sus.

b. Pregatirea probei

Proba colectata si adusa in laborator va fi insotita in toate etapele de pregatire - masurare de o eticheta pe care se vor nota : data colectarii si specia botanica (iarba, frunza grau, etc.).

Dupa etichetare proba se aseaza pe hartie de filtru curata, in nisa, sub becuri unde se lasa la uscat aproximativ 1 ora. Proba uscata se taie marunt cu foarfeca intr-un creuzet ce se pune in exicator, unde va fi pastrata pana in ziua masurarii (5 zile de la recoltare).

In ziua masurarii, se scoate proba din exicator, se introduce in etuva unde este uscata la 60° C, timp de 5 ore.

Dupa uscare, se cantăreste cu ajutorul balantei analitice o cantitate de 2 g proba uscata, care este trecuta intr-un creuzet de porțelan curat si introdusa in cuptorul de calcinare. Calcinarea se face la 400° C, timp de 3 ore.

Dupa terminarea calcinarii, se scoate creuzetul din cuptor cu ajutorul unui cleste metalic, se acopera cu un capac de portelan sau metal, se lasa sa se raceasca putin, dupa care este introdus in exicator unde se va raci pana la temperatura camerei, circa 1 ora.

Atentie !

Nu se introduce creuzetul scos din cuptor direct in exicator.

Se scoate proba din exicator, se omogenizeaza cu grija cenusa cu ajutorul spatulei, iar reziduul se trece pe una sau mai multe tavite de numarare. Se foloseste spatula sau o bagheta de sticla.

Pe tavita proba nu trebuie sa depaseasca 2/3 din volumul acesteia pentru a reduce fenomenul de absorbtie al radiatiei beta in grosimea probei. Se fixeaza proba cu 2 - 3 picături de alcool.

In functie de cantitatea de reziduu rezultat se pot folosi 1 - 4 tavite mici (F = 1,5 cm) sau 1 - 3 tavite mari (F = 2,5 cm).

Precizare :

Dupa calcinare instrumentarul folosit va fi pregatit pentru o noua intrebuintare. Va fi spalat cu apa si detergent, clatit cu 50 ml solutie de decontaminare (vezi anexa 5.8) si in final cu cca. 500 ml apa distilata. Se va pastra pana la o noua intrebuintare in dulap inchis pentru a fi ferit de praf si contaminare.

c. Masurarea si calculul activitatii beta globale a probei

Masurarea probei de vegetatie se face dupa 5 zile de la colectare, pentru determinarea radioactivitatii artificiale a probei. Se foloseste instalatia de masurare descrisa in capit. 1.

Tavita pe care este fixata proba se introduce in castelul de plumb si se masoara un timp $t = 50$ minute. In cazul probei divizata pe mai multe tavite, fiecare tavita va fi masurata timpul "t" corespunzator.

Masurarea si calculul activitatii totale se vor face conform capitolului 3.

Calculul activitatii specifice beta globale a probei de vegetat se face cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{mas}} f_{\Omega} \pm \sigma_{\Lambda} \quad (\text{Bq/g}) \quad \text{MARTI} \quad (42)$$

in cazul in care $R \geq R_{ms}$

$$\Lambda < \Lambda_{md} \quad \text{unde} \quad \Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \cdot \frac{1}{m_{mas}} f_{\Omega} \quad (\text{Bq/g}) \quad (43)$$

in cazul in care $R < R_{ms}$

Marimile ce intervin in expresiile de mai sus au urmatoarele semnificatii :

R = viteza totala de numarare a probei, calculata in absenta fondului radioactiv, conform procedurii din capitolul 3; se exprima in imp/min;

R_{ms} = viteza de numarare minima semnificativa calculata conform procedurii din capitolul 2.6; se exprima in imp/min;

g = factorul de detectare al instalatiei de masurare; se exprima in imp/min.Bq;

m_{mas} = masa de proba uscata supusa calcinarii, exprimata in grame;

f_{Ω} = factor de corectie al unghiului solid, determinat conform anexei 5.7, adimensional;

σ_{Λ} = abaterea standard a activitatii specifice, exprimata in Bq/g.

Precizari :

1) ~~Toate marimile ce intra in calculul activitatii specifice sau activitatii specifice minim detectabile vor fi calculate cu o zecimala, prin rotunjire.~~

2) ~~Activitatea specifica Λ si activitatea specifica minim detectabila Λ_{md} se calculeaza cu doua zecimale, prin rotunjire.~~

3) *Toate notatiile si calculele activitatii specifice a probei de vegetatie se trec in caietul de calcul al statiei, astfel incat completarea tabelor centralizate lunare TRA 4 si TRA 7 sa fie cat mai simpla.*

4) ~~Probele de vegetatie nu vor fi pastrate pentru determinari gama spectrometrice. Dupa masurare proba se arunca.~~

d. Fluxul informational

Se realizeaza in doua etape :

1) Flux lent

Rezultatele masurarilor intirziate, efectuate la 5 zile de la colectare, sunt trecute in tabelul lunar TRA 4.

Completarea lui se face astfel :

- in partea de sus a tabelului se completeaza numele statiei de radioactivitate in clar iar in paranteza numarul de cod, luna de colectare in litere, anul cu 4 cifre, numele celui ce a verificat tabelul dupa completare;

- in coloana 1 se trece numarul curent al probei; astfel proba notata cu 1 va fi proba colectata in data de 01 a lunii respective;
- in coloana 2 se trec datele de colectare si de masurare a probei in cifre de la 01 la 30/31; de exemplu proba cu nr.1 va fi colectata pe data de 01 si masurata pe data de 06, iar rubrica respectiva se completeaza in forma 01/06;

Observatie :

Daca din motive obiective colectarea sau masurarea unei probe nu s-au putut face, incepand cu coloana a 3-a linia corespunzatoare din tabel se marcheaza cu liniute, iar explicatiile asupra cauzelor lipsei valorilor activitatii se vor da la rubrica "Observatii" din tabel;

- in coloana 3 se noteaza specia de vegetatie: iarba, griu-frunza, porumb-frunza;
- in coloana 4 se noteaza locul de colectare; de ex.: platforma meteorologica, curtea statiei de radioactivitate, lan griu - localitatea, etc.
- in coloana 5 se trece masa masurata, exprimata in grame;
- in coloana 6 se trece valoarea fondului radioactiv, F, folosita in calculul activitatii specifice, calculata ca medie a fondurilor ce incadreaza masurarea, conform capitolului 2.1; se exprima sub forma unei cifre cu o zecimala in imp/min.;
- coloana 7 cuprinde date asupra valorilor de masurare a probei si este divizata in 4 subcoloane :
 - in subcoloana 7a se inscrie numarul total de pulsuri obtinute la masurare a tavitei "i", in timpul de masurare "t". Pentru o proba divizata pe mai multe tavite se completeaza atatea linii cite tavite cuprinde proba. Pentru o proba depusa pe o singura tavita $i = 1$, si se completeaza o singura linie din tabel;
 - in subcoloana 7b se inscrie viteza de numarare a tavitei "i" in absenta fondului radioactiv, R_i exprimata in imp/min., sub forma unei cifre calculata cu o zecimala;
 - in subcoloana 7c se inscrie viteza de numarare totala a probei compusa din "i" tavite, R , obtinuta prin insumarea vitezelor de numarare a celor "i" tavite ce constituie proba, conform capitolul 3. Este exprimata in imp/min., printr-un numar cu o zecimala;
- coloana 8 cuprinde valoarea calculata a lui R_{ms} , conform capitolului 2.6. Este exprimata printr-un numar cu o zecimala;
- coloana 9 cuprinde valoarea factorului de detectare al instalatiei, g, calculat conform capitolului 2.2, si exprimat printr-un numar cu o zecimala;
- coloana 10 cuprinde valoarea erorii relative de masurare a activitatii, ϵ_A , calculata conform anexei 5.3, exprimata sub forma procentuala in numere intregi.
- coloana 11 cuprinde valoarea finala a activitatii specifice beta globale a probei de vegetatie insotita de abaterea standard a activitatii, $\Lambda \pm \sigma_A$ sau a activitatii minime detectabile. Se calculeaza conform capitolului 4.4.1c si anexei 5.3. Se exprima in Bq/g si se calculeaza cu doua zecimale.

- partea de jos stinga a tabelului TRA-4 se completeaza cu date referitoare la aparatura de masurare, sursa de etalonare si geometria de masurare;

- in partea de jos dreapta a tabelului TRA 4 se noteaza observatii referitoare la defectiuni ale instalatiei de masurare, schimbarea detectorului, motivele lipsei unor probe, etc.

Completarea tabelului TRA 4 se face dupa efectuarea fiecarei masurari, astfel ca el sa se poata incheia dupa efectuarea ultimei masurari a lunii. Va fi trimis la Laboratorul Central al DGSRM, alaturi de restul tabelelor lunare cel tarziu pe data de 10 a lunii urmatoare.

2) Calcule statistice

Valorile masurarilor probelor de vegetatie se prelucreaza statistic in fiecare luna, rezultatele fiind trecute in tabelul TRA 7 in rubricile corespunzatoare, conform capitolului 4.1.1.e. Tabelul statistic TRA 7 va fi trimis lunar impreuna cu celelalte tabele lunare.

e. Exercițiu de calcul

Problema 1

Se calculează activitatea specifică a unei probe de vegetație (iarbă). Se dau următoarele date :

$n = 2$, $K_1 = 300$ imp, $K_2 = 250$ imp, $t_{1mas} = t_{2mas} = 50$ min, $F_1 = 4$ imp/min, $F_2 = 6$ imp/min, $\dot{g} = 20$ imp/min.Bq, $f_{\Omega} = 1,02$, $m_{mas} = 1$ g.

Rezolvare :

Se calculează vitezele de măsurare Q_1 și Q_2 ale probei depusă pe cele două tavite :

$$Q_1 = \frac{K_1}{t_{mas}} = \frac{300}{50} = 6.0 \text{ imp/min}$$

$$Q_2 = \frac{K_2}{t_{mas}} = \frac{250}{50} = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculează fondul mediu :

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{4 + 6}{2} = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculează vitezele de numărare R_1 și R_2 ale probei :

$$R_1 = Q_1 - \bar{F} = 6.0 - 5.0 = 1.0 \text{ imp/min}$$

$$R_2 = Q_2 - \bar{F} = 5.0 - 5.0 = 0.0 \text{ imp/min}$$

Se calculează viteza de numărare totală a probei R_t :

$$R_t = \sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 = 1.0 \text{ imp/min}$$

Se calculează R_{ms} cu expresia :

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot F \cdot n \cdot t_p \left(1 + \frac{n \cdot t_p}{m \cdot t_F}\right)}}{2t_p} =$$

$$= \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 50 \left(1 + \frac{2 \cdot 50}{2 \cdot \frac{100}{60}}\right)}}{2 \cdot 50} = 2.8 \text{ imp/min}$$

Se compară R_t cu R_{ms} . Rezultă $R_t < R_{ms}$, activitatea specifică a probei este nesemnificativă și se calculează activitatea minimă detectabilă, Λ_{md} :

$$\Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \cdot \frac{1}{m_{mas}} f_{\Omega} = \frac{2.8}{20} \cdot \frac{1}{1} \cdot 1.02 = 0.14 \text{ Bq/g}$$

Activitatea specifică a probei va fi mai mică decât activitatea minimă detectabilă :

$$\Lambda < 0.14 \text{ Bq/g}$$

Problema 2

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de vegetatie (grau). Se dau urmatoarele date :

$n = 1$, $K = 500 \text{ imp/min}$, $t_{\text{mas}} = 50 \text{ min}$, $F_1 = 5 \text{ imp/min}$, $F_2 = 5 \text{ imp/min}$, $g = 20 \text{ imp/min.Bq}$, $m_{\text{mas}} = 1 \text{ g}$, $f_{\Omega} = 1$

Rezolvare :

Se calculeaza viteza de numarare, Q , a tavitei pe care se afla proba :

$$Q = \frac{K}{t} = \frac{500}{50} = 10.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza fondul mediu :

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{5 + 5}{2} = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare in absenta fondului mediu radioactiv, R :

$$R = Q - \bar{F} = 10.0 - 5.0 = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza R_{ms} in acelasi mod ca in problema 1 si obtinem:

$$R_{\text{ms}} = 1.6 \text{ imp/min}$$

Se compara R cu R_{ms} . $R > R_{\text{ms}}$, activitatea specifica a probei este semnificativa si se calculeaza cu formula :

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{\text{mas}}} f_{\Omega} = \frac{5}{20} \cdot \frac{1}{1} = 0.25 \text{ Bq/g}$$

In continuare, fiind vorba despre o proba masurata dupa 5 zile, cu valoarea semnificativa se calculeaza abaterea standard a activitatii, σ_{Λ} , conform anexei 5.3 :

$$\sigma_{\Lambda} = \varepsilon_{\Lambda} \Lambda \text{ iar } \varepsilon_{\Lambda} = \sqrt{\varepsilon_R^2 + \varepsilon_{R_{\text{ms}}}^2 + \varepsilon_{\Lambda_{\text{sc}}}^2}$$

Inlocuind numeric in formulele marimilor ε_R^2 , $\varepsilon_{R_{\text{ms}}}^2$ si $\varepsilon_{\Lambda_{\text{sc}}}^2$, conform anexei 5.3, rezulta ca :

$$\varepsilon_R = 0.12\%, \quad \varepsilon_{R_{\text{ms}}} = 0.08\% \text{ iar din certificatul sursei rezulta } \varepsilon_{\Lambda_{\text{sc}}} = 0.02\%$$

Deci :

$$\varepsilon_{\Lambda} = \sqrt{(0.12)^2 + (0.08)^2 + (0.02)^2} = 0.15\% \text{ iar}$$

$$\sigma_{\Lambda} = 0.25 \text{ Bq/g} \cdot 0.15\% = 0.04 \text{ Bq/g}$$

Deci activitatea specifica a probei de vegetatie va avea valoarea:

$$\Lambda = 0.25 \pm 0.04 \text{ Bq/g}$$

4.4.2. In caz de accident nuclear

In caz de urgenta radiologica anuntata prin intermediul C.C.A.N.C.O.C. sau AIEA sau a depasirii valorilor de alarmare statia de radioactivitate va trece la executarea programului de colectare - pregatire - mesurare a probelor de mediu, conform procedurilor de urgenta.

a. Colectarea probei

Se colecteaza probele de vegetatie incluse in programul standard de monitorizare (iarba, griu-frunze, porumb-frunze) si diferite alte probe de vegetatie spontana (frunze de diferite specii de arbori, etc) si alimente, cum ar fi: faina, zahar, sare, lapte, legume si fructe, carne, peste, etc.

Probele de produse alimentare se colecteaza in mod diferit dupa natura lor, in cantitati de 20 - 25 grame.

Probele de produse friabile (faina, zahar, sare) ambalate in saci inchisi se colecteaza cu ajutorul unei sonde metalice din stratul de la suprafata. Pentru aceasta sonda se introduce sub pinza sacului, se rasuceste cu deschizatura in sus, dupa care se scoate usor afara. Se desurubeaza mineralul sondei iar proba se varsa in vasul de colectare sau intr-o pungă de material plastic. Se fac 4 - 5 colectari din locuri diferite. Probele de produse friabile aflate in saci, lazi deschise sau vrac se colecteaza cu ajutorul unei scafe de la suprafata produsului, dintr-un strat de 0.5 - 1 cm.

Probele de legume si fructe uscate se colecteaza cu o scafa din stratul de la suprafata ambalajului.

Probele de carne, mezeluri, branza, grasimi solide, etc., se colecteaza cu ajutorul unui cutit sau razatoare.

Probele de legume si fructe proaspete se colecteaza fie luind in intregime 2 - 3 bucati, fie prin curatarea unui strat de suprafata in grosime de 3 - 4 mm de pe 2 - 3 fructe (legume).

Dupa colectare probele se introduc in borcane sau pungi de plastic perfect curate si se trimit in laborator.

Probele de alimente lichide (grasimi, lapte, sucuri, bauturi alcoolice) se iau cu o lingura sau polonic din lichidul bine agitat pentru a se omogeniza. Volumul colectat este de 15 - 20 cm³.

Probele de furaje (griu, lucerna, etc.) se iau de la suprafata balotului, stogului, etc., din 2 - 3 locuri diferite, prin smulgerea sau taierea unui strat de 10 - 15 mm cu ajutorul unei foarfece.

b. Pregatirea probei

Pregatirea probei pentru masurare se face diferit, in functie de natura probei, astfel :

- prin transvazare direct pe tavitele de numarare pentru uleiuri, grasimi topite, etc.;
- prin mojarare fina pentru sare, zahar, etc.;
- prin calcinare timp de 1 h in cuptorul termoreglabil la 400°C pentru grasimi solide, carne, preparate din carne, piine, fructe, legume, etc.;
- probele lichide pot fi masurate direct pe tavite, conform procedurii descrise in capitolul 4.3.2., sau se aduce proba la starea de reziduu solid prin calcinare, caz in care cantitatea de reziduu masurata va fi de 0.5 grame. Proba se va pune pe tavite de numarare cu precautiunile amintite pentru probele obisnuite de vegetatie, depuneri, apa, etc.

c. Masurarea si calculul gradului de contaminare

Masurarea probelor se face imediat dupa colectare si pregatire, conform procedurii general descris in capitolul 3.

Timpul de masurare al probei va fi de 10 minute.

Factorul de detectare, "g", va fi cel determinat zilnic, conform programului de lucru. Fondul radioactiv folosit in calcul va fi cel anterior masurarii.

Calculul gradului de contaminare se face cu formula :

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{\text{mas}}} f_{\Omega} \text{ (Bq/g) pentru probele solide} \quad (44)$$

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{V_{\text{ev}}} f_{\Omega} \text{ (Bq/l) pentru probele lichide} \quad (45)$$

unde

R,g au semnificatiile din capitolul 3;

m_{mas} = masa probei solide sau a reziduului de calcinare, exprimata in grame;

V_{ev} = volumul de lichid evaporat, exprimat in litri;

f_{Ω} = factorul de corectie al unghiului solid, calculat conform anexei 5.8.

Observatii :

1. In cazul unei valori a vitezei de numarare foarte mari, se face corectia de timp mort a detectorului, conform capitolului 3.

2. Dupa masurare instrumentarul de laborator, vasele, capsulele, creuzetele, etc., ca si suprafetele de lucru vor fi decontaminate cu solutie de decontaminare si clatite abundant cu apa distilata. Tavitele folosite se vor impacheta cu grija si in functie de gradul de contaminare al probei, vor fi aruncate sau vor fi tratate ca deseuri radioactive, procedandu-se conform normelor de securitate in vigoare.

d. Exerciitiu de calcul

Problema 1

Sa se calculeze gradul de contaminare a unei probe de carne pentru care se dau urmatoarele date $R = 2000 \text{ imp/min}$, $g = 20 \text{ imp/min.Bq}$, $m_{\text{mas}} = 5 \text{ g}$, $f_{\Omega} = 1$.

Rezolvare:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{\text{mas}}} f_{\Omega} = \frac{2000}{20} \cdot \frac{1}{5} \cdot 1 = 20 \text{ Bq/g}$$

Nu se face corectia de timp mort, viteza de numarare fiind mai mica decit 10.000 imp/min.

4.5. **Determinarea activitatii beta globale a probelor de sol**

Ca si vegetatia, solul este un factor de mediu integrator ce poate fi contaminat prin depunerea radionuclizilor proveniti din depuneri si precipitatii atmosferice, strat vegetal etc.

4.5.1. **Situatii normale**

a. **Colectarea probei**

Proba de sol se colecteaza saptaminal, in ziua de vineri. Solul se va colecta din zone necultivate de cel putin 10 ani. Locul de colectare va fi ales astfel incit sa reprezinte conditiile naturale ale zonei, sa nu fie situat in panta si sa nu fie inconjurat de arbori sau tufe.

Se recomanda statiilor de radioactivitate aflate linga statiile meteo sa colecteze probele de sol din platforma meteorologica, din imediata apropiere a colectorului de depuneri atmosferice.

Statiile situate la sediile APM vor colecta probele de sol din imediata vecinatate a statiei de radioactivitate.

Colectarea se va face de fiecare data din locuri diferite, dar la distanta minim posibila de locul precedent.

Se procedeaza la decuparea cu ajutorul unui spaclu metalic a unei suprafete de $10 \times 10 \text{ cm}^2$, masurata cu ajutorul unui sablon rigid (lemn, plastic, carton gros) avind dimensiunile de mai sus.

Daca solul nu este acoperit cu vegetatie, se indeparteaza cu ajutorul unei sface metalice primul strat de circa 1 cm grosime, colectind apoi cantitatea de aproximativ 100 grame. In cazul in care solul este acoperit de vegetatie, aceasta va fi in prealabil indepartata prin taiere la nivelul solului, dupa care se procedeaza conform celor descrise mai sus, la colectarea de la o adincime de circa 5 cm.

Daca solul este inghetat sau acoperit cu zapada, se va indeparta crusta de gheata sau stratul de zapada, procedindu-se in continuare ca mai sus.

Probele colectate se pun in capsule de portelan sau pungi de polietilena perfect curate.

b. **Pregatirea probei**

Capsula continind proba de sol se introduce in etuva termoreglabila la temperatura de 60°C timp de 2-5 ore, in functie de gradul de umiditate a solului.

Dupa uscare, proba este transvazata intr-un mojar de portelan si sfarimata usor pentru indepartarea radacinilor si pietrelor, care se culeg cu grija si se separa. Apoi proba este mojarata pina la o granulatie fina de aproximativ 0,5 mm.

Dupa mojarare se cerne prin sita metalica ($d_{\text{oculur}}=0,5 \text{ mm}$). Fractiunea sitata se pune intr-un creuzet si se pastreaza intr-un exicator pina la masurare.

In ziua masurarii, se cintareste cu ajutorul balantei analitice sau tehnice o cantitate de 1 gram, ce se fixeaza pe o tavita mare cu citeva picaturi de alcool.

c. **Masurarea si calculul activitatii beta globale a probei**

Masurarea probei se face a 5-a zi de la colectare pentru determinarea activitatii artificiale. Se foloseste instalatia de masurare descrisa in capitolul I.

MERCURI

Tavita pe care este fixata proba se introduce in castelul de plumb si se masoara un timp "t" = 50 minute. In cazul probei divizate pe mai multe tavite, fiecare tavita va fi masurata timpul "t" corespunzator.

Masurarea si calculul activitatii specifice beta globale a probei de sol se face cu formula:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{max}} f_{\Omega} \pm \sigma_{\Lambda} \quad (\text{Bq/g}) \quad (46)$$

in cazul in care $R \geq R_{ms}$

$$\Lambda < \Lambda_{md} \quad \text{unde} \quad \Lambda_{md} = \frac{R_{ms}}{g} \cdot \frac{1}{m_{max}} f_{\Omega} \quad (\text{Bq/g}) \quad (47)$$

in cazul in care $R < R_{ms}$

Marimile ce intervin in formulele de mai sus au urmatoarele semnificatii:

R = viteza totala de masurare a probei, calculata in absenta fondului radioactiv conform procedurii din capitolul 3. Se exprima in imp/min;

R_{ms} = viteza de numarare minima semnificativa calculata conform procedurii din capitolul 2.6. Se exprima in imp/min;

m_{max} = masa de proba uscata, exprimata in grame;

f_{Ω} = factorul de corectie al unghiului solid calculat conform anexei 5.7, adimensional;

σ_{Λ} = abaterea standard a activitatii specifice, exprimata in Bq/g.

Precizari:

1) Toate marimile ce intra in calculul activitatii specifice sau activitatii specifice minim detectabile vor fi calculate cu o zecimala prin rotunjire.

2) Activitatea specifica si activitatea minim detectabila se calculeaza cu doua zecimale prin rotunjire.

3) Toate notatiile si calculele activitatii specifice a probei de sol se trec in caietul de calcul al statiei, astfel incat completarea tabelelor centralizatoare lunare TRA-5 si TRA-7 sa fie cit mai simpla.

4) Probele de sol nu vor fi pastrate pentru determinari gamma spectrometrice; dupa masurare, proba se arunca.

d. Fluxul informational

Se realizeaza in trei etape:

1) Flux rapid

Valorile activitatilor specifice exprimate in Bq/g obtinute la masurarile dupa 5 zile de la colectare vor fi transmise a doua zi de la masurare, intre orele 7.00-9.00, la Laboratorul Central si DGSRM prin telefon sau facsimil.

Valorile transmise vor fi sub forma unor cifre cu doua zecimale, neinsotite de erori statistice.

In cazul obtinerii unor valori deosebite se procedeaza conform punctului 4.1.1.c

2) Flux lent

Rezultatele masurarilor intirziate, efectuate la 5 zile de la colectarea probei, sunt trecute in tabelul lunar TRA-5. Completarea acestuia se face astfel:

- in partea stinga sus a tabelului se completeaza numele statiei de radioactivitate iar in paranteza numarul ei de cod, luna de colectare in litere, anul cu patru cifre, numele celui ce a verificat tabelul dupa completare;
- in coloana 1 se trec data de colectare a probei din luna respectiva si data masurarii ei. De exemplu, proba colectata in data de 01 va fi masurata in data de 06, iar rubrica respectiva se completeaza sub forma 01/06;

Observatie:

Daca din motive obiective colectarea sau masurarea nu s-au putut face, linia corespunzatoare din tabel, incepind cu coloana a 3-a se marcheaza cu liniute, iar explicatiile asupra cauzelor lipsei valorii activitatii se vor da la rubrica "Observatii" din partea dreapta jos a tabelului.

- in coloana 2 se noteaza locul de colectare; de exemplu, platforma meteorologica, curtea statiei de radioactivitate, etc;
 - in coloana 3 se noteaza masa probei masurate, exprimata in grame;
 - in coloana 4 se trece valoarea fondului radioactiv natural folosita in calculul activitatii specifice, calculata ca medie a fondurilor ce incadreaza masurarea, conform capitolului 2.1. Se exprima sub forma unei cifre cu osingura zecimala;
 - coloana 5 cuprinde date asupra valorilor de masurare a probei si este divizata in patru subcoloane;
 - subcoloana 5a cuprinde numarul total de pulsuri obtinute la masurarea probei in timpul de masurare "t". Pentru o proba divizata pe $i = 1, 2, \dots, n$ tavite, se completeaza atitea linii cite tavite cuprinde proba. Pentru o proba depusa pe o singura tavita, $i = 1$, se completeaza o singura linie din tabel;
 - in subcoloana 5b se trece timpul de masurare al fiecarei tavite, exprimat in minute. In mod normal el este de 50 minute;
 - in subcoloana 5c se inscrie viteza de numarare a tavitei "i" in absenta fondului radioactiv; exprimata prin cifre calculate cu o zecimala;
 - in subcoloana 5d se inscrie viteza de numarare totala a probei compuse din "i" tavite, obtinuta prin insumarea vitezelor de numarare R_i , conform capitolului 3. Se exprima printr-o cifra calculata cu o zecimala;
 - coloana 6 cuprinde valorile calculate pentru R_{ms} (vezi capitolul 2.6). Se exprima printr-o cifra calculata cu o zecimala;
 - coloana 7 cuprinde valoarea factorului de detectare al instalatiei de masurare, "g", calculat conform capitolului 2.2 si exprimat printr-o cifra cu o zecimala;
 - coloana 8 se completeaza cu valorile erorilor relative de masurare a activitatii probei, calculate conform anexei 5.3. Se exprima sub forma procentuala, in numere intregi;
 - coloana 9 cuprinde valoarea activitatii specifice beta globale a probei de sol, insotita de abaterea standard sau valoarea activitatii minime detectabile a probei. Se calculeaza conform capitolului 4.1.1.-c si anexei 5.3. Se exprima in cifre calculate cu doua zecimale;
 - partea stinga jos a tabelului se completeaza cu date referitoare la aparatura de masurare, sursa de etalonare si geometria de masurare;
 - in partea dreapta jos a tabelului TRA-5 se noteaza observatii referitoare la defectiuni ale instalatiilor de masurare, schimbarea detectorului, motive ale lipsei unor probe etc.
- Completarea tabelului TRA-5 se face dupa efectuarea fiecarei masurari astfel ca la sfirsitul lunii el sa fie complet incheiat. Va fi trimis Laboratorului Central al DGSRM alaturi de restul tabelelor lunare, cel tirziu pe data de 10 a lunii urmatoare.

3) Calcule statistice

Valorile masurarilor probelor de sol se prelucreaza statistic in fiecare luna, rezultatele fiind trecute in tabelul TRA-7 in rubricile corespunzatoare, conform capitolului 4.1.1.e. Tabelul statistic TRA-7 va fi trimis impreuna cu celelalte tabele lunare.

e) Exercitii de calcul

Problema 1

Sa se calculeze activitatea specifica a unei probe de sol. Se dau urmatoarele date:

$n = 1$, $K = 500$ imp, $t_{mas} = 50$ min, $F_1 = 4$ imp/min, $F_2 = 6$ imp/min, $g = 20$ imp/min.Bq, $f_{\Omega} = 1,02$, $m_{mas} = 1$ g.

Rezolvare:

Se calculeaza viteza de numarare Q a probei:

$$Q = \frac{K}{t} = \frac{500}{50} = 10.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza fondul mediu, \bar{F} :

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{4 + 6}{2} = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza viteza de numarare a probei in absenta fondului, R :

$$R = Q - \bar{F} = 10.0 - 5.0 = 5.0 \text{ imp/min}$$

Se calculeaza R_{ms} cu expresia (11) din cap. 2.5, in care inlocuind cu datele problemei avem:

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 50 \left(1 + \frac{1 \cdot 50}{2 \cdot \frac{100}{60}}\right)}}{2 \cdot 50} = 1.6 \text{ imp/min}$$

Se compara R cu R_{ms} . Rezulta $R > R_{ms}$, activitatea specifica a probei este semnificativa si va fi calculata cu expresia (46):

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{mas}} f_{\Omega} = \frac{5}{20} \cdot \frac{1}{1} \cdot 1.02 = 0.26 \text{ Bq/g}$$

Se calculeaza in continuare abaterea standard a activitatii specifice, σ_{Λ} , conform anexei 5.3:

$$\sigma_{\Lambda} = \varepsilon_{\Lambda} \Lambda = \sqrt{\varepsilon_{\Lambda}^2 + \varepsilon_{R_{ms}}^2 + \varepsilon_{f_{\Omega}}^2}$$

Din calcule rezulta ca $\varepsilon_R = 0.12\%$
 $\varepsilon_{R_m} = 0.08\%$

Din certificatul de garantie al sursei rezulta ca $\varepsilon_{\Lambda_s} = 0.02\%$

Deci,

$$\varepsilon_{\Lambda} = \sqrt{(0.12)^2 + (0.08)^2 + (0.02)^2} = 0.14\%$$

$$\sigma_{\Lambda} = 0.26 \cdot 0.14 = 0.04$$

Valoarea finala a activitatii probei va fi:

$$\Lambda = 0.26 \pm 0.04 \text{ Bq/g}$$

4.5.2. In caz de accident nuclear

In caz de urgenta radiologica anuntata prin intermediul C.C.A.N.C.O.C. sau AIEA sau a depasirii valorilor de alarmare stabilite pentru factorii de mediu, statia de radioactivitate va trece la executarea programului conform procedurilor de urgenta.

In aceasta situatie se va executa un program de colectare - pregatire - masurare a probelor de sol specific tipului de accident si valorilor puse in evidenta de masurari.

a) Colectarea probei

Se face din locul stabilit pentru colectarea lunara normala. Suprafata de pe care se face colectarea va fi de $5 \times 5 \text{ cm}^2$, delimitata exact cu ajutorul unui sablon sau rigle gradate. Se va preleva chiar stratul de suprafata pina la o adincime de 0,5-1 cm, conform metodologiei descrise in capitolul 4.5.1.a.

Se vor lua precautiunile necesare lucrului cu probe contaminate radioactiv.

b) Pregatirea probei

In laborator proba se mojareaza, se cerne printr-o sita obisnuita (pentru rapiditate se admite o granulatie mai mare decit in situatii normale) pe o hirtie de filtru sau direct intr-o capsula de portelan.

Se introduce in etuva la 60°C timp de 30 minute pentru a se usca.

Se cintareste cu ajutorul balantei analitice o cantitate de 0,5 grame ce se repartizeaza uniform pe o tavita mare de numarare. Se fixeaza cu citeva picaturi de alcool, procedindu-se ca in capitolul 4.5.1.b.

c) Masurarea si calculul gradului de contaminare radioactiva

Masurarea probei se face imediat dupa colectare si pregatire, conform procedului general descris in capitolul 3.

Timpul de masurare al probei va fi de 10 minute.

Factorul de detectie "g" va fi cel determinat zilnic, conform programului de lucru. Fondul radioactiv folosit in calcul va fi cel anterior masurarii.

Calculul gradului de contaminare se face cu expresia:

$$\Lambda = \frac{R}{g} \cdot \frac{1}{m_{\text{mas}}} f_{\Omega} \quad (\text{Bq/g}) \quad (48)$$

unde R , g , m_{mas} si f_{Ω} au semnificatiile din capitolul 4.5.1.

Observatii:

1. In cazul unei valori a vitezei de numarare foarte mari se face corectia de timp mort a detectorului, conform capitolului 3.

2) Dupa masurare, instrumentarul de laborator, vasele, capsulele, creuzetele, etc., ca si suprafetele de lucru vor fi decontaminate cu solutie de decontaminare, apoi clatite abundant cu apa distilata. Tavitele folosite se vor impacheta cu grija si in functie de gradul de contaminare al probei vor fi aruncate sau vor fi tratate ca deseuri radioactive, procedindu-se conform normelor de securitate in vigoare.

Anexa 5.1

Programul de lucru al statiei de radioactivitate cu functionare 24 ore /zi

ORA:	ACTIVITATEA:	
		3
2.00	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 1;	
3.00 - 4.00	- masurarea a doua a filtrului 1 din ziua precedenta;	4 - 5
4.00 - 5.00	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;	5 - 6
5.00 - 6.00	- etalonarea instalatiei de masurare;	6 - 7
6.30 - 7.00	- masurarea fondului 1 al instalatiei de masurare;	7 ³⁰ - 8
7.00	- oprirea pompei;	8
7.03 - 7.30	- masurarea imediata a filtrului 1;	8 ⁰³ - 8 ³⁰
7.30 - 8.30	- masurarea depunerii atmosferice dupa 5 zile;	8 ³⁰ - 9 ³⁰
8.00	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 2;	9
8.05	- colectarea probei de depuneri atmosferice;	9 ⁰⁵
8.15 - 9.15	- transmisia la Lab. Central al DGSRM Bucuresti a datelor zilei precedente;	9 ¹⁵ - 10 ¹⁵
9.00 - 10.00	- masurarea a doua a filtrului 2 din ziua precedenta;	10 - 11
10.00 - 11.00	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;	11 - 12
11.00 - 12.30	- masurarea solului, vegetatiei si apelor saptamânale (masuratori sapt.);	13 - 13 ³⁰
12.30 - 13.00	- masurarea fondului 2 al instalatiei de masurare;	13 ³⁰ - 14
13.00	- oprirea pompei;	14
13.03 - 13.30	- masurarea imediata a filtrului 2;	14 ⁰³ - 14 ³⁰
14.00	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 3;	15
13.30 - 15.00	- masurarea apelor lunare;	14 ³⁰ - 16
15.00 - 16.00	- masurarea a doua a filtrului 3 din ziua precedenta; 20h	16 - 17
16.00 - 17.00	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;	17 - 18
17.00 - 18.30	- masurarea apelor lunare;	18 - 19 ³⁰
18.30 - 19.00	- masurarea fondului 3 al instalatiei de masurare;	19 ³⁰ - 20
19.00	- oprirea pompei;	20
19.03 - 19.30	- masurarea imediata a filtrului 3;	20 ⁰³ - 20 ³⁰
20.00	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 4;	21
19.30 - 21.00	- testul de stabilitate al aparaturii de masurare (determinare lunara); 20 ³⁰ - 21 ³⁰	20 ³⁰ - 21 ³⁰
21.00 - 22.00	- masurarea a doua a filtrului 4 din ziua precedenta;	22 - 23
22.00 - 23.00	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;	23 - 24
23.00 - 23.30	- masurarea imediata a depunerilor atmosferice;	24 - 24 ³⁰
23.30 - 0.00	- masurarea imediata a apei potabile;	24 ³⁰ - 1 ⁰⁰
0.00 - 0.30	- masurarea imediata a apei de suprafata (bruta);	1 ⁰⁰ - 1 ³⁰
0.30 - 1.00	- masurarea fondului 4 al instalatiei de masurare;	1 ³⁰ - 2
1.00	- oprirea pompei;	2
1.03 - 1.30	- masurarea imediata a filtrului 4.	2 ⁰³ - 2 ³⁰

Programul de lucru al statiei de radioactivitate cu functionare 11 ore /zi

ORA:	ACTIVITATEA:
2 ⁰⁰	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 1;
6 ³⁰ -7 ⁰⁰	- masurarea fondului 1 al instalatiei de masurare;
7 ⁰⁰	- oprirea pompei;
7 ⁰³ -7 ²⁰	- masurarea imediata a filtrului 1;
7 ²⁰ -8 ¹⁰	- etalonarea instalatiei de masurare;
8 ⁰⁰	- pornirea pompei de aerosoli pentru aspirarea pe filtrul 2;
8 ¹⁰ -9 ⁰⁰	- masurarea a doua a filtrului 1 din ziua precedenta;
8 ⁰⁵	- colectarea probei de depuneri atmosferice;
8 ¹⁵ -9 ¹⁵	- transmisia la Lab. Central al DGSRM Bucuresti a datelor zilei precedente;
9 ⁰⁰ -9 ⁵⁰	- masurarea a doua a filtrului 2 din ziua precedenta;
9 ⁵⁰ -10 ⁴⁰	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;
10 ⁴⁰ -11	- masurarea unui filtru dupa 5 zile;
12 ³⁰ -13	- masurarea fondului 2 al instalatiei de masurare;
13 ⁰⁰	- oprirea pompei;
13 ⁰³ -13 ²⁰	- masurarea imediata a filtrului 2;
13 ³⁰ -14 ³⁰	- masurarea depunerii dupa 5 zile;
14 ³⁰ -16	- masurarea vegetatiei, solului, apei saptamanale;
16-16 ²⁰	- masurarea imediata a depunerii;
16 ²⁰ -17 ¹⁰	- masurarea apei de adancime (posturilor lunare);
17 ¹⁰ -17 ³⁰	- masurarea fondului 3 al instalatiei de masurare.

Nota:

În momentul trecerii la orarul de vara, structura programului se pastreaza neschimbata, toate orele indicate mai sus fiind decalate cu 1(ex: ora 8 devine ora 9).

Anexa 5.2.

Valorile limitelor de atentionare, avertizare si alarmare in masuratorile beta globale

Factor de mediu	Nivel Atentionare	Nivel Avertizare	Nivel Alarmare
Aer imediat (Bq/m^3)	10	50	200
Aer dupa 5 zile (Bq/m^3)	0.05	0.2	0.5
Depunere imediata (Bq/m^2zi)	200	1000	2000
Depunere dupa 5 zile (Bq/m^2zi)	50	500	2000
Apa (Bq/l)	2	5	20

Precizare:

Valorile imediate ale activitatii specifice pentru care se fac remasurari ale probelor de mediu sunt:

- pentru proba de aerosoli atmosferici, $10 Bq/m^3$
- pentru proba de depuneri, $200 Bq/m^2zi$
- pentru proba de apa, $2 Bq/l$

Anexa 5.3.

Calculul impreciziei de masurare

In cazul masuratorilor dupa 5 zile se calculeaza valorile abaterilor standard (sau dispersia valorilor) a marimilor calculate, notate σ_Λ . Calculul abaterii standard a marimii Λ pleaca de la definitia generala a activitatii specifice ca o marime cu mai multe variabile (vezi cap.3), respectiv:

$$\Lambda = \frac{R}{g} = \frac{R}{R_{et}} \Lambda_{et}$$

Se defineste abaterea standard cu formula:

$$\sigma_\Lambda = \Lambda \cdot \varepsilon_\Lambda = \Lambda \cdot \sqrt{\varepsilon_R^2 + \varepsilon_{R_{et}}^2 + \varepsilon_{\Lambda_{et}}^2} \text{ unde}$$

$$\varepsilon_R = \sqrt{\sum_{i=1}^n \varepsilon_{R_i}^2} \text{ iar } \varepsilon_{R_i} = \frac{1}{R_i} \sqrt{\frac{Q_i}{t} + \frac{F}{2t_F}}$$

$$\varepsilon_{R_{et}} = \frac{1}{R_{et}} \sqrt{\frac{Q_{et}}{t_{et}} + \frac{F}{t_F}}$$

$\varepsilon_{\Lambda_{et}}$ este eroarea de fabricatie a etalonului, inscrisa in certificatul sursei

Marimile ce apar in formulele de mai sus au semnificatiile prezentate in capitolele 3 si 4.

(A se vedea si Cursul de Radioactivitate)

Anexa 5.4.

Valorile calculate ale vitezei de numarare minime semnificative, R_{ms}

Formula de calcul a vitezei minime semnificative R_{ms} este urmatoarea:

$$R_{ms} = \frac{9 + 3 \sqrt{9 + 4F \cdot n \cdot t_p \left(1 + \frac{nt_p}{mt_F}\right)}}{2t_p} \quad (\text{imp/min})$$

Marimile F , t_p , t_F , n , m au semnificatiile cunoscute din capitolul 2.5.

Da-mi mai jos tabelele cu valorile calculate pentru R_{ms} pentru cele doua categorii de masurari: masurari imediate si masurari intirziate.

1. Masurarea imediata a probei, pentru care:

$t_p = 1000 \text{ s,}$

$F = F_{anterior}$

$m = 1,$

$n = 1, 2, 3, 4$

Valoarea R_{ms}

Nr. tavite

F	1	2	3	4
1.00	1.34	2.09	2.83	3.57
1.10	1.39	2.18	2.95	3.73
1.20	1.44	2.26	3.07	3.88
1.30	1.49	2.34	3.18	4.03
1.40	1.53	2.42	3.29	4.17
1.50	1.57	2.49	3.40	4.30
1.60	1.61	2.56	3.50	4.44
1.70	1.65	2.63	3.60	4.56
1.80	1.69	2.70	3.70	4.69
1.90	1.73	2.77	3.79	4.81
2.00	1.76	2.83	3.88	4.93

Indrumar metodologic de lucru la statiile Retelei Nationale de Supraveghere a Radioactivitatii Mediului

2.10	1.80	2.89	3.97	5.04
2.20	1.83	2.95	4.06	5.15
2.30	1.87	3.01	4.14	5.26
2.40	2.90	3.07	4.22	5.32
2.50	1.94	3.13	4.30	5.47
2.60	1.97	3.18	4.38	5.58
2.70	2.00	3.24	4.46	5.68
2.80	2.03	3.29	4.54	5.78
2.90	2.06	3.35	4.61	5.87
3.00	2.09	3.40	4.69	5.97
3.10	2.12	3.45	4.76	6.06
3.20	2.15	3.50	4.83	6.15
3.30	2.18	3.55	4.90	6.25
3.40	2.21	3.60	4.97	6.34
3.50	2.23	3.65	5.04	6.42
3.60	2.26	3.70	5.11	6.51
3.70	2.29	3.74	5.17	6.60
3.80	2.31	3.79	5.24	6.61
3.90	2.34	3.83	5.30	6.77
4.00	2.37	3.88	5.37	6.85
4.10	2.39	3.92	5.43	6.93
4.20	2.42	3.97	5.49	7.01
4.30	2.44	4.01	5.56	7.09
4.40	2.47	4.06	5.62	7.17
4.50	2.49	4.10	5.68	7.25
4.60	2.52	4.14	5.74	7.32
4.70	2.54	4.18	5.80	7.40
4.80	2.56	4.22	5.85	7.48
4.90	2.59	4.26	5.91	7.55
5.00	2.61	4.30	5.97	7.62
5.10	2.63	4.34	6.03	7.70
5.20	2.66	4.38	6.08	7.77
5.30	2.68	4.42	6.14	7.84
5.40	2.70	4.46	6.19	7.91
5.50	2.72	4.50	6.25	7.98
5.60	2.74	4.54	6.30	8.05
5.70	2.77	4.58	6.35	8.12
5.80	2.79	4.61	6.41	8.19
5.90	2.81	4.65	6.46	8.26
6.00	2.83	4.69	6.51	8.32
6.10	2.85	4.72	6.56	8.39
6.20	2.87	4.76	6.61	8.46
6.30	2.89	4.80	6.67	8.52
6.40	2.91	4.83	6.72	8.59
6.50	2.93	4.87	6.77	8.65

6.60	2.95	4.90	6.82	8.72
6.70	2.97	4.94	6.86	8.78
6.80	2.99	4.97	6.91	8.84
6.90	3.01	5.01	6.96	8.91
7.00	3.03	5.04	7.01	8.97
7.10	3.05	5.07	7.06	9.03
7.20	3.07	5.11	7.11	9.09
7.30	3.09	5.14	7.15	9.15
7.40	3.11	5.17	7.20	9.21
7.50	3.13	5.21	7.25	9.27
7.60	3.15	5.24	7.29	9.33
7.70	3.17	5.27	7.34	9.39
7.80	3.18	5.30	7.38	9.45
7.90	3.20	5.34	7.43	9.51
8.00	3.22	5.37	7.48	9.57

2. Masurarea intirziata a probei, pentru care:

$$t_p = 3000 \text{ s,}$$

$$F = F,$$

$$m = 2,$$

$$n = 1, 2, 3, 4$$

Valoarea R_{ms}

Nr. tavite

F	1	2	3	4
1.00	0.77	1.29	1.82	2.34
1.10	0.80	1.35	1.90	2.45
1.20	0.83	1.41	1.98	2.55
1.30	0.86	1.46	2.06	2.65
1.40	0.89	1.51	2.13	2.75
1.50	0.92	1.56	2.20	2.84
1.60	0.94	1.61	2.27	2.93
1.70	0.97	1.66	2.34	3.02
1.80	0.99	1.70	2.40	3.10
1.90	1.02	1.75	2.47	3.19
2.00	1.04	1.79	2.53	3.27
2.10	1.07	1.83	2.59	3.34
2.20	1.09	1.87	2.63	3.42
2.30	1.11	1.91	2.71	3.50
2.40	1.13	1.95	2.76	3.57
2.50	1.15	1.99	2.82	3.64
2.60	1.18	2.03	2.87	3.71

Indrumar metodologic de lucru la statiile Retelei Nationale de Supraveghere a Radioactivitatii Mediului

2.70	1.20	2.06	2.92	3.78
2.80	1.22	2.10	2.98	3.85
2.90	1.24	2.14	3.03	3.91
3.00	1.26	2.17	3.08	3.98
3.10	1.27	2.20	3.13	4.04
3.20	1.29	2.24	3.17	4.11
3.30	1.31	2.27	3.22	4.17
3.40	1.33	2.30	3.27	4.23
3.50	1.35	2.34	3.32	4.29
3.60	1.37	2.37	3.36	4.35
3.70	1.38	2.40	3.41	4.41
3.80	1.40	2.43	3.45	4.47
3.90	1.42	2.46	3.49	4.52
4.00	1.43	2.49	3.54	4.58
4.10	1.45	2.52	3.58	4.64
4.20	1.47	2.55	3.62	4.69
4.30	1.48	2.58	3.66	4.75
4.40	1.50	2.61	3.71	4.80
4.50	1.52	2.64	3.75	4.85
4.60	1.53	2.67	3.79	4.91
4.70	1.55	2.69	3.83	4.96
4.80	1.56	2.72	3.87	5.01
4.90	1.58	2.75	3.91	5.06
5.00	1.59	2.77	3.94	5.10
5.10	1.61	2.80	3.98	5.16
5.20	1.62	2.83	4.02	5.21
5.30	1.64	2.85	4.06	5.26
5.40	1.65	2.88	4.10	5.31
5.50	1.67	2.91	4.13	5.36
5.60	1.68	2.93	4.17	5.40
5.70	1.69	2.96	4.21	5.45
5.80	1.71	2.98	4.24	5.50
5.90	1.72	3.01	4.28	5.54
6.00	1.74	3.03	4.31	5.59
6.10	1.75	3.06	4.35	5.64
6.20	1.76	3.08	4.38	5.68
6.30	1.78	3.10	4.42	5.73
6.40	1.79	3.13	4.45	5.76
6.50	1.80	3.15	4.48	5.81
6.60	1.82	3.17	4.52	5.86
6.70	1.83	3.20	4.55	5.90
6.80	1.84	3.22	4.58	5.94
6.90	1.85	3.24	4.62	5.99
7.00	1.87	3.27	4.65	6.03
7.10	1.88	3.29	4.68	6.07

Indrumar metodologic de lucru la statiile Retei Nationale de Supraveghere a Radioactivitatii Mediului

7.20	1.89	3.31	4.72	6.11
7.30	1.90	3.33	4.75	6.16
7.40	1.92	3.36	4.78	6.20
7.50	1.93	3.38	4.81	6.24
7.60	1.94	3.40	4.84	6.28
7.70	1.95	3.42	4.87	6.32
7.80	1.97	3.44	4.90	6.36
7.90	1.98	3.46	4.93	6.40
8.00	1.99	3.49	4.97	6.44

Anexa 5.5.

Lista tabelelor lunare de radioactivitate completate de o statie de radioactivitate

- | | |
|---|--------------------------|
| 1).Radioactivitatea beta globala a depunerilor atmosferice: | TRA-1, 1/luna. |
| 2).Radioactivitatea beta globala a aerosolilor atmosferici: | TRA-2, 2(4)/luna. |
| 3).Radioactivitatea beta globala a apei de suprafata sau de adincime: | TRA-3, 1(2)/luna. |
| 4).Radioactivitatea beta globala a vegetatiei: | TRA-4, 1/luna. |
| 5).Radioactivitatea beta globala a solului: | TRA-5, 1/luna. |
| 6).Radioactivitatea beta globala a descendentilor Rn si Tn: | TRA-6, 2(4)/luna. |
| 7).Radioactivitatea beta globala a probelor de mediu - date statistice: | TRA-7, 1/luna. |

Precizari:

- 1).Tabelele TRA-1..TRA-7 se trimit dupa completare Laboratorului Central al DGSRM pina la data de 07 a lunii urmatoare (prin posta).*
- 2).Tabelele TRA-2 vor fi in numar de 2 bucati lunar pentru statiile cu program zilnic de 11 ore si 4 bucati lunar pentru statiile cu program zilnic de 24 ore. Acelasi lucru este valabil si pentru tabelul TRA-6.*
- 3).Tabelul TRA-3 va fi in numar de 1 sau 2 in functie de frecventa de prelevare a probelor de apa de suprafata.*

Anexa 5.6.

Metoda Pasquill - Turner de determinare a clasei de stabilitate atmosferica.

Gradul de stabilitatea atmosferica este apreciat in metoda Pasquill - Turner prin sase grade, de la foarte instabil la stabil, dupa cum urmeaza:

- 1- foarte instabil
- 2- instabil *de la f*
- 3- *putin* stabil
- 4- neutru
- 5- *putin* stabil
- 6- stabil

Metoda are ca parametrii initiali viteza vintului la 10 metri inaltime deasupra nivelului solului, nebulozitatea totala si radiatia totala incidenta, adica acei parametri meteorologici si radiativi ce determina gradul de stabilitate a aerului.

In cadrul metodei se face o diferentiere intre noapte si zi, iar in cursul zilei intre radiatia puternica, moderata si slaba. Prin noapte se intelege timpul cuprins in intervalul dintre o ora inainte de apusul soarelui si o ora dupa rasaritul lui.

Radiatia puternica este definita ca fiind cea corespunzatoare unei inaltime a soarelui mai mari decit 60° deasupra orizontului, in conditii de cer senin.

Radiatia moderata corespunde unei inaltime a soarelui cuprinsa intre 35° si 60° , iar radiatia slaba unei inaltime a soarelui mai mica de 35° .

In cadrul schemei de clasificare, clasele de stabilitate pot ~~trece~~ din una in alta, in functie de gradul de acoperire al cerului cu nori (nebulozitate).

Pentru a aplica metoda Pasquill Turner pe teritoriul Romaniei s-au determinat atat intervalul de timp cit dureaza noaptea in fiecare zi a anului precum si inaltimea medie a soarelui in fiecare luna si ora a zilei. In tabelul 1 este notat cu "a" indicele radiativ corespunzator perioadei de noapte si cu "b", "c", "d" indicii radiativi corespunzator radiatiei slabe, moderate si puternice.

Determinat indicele radiativ din tabelul 1, in functie de viteza vintului la 10 metri de la nivelul solului, exprimata in m/sec. si gradul de acoperire al cerului cu nori (sau nebulozitate), exprimat in zecimi, se poate determina clasa de stabilitate atmosferica, conform tabelului 2.

Anexa 5.7.

Corectia de unghi solid pentru masurarea probelor de mediu

Se aplica in cazul in care o proba de mediu si o sursa etalon se masoara cu acelasi aparat de masurare, dar suprafata probei difera de cea a sursei etalon.

Se calculeaza cu formula:

$$f_{\Omega} = \frac{\Omega_e}{\Omega_p}$$

unde Ω_e = unghiul solid sub care se vede etalonul;

Ω_p = unghiul solid sub care se vede proba.

Un tabel cu valorile unghiurilor solide calculate in functie de suprafata ferestrei detectorului de radiatie, suprafata probei masurate si distanta dintre suprafata probei si fereastra detectorului este prezentat in cele ce urmeaza.

Tipul detectorului	Raza probei (mm)	Distanta fereastra-suprafata probei (mm)				
		2	3	4	5	6
Geiger - Muller	5	0.4031	0.3583	0.3191	0.2799	0.2519
	7	0.3953	0.3432	0.3070	0.2672	0.2519
	11	0.3383	0.2952	0.2530	0.2253	0.1992
Sonda ND - 304	5	0.4554	0.4332	0.4143	0.3934	0.3724
	7	0.4559	0.4332	0.4143	0.3934	0.3721
	11	0.4529	0.4282	0.4012	0.3790	0.3633
Sonda ND - 306	7	0.4209	0.3853	0.3483	0.3212	0.2891
	11	0.4034	0.3605	0.3221	0.2907	0.2654

Anexa 5.8.

Solutii de decontaminare

A. In situatii normale

Decontaminarea tavitelor de aluminiu

- 1) Solutie de detergent 10 % (10 g detergent la 100 ml apa)
- 2) Solutie de acid acetic 1 %

Prepararea solutiei de acid acetic 1 %: Intr-un balon cotat de 1000 ml (sau intr-un cilindru gradat de 1000 ml) se aduc 10 ml acid acetic glacial (masurati cu un cilindru gradat de 25 ml sau cu o pipeta de sticla de 10 ml) si se completeaza cu apa distilata pana la semn (respectiv pana la 1000 ml). Se agita solutia si se transvazeaza intr-un flacon de laborator de 1000 ml. Se eticheteaza in mod corespunzator.

Mod de decontaminare a tavitelor de aluminiu: Intr-o capsula de portelan de 1 l se pun 100 ml solutie de decontaminare de acid acetic 1 %, pregatita ca mai sus. Se spala tavitele cu solutie de detergent 10 %, apoi se clatesc cu apa. Se imerseaza tavitele de aluminiu in solutia de acid acetic 1 % timp de 30 min., dupa care se scot si se spala din abundenta cu apa. Se repeta operatia.

Solutia de decontaminare se poate folosi practic la mai multe decontaminari inainte ca ea sa fie complet epuizata.

Decontaminarea obiectelor de sticla, portelan si gresie antiacida

- 1) Solutie de detergent 10 % (10 g detergent praf la 100 ml apa)
- 2) Solutie de acid clorhidric 3 %

Prepararea solutiei de acid clorhidric 3 %: Intr-un balon cotat de 1000 ml (sau intr-un cilindru gradat de 1000 ml) se aduc 30 ml acid clorhidric 37 % (masurati cu un cilindru gradat de 50 ml) si se completeaza cu apa distilata pana la semn (respectiv pana la 1000 ml). Se agita solutia cu atentie si se transvazeaza intr-un flacon de laborator de 1000 ml. Se lucreaza in nisa ventilata. Se eticheteaza in mod corespunzator.

Mod de decontaminare a obiectelor de sticla si portelan: Se spala obiectele de sticla sau portelan cu solutia de detergent 10 %. Este recomandat ca solutia de detergent sa se prepare din timp, prin dizolvarea completa a detergentului in apa calda. Inainte de spalarea propriu zisa obiectele trebuie mentinute un timp de 10 – 15 minute in contact cu solutia de detergent, dupa care se trece la curatarea lor cu un burete. Obiectele se clatesc din abundenta cu apa. Urmeaza decontaminarea cu solutia de acid clorhidric 3 % care se face astfel:

- pentru obiecte mici, acestea se imerseaza in solutia de decontaminare timp de 30 minute;

- pentru obiecte de dimensiuni mari (ex. capsule de 1 – 2 l), se procedeaza la clatirea peretilor interiori ai acestor obiecte cu solutia de decontaminare un timp de 15 – 30 minute.

In final, obiectele se scot din contact cu solutia de decontaminare si se clatesc din abundenta cu apa.

B. In caz de accident nuclear

Decontaminarea tavitelor de aluminiu si a obiectelor din sticla sau portelan se face ca si in situatii normale, cu mentiunea ca in cazul in care la control se constata o contaminare, repetam operatia de decontaminare folosind urmatoarea solutie:

Acid clorhidric 37 % - 200 ml

Alcool metilic absolut - 200 ml

Apa distilata – in completare pana la 1000 ml

Prepararea solutiei: Intr-un cilindru gradat de 1000 ml se masoara 200 ml acid clorhidric 37% peste care se adauga 200 ml alcool metilic absolut (masurat cu un cilindru gradat de 250 ml) si apa distilata completandu-se pana la semn (1000 ml). Se transvazeaza intr-un flacon de laborator cu dop etans. Se prepara numai in nisa ventilata.

Mod de utilizare a solutiei: Atit tavitele de aluminiu, cat si obiectele de sticla sau portelan se pot decontamina in modul descris mai sus (pct A) cu precizarea ca timpul de contact cu solutia de decontaminare pentru tavitele de aluminiu este de cel mult 5 minute, iar pentru obiectele de sticla si portelan este de 30 minute.

Observatii:

Decontaminarea trebuie facuta cu un agent (reactiv de decontaminare) astfel ales incat sa nu degradeze obiectul sau suprafata care se decontamineaza, sa nu conduca la fixarea pe obiect a substantei contaminante, ci antrenarea ei de pe suprafata obiectului.

Decontaminarea "umeda" pe care o folosim ca metoda la statiile de radioactivitate implica folosirea unor reactivi chimici de decontaminare si a unei solutii de detergent. Atunci cand nu se specifica altceva, pentru fiecare tratare a obiectelor contaminate se va asigura contactul intre solutie si obiect cel putin 30 minute. Se recomanda prepararea solutiei de detergent prin dizolvarea detergentului in apa calda. Orice obiect decontaminat cu solutii specifice se spala imediat cu apa din abundenta. Daca este nevoie, operatiunea de decontaminare se repeta.