

COMISIA NATIONALA PENTRU CONTROLUL ACTIVITATILOR NUCLEARE

NSR-22

NORMA PRIVIND MONITORIZAREA RADIOACTIVITĂȚII MEDIULUI ÎN VECINĂTATEA UNEI INSTALAȚII NUCLEARE SAU RADIOLOGICE a fost aprobată prin Ordinul Președintelui CNCAN nr. 275/26.09.2005 și publicată în Monitorul Oficial al României Partea I, nr. 923 din 17.10.2005.

NORMA PRIVIND MONITORIZAREA RADIOACTIVITĂȚII MEDIULUI ÎN VECINĂTATEA UNEI INSTALAȚII NUCLEARE SAU RADIOLOGICE

CAPITOLUL I

Scopul și domeniul de aplicare

Art. 1. - (1) Prezentele norme stabilesc cerințele privind monitorizarea în mediile receptoare a efluenților radioactivi rezultați în urma unei activități nucleare autorizate, în condiții de operare normală și în situații de urgență nucleară sau radiologică, în conformitate cu prevederile Legii nr. 111/1996 privind desfășurarea în siguranță a activităților nucleare, republicată, cu modificările și completările ulterioare, și ale Normelor fundamentale de securitate radiologică, aprobate prin Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 14/2000.

(2) Prezentele norme se aplică centralelor nucleare-electrice, reactorilor nucleari de cercetare, uzinelor de producere și de reprocesare a combustibilului nuclear, unităților de extracție, preparare și prelucrare a minereurilor uranifere și torifere, precum și depozitelor intermediare de combustibil nuclear uzat și depozitelor intermediare și finale de deșeurii radioactive.

(3) Prezentele norme se aplică, de asemenea, și anumitor instalații radiologice ce utilizează surse radioactive deschise, conform prevederilor normelor specifice și/sau cerințelor de autorizare.

Art. 2. - (1) Pentru toate instalațiile nucleare sau radiologice prevăzute la art. 1 alin. (2) și (3), solicitantul/titularul de autorizație trebuie să determine din etapa de proiectare posibilitatea oricărui impact radiologic al instalației în vecinătatea acesteia, cu referire specială la:

a) căile de expunere umană la radiații, inclusiv lanțurile trofice;

b) impactul radiologic asupra ecosistemelor locale;

c) posibila acumulare a materialelor radioactive în mediu;

d) posibilitatea existenței altor căi de emisie a radionuclizilor în mediu, neautorizate.

(2) În funcție de rezultatele evaluării preliminare a impactului radiologic, CNCAN poate cere, în cadrul procesului de autorizare, solicitantului/titularului de autorizație să asigure, pe lângă monitorizarea emisiilor radioactive, și monitorizarea radioactivității mediului în vecinătatea instalației.

(3) Cerințele specifice referitoare la monitorizarea emisiilor radioactive la o instalație nucleară sau radiologică ce emite radionuclizi în mediu sunt prezentate în Normele privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice, aprobate prin Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 276/2005.

Art. 3. - (1) Cerințele generale privind limitarea dozelor pentru practicile din domeniul nuclear, estimarea dozelor, radioprotecția operațională a expușilor profesional, radioprotecția populației în condiții normale, transferarea în mediu a deșeurilor radioactive, radioprotecția în intervenții, evidențe, raportări și anunțări sunt prezentate în Normele fundamentale de securitate radiologică.

(2) Cerințele specifice referitoare la limitarea eliberărilor de efluenți radioactivi în mediu, calculul dispersiei efluenților radioactivi evacuați în mediu de o instalație nucleară, programul de măsurări meteorologice și hidrologice pentru amplasamentul instalației nucleare sunt prezentate în Normele privind limitarea eliberărilor de efluenți radioactivi în mediu, aprobate prin Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 221/2005, Normele privind calculul dispersiei efluenților radioactivi evacuați în mediu de instalații nucleare, aprobate prin Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 360/2004, și în Normele privind măsurile meteorologice și hidrologice la instalațiile nucleare, aprobate prin Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 361/2004.

Art. 4. - (1) În scopul aplicării prezentelor norme, pe lângă termenii și expresiile definite în Legea nr. 111/1996, republicată, cu modificările și completările ulterioare, și în Normele fundamentale de securitate radiologică mai sunt utilizați și alți termeni de specialitate, definiți în anexa nr. 1 la prezentele norme.

(2) În contextul prezentelor norme, prin urgență se va înțelege urgență nucleară sau radiologică.

(3) În contextul prezentelor norme, prin instalație se va înțelege instalație nucleară sau radiologică.

CAPITOLUL II

Cerințe generale și responsabilități

Art. 5. - Responsabilitățile și cerințele generale privind monitorizarea radioactivității mediului sunt cuprinse în art. 5-20 din cap. II și III ale Normelor privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice, aplicabile atât emisiilor radioactive, cât și radioactivității mediului.

CAPITOLUL III

Programe de monitorizare a radioactivității mediului

Art. 6. - Obiectivele specifice ale monitorizării radioactivității mediului sunt:

a) verificarea rezultatelor programului de monitorizare a emisiilor radioactive și a modelelor asociate, în scopul verificării predicțiilor furnizate de modelele utilizate;

b) furnizarea informațiilor necesare evaluării dozelor actuale sau potențiale către membrii grupului critic, rezultate din practica sau sursa autorizată;

c) detectarea oricăror modificări neprevăzute ale concentrațiilor de activitate și evaluarea tendințelor pe termen lung ale nivelurilor de radioactivitate din mediu, ca rezultat al practicii de eliberare de radionuclizi în mediu;

d) furnizarea de informații publicului.

Art. 7. - (1) Programul de monitorizare a radioactivității mediului va conține prevederi referitoare la măsurarea debitelor de doză externă din mediu și a concentrațiilor de activitate din toți factorii de mediu relevanți, produse alimentare și apă potabilă.

(2) Pentru proiectarea programului de monitorizare a radioactivității mediului sunt necesare în primul rând:

a) identificarea radionuclizilor critici;

b) identificarea căilor de expunere critice; și

c) identificarea grupului/grupurilor critic/critice.

(3) Pe baza acestor evaluări, se vor selecta acei radionuclizi și acele căi de expunere care vor contribui major la doza către populație, astfel încât programul de monitorizare a radioactivității mediului să poată fi concentrat pe acestea.

Art. 8. - În cazurile în care există mai multe instalații nucleare sau radiologice cu impact radiologic asupra aceluiași zone geografice și grupuri de populație, fiecare titular de autorizație va desfășura propriul program de monitorizare a radioactivității mediului, urmând a justifica rezultatele obținute pe baza datelor despre propriile emisii radioactive.

— Căi de expunere

Art. 9. - (1) Din totalitatea căilor de expunere potențiale vor fi selectate pe baze realiste acele căi de expunere importante din punct de vedere al:

a) proprietăților radiologice ale materialelor deversate în mediu (tipul emițătorilor, timpii de înjumătățire);

b) proprietăților fizice (starea de agregare) și chimice (forma organică sau anorganică, starea de oxidare) ale materialelor emise, precum și al caracteristicilor lor de migrare;

c) mecanismelor de dispersie în mediu și al factorilor de influență a dispersiei (înălțimea

coșului, condițiile meteorologice etc.), precum și al caracteristicilor mediului (clima, tipul de biosferă, producția agricolă etc.);

d) localizării, vârstelor, dietei și obiceiurilor indivizilor sau populației expuse.

(2) Căile potențiale de expunere la radiații a populației, ca urmare a deversărilor de materiale radioactive în mediu, sunt redate în anexa nr. 2 la prezentele norme.

Art. 10. - Programul de monitorizare a radioactivității mediului va face referire cel puțin la principalele căi de expunere la radiații, care sunt:

1. căile de expunere externă:

a) sursă -> atmosferă/apă -> om: expunere datorată imersiei în norul radioactiv din atmosferă sau în pana de poluant din apă;

— sursă de tritium -> atmosferă -> om: absorbție prin piele a oxidului de tritium din norul radioactiv;

b) sursă -> atmosferă/apă -> sol, sediment, suprafețele clădirilor, vegetație -> om: expunere datorată radionuclizilor depuși pe sol, sedimente (pe malurile râurilor, lacurilor sau mărilor), pe suprafețele clădirilor (pereți, acoperișuri și podele) sau pe vegetație (copaci, păduri, iarbă);

c) sursă -> om: expunere directă la o sursă de radiații ionizante (sursă radioactivă, instalație nucleară sau radiologică);

d) sursă -> atmosferă -> pielea umană: expunere datorată contactului radionuclizilor cu pielea;

2. căile de expunere internă:

a) sursă -> atmosferă -> om: inhalarea radionuclizilor din norul radioactiv;

b) sursă -> atmosferă/apă -> (sol/sediment) -> vegetație și/sau carne/lapte/ouă ori alimente marine -> om: ingestie de radionuclizi din alimente sau băuturi;

c) sol/sediment -> om: inhalare de radionuclizi resuspendați.

— Grupuri critice

Art. 11. - (1) La proiectarea programului de monitorizare a radioactivității mediului, solicitantul/titularul de autorizație trebuie să selecteze unul sau mai multe grupuri critice.

(2) Grupul critic trebuie selectat astfel încât să se acorde atenția cuvenită obiceiurilor sociale, culturale și alimentare ale populației autohtone, precum și ale minorităților etnice și culturale, acolo unde este cazul.

(3) Selectarea grupului critic se va face astfel încât mărimea grupului critic să respecte cerința de omogenitate.

(4) În situații extreme, pentru evaluarea expunerii populației și pentru verificarea dozelor anticipate drept consecințe ale eliberării de radionuclizi în mediu în condiții de operare normală, se poate defini grupul critic ca fiind format dintr-un singur individ ipotetic.

Art. 12. - În cazurile în care anumiți indivizi sunt membri ai mai multor grupuri expuse cu predilecție pe diferite căi de expunere, grupul critic se definește pe baza sumei calculate a dozelor primite pe toate căile de expunere.

Art. 13. - În situațiile în care apar modificări ale distribuțiilor de populație și/sau ale metodelor de utilizare a terenurilor din vecinătatea unei instalații,

titularul de autorizație trebuie să identifice noile grupuri critice și/sau căi de expunere, urmând să modifice corespunzător și programul de monitorizare a radioactivității mediului.

CAPITOLUL IV

Monitorizarea de rutină a radioactivității mediului

IV.1 . Monitorizarea radioactivității mediului în diferite stadii de operare

Art. 14. - Întrucât obiectivele monitorizării radioactivității mediului sunt diferite în diferitele etape ale operării unei instalații, titularul de autorizație trebuie să modifice corespunzător natura și amploarea programului de monitorizare a radioactivității mediului pe parcursul etapelor operaționale ale instalației.

— Etapa preoperațională

Art. 15. - (1) În etapa preoperațională solicitantul/titularul de autorizație trebuie să asigure derularea de studii destinate determinării următorilor parametri:

a) caracteristicile radiologice ale sursei de emisie și inventarul radioactiv prognozat;

b) tipurile și activitățile radionuclizilor care vor fi emiși, forma fizică și chimică a acestora, metodele și căile de emisie, precum și ratele de emisie radioactivă;

c) mecanismele de transfer al radionuclizilor prin mediu, luând în considerare mecanismele de dispersie și de reconcentrare, precum și variațiile sezoniere;

d) caracteristicile naturale și artificiale ale mediului, care afectează transferul radionuclizilor (condițiile geologice, hidrologice și meteorologice, vegetația, prezența rezervoarelor sau porturilor etc.);

e) ecologia formațiunilor de apă planificate să recepteze efluenții lichizi (flora și fauna, variabilitatea anuală, stadiul eutrofizării, modificările prognozate ale ecosistemelor);

f) modul de utilizare a mediului pentru agricultură, industrie, locuire și recreere, rezervele de apă și de alimente existente;

g) densitatea populației, distribuția sa după vârstă, precum și obiceiurile alimentare, ocupaționale, domestice și recreaționale;

h) grupurile critice posibile;

i) nivelurile de radionuclizi existente în mediu și variabilitatea acestora;

j) existența oricărui alt poluant fizic sau chimic care ar putea afecta transferul de radionuclizi în mediu.

(2) În cadrul programului preoperațional vor fi, de asemenea, identificate organismele sau materialele indicatoare ale anumitor radionuclizi.

Art. 16. - (1) În etapa preoperațională solicitantul/titularul de autorizație trebuie să proiecteze programul de monitorizare a radioactivității mediului, pe baza studiilor preoperaționale.

(2) Programul preoperațional va putea fi folosit, de asemenea, pentru pregătirea personalului și testarea echipamentelor, metodelor și procedurilor de măsurare prevăzute în cadrul programului

operațional de monitorizare a radioactivității mediului.

Art. 17. - Titularul de autorizație trebuie să inițieze programul preoperațional cu suficient timp înainte de începerea funcționării instalației, astfel încât să se poată decela valorile de referință ale concentrațiilor radioactive din mediu, precum și variabilitatea acestora.

— Etapa operațională

Art. 18. - (1) Necesitatea și amploarea programului de monitorizare a radioactivității mediului vor fi determinate în primul rând de mărimea dozelor prognozate pentru grupul critic.

(2) Măsurătorile și prelevările de probe se vor efectua în locații accesibile publicului, situate în afara amplasamentului instalației.

(3) Locațiile de măsurare și de prelevare a probelor vor fi selectate pe baza caracteristicilor locale ale mediului în care este amplasată instalația, astfel încât să fie posibilă:

a) determinarea dozelor de radiații către populație;

b) identificarea zonelor contaminate cu radionuclizi.

Art. 19. - În vederea verificării predicțiilor făcute pe baza rezultatelor programului de monitorizare a emisiilor radioactive și a evaluării dozelor primite de populație, programele de monitorizare a radioactivității mediului vor conține prevederi referitoare la:

a) prelevarea probelor și efectuarea măsurătorilor într-un număr de locații alese în funcție de estimările modelelor de dispersie a efluenților, inclusiv în zone de fond;

b) prelevarea probelor în baza unor proceduri elaborate, astfel încât să se țină cont de obiceiurile și de ratele de consum ale grupului/grupurilor critic/critice;

c) prelevarea probelor de alimente din cele mai apropiate centre de producere și prelucrare sau de la producătorii particulari din zonă.

Art. 20. - În vederea decelării tendințelor de modificare a nivelurilor de radioactivitate din mediu, programele de monitorizare a radioactivității mediului vor conține prevederi referitoare la prelevări de probe și măsurări de concentrații de activitate din organisme sau materiale indicatoare, naturale ori artificiale, chiar dacă acestea nu fac parte din căile de expunere umană la radiații.

Art. 21. - (1) La începutul perioadei de operare se vor efectua măsurători frecvente și detaliate de radioactivitate a mediului, pentru confirmarea predicțiilor referitoare la comportarea și transferul radionuclizilor în mediu.

(2) Pe durata operării instalației, titularul de autorizație poate reduce amploarea programului de monitorizare a radioactivității mediului numai cu aprobarea CNCAN.

(3) Propunerea de reducere a programului de monitorizare a radioactivității mediului va fi analizată ținându-se cont de posibilitatea modificării regimului de deversare a radionuclizilor în mediu sau apariției unor emisii neprevăzute, precum și de interesul publicului.

Art. 22. - (1) Titularul de autorizație trebuie să reevalueze și să modifice corespunzător programul de monitorizare a radioactivității mediului în următoarele situații:

a) apariția unor modificări în modul de operare a instalației sau în natura emisiilor radioactive;

b) apariția unor modificări importante ale mediului, care pot afecta semnificativ transferul radionuclizilor în mediu și deci căile de expunere (cum ar fi modificări biologice ale ecosistemelor acvatice datorită descărcărilor termice sau eutrofizarea generală a întregului sistem acvatic, redistribuirea populației sau schimbarea obiceiurilor acesteia).

(2) Noul program de monitorizare a radioactivității mediului va fi supus spre aprobare CNCAN.

— Etapa de dezafectare a instalației

Art. 23. - (1) Având în vedere că pe durata procesului de dezafectare impactul potențial datorat iradierii directe și emisiilor radioactive asupra populației din vecinătatea instalației se va modifica față de etapa operațională, solicitantul/titularul de autorizație trebuie să evalueze sistemele de monitorizare a radioactivității mediului, existente în etapa operațională, pentru a determina dacă este necesară păstrarea lor și dacă este oportună modificarea lor.

(2) Odată determinate, cerințele de monitorizare a radioactivității mediului vor fi specificate în planul de dezafectare a instalației.

Art. 24. - Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să proiecteze un program de monitorizare a radioactivității mediului în perioada de dezafectare, care să răspundă aceluiași obiective specifice ca și în perioada de operare, ținând cont de:

a) modificarea termenului-sursă și deci modificarea corespunzătoare a radionuclizilor critici, a căilor de expunere critice și a grupurilor critice;

b) modificarea activităților de deversare a radionuclizilor în mediu;

c) apariția posibilității unor emisii radioactive constând în aerosoli contaminați, rezultați în urma activităților de dezafectare, care nu pot fi trecuți prin sistemele existente de filtrare și monitorizare a efluenților gazoși.

Art. 25. - Încheierea lucrărilor de dezafectare nu atrage încheierea programului de monitorizare a radioactivității mediului, unele aspecte ale monitorizării mediului putând continua până la eliberarea nerestrictivă a amplasamentului instalației de sub regimul de autorizare, conform cerințelor CNCAN.

— Monitorizarea instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive după închiderea acestora

Art. 26. - (1) Prevederile prezentei secțiuni reprezintă cerințele specifice de monitorizare a instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive amplasate la suprafață (locații de amplasare a deșeurilor provenite din activitățile de minerit și prelucrare a minereurilor de uraniu și

toriu), în apropierea suprafeței solului (pentru deșeuri de joasă și medie activitate), în puțuri amenajate, adânci sau mai puțin adânci, și în subterane de mare adâncime (depozite geologice), în perioada ulterioară încetării operării și închiderii instalației.

(2) Prevederile prezentei secțiuni se aplică împreună cu cerințele cuprinse în celelalte capitole aplicabile din prezentele norme.

Art. 27. - (1) La proiectarea programului de monitorizare a instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive trebuie să se țină cont de migrația potențială a radionuclizilor în atmosferă și mai ales în mediul geologic din jurul instalației.

(2) Sistemele de monitorizare trebuie să fie proiectate astfel încât să nu interfereze cu barierele fizice destinate izolării radionuclizilor.

Art. 28. - Programul de monitorizare a instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive după închiderea acestora va fi proiectat astfel încât să răspundă următoarelor obiective principale:

a) dovedirea conformității cu constrângerea de doză stabilită de CNCAN;

b) confirmarea pe cât posibil a ipotezelor relevante ale analizei de securitate a instalației;

c) furnizarea de indicații despre orice defecțiune a sistemului de izolare a radionuclizilor, care ar putea să conducă la emisii neprevăzute de radionuclizi în mediu;

d) furnizarea de informații referitoare la securitatea instalației, către publicul interesat.

Art. 29. - (1) Monitorizarea instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive după închiderea acestora se va desfășura în cadrul programului de control instituțional activ.

(2) Programul de monitorizare va fi proiectat, implementat și revizuit periodic de organizația responsabilă cu controlul instituțional.

(3) Programul de monitorizare, precum și reviziile sale ulterioare trebuie să fie aprobate de CNCAN.

Art. 30. - (1) În principiu, monitorizarea instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive va continua atâta timp cât instalația va reprezenta un pericol potențial de emisie de radionuclizi în mediu.

(2) Perioada de monitorizare va fi stabilită de CNCAN, ținându-se cont de timpii de înjumătățire prin dezintegrare radioactivă a radionuclizilor conținuți în deșeurile radioactive, de rezultatele analizei de securitate a instalației și de rezultatele monitorizării radioactivității mediului în vecinătatea instalației.

— Instalații de depozitare definitivă amplasate la suprafață și în apropierea suprafeței solului

Art. 31. - (1) La proiectarea programului de monitorizare postînchidere se va ține cont de ipotezele, modelele și concluziile analizei de securitate a instalației de depozitare, acordându-se atenția cuvenită factorilor locali specifici (localizarea amplasamentului, condițiile climatice, geologice și geomorfologice, proiectul instalației și al barierelor sale, mediul extern, distribuția populației).

(2) Orice modificare survenită în analiza de securitate va conduce la reevaluarea și modificarea corespunzătoare a programului de monitorizare postînchidere.

Art. 32. - (1) Programele de monitorizare postînchidere trebuie să conțină prevederi referitoare la prelevarea probelor din compartimentele mobile de mediu (în special medii geologice) și din biosferă, prin care migrează radionuclizii și pot ajunge la om:

a) aer atmosferic (în cazul emisiilor de radon din locurile de amplasare a deșeurilor provenite din extracția și prelucrarea minereurilor de uraniu și toriu);

b) apă din sol, apă de adâncime, apă de suprafață;

c) sedimente;

d) plante și animale;

e) produse alimentare.

(2) Locațiile de monitorizare a apelor de suprafață, a sedimentelor, a plantelor, animalelor și a produselor alimentare vor fi selectate în funcție de căile potențiale de migrare a radionuclizilor, determinate prin studii preoperaționale și/sau operaționale, derulate până la momentul închiderii instalației de depozitare.

(3) Apele de adâncime vor fi monitorizate prin intermediul puțurilor localizate la o adâncime suficientă în jurul și în aval de instalația de depozitare.

(4) Frecvențele de prelevare și de măsurare vor fi determinate astfel încât să se asigure detecția promptă a schimbărilor semnificative survenite în nivelurile și ratele de emisie a radionuclizilor, precum și a nivelurilor de expunere umană asociate.

Art. 33. - Programele de monitorizare a instalațiilor de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive închise trebuie să fie adaptabile oricăror modificări ale condițiilor de expunere umană, avându-se în vedere că:

a) după închiderea instalației de depozitare, deși suprafața de acoperire poate minimiza sau chiar preveni emisia atmosferică de radionuclizi volatili, pot avea loc infiltrații în sol, pe sub suprafața de acoperire, prin barierele ingineresti;

b) pe termen lung pot avea loc modificări ale condițiilor climatice și de mediu (debitele hidrologice, chimia apelor de adâncime), precum și modificări sociale (utilizarea terenurilor, tehnicile de producere a alimentelor).

Art. 34. - În vederea determinării apariției unor modificări semnificative care au avut loc sau care este posibil să aibă loc, nivelurile de radionuclizi măsurate în compartimentele de mediu monitorizate trebuie comparate cu datele de monitorizare corespunzătoare, colectate în timpul operării instalației de depozitare, și cu datele preoperaționale, dacă sunt disponibile.

Art. 35. - (1) Întrucât la momentul închiderii cei mai mulți radionuclizi de viață scurtă se vor fi dezintegrat aproape în totalitate, monitorizarea postînchidere trebuie să fie concentrată pe determinarea radionuclizilor de viață medie și lungă.

(2) Monitorizarea postînchidere va avea în vedere în principal detectarea radioizotopilor celor mai mobile elemente; detectarea unor astfel de elemente în probele de mediu va fi interpretată atât în termeni radiologici, cât și ca o indicație imediată a pierderii integrității instalației de depozitare.

Art. 36. - (1) În vederea verificării și validării ipotezelor analizei de securitate a instalației de depozitare, este necesară folosirea unor metode de măsurare suficient de sensibile, selectate astfel încât obținerea unor rezultate mai mici decât activitatea minim detectabilă să asigure demonstrarea corectitudinii analizei de securitate.

(2) Activitatea minim detectabilă a echipamentelor și metodelor de măsurare folosite pentru monitorizarea postînchidere trebuie să asigure măsurarea unor niveluri radioactive semnificativ mai mici (cu unul sau două ordine de mărime) decât nivelurile care ar conduce la constrângerea de doză impusă de CNCAN.

Art. 37. - (1) Programul de monitorizare postînchidere trebuie proiectat astfel încât datele obținute să poată fi folosite ca o indicație a necesității investigării unor eventuale inadvertențe în performanțele instalației de depozitare, referitoare la asigurarea protecției împotriva expunerii la radiații și a necesității unor acțiuni de remediere.

(2) Investigațiile desfășurate în vederea explicării unor valori neașteptate vor implica prelevări și măsurări repetate și extinse de probe.

(3) De asemenea, în cadrul investigațiilor se vor evalua variațiile pe termen lung ale concentrațiilor de activitate din compartimentele de mediu corespunzătoare.

(4) Investigațiile vor continua până la obținerea unei explicații satisfăcătoare atât pentru CNCAN, cât și pentru organizația responsabilă cu controlul instituțional.

(5) Programul de monitorizare va fi revizuit și, dacă este necesar, va fi modificat de organizația responsabilă cu controlul instituțional, astfel încât să fie adaptat noilor condiții posibile de emisie și de migrare a radionuclizilor în mediu.

(6) În vederea luării deciziilor referitoare la acțiunile de remediere necesare, se va ține cont de rezultatele noii analize de securitate sau ale actualei analize modificate, precum și de rezultatele programului de monitorizare.

Art. 38. - (1) Programele de monitorizare postînchidere pentru depozitele de suprafață de deșeuri provenite din activitățile de minerit și de prelucrare a minereurilor (halde de steril) vor fi proiectate astfel încât să se țină cont de posibilitatea modificării stării deșeurilor pe termen mediu și lung, datorită fenomenelor naturale (eroziuni, alunecări de teren, modificări ale cursurilor apelor de suprafață) și antropogenice (lucrări de construcții, forări pentru resurse minerale sau de apă etc.).

(2) Programele de monitorizare postînchidere pentru depozitele de suprafață de deșeuri provenite din activitățile de minerit și de prelucrare a minereurilor care conțin cantități mari de minereu

vor include prevederi referitoare la monitorizarea materialelor periculoase neradioactive.

— Depozite geologice

Art. 39. - (1) Având în vedere cerințele de proiectare ale unui sistem de confinare pentru depozitele geologice, precum și cerințele de nonaccesibilitate a factorilor naturali și umani externi, securitatea unor astfel de depozite definitive de deșeuri radioactive nu se bazează pe un control instituțional postînchidere continuu.

(2) Continuarea monitorizării amplasamentului și mediului înconjurător ale unui depozit geologic, după închiderea acestuia, se va stabili de către CNCAN, în funcție de necesitatea demonstrării asigurării securității radiologice de necesitatea confirmării integrității depozitului, precum și de necesitatea continuării controlului de garanții nucleare.

IV.2 . Programe-suport

Art. 40. - Programul de monitorizare a radioactivității mediului va fi suplimentat, după caz, cu programe și/sau cu studii-suport, destinate altor tipuri de măsurători și/sau activități de colectare de date generale despre mediu și de date despre caracteristicile populației.

Art. 41. - (1) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să asigure monitorizarea condițiilor climaterice, atât în etapa preoperațională, cât și în timpul operării instalației.

(2) De asemenea, atât în etapa preoperațională, cât și în timpul operării instalației trebuie să fie monitorizate caracteristicile hidrologice ale râurilor în care sunt deversați efluenții lichizi sau caracteristicile hidrodinamice ale mediului acvatic, în cazul deversărilor în lacuri sau în mări.

(3) În etapa preoperațională trebuie monitorizate totodată solurile și hidrogeologia locală, precum și trăsăturile topografice care pot influența efluenții gazoși.

(4) Cerințele specifice privind monitorizarea condițiilor climaterice și a caracteristicilor hidrologice sunt prezentate în Normele privind măsurările meteorologice și hidrologice la instalațiile nucleare, aprobate prin Ordinul președintelui CNCAN nr. 361/2004.

Art. 42. - (1) În cadrul studiilor preoperaționale vor fi monitorizate distribuția (în special după vârstă) și caracteristicile populației din vecinătatea instalației, ocupațiile și obiceiurile acesteia, ratele de consum alimentar și originea alimentelor consumate, precum și modul de petrecere a timpului; în perioada de operare toate aceste date vor fi verificate prin anchete periodice.

(2) Caracteristicile agricole și acvatice (specii implicate, obiceiuri și practici agricole), precum și activitățile de grădinărit vor fi, de asemenea, monitorizate în etapa preoperațională și verificate periodic în etapa operațională.

(3) Utilizarea apei din râuri va fi monitorizată în vecinătatea instalației și în aval, până la distanța la care se presupune că ar putea avea loc contaminarea radioactivă.

IV.3 . Tehnici de prelevare și de măsurare a probelor de mediu

Art. 43. - (1) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să adapteze strategia de prelevare a probelor la situația care trebuie monitorizată, astfel încât să răspundă obiectivelor specifice ale programului de monitorizare.

(2) Locațiile și frecvența de prelevare a probelor vor fi selectate în funcție de scopul măsurătorilor, tipul emisiei, inventarul radioactiv și de expunerea prevăzută ca rezultat al emisiilor radioactive.

Art. 44. - (1) În condiții de operare normală locațiile de prelevare de probe vor fi selectate după cum urmează:

a) în apropierea punctelor în care este prevăzută expunerea maximă la radiații sau depunerea maximă de radionuclizi, și anume pe direcția principală a vântului, pentru emisii atmosferice (în direcția în care bate vântul) sau în aval de punctul de deversare, pentru emisii lichide; și

b) la limita amplasamentului instalației, pentru iradierea directă de la sursă.

(2) Deși dispersia atmosferică și acvatică poate cunoaște variații anuale semnificative, cele mai multe prelevări de probe se vor face din aceleași puncte, pentru a permite compararea rezultatelor pe ani.

(3) În scopul comparării, se vor efectua prelevări și măsurări de probe de mediu din așezările umane situate în vecinătatea amplasamentului instalației, precum și din zone de fond (în direcția din care bate vântul și în amonte de sursă).

Art. 45. - (1) Produsele alimentare agricole care se produc continuu, cum sunt legumele cu frunză comestibilă și laptele, vor fi prelevate bianual sau chiar mai frecvent, în cazul în care se urmărește detectarea unor radionuclizi de viață scurtă (ca de exemplu, iodul radioactiv).

(2) Solul și produsele care se recoltează o dată pe an vor fi măsurate anual.

Art. 46. - (1) Compartimentele de mediu situate de-a lungul căilor de expunere monitorizate și frecvențele corespunzătoare de prelevare și măsurare sunt redate în tabelul cuprins în anexa nr. 3 la prezentele norme.

(2) Din tabelul generic prezentat în anexa nr. 3 se vor alege acele compartimente specifice, stabilite pe baza radionuclizilor de interes, a condițiilor de mediu locale și a nivelului emisiilor radioactive.

Art. 47. - Dată fiind inerenta variabilitate a concentrațiilor radioactive din probele de mediu, se impune proiectarea atentă a strategiei de prelevare a probelor. Astfel:

a) în vederea unei evaluări statistice corespunzătoare a valorilor măsurate, se va aplica o strategie de prelevare de probe predefinită;

b) procedurile specifice de prelevare a diferitelor probe de mediu vor fi selectate astfel încât să se asigure reprezentativitatea probelor prelevate.

Art. 48. - (1) Frecvența de prelevare a probelor va depinde de mărimea care urmează a fi măsurată, de exactitatea de măsurare cerută, de dependența de timp și de variabilitatea mărimii măsurate.

(2) Prelevarea probelor trebuie să fie mai frecventă în următoarele cazuri:

a) monitorizarea zonelor în care nivelurile de radiații sunt apropiate de nivelurile de intervenție sau de acțiune;

b) măsurarea contaminării radioactive a alimentelor cu perioadă scurtă între recoltare și consum;

c) dacă se urmărește detectarea unei mărimi cu variabilitate spațială și temporală mare;

d) dacă se urmărește decelarea unor radionuclizi cu timpi de înjumătățire scurți.

Art. 49. - (1) În general, se vor măsura concentrațiile de activitate ale radionuclizilor prezenți în compartimentele de mediu, cu excepția cazurilor în care limitele derivate de emisie sunt date sub formă de activități alfa-globale sau beta-globale.

(2) Frecvența de măsurare a probelor va fi stabilită ținându-se cont în special de timpul de înjumătățire al radionuclizilor urmăriți și de nivelul emisiilor radioactive.

(3) Un ghid al metodelor de prelevare și măsurare a probelor în vederea determinării diferitelor mărimi importante pentru monitorizarea de rutină a emisiilor radioactive este redat în anexa nr. 4 la prezentele norme.

Art. 50. - (1) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să selecteze echipamentele de măsurare a radiațiilor în funcție de scopul pentru care sunt folosite, ținându-se cont de radionuclizii care pot fi emiși atât la operare normală, cât și în caz de urgență.

(2) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să prezinte în cadrul procesului de autorizare toate caracteristicile tehnice ale echipamentelor de monitorizare, care pot influența calitatea măsurărilor, prin autorizația de securitate radiologică emisă de CNCAN sau prin alte documente similare recunoscute de CNCAN, în conformitate cu legislația în vigoare.

Art. 51. - (1) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să selecteze echipamentele de prelevare și măsurare a probelor, tehnicile analitice și procedurile utilizate, astfel încât să satisfacă cerințele de sensibilitate minimă.

(2) Sensibilitatea minimă cerută pentru echipamentele și metodele de măsurare folosite va fi exprimată în termeni de activitate minim detectabilă.

(3) Activitățile minim detectabile ale echipamentelor și metodelor de măsurare folosite vor fi selectate astfel încât să permită efectuarea măsurărilor la niveluri substanțial mai mici (cu cel puțin un ordin de mărime) decât cele care ar conduce la constrângerea de doză, ținându-se cont de toate căile de expunere; pentru fiecare cale de expunere monitorizată se va alocă o anumită fracție din constrângerea de doză; activitățile minim detectabile vor fi calculate astfel încât să garanteze detectarea tuturor contribuțiilor posibile la doza totală.

Art. 52. - Modul de calcul și valorile activităților minim detectabile calculate pentru fiecare radionuclid sau categorie de radionuclizi emiși pe fiecare cale de emisie trebuie să fie prezentate

explicit în programul de monitorizare a radioactivității mediului.

IV.4 . Cerințe specifice privind monitorizarea radioactivității mediului în vecinătatea unei centrale nucleare electrice

Art. 53. - (1) Prevederile prezentei secțiuni reprezintă cerințele specifice de monitorizare a radioactivității mediului, în condiții de operare normală a unei centrale nucleare electrice cu reactori de tip CANDU.

(2) Cerințele specifice de monitorizare a radioactivității mediului în vecinătatea altor instalații nucleare sau radiologice vor fi stabilite de CNCAN pentru fiecare instalație în parte, în cadrul procesului de autorizare.

(3) Cerințele specifice de monitorizare a radioactivității mediului în vecinătatea unei instalații nucleare sau radiologice vor fi aplicate împreună cu cerințele generale prezentate în celelalte capitole aplicabile ale prezentelor norme.

Art. 54. - (1) În cadrul programului de monitorizare a radioactivității mediului, pentru studierea comportării fiecărui radionuclid critic sau grup de radionuclizi critici se vor selecta acele combinații radionuclid - compartiment de mediu adecvate monitorizării în mediu a efluenților radioactivi, astfel:

a) pentru fiecare grup de radionuclizi critici se va selecta un radionuclid sau un grup de radionuclizi reprezentativ pentru identificarea emisiei;

b) pentru fiecare cale de expunere la acel radionuclid sau grup de radionuclizi se va selecta un compartiment de mediu reprezentativ și sensibil din punct de vedere analitic.

(2) În anexa nr. 5 la prezentele norme este prevăzut un ghid pentru selectarea combinațiilor radionuclid - compartiment de mediu corespunzătoare radionuclizilor critici și căilor de expunere critice posibile pentru o centrală nucleare electrică cu reactori de tip CANDU.

(3) Căile de expunere critice, precum și compartimentele de mediu reprezentative vor fi selectate pe baza caracteristicilor locale ale mediului și populației din vecinătatea centralei nucleare electrice.

Art. 55. - (1) Locațiile de monitorizare vor fi selectate cât mai aproape de capătul căilor de expunere.

(2) De asemenea, accesibilitatea unor locații de monitorizare nu trebuie să primeze în alegerea locațiilor adecvate de monitorizare.

Art. 56. - (1) Locațiile indicator pentru emisiile gazoase vor fi selectate în afara perimetrului centralei, ținându-se seama de distribuția frecvenței vântului și de distribuția populației în zonă.

(2) Metoda de selectare a locațiilor indicator pentru expunerea directă datorată emisiilor gazoase (externă și inhalare) de la o centrală nucleare electrică se regăsește în anexa nr. 6 la prezentele norme.

Art. 57. - (1) În vecinătatea centralei nucleare electrice va fi amplasat un număr suficient de dozimetre și/sau de stații automate de măsurare continuă a debitului de doză gamma

externă, în scopul monitorizării expunerii externe la radiații.

(2) Aceste echipamente vor fi instalate:

a) în locațiile indicator pentru emisiile gazoase, stabilite conform metodei prezentate în anexa nr. 6 la prezentele norme;

b) la limita zonei de excludere a centralei, câte un echipament pentru fiecare sector de vânt de 22,5 grade, dacă este posibil; în caz contrar ele se vor amplasa în locații accesibile situate în apropiere, astfel încât să se asigure o monitorizare corespunzătoare pe toate direcțiile de vânt.

(3) Dozimetrele integratoare vor fi citite lunar.

(4) Datele obținute de stațiile automate de măsurare a debitului de doză vor fi transmise în timp real către camera de comandă principală a centralei nucleare electrice și către autoritățile publice locale și centrale cu rol de urgență, potrivit aranjamentelor oficiale și protocoalelor stabilite în cadrul sistemului național de răspuns la urgență nucleară sau radiologică.

Art. 58. - (1) Locațiile indicator pentru emisiile lichide de la o centrală nucleare electrică amplasată pe malul unui râu vor fi stabilite în următoarele puncte:

a) stații de alimentare cu apă potabilă situate în interiorul zonei cu raza de 20 km în jurul centralei, în aval față de centrală, pe ambele maluri ale râului;

b) ferme acvatice (bazine de pescuit naturale, crescătorii artificiale, ferme de culturi acvatice), dacă există, în interiorul zonei cu raza de 20 km în jurul centralei;

c) în vecinătatea fiecărui punct de deversare (în interiorul zonei cu raza de 1 km în jurul gurii de deversare).

(2) Suplimentar, vor fi monitorizate sursele de alimentare cu apă potabilă de origine subterană, care pot fi influențate de emisiile radioactive ale centralei.

Art. 59. - (1) Locațiile de control vor fi folosite împreună cu locațiile indicator pentru determinarea factorului mediu de diluție ca funcție de distanța față de centrală, pe o perioadă de monitorizare dată, în vederea evaluării independente a calculului de dispersie atmosferică a efluenților gazoși.

(2) Metoda de determinare a factorului mediu de diluție este descrisă în anexa nr. 7 la prezentele norme.

(3) Pentru fiecare centrală nucleare electrică se va stabili cel puțin o locație de control pentru emisiile atmosferice, care va fi amplasată în sectorul cu frecvența de vânt cea mai mare, la o distanță mai mare decât locația indicator, dar mai mică de 20 km față de centrală.

Art. 60. - (1) Locațiile de fond vor fi stabilite în zone îndepărtate de influența centralei, la o distanță mai mare de 20 km, în direcția din care bate vântul și în amonte față de centrală.

(2) Locațiile de fond trebuie alese în locații similare din punct de vedere geografic cu amplasamentul centralei.

(3) Pentru o centrală nucleare electrică se vor alege cel puțin o locație de fond pentru aer și o

locație de fond pentru apă, locații în care vor fi monitorizate aceleași combinații radionuclid - compartiment de mediu reprezentative, ca și în locațiile indicator.

Art. 61. - (1) Frecvențele de prelevare a probelor se vor stabili în funcție de timpul mediu de viață al radionuclidului reprezentativ pentru o cale de expunere.

(2) Metodologia de calcul al frecvenței de prelevare a probelor, precum și frecvențele recomandate pentru monitorizarea în mediu a efluenților radioactivi de la o centrală nucleare electrică cu reactori de tip CANDU se regăsesc în anexa nr. 8 la prezentele norme.

Art. 62. - La selectarea frecvențelor de prelevare se va ține cont, de asemenea, de:

a) exactitatea de măsurare cerută, care este dictată de semnificația dozelor: cu cât dozele de radiații sunt mai mari, cu atât exactitatea necesară este mai mare, mai ales în situația în care dozele se apropie ca valoare de constrângerea de doză impusă de CNCAN; în astfel de situații vor fi necesare măsurători mediate în timp, continue sau integrate, foarte frecvente;

b) rata de emisie a efluenților radioactivi: surse de emisie relativ constante în timp nu vor necesita frecvențe mari de monitorizare;

c) probabilitatea emisiilor în condiții de funcționare anormală sau în situații de urgență, care este direct proporțională cu frecvența de monitorizare.

Art. 63. - (1) Frecvențele de măsurare se vor stabili în funcție de:

a) sensibilitatea minimă cerută;

b) sensibilitatea analitică a metodei de măsurare folosite;

c) numărul anual de rezultate analitice pe combinație radionuclid - compartiment de mediu, necesar pentru a genera un set de date statistic valabil;

d) nivelul emisiilor radioactive.

(2) Echipamentele și metodele de analiză vor fi alese astfel încât sensibilitatea analitică să fie mai bună decât sensibilitatea minimă cerută.

(3) Considerații referitoare la stabilirea frecvențelor de măsurare a probelor de mediu sunt redată în anexa nr. 9 la prezentele norme.

Art. 64. - Măsurarea concentrațiilor radioactive din probele de mediu constă în identificarea și determinarea cantitativă a tuturor radionuclizilor prezenți, dar mai ales a radionuclizilor critici.

CAPITOLUL V

Monitorizarea radioactivității mediului în situație de urgență

Art. 65. - (1) Prevederile prezentului capitol se aplică instalațiilor nucleare la care pot să apară situații de urgență implicând emisii radioactive în mediu care să impună implementarea măsurilor de protecție în exteriorul amplasamentului, și anume centrale nucleare electrice și reactori nucleari de cercetare.

(2) Cerințele specifice de monitorizare a radioactivității mediului în situație de urgență în

vecinătatea altor instalații nucleare sau radiologice vor fi stabilite de CNCAN pentru fiecare instalație în parte, în cadrul procesului de autorizare.

Art. 66. - Cerințele generale referitoare la monitorizarea radioactivității mediului în situație de urgență sunt prezentate în art. 60-63 ale cap. V din Normele privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice, aplicabile atât emisiilor radioactive, cât și radioactivității mediului.

Art. 67. - Programul de monitorizare a radioactivității mediului în situație de urgență trebuie proiectat astfel încât să asigure îndeplinirea următoarelor obiective specifice:

a) furnizarea în timp util de date exacte despre nivelul și gradul pericolului rezultate dintr-o urgență nucleară și în special despre nivelurile de radiații și de contaminare radioactivă a mediului;

b) asigurarea, prin rezultatele sale, a satisfacerii cerințelor personalului implicat în luarea deciziilor referitoare la acțiunile de protecție și remediere;

c) furnizarea informațiilor necesare protecției personalului implicat în intervenție;

d) furnizarea de informații despre gradul pericolului existent pentru populație;

e) furnizarea informațiilor necesare identificării persoanelor care vor necesita supraveghere medicală pe termen lung.

Art. 68. - (1) La proiectarea programului de monitorizare a radioactivității mediului în situație de urgență, solicitantul/titularul de autorizație trebuie să țină cont de faptul că, în diferitele etape ale unei urgențe nucleare, contribuțiile căilor de expunere la dozele primite de personalul implicat în intervenție și de populație pot fi diferite și tranzitorii față de situația emisiilor radioactive în condiții de operare normală.

(2) În vederea obținerii unei evaluări realiste a dozelor primite de populație în situații de urgență, grupurile critice selectate în cadrul programului de monitorizare în urgență vor fi orientate pe indivizi reali, luându-se în considerare modelul real de depunere radioactivă și de contaminare a mediului, a alimentelor și a hranei produse și utilizate de populația din zonele afectate.

V.1 . Pregătirea pentru monitorizarea urgență

Art. 69. - (1) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să stabilească din etapa preoperațională aranjamentele necesare evaluării prompte a contaminării radioactive, a emisiilor și dozelor în zonele de planificare la urgență, cu referire la echipamentele și personalul necesare monitorizării prompte a mediului și a contaminării persoanelor din interiorul zonelor afectate.

(2) De asemenea, pentru zonele de planificare la urgență vor fi prevăzute aranjamentele necesare monitorizării contaminării radioactive a vehiculelor, persoanelor și bunurilor care intră și ies din zonele contaminate, în vederea controlării împrăștierei contaminării, cu referire la stabilirea criteriilor operaționale pentru rezultatele monitorizării, criterii care vor indica necesitatea controlului contaminării sau decontaminării.

Art. 70. - (1) În vederea detectării rapide și monitorizării norului de poluant radioactiv, în jurul

instalației nucleare se vor monta din etapa preoperațională stații de măsurare automată continuă a debitului de doză, care vor transmite rezultatele către un centru de urgență.

(2) Solicitantul/titularul de autorizație trebuie să stabilească locațiile în care stațiile automate prevăzute la alin. (1) vor deține, de asemenea, capacitatea de a preleva probe de aer pentru determinarea concentrațiilor de radionuclizi de interes și/sau sisteme de monitorizare continuă a radionuclizilor de interes (monitoare de iod, gaze nobile sau tritium).

Art. 71. - (1) În scopul clarificării priorităților de monitorizare, se vor folosi programe de modelare a dispersiei norului radioactiv, pe baza termenului sursă și a condițiilor meteorologice.

(2) Zonele populate, caracterizate de probabilități mari de a fi contaminate, vor avea prioritate la monitorizare.

(3) În acest sens vor fi pregătite hărți cu punctele preselectate de prelevare de probe și măsurători în teren.

Art. 72. - (1) În etapa de planificare vor fi, de asemenea, stabilite aranjamentele necesare unei evaluări rapide a rezultatelor monitorizării radioactivității mediului, în scopul inițierii măsurilor de protecție a personalului implicat în intervenție și a populației.

(2) Aceste aranjamente vor include metodele de interpretare a observațiilor instrumentale în termeni de niveluri operaționale de intervenție, care vor fi specifice instalației, amplasamentului instalației și tuturor tipurilor de urgențe posibile.

V.2 . Monitorizarea radioactivității mediului în timpul unei urgențe

__ Etapa anterioară emisiei

Art. 73. - (1) În situația în care nu a avut încă loc o emisie radioactivă care însă este probabilă, se va acorda prioritate obținerii de informații despre compoziția probabilă a materialului care va fi emis și obținerea datelor meteorologice, care vor indica zona ce va fi contaminată.

(2) La proiectarea programului de monitorizare a radioactivității mediului în timpul unei urgențe se va ține cont de necesitatea obținerii rapide a următoarelor date:

a) viteza și direcția vântului, stabilitatea stratului de amestec al atmosferei, cantitatea și extinderea geografică a precipitațiilor, în cazul emisiilor atmosferice;

b) caracteristicile hidrologice ale râurilor și lacurilor, atât în cazul emisiilor lichide, cât și al celor gazoase.

Art. 74. - (1) În etapa anterioară emisiei, echipele de monitorizare a radioactivității mediului se reunesc și se deplasează în teren, în locațiile prestabilite în planul de intervenție în caz de urgență nucleară.

(2) În funcție de compoziția emisiei radioactive așteptate, echipele de monitorizare se vor asigura, înainte de a se deplasa în teren, că instrumentele de detecție disponibile sunt adecvate efectuării măsurătorilor și că funcționează corect.

__ Monitorizarea radioactivității mediului în timpul emisiei

Art. 75. - În faza inițială a unei urgențe, intervenția se va axa pe identificarea acelor zone afectate care sunt contaminate semnificativ sau a zonelor în care nivelurile radiațiilor ating sau depășesc nivelurile de intervenție și mai puțin pe analize cantitative.

Art. 76. - (1) Măsurătorile inițiale vor fi efectuate rapid, cu ajutorul unor instrumente simple și robuste, în scopul determinării imediate a naturii urgenței.

(2) Locațiile de măsurare vor include unele dintre locațiile predefinite în acest scop, pe baza locațiilor în care s-a prevăzut un impact maxim al emisiilor radioactive accidentale, însă vor fi dictate de datele meteorologice.

Art. 77. - (1) În faza inițială a unui accident nuclear sever implicând contaminarea aerului se vor efectua obligatoriu măsurători rapide ale debitului de doză gamma externă în norul radioactiv și ale debitului de doză gamma externă în aer rezultată în urma depunerii de radionuclizi pe sol.

(2) Aceste măsurători vor fi repetate frecvent, cel puțin o dată pe oră, în locațiile în care e posibil să fie necesară o intervenție.

(3) Dacă este posibil, aceste măsurători vor fi efectuate cu ajutorul unui aparat de zbor echipat corespunzător, în conformitate cu prevederile art. 78.

(4) Dacă nu este posibil, măsurătorile vor fi efectuate de la sol de către echipele de monitorizare dotate în acest sens cu aparate uzuale de detectare și măsurare a radiațiilor beta-gamma.

Art. 78. - (1) Dacă este disponibil sau există aranjamentele necesare obținerii unui aparat de zbor, acesta va fi folosit în timpul unei urgențe pentru măsurarea debitului dozei gamma în aer, prelevarea de probe de aer pentru analize specifice de laborator și/sau monitorizarea radionuclizilor de interes.

(2) În acest sens, aparatul de zbor va fi echipat cu:

a) debitmetre de doză gamma;

b) pompe de aspirare de mare volum, dotate cu filtre confecționate din materiale care rețin radionuclizii de interes sau/și alte dispozitive speciale destinate prelevării probelor de aer pentru determinarea conținutului de radionuclizi specifici;

c) sisteme de monitorizare continuă a radionuclizilor de interes (monitoare de iod, gaze nobile sau tritium).

(3) Probele de aer prelevate vor fi analizate în laborator cât mai rapid posibil, în vederea determinării compoziției și concentrației de radionuclizi din norul radioactiv.

Art. 79. - (1) În scopul monitorizării depunerilor de material radioactiv pe sol și a radionuclizilor resuspendați, în cazul depunerii de plutoniu sau alte actinide se vor instala la nivelul solului sisteme de prelevare a aerului.

(2) Probele vor fi ulterior analizate în laborator, în vederea determinării concentrațiilor de activitate ale radionuclizilor specifici.

Art. 80. - (1) În vederea evaluării expunerii accidentale la radiații a populației și pentru recomandarea restricțiilor alimentare, dacă este cazul, se vor preleva și măsura probe de lapte, alimente, apă și vegetație de pe pășuni.

(2) În cazul emisiilor accidentale de tritium se vor efectua obligatoriu măsurători de tritium în vegetația de pe pășuni.

(3) În cazul emisiilor accidentale de iod radioactiv se vor efectua obligatoriu măsurători de iod în lapte.

— Monitorizarea radioactivității mediului în etapa ulterioară emisiei

Art. 81. - După încetarea emisiei și stabilizarea nivelurilor depunerii radioactive se vor efectua măsurători gamma-spectrometrice în teren și măsurători de debit de doză gamma externă în aer, care vor fi utilizate împreună pentru determinarea densităților de radionuclizi gamma-emitători depuși.

Art. 82. - (1) Rezultatele obținute prin spectrometrie gamma de teren vor fi suplimentate cât mai repede posibil prin prelevarea de probe reprezentative de sol din zonele contaminate.

(2) Rezultatele analizelor de laborator ale probelor de sol prelevate vor fi folosite în primul rând pentru confirmarea analizelor gamma-spectrometrice de teren, dar și pentru determinarea unor depuneri suspectate de material radioactiv care nu se pot detecta prin spectrometrie gamma de teren (radionuclizi alfa-emitători puri sau beta-emitători puri).

V.3 . Tehnici specifice de monitorizare în urgență

Art. 83. - În cazul unei urgențe, prelevarea și măsurarea ulterioară a probelor de mediu trebuie să furnizeze date despre nivelurile, dependența temporală și distribuția spațială a radionuclizilor din aer, sol, plante, alimente și furaje, în scopul evaluării dozelor primite de grupul critic și pentru a sprijini deciziile referitoare la măsurile de intervenție și de protecție.

Art. 84. - (1) Locațiile de prelevare a probelor în urgență trebuie să acopere întreaga zonă din vecinătatea instalației nucleare, dar și zone mai îndepărtate.

(2) În faza inițială a unei urgențe, prelevările de probe și măsurările se vor efectua în toate direcțiile, cu preponderență însă în direcția principală din care bate vântul, în cazul unei emisii atmosferice, sau în aval de punctul de deversare, în cazul unei emisii lichide.

(3) În fazele următoare ale unei urgențe, locațiile de prelevare vor fi selectate pe baza distribuției spațiale a debitelor de doză gamma în aer.

(4) În general activitățile de monitorizare se vor concentra în zonele cu contaminarea radioactivă cea mai mare, ținându-se cont și de utilizarea terenurilor.

Art. 85. - (1) Compartimentele de mediu aparținând căilor de expunere relevante pentru monitorizarea în situații de urgență, precum și frecvențele corespunzătoare de prelevare și măsurare a probelor, ca și locațiile recomandate, sunt redată în anexa nr. 10 la prezentele norme.

(2) Din acest tabel generic se vor alege acele compartimente specifice căilor de expunere relevante, stabilite pe baza radionuclizilor de interes, a condițiilor de mediu locale și a nivelului emisiilor radioactive accidentale.

(3) Un ghid al metodelor de prelevare și măsurare a probelor în vederea determinării diferitelor mărimi importante din punctul de vedere al monitorizării radioactivității mediului în situații de urgență sunt redate în anexa nr. 4 la prezentele norme.

CAPITOLUL VI

Monitorizarea radioactivității mediului în situații de expunere cronică la radiații

Art. 86. - (1) Prevederile prezentului capitol reprezintă cerințele specifice de monitorizare a radioactivității mediului în situații de expunere cronică la radiații, în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă, care includ:

a) zonele exterioare unor instalații nucleare sau radiologice închise, caracterizate de niveluri ridicate de radionuclizi naturali din seriile uraniului și toriului;

b) zonele exterioare unor instalații nucleare sau radiologice, contaminate cu radionuclizi artificiali (Cs-137, Sr-90, Plutoniu etc.) în urma unor accidente și/sau emisiilor radioactive trecute.

(2) Prevederile prezentului capitol se aplică împreună cu cerințele prezentate în celelalte capitole aplicabile din prezentele norme.

(3) Responsabilitatea monitorizării radioactivității mediului în situațiile prevăzute la alin. (1) revine titularului de autorizație.

Art. 87. - Programul de monitorizare a radioactivității mediului în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă va fi proiectat astfel încât să răspundă următoarelor obiective specifice:

a) verificarea situației radiologice a zonelor, în scopul comparării cu criteriile radiologice, și identificarea zonelor care necesită monitorizare detaliată;

b) identificarea zonelor unde se justifică aplicarea acțiunilor de remediere, din punct de vedere radiologic;

c) furnizarea informațiilor necesare estimării dozelor reale sau anticipate pentru membrii grupului critic și pentru grupurile de populație mai largi;

d) detectarea modificărilor și evaluarea tendințelor pe termen lung ale nivelurilor de radioactivitate din mediu, ca rezultat al proceselor naturale și al activităților umane, inclusiv ale intervenției;

e) furnizarea de informații către public.

Art. 88. - (1) Programul de monitorizare a radioactivității mediului în zonele suspectate a fi contaminate cu radionuclizi de viață lungă va fi structurat în două etape:

a) monitorizarea inițială, rapidă, destinată determinării necesității introducerii unor acțiuni de remediere a zonei;

b) în cazul în care rezultatele monitorizării inițiale arată că sunt necesare acțiuni de remediere a

zonei, se va trece la o monitorizare detaliată a zonei contaminate.

(2) Programul complet de monitorizare se va desfășura atât în timpul, cât și după implementarea acțiunilor de remediere, în vederea evaluării eficacității măsurilor luate.

(3) Având în vedere că prezența în mediu a radionuclizilor de viață lungă face improbabilă modificarea rapidă a situației radiologice în zonă, monitorizarea radioactivității mediului în aceste zone va fi de frecvență mică (anuală sau la câțiva ani).

(4) Programul de monitorizare a radioactivității mediului în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă va fi axat pe următoarele căi de expunere critice:

a) expunerea externă datorată radionuclizilor de viață lungă depuși pe sol;

b) ingerarea produselor alimentare contaminate prin absorbție radiculară;

c) inhalarea radonului sau a particulelor de sol contaminat resuspendate de vânt, în situația contaminării cu alfa-emitători.

Art. 89. - Un ghid al metodelor de prelevare și măsurare a probelor în vederea determinării diferitelor mărimi importante din punctul de vedere al monitorizării radioactivității mediului în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă este redat în anexa nr. 4 la prezentele norme.

Art. 90. - Programele-suport pentru zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă trebuie să fie concentrate pe descrierea mediului terestru și a populației, prin monitorizarea:

a) circuitului local al apei în natură (precipitații și evaporare, apele locale de suprafață și de adâncime și legăturile dintre ele, afluenții și efluenții râurilor principale);

b) caracteristicilor solurilor;

c) caracteristicilor și distribuției populației, precum și a obiceiurilor sale și mai ales a ratelor de consum al alimentelor locale;

d) obiceiurilor agricole și de grădinărit;

e) utilizării apei, local și în aval;

f) caracteristicilor minorităților etnice și culturale, față de cele ale populației autohtone, după caz.

VI.1 . Monitorizarea expunerii externe în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă

Art. 91. - (1) Monitorizarea expunerii umane la surse externe de radiații se va efectua prin măsurarea debitelor de doză gamma externă în aer, în locații accesibile publicului.

(2) În vederea evaluării contribuției contaminării radioactive a zonei la doza efectivă, se va estima debitul dozei de fond, care va fi ulterior scăzut din valorile măsurate.

(3) Pentru zonele contaminate uniform, valorile măsurate ale debitului de doză vor fi mediate pe toată aria monitorizată.

Art. 92. - (1) În scopul monitorizării inițiale a zonelor caracterizate de o contaminare radioactivă extinsă a mediului, se va măsura debitul dozei gamma externe în aer deasupra solului nedisturbat (sol necultivat).

(2) În vederea monitorizării detaliate a câmpurilor de radiații externe în zonele locuite, se vor măsura

debitele de doză gamma externă în aer în zonele tipice accesibile publicului (locuințe, clădiri publice, zone de producție, parcuri, grădini, plaje și alte zone de agrement).

Art. 93. - În zonele contaminate semnificativ cu radionuclizi expunerea externă a grupurilor critice poate fi măsurată, de asemenea, cu ajutorul dozimetrelor individuale de radiații gamma, purtate de membrii grupului critic pe durata câtorva zile sau săptămâni.

VI.2 . Monitorizarea expunerii interne în zonele contaminate cu radionuclizi de viață lungă

Art. 94. - (1) Monitorizarea expunerii umane la surse interne de radiații va consta în măsurarea concentrațiilor de activitate ale radionuclizilor din probele de mediu, de apă potabilă și de produse alimentare, prelevate din compartimentele căilor de expunere internă critice.

(2) Datorită complexității migrației radionuclizilor în mediu, diferitele căi de expunere posibile vor fi investigate în etapa de monitorizare inițială a zonei.

Art. 95. - În zonele locuite contaminate cu radium sau cu plutoniu ori alte actinide se vor preleva și măsura în mod regulat probe de aer, în vederea determinării dozei de radiații datorate inhalării de radionuclizi.

Art. 96. - (1) Acumularea radionuclizilor în sol și sedimente va fi, de asemenea, monitorizată regulat, în scopul estimării concentrațiilor de radionuclizi din plante, animale și mai ales din produse alimentare.

(2) În situația contaminării radioactive a unor zone întinse cu radioizotopii unor elemente chimice mobile (cesiu, stronțiu, radium și uraniu), se vor preleva și analiza regulat probe de apă potabilă și din toate grupele majore de produse alimentare: produse vegetale, produse animale și produse alimentare naturale (pește de apă proaspătă, vânat, ciuperci, fructe de pădure etc.).

(3) O atenție deosebită se va acorda produselor alimentare consumate de populație în cantități mari și acelor cu concentrații mari de radionuclizi.

(4) În zonele rurale se vor preleva în special probe de produse alimentare de origine locală; în orașe se vor preleva probe de produse alimentare din piețe, magazine și unități de alimentație publică.

Art. 97. - În zonele cu sol nisipos sau organic (teren de pădure, de exemplu) la stabilirea programului de monitorizare se va avea în vedere că transferul radionuclizilor din sol în plante și animale este semnificativ, ceea ce va conduce la o expunere internă crescută a populației locale.

Art. 98. - În scopul determinării încărcării organismului uman și evaluării dozelor datorate expunerii interne a grupurilor critice din zonele contaminate semnificativ cu radionuclizi sau din cele caracterizate de un transfer rapid de radionuclizi din sol în plante și animale, se poate aplica, de asemenea, tehnica măsurării întregului corp.

CAPITOLUL VII

Rezultatele programului de monitorizare a radioactivității mediului

Art. 99. - Titularul de autorizație trebuie să prezinte rezultatele programului de monitorizare a radioactivității mediului în termeni de:

a) niveluri de radiații și concentrații de radionuclizi în mediu;

b) doza primită de indivizii din grupurile critice sau de populație, în condiții de operare normală;

c) doza prognozată pentru indivizii din grupurile critice, în situații de urgență.

Art. 100. - (1) În condiții normale de operare rezultatele programului de monitorizare a radioactivității mediului vor fi utilizate pentru verificarea conformității cu constrângerile de doză impuse de CNCAN.

(2) În situații de urgență datele furnizate de programul de monitorizare a radioactivității mediului vor fi folosite ca date de intrare în procesul de luare a deciziilor referitoare la acțiunile de protecție și de remediere, prin comparare cu:

a) nivelurile de acțiune generice sau/și specifice pentru concentrațiile de radionuclizi din mediu sau alimente;

b) nivelurile de acțiune generice sau/și specifice pentru doza primită de indivizii din grupul critic.

(3) În situații de expunere prelungită la radiații a populației, rezultatele programului de monitorizare a radioactivității mediului vor fi folosite pentru justificarea acțiunilor de remediere și a contramăsurilor pe termen lung, după compararea lor cu:

a) nivelurile de acțiune generice sau specifice pentru concentrațiile de radionuclizi din mediu;

b) nivelurile de acțiune generice sau specifice pentru doza primită de indivizii din grupul critic.

Art. 101. - (1) Monitorizarea radioactivității mediului poate fi folosită și ca metodă de verificare independentă a funcționării unei instalații nucleare sau radiologice și în special de detectare a oricărei emisii radioactive, căi de emisie sau creșteri a nivelurilor de radiații neplanificate.

(2) Interpretarea acestor variații va necesita compararea nivelurilor radioactive detectate cu nivelurile istorice sau cu rezultatele măsurătorilor efectuate în direcția din care bate vântul ori în amonte de punctul de deversare a efluenților lichizi (sau în alte puncte de referință), pentru a stabili dacă instalația în cauză este sursa variațiilor detectate.

(3) De asemenea, pentru detectarea rapidă a variațiilor de la condițiile normale se vor folosi rezultatele măsurătorilor concentrațiilor de radionuclizi din probele de indicatori.

Art. 102. - Cerințele referitoare la interpretarea corectă a rezultatelor programului de monitorizare a radioactivității mediului sunt aceleași cu cerințele referitoare la interpretarea rezultatelor programului de monitorizare a emisiilor radioactive, care sunt prezentate în art. 72-75 din Normele privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice.

CAPITOLUL VIII

Managementul calității monitorizării radioactivității mediului

Art. 103. - Cerințele referitoare la managementul calității în domeniul monitorizării radioactivității mediului sunt aceleași cu cele din domeniul monitorizării emisiilor radioactive, fiind prezentate în art. 76-81 din cap. VII al Normelor privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice.

CAPITOLUL IX

Raportarea rezultatelor programului de monitorizare a radioactivității mediului

IX.1 . Înregistrarea rezultatelor programului de monitorizare

Art. 104. - (1) În vederea dovedirii cu documente a nivelurilor expunerii la radiații și ale concentrațiilor de radionuclizi din mediu în vecinătatea instalației, titularul de autorizație trebuie să asigure înregistrarea datelor de monitorizare a radioactivității mediului.

(2) În acest sens titularul de autorizație trebuie să proiecteze un sistem de păstrare a înregistrărilor care să permită reținerea tuturor informațiilor relevante referitoare la prelevările individuale de probe, măsurători și incertitudinile asociate, precum și a tuturor rapoartelor periodice sumare.

Art. 105. - Alte cerințe referitoare la înregistrarea rezultatelor programului de monitorizare a radioactivității mediului sunt prezentate în art. 83 și 84 din cap. VIII al Normelor privind monitorizarea emisiilor radioactive de la instalațiile nucleare și radiologice, aplicabile atât monitorizării emisiilor radioactive, cât și monitorizării radioactivității mediului.

IX.2 . Rapoarte periodice sumare

Art. 106. - (1) Prevederile prezentei secțiuni se aplică numai centralelor nucleare electrice.

(2) Titularul de autorizație trebuie să întocmească trimestrial rapoarte sumare de monitorizare a radioactivității mediului, care vor fi transmise către CNCAN în cursul trimestrului următor trimestrului de raportare.

(3) Rapoartele sumare vor cuprinde rezultatele programului de monitorizare a radioactivității mediului, prezentate într-o formă care să permită compararea cu nivelurile uzuale detectate în factorii de mediu.

(4) Rapoartele trebuie, de asemenea, să cuprindă interpretarea rezultatelor și explicarea semnificației acestora, în cazul valorilor care prezintă variații semnificative față de valorile obișnuite.

IX.3 . Rapoarte anuale detaliate

Art. 107. - (1) Titularul de autorizație trebuie să întocmească și să transmită anual către CNCAN un raport detaliat de monitorizare a radioactivității mediului, care va cuprinde:

a) o descriere succintă a programului de monitorizare a radioactivității mediului;

b) rezultatele monitorizării radioactivității mediului, prezentate sub formă de niveluri de radiații și concentrații de radionuclizi în mediu, precum și de doze primite de grupurile critice atât în anul precedent, cât și în toți anii anteriori de funcționare a instalației;

c) alte informații relevante referitoare la radioactivitatea mediului în vecinătatea instalației.

(2) Raportul anual detaliat de monitorizare a radioactivității mediului va fi transmis către CNCAN în primul trimestru al anului următor anului de raportare.

IX.4 . Notificări

Art. 108. - (1) Titularul de autorizație trebuie să notifice imediat la CNCAN orice creștere semnificativă a nivelului câmpurilor de radiații sau a concentrațiilor radioactive din mediu.

(2) În termen de 30 de zile de la detectarea și validarea rezultatelor măsurărilor efectuate titularul de autorizație trebuie să întocmească și să transmită la CNCAN un raport preliminar care va include, pe lângă nivelurile radioactive depistate, și o descriere a investigațiilor întreprinse, rezultatele investigațiilor, acțiunile întreprinse și acțiunile viitoare.

CAPITOLUL X

Controlul efectuat de organismul de reglementare

Art. 109. - (1) Titularul de autorizație trebuie să pună la dispoziție inspectorilor CNCAN documentele necesare verificării conformității cu cerințele prezentelor norme.

(2) Titularul de autorizație trebuie să pună la dispoziție inspectorilor CNCAN documentele prin care să ateste corectitudinea rezultatelor programului de monitorizare a radioactivității mediului.

(3) La solicitarea CNCAN titularul de autorizație trebuie să modifice corespunzător programele de monitorizare de rutină, de urgență și de management al calității, în urma reviziilor periodice independente sau inspecțiilor efectuate de CNCAN.

(4) La solicitarea CNCAN titularul de autorizație trebuie să asigure inspectorilor CNCAN posibilitatea de verificare a datelor de monitorizare furnizate prin rapoartele întocmite.

Art. 110. - Titularul de autorizație trebuie să dovedească deținerea capacității necesare de monitorizare a radioactivității mediului în condiții de urgență, punând la dispoziție inspectorilor CNCAN documentele care să ateste implementarea corectă a activităților de pregătire pentru răspunsul la urgență.

Art. 111. - În cazul instalațiilor nucleare sau radiologice care pot avea un impact radiologic semnificativ asupra mediului, precum și în cazurile în care există mai multe instalații nucleare sau radiologice cu impact radiologic asupra aceluiași zone geografice și grupuri de populație CNCAN poate desfășura propriul program de monitorizare a radioactivității mediului în vecinătatea acestora, în scopul verificării veridicității rezultatelor furnizate de titularii de autorizație și pentru a confirma

menținerea expunerii la radiații a publicului sub valoarea constrângerilor de doză stabilite de CNCAN.

CAPITOLUL XI Dispoziții tranzitorii și finale

Art. 112. - Prevederile prezentelor norme nu exclud respectarea de către titularul de autorizație a oricăror alte cerințe prevăzute de reglementările specifice în vigoare.

Art. 113. - Prezentele norme intră în vigoare la data publicării în Monitorul Oficial al României, Partea I.

Art. 114. - Titularul de autorizație valabilă la data intrării în vigoare a prezentelor norme trebuie să se încadreze în prevederile acestora, în termen de cel mult 12 luni de la data intrării în vigoare a acestora.

Art. 115. - Anexele nr. 1-10*) fac parte integrantă din prezentele norme.

*) Anexele nr. 2-10 sunt reproduse în facsimil.

ANEXA Nr. 1 la norme

_ DEFINIȚII

- accident nuclear sever - deviație de la operarea normală, mai severă decât un accident bază de proiect și implicând o degradare gravă a miezului reactorului;
- activitate globală - răspunsul total al unui sistem de detecție la măsurarea unui amestec necunoscut de radionuclizi;
- activitate minim detectabilă - radioactivitatea care, dacă este prezentă într-o probă, produce o rată de numărare ce va fi detectată (adică considerată peste fond) cu un anumit nivel de încredere (de obicei, 95%);
- aranjament - set integrat de elemente de infrastructură necesare asigurării capacității de îndeplinire a unor funcții sau sarcini specifice, cum ar fi: autorități și responsabilități, organizare, coordonare, personal, planuri, proceduri, unități, echipamente, pregătire;
- cale de expunere critică (semnificativă) - traseul parcurs prin mediu de radionuclizi și/sau radiații, de la sursa de emisie la om, pe care este cel mai probabil să se producă expunerea cea mai mare la radiații a unui membru mediu din grupul critic;
- CNCAN - Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare;
- concentrație de activitate - activitatea pe unitatea de masă a unui radionuclid sau activitatea pe unitatea de masă sau de volum a unui material în care radionuclizii sunt uniform distribuiți;
- contramăsură - acțiune menită să diminueze consecințele radiologice ale unui accident; forme ale intervenției la accident, contramăsurile pot fi acțiuni (măsuri) de protecție sau acțiuni (măsuri) de remediere;
- efluenți radioactivi - substanțe radioactive rezultate dintr-o sursă ca urmare a unei practici, care sunt eliberate în mediu sub formă de gaze, aerosoli, lichide sau solide, în general în vederea diluției sau dispersiei;
- eliberarea de radionuclizi în mediu - emisia planificată și controlată de materiale radioactive gazoase sau lichide în mediu, ca practică legitimă, sub limitele autorizate de către CNCAN, ca urmare a operării normale a unor instalații nucleare sau radiologice autorizate;
- eutrofizare - dezvoltarea accelerată a algelor și a speciilor vegetale superioare, cauzată de îmbogățirea apei cu elemente nutritive, în special compuși ai azotului și/sau ai fosforului, și care produce o perturbare a echilibrului organismelor prezente, precum și a calității apei respective;
- exactitate (de măsurare) - gradul de concordanță dintre rezultatul unei măsurări și o valoare adevărată a măsurandului;
- grup critic - grup de membri ai populației, rezonabil omogen în legătură cu expunerea sa la o sursă de radiații și la o cale de expunere date, ai cărui indivizi primesc de la sursa dată cea mai

mare doză efectivă sau doză echivalentă, dacă este aplicabilă, pe calea de expunere dată;

- incertitudine (de măsurare) - parametru asociat cu rezultatul unei măsurări (de exemplu, o abatere standard) care caracterizează împrăștierea valorilor ce, în mod rezonabil, ar putea fi atribuite măsurandului;
- interval de măsurare - modulul diferenței dintre cele două limite ale unui domeniu nominal (sau domeniul de indicații care se pot obține într-o configurație dată a comenzilor unui mijloc de măsurare);
- locații indicator - locații de monitorizare situate în afara perimetrului instalației nucleare sau radiologice, în punctele în care are loc expunerea (directă sau indirectă) cea mai semnificativă a populației la radiații;
- locații de control - locații de monitorizare utilizate în conjuncție cu locațiile indicator pentru determinarea factorului de diluție, ca funcție de distanța față de sursa de emisie;
- locații de fond - locații de monitorizare situate în afara perimetrului instalației nucleare sau radiologice, utilizate pentru determinarea nivelurilor de fond natural de radiații;
- model - reprezentare analitică sau cuantificare a unui sistem real și a căilor pe care au loc fenomenele din interiorul aceluși sistem, folosit pentru a prezice sau evalua comportarea sistemului în anumite condiții specificate (adesea, ipotetice);
- monitorizare - măsurarea dozei de radiații sau a contaminării radioactive în scopul evaluării sau controlului expunerii la radiații sau substanțe radioactive, precum și interpretarea rezultatelor măsurărilor efectuate;
- monitorizarea emisiilor radioactive - monitorizarea la sursa de emisie a efluenților radioactivi, constând în măsurarea activității materialelor radioactive ce urmează a fi eliberate în mediu sau a debitelor de doză externă datorate surselor de radiații în interiorul instalației nucleare sau radiologice;
- monitorizarea radioactivității mediului - monitorizarea efluenților radioactivi în mediile receptoare, constând în măsurarea în mediu a debitelor de doză datorate surselor de radiații sau a concentrațiilor de radionuclizi din compartimentele de mediu;
- monitorizarea de rutină - monitorizarea regulată a efluenților radioactivi, în condiții normale de operare a unei instalații nucleare sau radiologice, în scopul demonstrării că condițiile de lucru, inclusiv nivelurile de doză individuală, sunt satisfăcătoare și că cerințele de reglementare sunt îndeplinite;
- monitorizarea în urgență - formă de monitorizare specială (proiectată în vederea investigării unei situații speciale în care nu sunt disponibile suficiente date care să demonstreze un control adecvat, prin furnizarea de informații detaliate necesare elucidării oricărei probleme și elaborării procedurilor viitoare), efectuată în urma unui accident nuclear sau radiologic;

- nivel de acțiune - nivelul debitului de doză sau al concentrației de activitate peste care trebuie întreprinse acțiuni de remediere sau de protecție, în situații de expunere cronică la radiații sau în situații de urgență nucleară sau radiologică;

- nivel de intervenție - nivelul dozei evitabile la care se întreprinde o anumită acțiune de protecție sau de remediere, în situații de expunere cronică la radiații sau în situații de urgență nucleară sau radiologică; prin nivel operațional de intervenție se înțelege o valoare calculată pentru mărimile măsurabile cu ajutorul instrumentelor sau care se pot determina prin analize de laborator, care corespunde unui nivel de intervenție sau unui nivel de acțiune;

- nivel de încredere - probabilitatea de acoperire a unui interval de încredere (care definește, în jurul rezultatului măsurării, un interval ce cuprinde o anumită fracțiune a distribuției de probabilitate);

- operare (funcționare) normală - operarea unei instalații nucleare sau radiologice în limitele și condițiile operaționale specificate în proiect;

- operare (funcționare) anormală - proces operațional deviat de la operarea normală a unei instalații nucleare sau radiologice, care e de așteptat să se întâmple cel puțin o dată pe durata de viață în exploatare a instalației și care, având în vedere prevederile proiectului, nu afectează

semnificativ elementele de securitate nucleară sau nu conduce la un accident nuclear;

- organism bentonic - organism care trăiește pe fundul apelor;

- radionuclid critic - radionuclid a cărui eliberare în mediu conduce la doza cea mai mare de radiații pentru un grup critic;

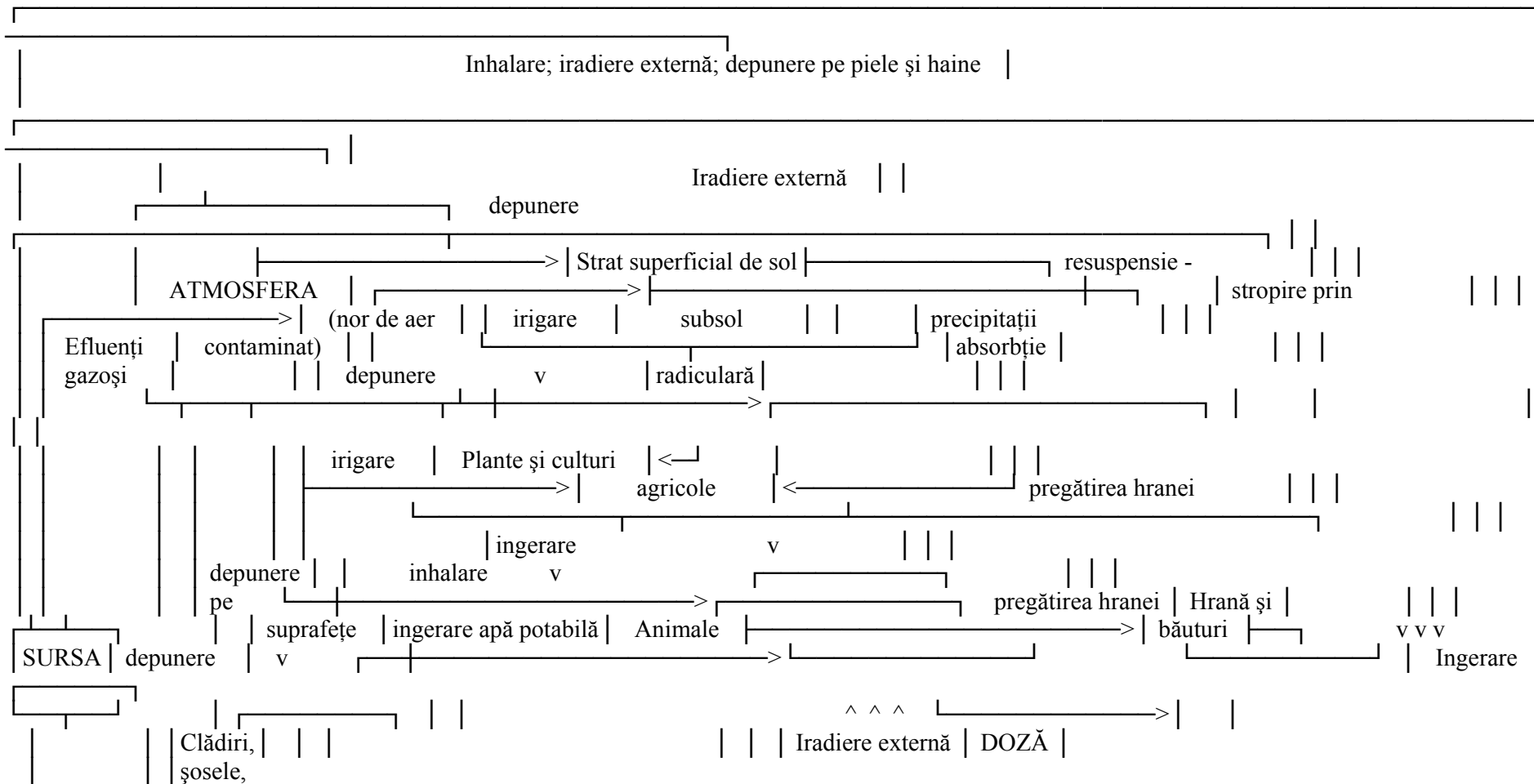
- termen-sursă - cantitatea și compoziția izotopică a materialului emis (sau postulat că va fi emis) de o instalație nucleară sau radiologică; termen folosit în modelarea emisiilor de radionuclizi în mediu, în special în contextul unor accidente de instalații nucleare sau radiologice sau al emisiilor din depozitele finale de deșeuri radioactive;

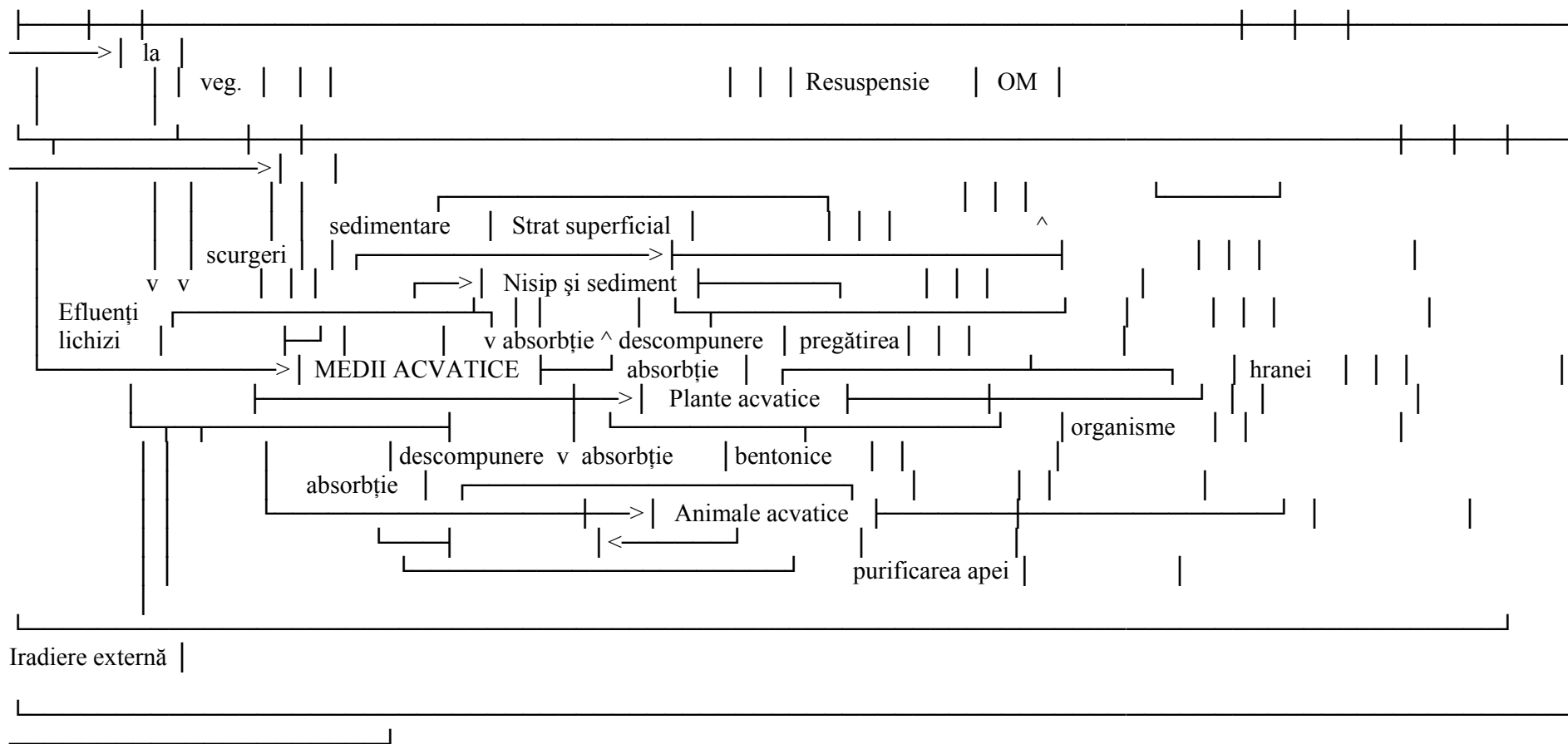
- timp de înjumătățire (radioactivă) - timpul după care activitatea unui radionuclid scade, prin dezintegrare radioactivă, la jumătate;

- urgență nucleară sau radiologică - acea urgență (situație sau eveniment neobișnuit care necesită acțiuni prompte de reducere a pericolului și a consecințelor negative asupra sănătății și securității oamenilor, calității vieții, proprietății sau mediului) în care există sau este perceput ca atare un pericol datorat energiei rezultate dintr-o reacție nucleară în lanț ori din dezintegrarea produșilor unei reacții în lanț sau expunerii la radiații.

_ CĂILE POTENȚIALE
de expunere la radiații a populației, ca urmare a deversărilor
de materiale radioactive în mediu

Iradie directă





__ Frecvențele de prelevare și măsurare pentru compartimentele de mediu situate de-a lungul căilor de expunere monitorizate, în condiții de operare normală a unei instalații nucleare sau radiologice

Compartiment de mediu/cale de expunere	Frecvența de prelevare/măsurare
A. Emisii radioactive gazoase	
Iradiație externă	Debit doză gamma Continuă
	Doză gamma integrată De 2 ori pe an
	Debit doză neutroni Continuă
	Doză neutroni integrată De 2 ori pe an
Aer, depunere	Aer Prelevare continuă, măsurare săptămânală sau lunară
	Precipitații Prelevare continuă, măsurare lunară
	Depunere Prelevare continuă, măsurare lunară
	Sol Anuală
Produse alimentare, ingerare	Legume cu frunze comestibile Lunar, în perioada de recoltare
	Alte legume și fructe Anumite probe selectate, la recoltare
	Grâne Anumite probe selectate, la recoltare

	Lapte	Lunar, în perioada pășunatului	
	Carne	Anumite probe selectate, bianual	
	Apă potabilă și/sau apă de adâncime	De 2 ori pe an	
Bioindicatori terestri	Iarbă	Lunar, în perioada pășunatului	
	Licheni, mușchi, ciuperci	Anumite probe selectate, anual	
B. Emisii radioactive lichide			
Dispersie acvatică	Apă de suprafață	Prelevare zilnică, corelată cu deversarea, măsurare lunară	
	Sediment	Anual	
Produse alimentare acvatice	Pește	Anumite probe selectate, anual	
	Moluște (cu carapace)	Anumite probe selectate, anual	
Bioindicatori acvatici	Alge, bureți marini	Anumite probe selectate, bianual	
	Organisme bentonice	Anumite probe selectate, bianual	

_ Mărimi măsurate, tipuri de prelevare și măsurare, aplicații

Mărime măsurată	Tip de prelevare și măsurare	Aplicații
Debit doză gamma deasupra solului	Măsurări în teren (cu dispozitive fixe sau mobile) Expunere cronică	Operare normală Urgență
Radioactivitatea aerosolilor în aer	Prelevare pe filtre, analize spectrometrice Expunere cronică	Operare normală Urgență
Iod radioactiv în aer	Prelevare specifică formei fizice/chimice a radioizotopilor, analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate în precipitații	Prelevare în colectorul de precipitații, analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate depusă pe suprafețe	Gamma-spectrometrie în teren sau prelevare prin ștergerea unei suprafețe și analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate în sol	Gamma-spectrometrie în teren sau prelevare în teren și analize spectrometrice Expunere cronică	Operare normală Urgență
Radioactivitate în alimente și furaje, ape și sedimente	Prelevare în teren, analize spectrometrice Expunere cronică	Operare normală Urgență

— Combinațiile radionuclid - compartiment de mediu corespunzătoare radionuclizilor critici și căilor de expunere critice posibile pentru o centrală nuclearelectrică cu reactori de tip CANDU

Tip emisie	Radionuclid critic	Căi de expunere critice posibile	Radionuclid reprezentativ	Compartiment de mediu reprezentativ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Emisie atmosferică	Vapori de apă tritiată	Inhalare și absorbție prin piele	H-3	Aer
	Absorbție în plante → ingerare de legume și fructe, produse lactate, carne de vită, pui, etc.			Părțile comestibile ale celor mai abundente legume și fructe cultivate pentru consum; lapte, carne
	Gaze nobile de la imersia în norul radioactiv	Iradiere externă	Ar-41, Xe, Kr	Aer (debit doză gamma externă)
	Iod-131	Depunere pe pășuni → ingerare de lapte	I-131	Lapte
	Inhalare		Aer	

Particule radioactive	Depunere pe legume, fructe/pășuni → ingerare legume, fructe/lapte, carne de vită	Cs-134, Cs-137, Co-60, Zr-95, Nb-95	Depunere uscată și umedă
Inhalare		Aer	
Iradie externă de la depunerea pe sol		Sol (debit doză gamma externă)	
Carbon-14 gazos (CO ₂)	Absorbție în plante → ingerare de legume, fructe și lapte	C-14	Produse cu conținutul maxim de carbon în părțile comestibile
Inhalare		Aer	
Emisie atmosferică	Carbon-14 gazos (CO ₂)	Iradie externă a pielii de la imersia în norul radioactiv	C-14 beta externă
Emisie lichidă	Apă tritiată potabilă	Ingerare de apă	H-3
	Absorbție în pește → ingerare pește		Apă potabilă
	Irigarea		Apă din pește
		Părțile	

terenurilor → ingerare de produse agricole și animale		comestibile ale celor mai abundente legume și fructe cultivate pentru consum; lapte, carne	
Radionuclizi în suspensie și dizolvați, alții decât tritiul	Absorbție în pește → ingerare pește	C-14, Cs-134, Cs-137, Zr-95, Nb-95	Carne de pește comestibilă Co-60, Nisip de pe plaje (debit doză gamma externă)
	Iradiera externă de la depuneri costiere sau sedimente dragate		

__ Metoda de selectare a locațiilor indicator pentru expunerea directă datorată emisiilor gazoase (externă și inhalare) de la o centrală nuclearoelectrică

__ În vederea selectării locațiilor indicator se va împărți zona din jurul centralei în 16 sectoare unghiulare, fiecare de câte 22,5 grade, corespunzătoare sectoarelor rozei vântului și în inele circulare cu razele interioare de 2, 5, 10, 15, 20 și 25 km și razele exterioare de 5, 10, 15, 20, 25 și respectiv, 30 km.

__ Fiecare sector va fi caracterizat de doi factori: frecvența vântului în sectorul respectiv și numărul de persoane rezidente în sectorul respectiv.

__ Probabilitatea B(i) ca sectorul "i" să se afle în direcția vântului este dată de:

$$B(i) = \frac{K(i)}{\text{SUMĂ } K(i)}$$

__ unde K(i) este frecvența vântului în sectorul "i" (nu este luată în considerare situația de calm),

__ Importanța numărului de persoane rezidente în sectorul "i" este dată de factorul de ponderare:

$$P(i) = \frac{1}{N(p)} \cdot \frac{\text{SUMĂ}(j) n(i,j)/r(j)}{\text{SUMĂ}(j) 1/r(j)}$$

__ unde: n(i,j) este numărul persoanelor rezidente în inelul circular "j" din sectorul "i"
r(j) este raza interioară a inelului circular "j"
N(p) este factorul de normare, egal cu:

$$N(p) = \text{SUMĂ}(i) \cdot \frac{\text{SUMĂ}(j) n(i,j)/r(j)}{\text{SUMĂ}(j) 1/r(j)}$$

__ Ca urmare, ponderea W(i) a unui sector va fi dată de:

$$W(i) = \frac{P(i) \cdot B(i)}{\text{SUMĂ}(i) P(i) \cdot B(i)}$$

__ Alegerea locațiilor indicator trebuie făcută astfel încât suma ponderilor sectoarelor din care au fost selectate locațiile să fie de cel puțin 70%:

$$\text{SUMĂ}(i) W(i) \geq 0,7$$

__ Metoda de determinare a factorului mediu de diluție

__ Dispersia atmosferică la distanțe mai mari de câțiva kilometri este descrisă de următoarea ecuație, (1):

$$Xi(r) = \frac{C}{r^a}$$

__ unde $Xi(r)$ este concentrația medie a materialului radioactiv la distanța de r km față de sursă în sectorul "i" ($3 \text{ km} < r < 20 \text{ km}$),

__ C este o constantă,

__ a este o constantă cu valoarea cuprinsă între 1 și 2.

__ Locațiile de control, împreună cu locațiile indicator, sunt folosite pentru a determina valoarea lui a . Aplicând ecuația (1) pentru locația indicator rezultă ecuația (2):

$$Xi(r_1) = \frac{C}{(r_1)^a}$$

__ unde r_1 este distanța locației indicator față de sursă,

__ $Xi(r_1)$ este concentrația materialului radioactiv măsurată în locația indicator.

__ Aplicând ecuația (1) pentru locația de control rezultă ecuația (3):

$$Xi(r_2) = \frac{C}{(r_2)^a}$$

__ unde r_2 este distanța locației de control față de sursă,

__ $Xi(r_2)$ este concentrația materialului radioactiv măsurată în locația de control.

__ Împărțind ecuația (2) la ecuația (3) rezultă ecuația (4):

$$\frac{Xi(r_1) (r_2)^a}{Xi(r_2) (r_1)^a} = \left| \frac{r_2}{r_1} \right|^a$$

__ din care rezultă că se poate determina constanta a , conform (5):

$$a = \frac{\ln \left[\frac{Xi(r_1)}{Xi(r_2)} \right]}{\ln Xi(r_1) - \ln Xi(r_2)} = \frac{\ln \left[\frac{r_2}{r_1} \right]}{\ln(r_2) - \ln(r_1)}$$

- __ Substituind valoarea lui a într-una din ecuațiile (2) sau (3), se poate determina constanta C.
- __ Astfel, pentru orice perioadă de monitorizare sau medie a mai multor perioade de monitorizare, se poate determina valoarea corespunzătoare a constantelor a și C.
- __ Apoi, folosind ecuația (1) se poate calcula concentrația medie a materialului radioactiv Xi(r) pentru orice distanță r, când 3 km < r < 20 km, în orice sector "i".
- __ Cunoscând concentrația medie a materialului radioactiv la distanța r, Xi(r), și activitatea totală a materialului radioactiv emis de sursă (sau activitatea sursei), X₀, se poate determina factorul mediu de diluție, ca raportul dintre concentrația materialului radioactiv în punctul receptor (situat la distanța r de sursă) și activitatea totală emisă la sursă;

$$x = \frac{Xi(r)}{X_0}$$

ANEXA Nr. 8 la norme

__ Calculul frecvenței de prelevare a probelor

__ Frecvența (f) de prelevare a probelor este invers proporțională cu timpul mediu de viață [T(m)] al unui radionuclid reprezentativ într-o cale de expunere:

$$f/an = 1/T(m)$$

__ unde T(m) este dat în ani.

__ Timpul mediu de viață depinde de timpul mediu de rezidență [T(p)] a radionuclidului în vecinătatea probei (sau lângă locația de monitorizare) și de timpul radiologic mediu de viață a radionuclidului [T(r)], astfel:

$$T(m) = \frac{T(r) \cdot T(p)}{T(r) + T(p)}$$

__ Timpul radiologic mediu de viață al radionuclidului este legat de timpul de înjumătățire [T(¹/₂)] prin relația:

$$T(r) = \frac{T(^{1/2})}{\ln 2}$$

0,693

__ Timpul mediu de rezidență al radionuclidului în vecinătatea probei depinde de mobilitatea mediului prelevat și de caracteristicile fizico-chimice ale radionuclidului.

__ Pentru calcule se vor folosi valorile date în tabelul 1.

__ Cu valorile $T(p)$ date se pot calcula valorile $T(m)$ și astfel, frecvențele de prelevare.

__ Frecvențele de prelevare pentru combinațiile radionuclid/compartiment de mediu selectate sunt redată în tabelul 2. Cesiul-134 poate fi selectat ca reprezentativ pentru categoria de emisie "particule în aer" și "particule dizolvate și solide, altele decât H-3 și C-14" întrucât timpii de înjumătățire ai celorlalți radionuclizi din categorie nu modifică semnificativ timpul mediu de viață $T(m)$, deci frecvența de prelevare va fi aceeași.

_ Valori recomandate pentru timpul mediu de rezidență [T(p)]

Mediul		Timpul mediu de rezidență în mediu [T(p)]
Aer		Minute - ore
Apă	Apă potabilă	aprox. o zi
	Apă brută (lacuri)	aprox. o zi
	Apă brută (râuri)	Minute - ore
	Scurgeri de suprafață	2-4 săptămâni
	Apă de adâncime	Ani
Plante (legume/fructe)		Sezonul de creștere aprox. 3 luni
Alimente	Carne de vacă	aprox. 2 ani
	Lapte	aprox. 5 zile
	Ouă	aprox. 8 zile
	Carne de pui	aprox. 40 zile
	Pește	aprox. 2 ani*)

Soluri	Depunere pe suprafață	2-4 săptămâni
	Stratul superficial de sol	aprox. 2 luni
	Nisip	aprox. 2 luni

*) Peștele crescut în ferme piscicole are timpul mediu de viață de 2-3 luni.

— Observații:

1. Radionuclizii emiși în aer ating în timp scurt locațiile de monitorizare, unde vor rămâne un timp și mai scurt. Pentru monitorizarea aerului, $T(p)$ va fi de ordinul orelor. Pentru radionuclizii cu $T(r) \gg T(p)$ rezultă $T(m) = T(p)$, ceea ce înseamnă o frecvență de prelevare de câteva ore. La o frecvență atât de mare, se vor lua în considerare sisteme de prelevare continuă a probelor.

2. De asemenea, în cazul apei potabile $T(p)$ este scurt, de o zi sau două, în funcție de distanța față de stația de potabilizare a apei și de capacitatea de stocare a acesteia. În scopul monitorizării tritiului, din nou cazul $T(r) \gg T(p)$, $T(m) = T(p)$, ceea ce va necesita o frecvență de prelevare zilnică.

3. Unele compartimente de mediu au timpi de rezidență considerabil mai mari, așa cum este cazul vegetației de exemplu, care are $T(p)$ de 2-3 luni. Pentru radionuclizii de viață lungă, $T(r) \gg T(p)$ și frecvența de prelevare va fi de aprox. 2-3 luni. Totuși, cu excepția produselor de seră, sezonul de creștere este o dată pe an și de aceea este adecvat să se preleveze probe anual, în perioada de creștere. Pentru serele care produc mai mult de o recoltă pe an, frecvența de prelevare recomandată este frecvența de producție.

4. În ceea ce privește peștele, este interesant Cs-134 care este prezent în mediu numai datorită operării unui reactor nuclear și are $T_{(1/2)}$ aprox. 2 ani. Cu excepția peștilor migratori, peștii rezidă în zona vecină centralei între 2 și 5 ani, în funcție de specie. Presupunând $T(p) = 2$ ani, rezultă o frecvență de prelevare a probelor de pește pentru decelarea Cs-134 anuală.

— Frecvențele de prelevare a probelor de mediu în vecinătatea unei centrale nucleare electrice cu reactori de tip CANDU

Radionuclid	Timp de înjumătățire [$T_{(1/2)}$]	Mediul de prelevare	Timp mediu de rezidență [$T(p)$]	Timp mediu de viață [$T(m)$]	Frecvența de monitorizare (f)

Tritiu (H-3)	12,3 ani	Aer	Minute	Minute	Continuă
		Legume/fructe	3 luni	3 luni	Trimestrială
		Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală
		Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică
		Apă brută	1 zi	1 zi	Zilnică
Gaze nobile	zile	Aer	Minute	Minute	Continuă
Iod-131	8 zile	Lapte	5 zile	4 zile	Săptămânală
		Aer	Minute	Minute	Continuă
Cesiu-134	2 ani	Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală
		Aer	Minute	Minute	Continuă
		Depunere pe suprafață	2-4 săptămâni	4 săptămâni	Lunară
		Strat superficial de sol	2 luni	2 luni	Bilunară
		Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică
		Pește	2 ani	1 an	Anuală
		Nisip de pe plajă	2 luni	2 luni	Bilunară
Carbon-14	5730 ani	Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală

Legume/fructe	3 luni	3 luni	Trimestrială			
Aer	Minute	Minute	Continuă			
Pește	2 ani	2 ani	Bianuală			
Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică			

__ Considerații referitoare la stabilirea
frecvențelor de măsurare a probelor de mediu

__ Frecvența de măsurare este determinată de următoarele:

- sensibilitatea minimă cerută;
- sensibilitatea analitică a laboratorului care efectuează analizele;
- numărul de rezultate anuale pe combinație radionuclid/cale de expunere, necesar să genereze un set de date statistic valabil.

__ Raportul primilor doi parametri se numește factor de sensibilitate și e dat de:

$$__ K = \text{sensibilitatea minimă cerută/sensibilitatea analitică}$$

__ Valoarea lui K trebuie să fie mai mare sau egală cu 1. În caz contrar, trebuie selectată o metodă analitică mai sensibilă. Numărul de probe (N) care pot fi compuse pentru a genera un rezultat analitic e dat de:

$$__ N = [T(p)/[T(p) - T(m)]] (\ln K), \text{ pentru } K > 1 \text{ și } T(p) \text{ diferit de } T(m)$$

__ unde T(p) = timpul mediu de rezidență a radionuclidului în vecinătatea probei

T(m) = timpul mediu de viață a unui radionuclid într-o cale de expunere

__ Pentru K = 1, caz în care capacitatea analitică îndeplinește strict cerința de sensibilitate minimă cerută, numărul de probe care se pot compune e nul și frecvența de măsurare coincide cu frecvența de prelevare a probelor.

__ În cazul în care T(p) = T(m), formula de mai sus nu se poate aplica, însă, dacă T(p) = T(m) atunci timpul radiologic mediu de viață a radionuclidului T(r) >> T(p) și T(r) >> T(m). Aceasta înseamnă că pierderea de probă prin dezintegrare radioactivă poate să nu fie luată în considerare timp mai multe perioade de monitorizare. În această situație, cel de-al treilea parametru, numărul de rezultate analitice generate într-un an care conduce la un set de date statistic valabil, va determina numărul de probe care se pot cumula și astfel, frecvența măsurărilor.

__ Un exemplu în acest caz este determinarea conținutului de tritium din apa potabilă. Apa potabilă este prelevată zilnic, ceea ce conduce la 365 de probe care trebuie analizate. În acest caz, T(p) = T(m) = 1 zi și T(r) >> T(p). Numărul de rezultate analitice necesar va depinde de incertitudinea de măsurare, dar ca o regulă statistică, acesta trebuie să fie mai mare sau egal cu 30 (cele mai multe teste statistice necesită cel puțin 30 de date). Deci, numărul minim de rezultate analitice este de 30 pe an, de unde rezultă că numărul maxim de probe de apă care pot fi cumulate este de 12. Ca urmare, o frecvență de măsurare convenabilă pentru probele de apă potabilă este săptămânală (măsurare săptămânală de probe compuse din 7 probe zilnice).

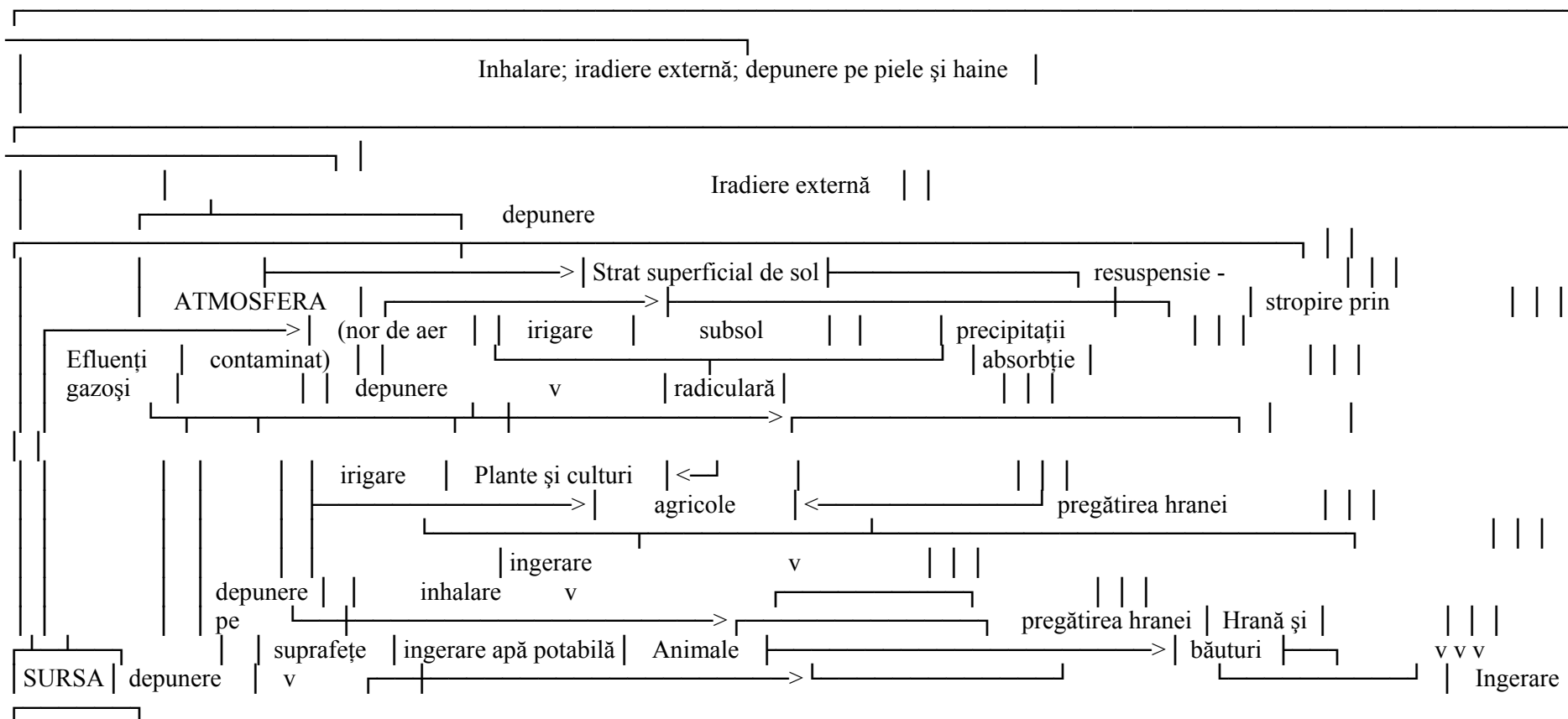
— Locațiile și frecvențele de prelevare și măsurare de probe pentru compartimentele de mediu aparținând căilor de expunere monitorizate în situații de urgență

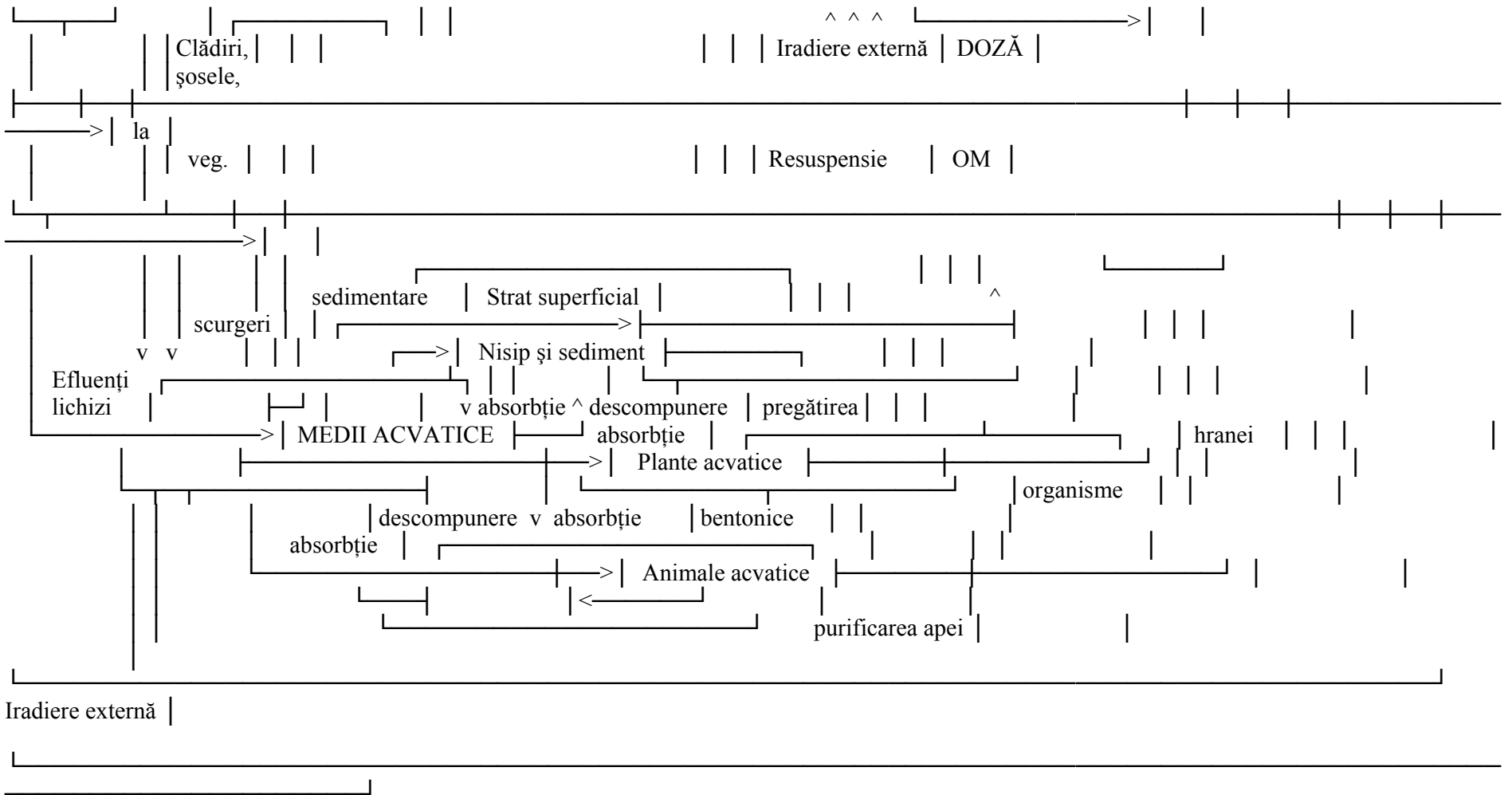
Cale de expunere/compartiment de mediu monitorizat	Frecvențe	Locații
A. Emisii radioactive atmosferice		
Măsurători efectuate în timpul trecerii norului radioactiv		
Iradieră externă	Debit doză gamma	Continuu În vecinătate și departe în teren, cartare debitmetrică
	Debit doză neutroni	Continuu Doar în vecinătate, dacă se prevăd emisii de neutroni
Aer	Aer	Colectare continuă, În vecinătate și departe în teren măsurare la 2 h
	Precipitații	Colectare continuă, În vecinătate și departe în teren măsurare la 2 h
Măsurători efectuate după trecerea norului radioactiv		În zonele contaminate
Iradieră externă	Debit doză gamma	Continuu Cartare debitmetrică externă
Depunere	Sol	O singură dată Cartarea contaminării cu radionuclizii relevanți

Alimente/ingestie	Legume cu frunză	Zilnic	Indicator bun pt. produse vegetale
Lapte	Zilnic	Indicator bun pt. produse animale	
Alte legume și fructe	La recoltare		
Grâne	La recoltare		
Carne	Probe reprezentative		
Apă potabilă și de adâncime	Probe reprezentative		
Bio-indicatori tereștri	Iarbă	Zilnic	
Licheni, mușchi, ciuperci	În perioada de creștere		
Compartiment de mediu/cale de expunere monitorizat	Frecvențe	Locații	
B. Emisii radioactive lichide			
Măsurători efectuate după încetarea emisiilor	Zonele și acumulările de apă afectate sunt limitate		
Dispersie acvatică	Apă de suprafață	Prelevare continuă, măsurare zilnică	
Sediment	Săptămânal		

CĂILE POTENȚIALE
de expunere la radiații a populației, ca urmare a deversărilor
de materiale radioactive în mediu

Iradieră directă





__ Frecvențele de prelevare și măsurare pentru compartimentele de mediu situate de-a lungul căilor de expunere monitorizate, în condiții de operare normală a unei instalații nucleare sau radiologice

Compartiment de mediu/cale de expunere	Frecvența de prelevare/măsurare
A. Emisii radioactive gazoase	
Iradiație externă	Debit doză gamma Continuă
	Doză gamma integrată De 2 ori pe an
	Debit doză neutroni Continuă
	Doză neutroni integrată De 2 ori pe an
Aer, depunere	Aer Prelevare continuă, măsurare săptămânală sau lunară
	Precipitații Prelevare continuă, măsurare lunară
	Depunere Prelevare continuă, măsurare lunară
	Sol Anuală
Produse alimentare, ingerare	Legume cu frunze comestibile Lunar, în perioada de recoltare
	Alte legume și fructe Anumite probe selectate, la recoltare
	Grâne Anumite probe selectate, la recoltare
	Lapte Lunar, în perioada pășunatului

	Carne	Anumite probe selectate, bianual
	Apă potabilă și/sau apă de adâncime	De 2 ori pe an
Bioindicatori terestri	Iarbă	Lunar, în perioada pășunatului
	Licheni, mușchi, ciuperci	Anumite probe selectate, anual
B. Emisii radioactive lichide		
Dispersie acvatică	Apă de suprafață	Prelevare zilnică, corelată cu deversarea, măsurare lunară
	Sediment	Anual
Produse alimentare acvatice	Pește	Anumite probe selectate, anual
	Moluște (cu carapace)	Anumite probe selectate, anual
Bioindicatori acvatici	Alge, bureți marini	Anumite probe selectate, bianual
	Organisme bentonice	Anumite probe selectate, bianual

_ Mărimi măsurate, tipuri de prelevare și măsurare, aplicații

Mărime măsurată	Tip de prelevare și măsurare	Aplicații
Debit doză gamma deasupra solului	Măsurări în teren (cu dispozitive fixe sau mobile)	Operare normală Urgență Expunere cronică
Radioactivitatea aerosolilor în aer	Prelevare pe filtre, analize spectrometrice	Operare normală Urgență Expunere cronică
Iod radioactiv în aer	Prelevare specifică formei fizice/chimice a radioizotopilor, analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate în precipitații	Prelevare în colectorul de precipitații, analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate depusă pe suprafețe	Gamma-spectrometrie în teren sau prelevare prin ștergerea unei suprafețe și analize spectrometrice	Operare normală Urgență
Radioactivitate în sol	Gamma-spectrometrie în teren sau prelevare în teren și analize spectrometrice	Operare normală Urgență Expunere cronică
Radioactivitate în alimente și furaje, ape și sedimente	Prelevare în teren, analize spectrometrice	Operare normală Urgență Expunere cronică

— Combinațiile radionuclid - compartiment de mediu corespunzătoare radionuclizilor critici și căilor de expunere critice posibile pentru o centrală nuclearelectrică cu reactori de tip CANDU

Tip emisie	Radionuclid critic	Căi de expunere critice posibile	Radionuclid reprezentativ	Compartiment de mediu reprezentativ
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Emisie atmosferică	Vapori de apă tritiată	Inhalare și absorbție prin piele	H-3	Aer
	Absorbție în plante → ingerare de legume și fructe, produse lactate, carne de vită, pui, etc.			Părțile comestibile ale celor mai abundente legume și fructe cultivate pentru consum; lapte, carne
	Gaze nobile de la imersia în norul radioactiv	Iradiere externă	Ar-41, Xe, Kr	Aer (debit doză gamma externă)
	Iod-131	Depunere pe pășuni → ingerare de lapte	I-131	Lapte

	Inhalare		Aer		
Particule radioactive	Depunere pe legume, fructe/ pășuni → ingerare legume, fructe/lapte, carne de vită		Cs-134, Cs-137, Co-60, Zr-95, Nb-95	Depunere uscată și umedă	
	Inhalare		Aer		
	Iradiere externă de la depunerea pe sol		Sol (debit doză gamma externă)		
Carbon-14 gazos (CO ₂)	Absorbție în plante → ingerare de legume, fructe și lapte		C-14	Produse cu conținutul maxim de carbon în părțile comestibile	
	Inhalare		Aer		
Emisie atmosferică	Carbon-14 gazos (CO ₂)	Iradierea externă a pielii de la imersia în norul radioactiv		C-14 (beta externă)	Aer (debit doză)
Emisie lichidă	Apă tritiată potabilă	Ingerare de apă potabilă	H-3	Apă potabilă	
	Absorbție în pește → ingerare pește		Apă din pește		
	Irigarea		Părțile		

__ Metoda de selectare a locațiilor indicator pentru expunerea directă datorată emisiilor gazoase (externă și inhalare) de la o centrală nuclearoelectrică

__ În vederea selectării locațiilor indicator se va împărți zona din jurul centralei în 16 sectoare unghiulare, fiecare de câte 22,5 grade, corespunzătoare sectoarelor rozei vântului și în inele circulare cu razele interioare de 2, 5, 10, 15, 20 și 25 km și razele exterioare de 5, 10, 15, 20, 25 și respectiv, 30 km.

__ Fiecare sector va fi caracterizat de doi factori: frecvența vântului în sectorul respectiv și numărul de persoane rezidente în sectorul respectiv.

__ Probabilitatea B(i) ca sectorul "i" să se afle în direcția vântului este dată de:

$$B(i) = \frac{K(i)}{\text{SUMĂ } K(i)}$$

__ unde K(i) este frecvența vântului în sectorul "i" (nu este luată în considerare situația de calm),

__ Importanța numărului de persoane rezidente în sectorul "i" este dată de factorul de ponderare:

$$P(i) = \frac{1}{N(p)} \cdot \frac{\text{SUMĂ}(j) n(i,j)/r(j)}{\text{SUMĂ}(j) 1/r(j)}$$

__ unde: n(i,j) este numărul persoanelor rezidente în inelul circular "j" din sectorul "i"
r(j) este raza interioară a inelului circular "j"
N(p) este factorul de normare, egal cu:

$$N(p) = \text{SUMĂ}(i) \cdot \frac{\text{SUMĂ}(j) n(i,j)/r(j)}{\text{SUMĂ}(j) 1/r(j)}$$

__ Ca urmare, ponderea W(i) a unui sector va fi dată de:

$$W(i) = \frac{P(i) \cdot B(i)}{\text{SUMĂ}(i) P(i) \cdot B(i)}$$

__ Alegerea locațiilor indicator trebuie făcută astfel încât suma ponderilor sectoarelor din care au fost selectate locațiile să fie de cel puțin 70%:

$$\text{SUMĂ}(i) W(i) \geq 0,7$$

__ Metoda de determinare a factorului mediu de diluție

__ Dispersia atmosferică la distanțe mai mari de câțiva kilometri este descrisă de următoarea ecuație, (1):

$$Xi(r) = \frac{C}{r^a}$$

__ unde $Xi(r)$ este concentrația medie a materialului radioactiv la distanța de r km față de sursă în sectorul "i" ($3 \text{ km} < r < 20 \text{ km}$),

__ C este o constantă,

__ a este o constantă cu valoarea cuprinsă între 1 și 2.

__ Locațiile de control, împreună cu locațiile indicator, sunt folosite pentru a determina valoarea lui a . Aplicând ecuația (1) pentru locația indicator rezultă ecuația (2):

$$Xi(r_1) = \frac{C}{(r_1)^a}$$

__ unde r_1 este distanța locației indicator față de sursă,

__ $Xi(r_1)$ este concentrația materialului radioactiv măsurată în locația indicator.

__ Aplicând ecuația (1) pentru locația de control rezultă ecuația (3):

$$Xi(r_2) = \frac{C}{(r_2)^a}$$

__ unde r_2 este distanța locației de control față de sursă,

__ $Xi(r_2)$ este concentrația materialului radioactiv măsurată în locația de control.

__ Împărțind ecuația (2) la ecuația (3) rezultă ecuația (4):

$$\frac{Xi(r_1) (r_2)^a}{Xi(r_2) (r_1)^a} = \left| \frac{r_2}{r_1} \right|^a$$

__ din care rezultă că se poate determina constanta a , conform (5):

$$a = \frac{\ln \left[\frac{Xi(r_1)}{Xi(r_2)} \right] \cdot \ln(r_2) - \ln(r_1)}{\ln(r_2) - \ln(r_1)}$$

- __ Substituind valoarea lui a într-una din ecuațiile (2) sau (3), se poate determina constanta C.
- __ Astfel, pentru orice perioadă de monitorizare sau medie a mai multor perioade de monitorizare, se poate determina valoarea corespunzătoare a constantelor a și C.
- __ Apoi, folosind ecuația (1) se poate calcula concentrația medie a materialului radioactiv Xi(r) pentru orice distanță r, când 3 km < r < 20 km, în orice sector "i".
- __ Cunoscând concentrația medie a materialului radioactiv la distanța r, Xi(r), și activitatea totală a materialului radioactiv emis de sursă (sau activitatea sursei), X₀, se poate determina factorul mediu de diluție, ca raportul dintre concentrația materialului radioactiv în punctul receptor (situat la distanța r de sursă) și activitatea totală emisă la sursă;

$$x = \frac{Xi(r)}{X_0}$$

ANEXA Nr. 8 la norme

__ Calculul frecvenței de prelevare a probelor

__ Frecvența (f) de prelevare a probelor este invers proporțională cu timpul mediu de viață [T(m)] al unui radionuclid reprezentativ într-o cale de expunere:

$$f/an = 1/T(m)$$

__ unde T(m) este dat în ani.

__ Timpul mediu de viață depinde de timpul mediu de rezidență [T(p)] a radionuclidului în vecinătatea probei (sau lângă locația de monitorizare) și de timpul radiologic mediu de viață a radionuclidului [T(r)], astfel:

$$T(m) = \frac{T(r) \cdot T(p)}{T(r) + T(p)}$$

__ Timpul radiologic mediu de viață al radionuclidului este legat de timpul de înjumătățire [T(¹/₂)] prin relația:

$$T(r) = \frac{T(^{1/2})}{\ln 2}$$

0,693

__ Timpul mediu de rezidență al radionuclidului în vecinătatea probei depinde de mobilitatea mediului prelevat și de caracteristicile fizico-chimice ale radionuclidului.

__ Pentru calcule se vor folosi valorile date în tabelul 1.

__ Cu valorile $T(p)$ date se pot calcula valorile $T(m)$ și astfel, frecvențele de prelevare.

__ Frecvențele de prelevare pentru combinațiile radionuclid/compartiment de mediu selectate sunt redată în tabelul 2. Cesiul-134 poate fi selectat ca reprezentativ pentru categoria de emisie "particule în aer" și "particule dizolvate și solide, altele decât H-3 și C-14" întrucât timpii de înjumătățire ai celorlalți radionuclizi din categorie nu modifică semnificativ timpul mediu de viață $T(m)$, deci frecvența de prelevare va fi aceeași.

_ Valori recomandate pentru timpul mediu de rezidență [T(p)]

Mediul		Timpul mediu de rezidență în mediu [T(p)]
Aer		Minute - ore
Apă	Apă potabilă	aprox. o zi
	Apă brută (lacuri)	aprox. o zi
	Apă brută (râuri)	Minute - ore
	Scurgeri de suprafață	2-4 săptămâni
	Apă de adâncime	Ani
Plante (legume/fructe)		Sezonul de creștere aprox. 3 luni
Alimente	Carne de vacă	aprox. 2 ani
	Lapte	aprox. 5 zile
	Ouă	aprox. 8 zile
	Carne de pui	aprox. 40 zile
	Pește	aprox. 2 ani*)

Soluri	Depunere pe suprafață	2-4 săptămâni
	Stratul superficial de sol	aprox. 2 luni
	Nisip	aprox. 2 luni

*) Peștele crescut în ferme piscicole are timpul mediu de viață de 2-3 luni.

— Observații:

1. Radionuclizii emiși în aer ating în timp scurt locațiile de monitorizare, unde vor rămâne un timp și mai scurt. Pentru monitorizarea aerului, $T(p)$ va fi de ordinul orelor. Pentru radionuclizii cu $T(r) \gg T(p)$ rezultă $T(m) = T(p)$, ceea ce înseamnă o frecvență de prelevare de câteva ore. La o frecvență atât de mare, se vor lua în considerare sisteme de prelevare continuă a probelor.

2. De asemenea, în cazul apei potabile $T(p)$ este scurt, de o zi sau două, în funcție de distanța față de stația de potabilizare a apei și de capacitatea de stocare a acesteia. În scopul monitorizării tritiului, din nou cazul $T(r) \gg T(p)$, $T(m) = T(p)$, ceea ce va necesita o frecvență de prelevare zilnică.

3. Unele compartimente de mediu au timpi de rezidență considerabil mai mari, așa cum este cazul vegetației de exemplu, care are $T(p)$ de 2-3 luni. Pentru radionuclizii de viață lungă, $T(r) \gg T(p)$ și frecvența de prelevare va fi de aprox. 2-3 luni. Totuși, cu excepția produselor de seră, sezonul de creștere este o dată pe an și de aceea este adecvat să se preleveze probe anual, în perioada de creștere. Pentru serele care produc mai mult de o recoltă pe an, frecvența de prelevare recomandată este frecvența de producție.

4. În ceea ce privește peștele, este interesant Cs-134 care este prezent în mediu numai datorită operării unui reactor nuclear și are $T_{(1/2)}$ aprox. 2 ani. Cu excepția peștilor migratori, peștii rezidă în zona vecină centralei între 2 și 5 ani, în funcție de specie. Presupunând $T(p) = 2$ ani, rezultă o frecvență de prelevare a probelor de pește pentru decelarea Cs-134 anuală.

— Frecvențele de prelevare a probelor de mediu în vecinătatea unei centrale nucleare electrice cu reactori de tip CANDU

Radionuclid	Timp de înjumătățire [$T_{(1/2)}$]	Mediul de prelevare	Timp mediu de rezidență [$T(p)$]	Timp mediu de viață [$T(m)$]	Frecvența de monitorizare (f)

Tritiu (H-3)	12,3 ani	Aer	Minute	Minute	Continuă
		Legume/fructe	3 luni	3 luni	Trimestrială
		Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală
		Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică
		Apă brută	1 zi	1 zi	Zilnică
Gaze nobile	zile	Aer	Minute	Minute	Continuă
Iod-131	8 zile	Lapte	5 zile	4 zile	Săptămânală
		Aer	Minute	Minute	Continuă
Cesiu-134	2 ani	Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală
		Aer	Minute	Minute	Continuă
		Depunere pe suprafață	2-4 săptămâni	4 săptămâni	Lunară
		Strat superficial de sol	2 luni	2 luni	Bilunară
		Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică
		Pește	2 ani	1 an	Anuală
		Nisip de pe plajă	2 luni	2 luni	Bilunară
Carbon-14	5730 ani	Lapte	5 zile	5 zile	Săptămânală

Legume/fructe	3 luni	3 luni	Trimestrială			
Aer	Minute	Minute	Continuă			
Pește	2 ani	2 ani	Bianuală			
Apă potabilă	1 zi	1 zi	Zilnică			

__ Considerații referitoare la stabilirea
frecvențelor de măsurare a probelor de mediu

__ Frecvența de măsurare este determinată de următoarele:

- sensibilitatea minimă cerută;
- sensibilitatea analitică a laboratorului care efectuează analizele;
- numărul de rezultate anuale pe combinație radionuclid/cale de expunere, necesar să genereze un set de date statistic valabil.

__ Raportul primilor doi parametri se numește factor de sensibilitate și e dat de:

$$__ K = \text{sensibilitatea minimă cerută/sensibilitatea analitică}$$

__ Valoarea lui K trebuie să fie mai mare sau egală cu 1. În caz contrar, trebuie selectată o metodă analitică mai sensibilă. Numărul de probe (N) care pot fi compuse pentru a genera un rezultat analitic e dat de:

$$__ N = [T(p)/[T(p) - T(m)]] (\ln K), \text{ pentru } K > 1 \text{ și } T(p) \text{ diferit de } T(m)$$

__ unde T(p) = timpul mediu de rezidență a radionuclidului în vecinătatea probei

T(m) = timpul mediu de viață a unui radionuclid într-o cale de expunere

__ Pentru K = 1, caz în care capacitatea analitică îndeplinește strict cerința de sensibilitate minimă cerută, numărul de probe care se pot compune e nul și frecvența de măsurare coincide cu frecvența de prelevare a probelor.

__ În cazul în care T(p) = T(m), formula de mai sus nu se poate aplica, însă, dacă T(p) = T(m) atunci timpul radiologic mediu de viață a radionuclidului T(r) >> T(p) și T(r) >> T(m). Aceasta înseamnă că pierderea de probă prin dezintegrare radioactivă poate să nu fie luată în considerare timp mai multe perioade de monitorizare. În această situație, cel de-al treilea parametru, numărul de rezultate analitice generate într-un an care conduce la un set de date statistic valabil, va determina numărul de probe care se pot cumula și astfel, frecvența măsurărilor.

__ Un exemplu în acest caz este determinarea conținutului de tritium din apa potabilă. Apa potabilă este prelevată zilnic, ceea ce conduce la 365 de probe care trebuie analizate. În acest caz, T(p) = T(m) = 1 zi și T(r) >> T(p). Numărul de rezultate analitice necesar va depinde de incertitudinea de măsurare, dar ca o regulă statistică, acesta trebuie să fie mai mare sau egal cu 30 (cele mai multe teste statistice necesită cel puțin 30 de date). Deci, numărul minim de rezultate analitice este de 30 pe an, de unde rezultă că numărul maxim de probe de apă care pot fi cumulate este de 12. Ca urmare, o frecvență de măsurare convenabilă pentru probele de apă potabilă este săptămânală (măsurare săptămânală de probe compuse din 7 probe zilnice).

_ Locațiile și frecvențele de prelevare și măsurare de probe pentru
compartimentele de mediu aparținând căilor de expunere
monitorizate în situații de urgență

Cale de expunere/compartiment de mediu monitorizat	Frecvențe	Locații
A. Emisii radioactive atmosferice		
Măsurători efectuate în timpul trecerii norului radioactiv		
Iradieră externă	Debit doză gamma	Continuu În vecinătate și departe în teren, cartare debitmetrică
	Debit doză neutroni	Continuu Doar în vecinătate, dacă se prevăd emisii de neutroni
Aer	Aer	Colectare continuă, În vecinătate și departe în teren măsurare la 2 h
	Precipitații	Colectare continuă, În vecinătate și departe în teren măsurare la 2 h
Măsurători efectuate după trecerea norului radioactiv		În zonele contaminate
Iradieră externă	Debit doză gamma	Continuu Cartare debitmetrică externă
Depunere	Sol	O singură dată Cartarea contaminării cu radionuclizii relevanți

Alimente/ingestie	Legume cu frunză	Zilnic	Indicator bun pt. produse vegetale
Lapte	Zilnic	Indicator bun pt. produse animale	
Alte legume și fructe	La recoltare		
Grâne	La recoltare		
Carne	Probe reprezentative		
Apă potabilă și de adâncime	Probe reprezentative		
Bio-indicatori tereștri	Iarbă	Zilnic	
Licheni, mușchi, ciuperci	În perioada de creștere		
Compartiment de mediu/cale de expunere monitorizat	Frecvențe	Locații	
B. Emisii radioactive lichide			
Măsurători efectuate după încetarea emisiilor	Zonele și acumulările de apă afectate sunt limitate		
Dispersie acvatică	Apă de suprafață	Prelevare continuă, măsurare zilnică	
Sediment	Săptămânal		

