

Norme privind analizele deterministe de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare

CAPITOLUL I - Domeniu, scop, definiții

Secțiunea 1

Domeniu și scop

Art. 1. – (1) Prin prezentele norme se stabilesc cerințele generale privind analizele deterministe de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare.

(2) Respectarea prevederilor prezentelor norme constituie o condiție obligatorie pentru autorizarea de către Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare, denumită în continuare CNCAN, a activităților de proiectare, amplasare, construcție și montaj, punere în funcțiune și exploatare ale unei instalații nucleare.

(3) Prevederile prezentelor norme se aplică atât titularilor cât și solicitanților de autorizație pentru instalațiile nucleare.

Art. 2. – Prezentele norme se aplică următoarelor categorii de instalații nucleare:

- a) centrale nucleare electrice;
- b) reactoare nucleare de cercetare, reactoare nucleare de putere zero și ansambluri subcritice;
- c) reactoare nucleare de demonstrație;
- d) reactoare nucleare pentru producerea de energie și izotopi pentru scopuri medicale;
- e) alte instalații nucleare a căror autorizare este necesară în baza prevederilor Legii nr. 111/1996 și pentru care CNCAN impune aplicarea acestor norme în procesul de autorizare.

Secțiunea a 2-a

Definiții

Art. 3. – (1) Termenii utilizați în prezentele norme sunt definiți în Anexa nr. 1, cu excepția acelor ale căror definiții se regăsesc în textul prezentelor norme.

(2) Abrevierea ADSN se utilizează pentru a face referire la analizele deterministe de securitate nucleară.

(3) Abrevierea SSCE se utilizează pentru a face referire în mod generic la sistemele, structurile, componentele și echipamentele unei instalații nucleare, inclusiv software-ul pentru sistemele de instrumentație și control.

CAPITOLUL II

Prevederi generale privind analizele deterministe de securitate nucleară

Secțiunea 1

Cerințe privind analizele bază de proiectare

Art. 4. - (1) Analizele bază de proiectare, denumite în continuare prin abrevierea ABP, constau în totalitatea analizelor de securitate nucleară care susțin alegerea bazelor de proiectare pentru o instalație nucleară, în conformitate cu cerințele stabilite prin Normele fundamentale de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare, aprobate prin Ordinul președintelui CNCAN nr. 114 din 30 mai 2017, publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 441 din 14 iunie 2017.

(2) Titularul de autorizație trebuie să demonstreze că toate evenimentele externe relevante pentru amplasamentul instalației nucleare, mecanismele de inițiere a evenimentelor interne, efectele de cauză comună și interdependențele sistemelor au fost luate în considerare la efectuarea ABP.

(3) În baza ABP, titularul de autorizație trebuie să justifice eficiența soluțiilor tehnice adoptate, alegerea cerințelor de performanță minimă admisibilă pentru SSCE, stabilirea limitelor și condițiilor tehnice de operare și să demonstreze conformitatea proiectului instalației nucleare cu cerințele relevante din normele în vigoare și din standardele și codurile aplicabile acceptate de CNCAN.

Art. 5. - (1) Pentru definirea evenimentelor bază de proiect, denumite în continuare prin abrevierea EBP, se va stabili și se va lua în considerare pentru analiză o listă completă de evenimente de inițiere interne și externe, care să acopere toate modurile de operare a instalației nucleare și toate evenimentele care pot conduce la afectarea funcțiilor de securitate nucleară.

(2) Identificarea evenimentelor de inițiere postulate trebuie efectuată într-un mod sistematic, pe baza evaluării proiectului conceptual al instalației nucleare, a procedurilor de operare și a potențialelor influențe externe specifice amplasamentului.

(3) Lista evenimentelor selectate pentru analiză trebuie să includă toate defectările sau disfuncționalitățile plauzibile ale componentelor și sistemelor, inclusiv cele datorate erorilor umane, precum și evenimentele de inițiere interne de cauză comună și evenimente externe care pot influența securitatea nucleară a instalației nucleare, atât cele naturale cât și cele induse de activități umane.

(4) Din lista prevăzută la alin. (1), se va selecta un set de EBP care să includă evenimente anticipate în exploatare, tranziții și situații de accident, care să acopere toate modurile de operare a instalației nucleare.

(5) Selecția EBP trebuie justificată și susținută de analize deterministe și / sau evaluări probabilistice de securitate nucleară, denumite în continuare prin abrevierea EPSN, precum și de judecăți ingineresti, după caz.

Art. 6. - (1) EBP trebuie să acopere următoarele categorii generice de evenimente:

- a) evenimente de inițiere interne și externe, împreună cu toate consecințele acestora;
- b) combinații de defectări ale sistemelor de proces, împreună cu toate consecințele acestora;
- c) combinații de evenimente interne și evenimente externe, împreună cu toate consecințele acestora;
- d) combinații de evenimente din categoriile a), b) și c) și defectări sau indisponibilități ale sistemelor sau echipamentelor a căror acțiune poate atenua consecințele acestor evenimente.

(2) Trebuie considerate în ABP toate evenimentele care sunt fizic posibile și care au o frecvență estimată de apariție mai mare de $1E-5$ /an.

(3) Anexa nr. 2 la prezentele norme conține exemple tipice de evenimente luate în considerare în ABP. Excluderea din ABP a anumitor evenimente sau tipuri de evenimente din cele enumerate în Anexa nr. 2 trebuie justificată. Justificările acceptabile includ demonstrații ale imposibilității fizice de producere a unor astfel de evenimente sau analize cantitative de risc care să arate că excluderea acestor evenimente din bazele de proiectare are un efect neglijabil asupra securității nucleare.

(4) Pentru instalațiile nucleare care utilizează agent de răcire în stare lichidă în circuitul primar de răcire a reactorului, EBP vor include, ca accidente bază de proiect, ruperea oricărei conducte sau a oricărui colector din sistemul primar de răcire a reactorului, inclusiv a conductei sau colectorului cu cel mai mare diametru, indiferent de frecvența estimată de apariție a acestui eveniment. Pentru

rupele circumferențiale se va considera / analiza o arie de descărcare a fluidului până la inclusiv de două ori suprafața secțiunii conductei.

(5) Lista de evenimente considerată în ABP trebuie să fie specifică proiectului și amplasamentului instalației nucleare respective și să țină cont de experiența de exploatare la nivel național și internațional, inclusiv de analizele efectuate pentru instalații similare.

Art. 7. - (1) ABP trebuie să includă evaluarea comportării instalației nucleare ca urmare a apariției evenimentelor de cauză comună, adică a evenimentelor de inițiere, interne și externe, care pot duce la defectarea a două sau mai multe SSCE.

(2) Analizele menționate la alin. (1) se mai numesc și analize de hazard sau analize de pericol și trebuie efectuate pentru a demonstra că instalația nucleară poate face față evenimentelor de cauză comună fără depășirea limitelor și criteriilor de doză stabilite de legislația în vigoare. Aceste analize se vor suplimenta cu EPSN, în conformitate cu cerințele CNCAN.

(3) Cerințele stabilite prin prezentele norme pentru ABP sunt aplicabile și analizei evenimentelor de cauză comună. Trebuie demonstrat că SSCE creditate pentru a asigura funcțiile de securitate nucleară în cazul apariției unui eveniment de cauză comună sunt calificate corespunzător.

Art. 8. - (1) EBP rezultate în urma selecției efectuate conform prevederilor prezentelor norme se vor utiliza pentru stabilirea condițiilor la limită folosite în proiectarea SSCE importante pentru securitatea nucleară, astfel încât să se demonstreze că funcțiile de securitate nucleară sunt asigurate, iar obiectivele și criteriile de securitate nucleară sunt îndeplinite.

(2) Pentru definirea EBP din categoria accidentelor, se vor selecta acele evenimente, inclusiv combinații de evenimente, care au cele mai severe consecințe asupra îndeplinirii funcțiilor de securitate nucleară, respectiv pentru fiecare din parametrii importanți pentru îndeplinirea funcțiilor de securitate nucleară.

Art. 9. - (1) ABP pentru sistemele de securitate protective trebuie să includă evaluarea comportării instalației nucleare în condiții de accident și să justifice alegerea parametrilor de proiectare pentru aceste sisteme.

(2) Trebuie demonstrat că sistemele de securitate protective pot face față acestor evenimente și pot restaura funcțiile de securitate afectate, astfel încât să se asigure următoarele funcții generale de securitate nucleară:

- a) controlul reactivității; pentru un reactor nuclear, această funcție se referă atât la reducerea puterii, oprirea reactorului și menținerea acestuia într-o stare de oprire sigură pentru o perioadă de timp nedeterminată, cât și la prevenirea criticității în instalațiile de depozitare a combustibilului nuclear uzat;
- b) răcirea combustibilului nuclear; pentru un reactor nuclear, această funcție se referă atât la răcirea combustibilului din reactor, cât și la răcirea combustibilului uzat din instalațiile de depozitare aferente;
- c) reținerea materialelor radioactive, inclusiv menținerea barierelor fizice în calea eliberării acestora în mediul înconjurător;
- d) monitorizarea stării instalației nucleare și furnizarea serviciilor-suport necesare pentru menținerea funcțiilor prevăzute la lit. a), b) și c).

(3) Criteriile tehnice de acceptare asociate îndeplinirii funcțiilor de securitate se vor stabili ținând cont de criteriile de doză stabilite prin prezentele norme pentru diferitele categorii de evenimente.

Art. 10. – (1) Fiecare eveniment de inițiere postulat trebuie analizat cu și fără credit pentru acțiunile sistemelor de proces cu funcții de natură preventivă. De asemenea, în mod conservativ, se va lua în considerare continuarea funcționării sistemelor de proces pentru cazurile în care nu se poate demonstra că aceasta contribuie la limitarea consecințelor evenimentului sau pentru cazurile în care funcționarea sistemelor de proces agravează consecințele evenimentului de inițiere.

(2) Evenimentele de inițiere se pot grupa în funcție de efectul asupra funcției de securitate pe care o afectează. Dacă la restaurarea funcției de securitate respectivă contribuie mai multe sisteme protective, evenimentele de inițiere pot fi grupate în funcție de răspunsul așteptat al sistemelor protective.

Art. 11. - Pentru fiecare EBP, prin ADSN, trebuie:

- a) să se demonstreze că reactorul nuclear poate fi oprit și menținut în stare subcritică pe timp nelimitat, asigurându-se o marjă de siguranță suficientă;
- b) să se analizeze comportarea instalației nucleare pe toată durata evenimentului, până când se demonstrează că reactorul nuclear ajunge într-o stare sigură de echilibru termic;
- c) să se identifice sursele de răcire a reactorului nuclear creditate de la apariția evenimentului de inițiere și până la momentul când reactorul ajunge într-o stare sigură de echilibru termic;
- d) să se identifice, pentru fiecare dintre sursele de răcire creditate în conformitate cu alin. c), căile de transfer al căldurii de la combustibilul nuclear din reactor până la ultima sursă de răcire și să se evalueze căldura transferată pe fiecare cale;
- e) să se asigure că SSCE a căror funcționare este necesară ca urmare a apariției evenimentului și/sau pe toată durata accidentului își îndeplinesc funcțiile de securitate nucleară;
- f) să se demonstreze că nu este necesară acțiunea operatorului pentru un interval de cel puțin 30 de minute de la producerea evenimentului de inițiere;
- g) să se demonstreze conformitatea cu criteriile de doză stabilite prin prezentele norme.

Art. 12. - Analiza fiecărui EBP va include determinarea, după caz, a următoarelor:

- a) tranziției parametrilor specifici fizicii reactorului, cum ar fi puterea neutronică și reactivitatea, atât pentru zona activă cu combustibil proaspăt cât și pentru zona activă cu combustibil la echilibru;
- b) timpilor de declanșare ai sistemelor de oprire a reactorului pentru toată gama de puteri a reactorului și pentru toate avariile rezultate în urma evenimentului postulat;
- c) tranziției de presiune și temperatură ai componentelor sub presiune, arătându-se că limitele din standardele aplicabile nu sunt depășite;
- d) tranziției de presiune, temperatură și curgere în sistemele sub presiune care pot afecta consecințele evenimentului postulat;
- e) tranziției de presiune, temperatură și curgere în anvelopă;
- f) comportarea combustibilului nuclear;
- g) eliberările de materiale radioactive din combustibilul nuclear;
- h) eliberările de materiale radioactive în clădirea reactorului;
- i) distribuția materialelor radioactive în clădirea reactorului;

- j) eliberările de materiale radioactive din clădirea reactorului, respectiv termenii sursă, momentele de producere a emisiilor și durata acestora;
- k) acțiunile de răspuns ale personalului de operare, indicațiile indispensabile pentru a determina necesitatea acțiunii operatorului și perioada maximă admisă de timp dintre apariția indicației și momentul când operatorul trebuie să acționeze;
- l) condițiile radiologice pe amplasamentul instalației nucleare, inclusiv în zonele din instalație unde sunt necesare acțiuni ale personalului de operare și dozele de radiații ionizante pentru personalul expus profesional aflat pe amplasament;
- m) dozele de radiații ionizante pentru populație.

Art. 13. - (1) ABP trebuie realizate cu un grad de conservatism care să acopere orice incertitudine asociată atât condițiilor inițiale ale stării instalației nucleare cât și condițiilor la limită, precum și modelării performanței sistemelor ca răspuns la evenimentele analizate.

(2) Pentru realizarea ABP trebuie să se utilizeze metode, ipoteze și argumente conservative. Alegerea acestora trebuie justificată.

(3) Pentru fiecare parametru important pentru proiectarea sistemelor protective se va justifica alegerea ipotezelor de analiză și se va demonstra că acestea reprezintă condiții conservative. Parametrii importanți pentru proiectarea sistemelor protective includ, de exemplu, puterea reactorului, temperatura combustibilului nuclear, gradul de ardere a combustibilului, reactivitatea zonei active, temperatura agentului primar, presiunea agentului primar, presiunea în clădirea reactorului, etc.

Art. 14. - (1) La realizarea ABP se vor utiliza următoarele ipoteze și reguli de analiză:

- a) Se va postula apariția celui mai grav defect singular credibil. Acesta se va alege, pentru fiecare analiză, în funcție de efectele adverse asupra variației parametrilor relevanți pentru asigurarea funcțiilor de securitate nucleară. Nu este necesară considerarea unui defect singular al unei componente pasive, în situațiile în care se poate justifica o probabilitate extrem de redusă de defectare a componentei respective, iar funcția acesteia nu este afectată de evenimentul de inițiere.
- b) Se va postula o defectare a oricărui SSCE care contribuie la îndeplinirea unei funcții de securitate nucleară, precum și orice defectări subsecvente, produse din cauza evenimentului de inițiere sau survenite după apariția acestuia, la cel mai defavorabil moment de timp și în cea mai defavorabilă configurație permisă de limitele și condițiile tehnice de operare pentru respectiva instalație nucleară.
- c) Doar SSCE care sunt încadrate în clase și categorii de securitate nucleară pot fi considerate în ABP ca având o contribuție la îndeplinirea funcțiilor de securitate nucleară. Se va presupune că SSCE fără funcții de securitate nucleară rămân funcționale doar atunci când agravează consecințele evenimentului de inițiere.
- d) În analiza fiecărui accident bază de proiect, se va considera, ca o ipoteză care agravează severitatea evenimentului, defectarea unei componente din sistemul creditat pentru oprirea rapidă a reactorului. O astfel de defectare poate consta, spre exemplu, în blocarea în afara zonei active a reactorului a celei mai eficiente dintre barele de material absorbant de neutroni, utilizate într-un sistem de oprire rapidă. Această ipoteză se utilizează pentru a asigura suficiența marjei de siguranță la oprire. Dacă această ipoteză reprezintă cel mai grav defect singular credibil, selectat conform prevederilor de la lit. a), nu este necesară considerarea unui al doilea defect aleator.

- e) Se va presupune că SSCE funcționează la nivelul de performanță cel mai defavorabil pentru răspunsul instalației nucleare la evenimentul de inițiere.
 - f) Orice defectare produsă ca o consecință a unui eveniment de inițiere postulat va fi considerată parte din respectivul eveniment de inițiere.
- (2) În ABP pentru evenimentele anticipate în exploatare este permisă utilizarea unor reguli de analiză mai puțin conservative, în baza unei justificări adecvate care țină cont de standardele și practicile internaționale curente în domeniul ADSN.

Art. 15. - (1) Bazele de proiectare ale SSCE importante pentru securitatea nucleară trebuie stabilite astfel încât să existe marje suficiente de siguranță, pe toată durata de funcționare a instalației nucleare, care să asigure că toate EBP sunt acoperite în mod adecvat.

(2) ABP trebuie să includă ipoteze bazate pe estimarea stării SSCE la sfârșitul perioadei de viață în instalație sau al perioadei totale de exploatare prevăzută pentru CNE, luând în considerare toate mecanismele de îmbătrânire cunoscute.

Secțiunea a 2-a

Cerințe privind analiza condițiilor de extindere a bazelor de proiectare

Art. 16. - (1) Ca parte a implementării conceptului de protecție în adâncime, analizele necesare pentru a demonstra conformitatea proiectului instalației nucleare, în ansamblu, cu obiectivele, principiile, criteriile și cerințele de securitate nucleară stabilite prin normele în vigoare și prin standardele și codurile aplicabile acceptate de CNCAN, trebuie să includă și analiza unor condiții severe, cum ar fi cele care pot fi cauzate de defectări multiple, cum ar fi pierderea completă a tuturor funcțiilor unui sistem de securitate protectiv sau de un eveniment extrem de improbabil.

(2) Analiza condițiilor severe are ca scop identificarea și implementarea unor măsuri și mijloace rezonabile, posibile din punct de vedere tehnic și practicabile, de extindere a bazelor de proiectare, care să îmbunătățească securitatea instalației nucleare prin:

- a) creșterea capacității instalației nucleare de a rezista la evenimente sau condiții mai severe decât evenimentele bază de proiect;
- b) prevenirea apariției unor consecințe radiologice inacceptabile și reducerea la minim a eliberărilor potențiale de materiale radioactive în mediu în astfel de evenimente sau condiții.

(3) Selectarea condițiilor severe care trebuie analizate conform alin. (1) și (2), se va face în baza analizelor deterministe și a evaluărilor probabilistice de securitate nucleară, precum și în baza judecăților ingineresti. Evenimentele selectate astfel pentru analiză se vor numi condiții de extindere a bazelor de proiectare, denumite în continuare prin abrevierea CEBP.

Art. 17. - (1) Trebuie considerate în analiza CEBP, denumită în continuare prin abrevierea ACEBP, toate evenimentele interne și externe care sunt fizic posibile, inclusiv evenimentele de cauză comună, care au o frecvență estimată de apariție mai mare de $1E-7/an$ și pentru care există datele necesare pentru modelarea și simularea, cu ajutorul codurilor de calcul specifice, a comportării instalației nucleare în condițiile generate de respectivele evenimente.

(2) Pot fi selectate pentru ACEBP și alte condiții severe relevante, indiferent de frecvența estimată de apariție, dacă există măsuri și mijloace rezonabile, posibile din punct de vedere tehnic și practicabile pentru protecția instalației nucleare împotriva acestor evenimente, în scopul prevenirii accidentelor severe, respectiv a limitării consecințelor acestora.

(3) Anexa nr. 3 la prezentele norme conține exemple tipice de evenimente luate în considerare în ACEBP. Excluderea din ACEBP a anumitor evenimente sau tipuri de evenimente din cele enumerate în Anexa nr. 3 trebuie justificată. Justificările acceptabile includ demonstrații ale imposibilității fizice de producere a unor astfel de evenimente sau analize cantitative de risc care să arate că excluderea acestor evenimente din ACEBP are un efect neglijabil asupra securității nucleare, respectiv asupra riscului global asociat funcționării instalației nucleare respective.

(4) Lista de evenimente considerată în ACEBP trebuie să fie specifică proiectului și amplasamentului instalației nucleare respective și să țină cont de experiența de exploatare la nivel național și internațional, inclusiv de analizele efectuate pentru instalații similare.

(5) Lista de evenimente considerată în ACEBP trebuie să acopere toate modurile de operare a instalației nucleare.

Art. 18. – În ACEBP trebuie considerate două categorii de evenimente:

- a) CEBP de tip A, pentru care se poate preveni avariarea gravă a zonei active a reactorului și topirea combustibilului nuclear din zona activă a reactorului sau din bazinele de combustibil uzat;
- b) CEBP de tip B, care reprezintă situații de accident sever postulat, care implică avariarea gravă a zonei active a reactorului și topirea combustibilului nuclear.

Art. 19. - (1) ACEBP trebuie să identifice măsurile și mijloacele rezonabile, posibile din punct de vedere tehnic și practicabile care trebuie implementate pentru prevenirea accidentelor severe. În acest scop se vor include în analizele CEBP de tip A și măsurile prevăzute pentru a asigura, cu un grad mare de încredere, că evenimentele care implică topirea combustibilului nuclear din bazinele de combustibil uzat este extrem de improbabilă. Secvențele de accident sever care nu pot fi practic eliminate cu un grad mare de încredere vor fi incluse în analiza evenimentelor CEBP de tip B.

(2) Analizele de accident sever, respectiv analizele CEBP de tip B, trebuie efectuate cu scopul de a stabili, cât mai exact posibil, măsurile necesare și cerințele de performanță pentru sistemele creditate pentru limitarea consecințelor acestor accidente.

(3) De asemenea, analizele CEBP de tip A și CEBP de tip B trebuie efectuate pentru a confirma fezabilitatea implementării procedurilor de management al accidentelor, cu scopul de a menține barierele fizice în calea eliberării necontrolate a produșilor de fisiune în mediu, respectiv cu scopul de a limita avaria zonei active și de a proteja integritatea fizică și funcțională a clădirii reactorului.

Art. 20. - (1) Procesul de selecție a CEBP de tip A trebuie să înceapă prin considerarea acelor evenimente și combinații de evenimente pentru care nu se poate stabili cu un grad suficient de mare de încredere că au o frecvență estimată de apariție extrem de redusă și care pot conduce la accidente severe, cu topirea combustibilului nuclear din zona activă a reactorului sau din bazinele de combustibil uzat.

(2) Trebuie postulat un set de evenimente din categoria CEBP de tip B, în care se depășește capacitatea instalației nucleare de a preveni defectarea sistematică a combustibilului nuclear sau în care se presupune că măsurile prevăzute nu funcționează conform așteptărilor, astfel conducând la condiții de accident sever. Selecția setului de evenimente din categoria CEBP de tip B trebuie justificată.

Art. 21. - (1) Acolo unde este aplicabil, ACEBP trebuie să includă toate reactoarele și toate bazinele de combustibil uzat de pe același amplasament, dacă acestea pot fi afectate de evenimente de cauză comună.

(3) ACEBP trebuie să acopere evenimentele care au potențialul de a afecta toate instalațiile nucleare de pe un amplasament, interacțiunile potențiale între acestea, precum și interacțiunile cu alte amplasamente industriale aflate în vecinătate, dacă este cazul.

Art. 22. - ACEBP trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- a) să fie bazate pe metode, ipoteze și argumente justificate, fără conservatism inutil;
- b) să fie auditable / să permită verificarea, în particular în ce privește situațiile în care se folosesc judecăți ingineresti / opinii ale experților;
- c) să ia în considerare incertitudinile și impactul acestora;
- d) să identifice măsuri și mijloace rezonabile, posibile din punct de vedere tehnic și practicabile pentru a preveni topirea combustibilului nuclear, în cazul CEBP de tip A, respectiv pentru atenuarea consecințelor accidentelor severe, în cazul CEBP de tip B;
- e) să ofere o evaluare a consecințelor radiologice pe amplasament și în afara amplasamentului instalației nucleare, ținând cont de implementarea cu succes a acțiunilor de management al accidentelor;
- f) să ia în considerare amplasamentul și dispunerea în spațiu a instalațiilor nucleare, capabilitățile SSCE, inclusiv a echipamentelor mobile, condițiile asociate cu scenariile analizate și fezabilitatea acțiunilor de management al accidentelor;
- g) să demonstreze, acolo unde este cazul, suficiente marje pentru evitarea efectelor de tip cliff-edge care ar conduce la consecințe inacceptabile, cum ar fi topirea combustibilului nuclear în cazul CEBP de tip A, respectiv producerea unor eliberări timpurii/intempestive sau masive de materiale radioactive în cazul CEBP de tip B;
- h) să reflecte informațiile și rezultatele obținute din efectuarea EPSN de nivel 1 și 2;
- i) să ia în considerare fenomenele caracteristice accidentelor severe, acolo unde este relevant;
- j) să definească o stare finală a instalației nucleare, care trebuie să fie, acolo unde este posibil, o stare sigură pe termen lung;
- k) să definească, acolo unde este aplicabil, timpul de misiune pentru SSCE a căror funcționare este necesară pentru aducerea instalației nucleare într-o stare stabilă pe termen lung.

Art. 23. - (1) Analiza CEBP de tip A trebuie să demonstreze că funcțiile generale de securitate nucleară sunt îndeplinite.

(2) Analiza CEBP de tip B trebuie să demonstreze asigurarea reținerii materialelor radioactive, inclusiv menținerea unei bariere fizice în calea eliberării necontrolate a acestora în mediul înconjurător. În acest scop, este necesară restabilirea funcției de răcire a combustibilului nuclear.

Art. 24. - (1) Trebuie demonstrat că SSCE a căror funcționare este creditată pentru prevenirea topirii combustibilului nuclear sau pentru atenuarea consecințelor CEBP, inclusiv echipamentele mobile și facilitățile de conectare a acestora, au capacitatea adecvată și sunt calificate în mod corespunzător pentru a-și îndeplini funcțiile relevante pentru perioada de timp necesară.

(2) Dacă acțiunile de management al accidentelor se bazează pe utilizarea echipamentelor mobile, trebuie instalate facilități de conectare disponibile permanent, accesibile din punct de vedere fizic și

al condițiilor radiologice în situația CEBP, pentru a asigura utilizarea acestor echipamente. Trebuie asigurată întreținerea, inspecția și testarea echipamentelor mobile și a facilităților de conectare a acestora.

Art. 25. – (1) Trebuie implementat un proces sistematic de evaluare a tuturor instalațiilor nucleare care folosesc în comun sisteme, servicii și resurse, acolo unde este cazul, pentru a se asigura că resursele de personal, echipamentele și materialele necesar a fi utilizate în condiții de accident sunt suficiente și eficiente pentru fiecare din instalațiile nucleare potențial afectate, în orice moment de timp. În particular, dacă în ACEBP se consideră fezabil suportul acordat între instalații nucleare de pe același amplasament, trebuie demonstrat că acesta nu creează un detriment nici uneia dintre aceste instalații.

(2) Amplasamentul instalației nucleare trebuie să aibă autonomie în asigurarea resurselor pentru susținerea îndeplinirii funcțiilor de securitate nucleară pentru o perioadă de timp suficientă, de la momentul producerii CEBP și până la momentul pentru care se poate demonstra cu un grad mare de încredere că se pot aduce resurse din afara amplasamentului

Art. 26. - ACEBP trebuie să demonstreze următoarele:

- a) reactorul poate fi adus în stare subcritică și menținut în stare subcritică pe o perioadă nelimitată, cu o marjă de siguranță suficientă;
- b) se asigură prevenirea criticității în instalațiile de depozitare a combustibilului nuclear uzat;
- c) se asigură cel puțin o cale fiabilă de transfer a căldurii reziduale din zona activă către sursa finală de răcire;
- d) se asigură sisteme care limitează concentrația gazelor combustibile din anvelopă, pentru prevenirea exploziilor;
- e) se asigură măsuri pentru reținerea materialelor radioactive în interiorul clădirii reactorului;
- f) se asigură sisteme pentru limitarea temperaturii și presiunii în clădirea reactorului, pentru păstrarea integrității structurale a acesteia și pentru prevenirea emisiilor necontrolate de materiale radioactive;
- g) se asigură sisteme de instrumentație și control care pot fi creditate pentru implementarea procedurilor de management al accidentelor.

Art. 27. – (1) Pentru CEBP de tip A, trebuie demonstrat că eliberările de materiale radioactive în mediu sunt reduse la minimum practic posibil.

(2) Pentru CEBP de tip B, trebuie demonstrat că se limitează amplitudinea și durata oricăror eliberări de materiale radioactive în mediu, în măsura în care este practic posibil, astfel încât:

- a) să permită suficient timp pentru luarea acțiunilor de protecție necesare pentru populația din vecinătatea instalației nucleare;
- b) să se evite contaminarea pe termen lung a unor arii extinse.

Secțiunea a 3-a

Obiectivele și criteriile de securitate nucleară

Art. 28. - Obiectivul general de securitate nucleară, exprimat calitativ, este cel stabilit prin prevederile art. 4 din Normele fundamentale de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare,

aprobate prin Ordinul președintelui CNCAN nr. 114 din 30 mai 2017, publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 441 din 14 iunie 2017. Pentru a demonstra îndeplinirea acestui obiectiv, este necesară efectuarea atât a ADSN, respectiv a ABP și ACEBP, cât și a EPSN de nivel 1 și de nivel 2.

Art. 29. - (1) Criteriile de doză pentru ABP se regăsesc în Tabelul nr. 1 din Anexa nr. 4 la prezentele norme.

(2) Criteriile de doză pentru diferite categorii de EBP, stabilite în Anexa nr. 4 la prezentele norme, au fost alese cu scopul de a furniza o bază pentru stabilirea criteriilor de proiectare a SSCE importante pentru securitatea nucleară. Datorită incertitudinilor inerente asociate cu analizele de securitate, aceste criterii de doză nu vor fi impuse ca și limite stricte de autorizare. Totodată, titularul de autorizație trebuie să demonstreze că au fost luate, prin proiectul instalației nucleare, toate măsurile practicabile pentru îndeplinirea acestor criterii de doză și că orice abateri de la acestea vor fi compensate prin măsuri organizatorice care să ofere un nivel de protecție echivalent.

(3) Criteriile de doză au fost astfel stabilite încât evenimentele cu o frecvență estimată de apariție relativ ridicată să aibă doar consecințe radiologice minore sau neglijabile, iar evenimentele care ar putea genera consecințe radiologice severe să aibă o frecvență estimată de apariție foarte scăzută.

(4) Frecvențele estimate asociate evenimentelor din Tabelul nr. 1 din Anexa nr. 4 nu iau în considerare probabilitatea scenariului de vreme. Condițiile considerate pentru scenariul de vreme trebuie specificate conservativ.

Art. 30. - (1) Titularul de autorizație trebuie să identifice toate EBP pentru instalația nucleară, să justifice clasificarea evenimentelor în funcție de frecvența estimată de apariție și să stabilească, pentru fiecare clasă de evenimente în parte, cerințe și criterii tehnice de acceptare subordonate criteriilor de doză, care se vor aplica la proiectarea sistemelor de securitate protective.

(2) Trebuie specificate criteriile tehnice de acceptare pentru protecția integrității elementului de combustibil nuclear, inclusiv temperatura maximă în centrul pastilei de combustibil, parametrii care caracterizează tranziția de la fierberea nucleică la fierberea în film și temperatura maximă a tecii elementului combustibil. De asemenea, trebuie specificate criteriile pentru gradul maxim admisibil de defectare a combustibilului nuclear în orice accident bază de proiect.

(3) Trebuie specificate, acolo unde este cazul, criteriile pentru protecția incintei sub presiune a circuitului primar de răcire a reactorului, inclusiv presiunea maximă, temperatura maximă, tranziții și încărcările termice și de presiune. Dacă sunt aplicabile, criterii similare trebuie specificate și pentru protecția circuitului secundar de răcire.

(4) Trebuie specificate criteriile pentru protecția clădirii reactorului, respectiv pentru sistemul anvelopei reactorului, la instalațiile prevăzute cu un astfel de sistem, inclusiv temperatura maximă, presiunea maximă și rata de scăpări la diferite valori ale presiunii.

(5) Criteriile tehnice de acceptare stabilite de titularul de autorizație se vor documenta, împreună cu bazele acestora și se vor transmite la CNCAN pentru informare și evaluare în vederea aprobării.

Art. 31. - Pentru ACEBP nu sunt stabilite criterii de doză. Criteriile tehnice de acceptare asociate îndeplinirii funcțiilor de securitate în CEBP se vor stabili de către titularul de autorizație, ținând cont de recomandările din Ghidul privind îndeplinirea obiectivului general de securitate nucleară stabilit prin normele fundamentale de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare, aprobat prin Ordinul președintelui CNCAN nr. 338/22.12.2018 și publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 1096 din data de 22 decembrie 2018.

Art. 32. – ADSN trebuie să demonstreze modul în care obiectivele și criteriile de securitate nucleară stabilite prin normele CNCAN au fost luate în considerare în proiectul instalației nucleare.

Secțiunea a 4-a

Cerințe generale privind metodele utilizate în evaluările de securitate nucleară

Art. 33. - (1) Metodele de analiză pentru ADSN pot cuprinde calcule, programe de calcul, precum și utilizarea informațiilor experimentale. Metodele de calcul trebuie să descrie, la nivel de principii generale, modelele fizice și metodele numerice utilizate în calcule, precum și sursele și limitările privind datele de intrare și modelele de calcul.

(2) Validitatea și aplicabilitatea metodelor de calcul folosite în ADSN trebuie justificate.

Art. 34. - (1) Corelațiile empirice trebuie să fie bazate, în mod conservativ, pe experimente relevante, în măsura în care este practic posibil, pentru gama aplicabilă de parametri de operare. Extrapolarea rezultatelor în afara gamei de valori acoperite de datele experimentale trebuie justificată.

(2) Dacă relațiile și datele sunt consacrate și publicate în literatura de specialitate, atunci este suficientă menționarea bibliografiei și punerea la dispoziția CNCAN a referințelor complete.

Art. 35. - (1) Metodele de calcul, modelele fizice și numerice folosite în ADSN trebuie verificate într-un mod adecvat.

(2) Modelele fizice trebuie verificate prin demonstrarea capabilității acestora de a descrie corect comportarea sistemului modelat, în conformitate cu rezultatele testelor separate sau integrale. Este acceptabilă și compararea cu rezultatele obținute la utilizarea unor modele validate.

(3) Dacă metodele de calcul validate avute la dispoziție nu sunt suficiente, atunci analizele trebuie justificate prin experimente relevante.

(4) Pentru cazurile în care nici un model matematic sau corelație nu sunt adecvate pentru a simula un fenomen fizic, se vor folosi ipoteze care să asigure că estimarea este conservativă.

Art. 36. - Parametrii care influențează rezultatele finale ale analizelor, adică acele rezultate asupra cărora se aplică criteriile de acceptare, trebuie selectați din domeniul lor de variație astfel încât rezultatele analizelor să fie considerate conservative. Acești parametri includ:

- a) parametri de proces, ca de exemplu puteri, presiuni, temperaturi, etc., la începutul evenimentului;
- b) precizia limitelor de acționare a sistemelor de protecție;
- c) capacitatea și caracteristicile echipamentelor;
- d) incertitudinile în cunoașterea unor mărimi, ca de exemplu toleranțe de fabricație, coeficienți de transfer de căldură, fenomene de amestecare, de condensare, etc.;
- e) căldura reziduală a combustibilului nuclear, etc.

Art. 37. - Pentru confirmarea analizelor și încadrarea acestora în criteriile de acceptare, este necesară efectuarea unui studiu de sensibilitate a rezultatelor obținute, în funcție de metodele și ipotezele alese pentru analiză.

Art. 38. - Valorile parametrilor utilizați în analiza fiecărui eveniment trebuie să asigure că estimarea consecințelor este conservativă și aplicabilă pentru toate situațiile, luând în considerare:

- a) diferitele stări ale instalației nucleare pentru care procedurile de operare permit continuarea funcționării;
- b) incertitudinile asociate fiecărui parametru, atât cele de natură aleatorie cât și cele de natură epistemică;
- c) identificarea tuturor factorilor perturbatori posibili, oricând este cazul, precum și cuantificarea și explicitarea influenței acestora asupra corectitudinii și validității rezultatelor obținute, precum și gradul de perturbare a rezultatelor;
- d) identificarea și prezentarea detaliată a tuturor incertitudinilor de natură aleatorie sau de natură epistemică precum și contributorii care conduc la apariția acestor incertitudini.

Art. 39. - Modelele matematice și metodele de calcul folosite trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- a) conduc la estimări conservative;
- b) reproduc toate fenomenele fizice importante;
- c) simplificările sunt justificate ca fiind adecvate și conservative;
- d) acuratețea numerică este demonstrată;
- e) în măsura în care este practic posibil, modelele matematice trebuie validate de experiența de exploatare sau prin experimente;
- f) orice schimbări ale proceselor, datorate evenimentului, trebuie luate în considerare, incluzând, fără a se limita la următoarele:
 - i) condiții de mediu adverse, cum ar fi cele cauzate de abur, stropire, inundații, radiații ionizante;
 - ii) schimbări survenite în performanța sistemelor, cum ar fi cele legate de alimentarea cu energie electrică, apă de răcire și aer instrumental.

Art. 40. - (1) Trebuie avut în vedere că utilizarea metodelor de analiză cu un pronunțat caracter conservativ poate conduce la rezultate care nu redau satisfăcător comportamentul real al instalației nucleare.

(2) Metodele de analiză cu un pronunțat caracter conservativ se pot aplica la analiza acceptabilității unor soluții tehnice. Dacă sunt folosite în alte scopuri aceste metode trebuie foarte atent analizate și justificate.

Art. 41. - ADSN trebuie să includă analize de incertitudini, atât calitative cât și cantitative, după caz. De asemenea, toate ADSN trebuie însoțite de studii de sensibilitate. Analizele de incertitudini și studiile de sensibilitate trebuie efectuate în acord cu bunele practici internaționale în domeniu. Situațiile în care nu se efectuează analize de incertitudini sau studii de sensibilitate trebuie justificate.

Secțiunea a 5-a

Cerințe privind documentarea și actualizarea analizelor deterministe de securitate nucleară

Art. 42. – (1) Titularul de autorizație trebuie să specifice în documentația de securitate nucleară, elaborată în conformitate cu cerințele din normele în vigoare, pentru fiecare ADSN, inclusiv ABP și ACEBP, cel puțin următoarele, după caz:

- a) standardele și ghidurile conform cărora s-a elaborat analiza, precum și orice analize, studii, specificații de proiectare sau alte documente menționate ca referințe bibliografice în rapoartele de analiză;
- b) metodologia de calcul utilizată în analiză;
- c) modelele și codurile de calcul utilizate, precum și rapoartele de calificare aferente;
- d) sursele de date utilizate în evaluările de securitate nucleară și rapoartele privind evaluarea acestora din punctul de vedere al aplicabilității;
- e) ipotezele de analiză, inclusiv ipotezele privind funcționarea sistemelor instalației nucleare și ipotezele privind acțiunile personalului de operare;
- f) frecvența de apariție estimată, luând în calcul toate mecanismele de defectare, în măsura în care este practic posibil;
- g) condițiile inițiale, specificate în mod conservativ;
- h) secvențele de evenimente ce derivă din evenimentul de inițiere, luând în considerare:
 - i. mecanismele de inițiere a evenimentului;
 - ii. efectele de cauză comună;
 - iii. efectele produse sau cauzate indirect de evenimentul de inițiere, inclusiv acelea care creează dependențe funcționale între SSCE;
 - iv. erori ale personalului de operare;
 - v. indisponibilități ale componentelor sau echipamentelor, ca de exemplu apariția de defecte singulare la unul sau mai multe din sistemele protective a căror acțiune este necesară pentru limitarea consecințelor evenimentului.
- i) parametrii de declanșare pentru acțiunea automată a sistemelor de securitate nucleară;
- j) criteriile de acceptare a rezultatelor analizei și bazele acestora;
- k) parametrii afectați de îmbătrânirea SSCE;
- l) studiile de sensibilitate;
- m) modul de tratare a incertitudinilor;
- n) termenii sursă și consecințele radiologice estimate;
- o) concluziile și interpretarea rezultatelor analizei, inclusiv evaluarea îndeplinirii criteriilor de acceptare.

(2) Informațiile prevăzute la alin. (1) se vor include în raportul de securitate nucleară, pentru fiecare fază din ciclul de viață al unei instalații nucleare, elaborat în conformitate cu cerințele și recomandările din normele și ghidurile specifice emise de CNCAN.

Art. 43. – (1) Trebuie, de asemenea, documentate:

- a) identificarea și clasificarea evenimentelor de inițiere și a combinațiilor de evenimente considerate în analize, cu justificarea alegerii lor;

- b) lista datelor utilizate în ADSN;
 - c) fenomenele modelate în ADSN;
 - d) proiectul și specificațiile de proiectare pentru SSCE pentru care se realizează modelele utilizate în ADSN;
 - e) modelele SSCE utilizate în ADSN;
 - f) modelul integrat al instalației nucleare, utilizat în ADSN;
 - g) activitățile de verificare independentă a ADSN;
 - h) procesul de realizare, verificare, revizuire și actualizare a ADSN.
- (2) ADSN trebuie să fie auditabile și reproductibile.

Art. 44. – Titularul de autorizație trebuie să asigure că toate ADSN relevante pentru bazele de autorizare ale instalației nucleare sunt verificate independent. Verificarea independentă trebuie efectuată și documentată de personal care deține calificările, expertiza și experiența necesare și care nu a fost implicat în efectuarea ADSN respective.

Art. 45. - Toate ADSN se vor documenta, se vor revizui, se vor actualiza după caz și se vor menține sub controlul titularului de autorizație pe toată durata de viață a instalației nucleare, în conformitate cu prevederile din normele CNCAN în vigoare.

Art. 46. - Pentru instalațiile nucleare aflate în fazele de construcție, punere în funcțiune sau exploatare, reconfirmarea bazelor de proiectare prin actualizarea ADSN aferente, face parte integrantă din procesul de autorizare specific fazelor respective și se documentează în rapoartele de securitate nucleară aferente. Pentru aceste instalații nucleare, evaluarea față de cerințele din prezentele norme se va face în acord cu principiile aplicate la revizuirea periodică a securității nucleare, stabilite prin normele CNCAN.

SECȚIUNEA a 6-a **Standarde și ghiduri**

Art. 47. - (1) Titularul de autorizație trebuie să identifice și să ia în considerare standardele, ghidurile și bunele practici curente, recunoscute la nivel internațional, aplicabile pentru ADSN pentru instalațiile nucleare.

(2) Documentele de referință menționate în anexa nr. 5 la prezentele norme reprezintă exemple de standarde și ghiduri privind bune practici recunoscute pe plan internațional și se recomandă ca orice nouă revizie a acestora să fie luată în considerare de către titularul de autorizație, în vederea îmbunătățirii procesului implementat pentru elaborarea, revizuirea și actualizarea ADSN.

SECȚIUNEA a 7-a

Cerințe privind resursele necesare pentru efectuarea, revizuirea și actualizarea analizelor deterministe de securitate nucleară

Art. 48. - (1) Titularul de autorizație trebuie să dețină capacitățile necesare pentru efectuarea, revizuirea și actualizarea ADSN, în conformitate cu cerințele stabilite prin Normele fundamentale de securitate nucleară pentru instalațiile nucleare, aprobate prin Ordinul președintelui CNCAN nr. 114 din 30 mai 2017, publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 441 din 14 iunie 2017.

(2) Capabilitățile prevăzute la alin. (1) trebuie să includă:

- a) suficient personal competent care să înțeleagă bazele de proiectare și bazele de autorizare ale instalației nucleare și care să fie calificat pentru efectuarea, respectiv pentru verificarea independentă a ADSN, atât pentru ABP, cât și pentru ACEBP;
- b) documentația completă a bazelor de proiectare, respectiv a bazelor de autorizare pentru instalația nucleară respectivă, inclusiv specificațiile de proiectare pentru SSCE și documentația aferentă acestora, actualizată astfel încât să reflecte starea actuală a SSCE, în fiecare fază din ciclul de viață al instalației nucleare;
- c) coduri de calcul verificate și validate, pentru toate ADSN aplicabile instalației nucleare; codurile de calcul se vor menține la cele mai noi versiuni acceptate în industria nucleară la nivel internațional;
- d) modele ale SSCE și modelul integrat al instalației nucleare, utilizate în ADSN;
- e) echipamente de calcul adecvate pentru realizarea în condiții optime a ADSN, respectiv pentru rularea codurilor de calcul și pentru documentarea rapoartelor de analiză;
- f) acces permanent la programele de cercetare și dezvoltare dezvoltate de industria nucleară la nivel național și internațional, relevante pentru realizarea ADSN;
- g) acces permanent la bazele de date relevante menținute la nivel internațional pentru documentarea experienței de utilizare a codurilor de calcul pentru ADSN,
- h) acces permanent la activități de pregătire profesională specifică pentru realizarea, verificarea și documentarea ADSN, inclusiv la schimburi de experiență practică în acest domeniu;
- i) acces permanent la standardele și ghidurile de bune practici acceptate și utilizate la nivel internațional pentru realizarea ADSN.

CAPITOLUL III

Dispoziții tranzitorii și finale

Art. 49. – În termen de un an de la intrarea în vigoare a prezentelor norme, titularii de autorizație pentru instalațiile nucleare aflate în faza de exploatare trebuie să transmită la CNCAN spre evaluare un raport care să prezinte analiza conformității cu cerințele prezentelor norme și un plan de acțiuni pentru implementarea integrală a cerințelor. Planul de acțiuni trebuie supus aprobării CNCAN.

Art. 50. - Anexele nr. 1, 2, 3, 4 și 5 fac parte integrantă din prezentele norme.

Definiții

Accident bază de proiect - reprezintă orice situație de accident care a fost prevăzută la proiectarea unei instalații nucleare, în conformitate cu criterii stabilite de proiectare și în cazul căreia avarierea combustibilului nuclear, acolo unde este cazul, și eliberarea de materiale radioactive sunt menținute în limitele autorizate.

Accident sever - reprezintă o situație de accident care implică defectări sistematice ale combustibilului nuclear care pot conduce la eliberarea produșilor de fisiune; pentru un reactor nuclear, aceste condiții includ avarierea zonei active a reactorului și topirea combustibilului nuclear.

Analiză de incertitudini - procesul de identificare și caracterizare a surselor de incertitudine care afectează o evaluare și cuantificarea impactului incertitudinilor asupra rezultatelor evaluării.

Analiză de sensibilitate - examinare a modului în care se schimbă datele de ieșire ale unui model la variația valorilor datelor de intrare sau a anumitor parametri ce caracterizează modelul.

Barieră fizică de protecție - reprezintă orice sistem sau ansamblu de sisteme, pasive sau active, capabile să prevină sau să limiteze consecințele unui eveniment care ar putea altfel conduce la eliberări de materiale radioactive în mediul înconjurător peste limitele prevăzute de legislația în vigoare.

Bazele de proiectare - reprezintă totalitatea cerințelor generate de condițiile și evenimentele considerate explicit în proiectarea instalației nucleare, inclusiv la modernizarea acestora, în temeiul unor criterii stabilite, astfel încât aceasta să reziste la aceste condiții și evenimente fără depășirea limitelor autorizate cu operarea planificată a sistemelor de securitate.

Condiții severe - reprezintă condiții care sunt mai severe decât condițiile referitoare la accidente bază de proiect; aceste condiții pot fi cauzate de defectări multiple, cum ar fi pierderea completă a tuturor funcțiilor unui sistem de securitate sau de un eveniment extrem de improbabil; includ accidentele severe care nu au fost luate în considerare la stabilirea bazelor de proiectare ale unei instalații nucleare.

Documentația de securitate nucleară a instalației nucleare - totalitatea documentelor care conțin informațiile și raționamentele necesare pentru a demonstra că instalația nucleară poate fi exploatată în condiții de securitate nucleară, în conformitate cu cerințele de reglementare și standardele aplicabile.

Defect singular - defectarea unei componente, a unui echipament sau a unui subsistem cu funcție de securitate nucleară.

Defectare de cauză comună - defectarea a două sau mai multe SSCE, produsă de un singur eveniment sau cauză. Condițiile de ambient, deficiențele de proiectare, fabricație, construcție sau erorile de operare, întreținere ori evenimentele externe sunt exemple de cauze care pot duce la defectări de cauză comună.

Efect de tip cliff-edge - în analizele de securitate nucleară reprezintă orice situație în care o variație relativ mică a datelor de intrare ale analizei duce la o variație disproporționat de mare a rezultatelor privind comportarea unei instalații nucleare, în sensul înrăutățirii condițiilor; în ceea ce privește comportarea unei instalații nucleare, un efect de tip cliff-edge reprezintă orice situație în care o deviație mică a unui parametru al instalației nucleare produce o comportare anormală disproporționată a instalației, cum ar fi, de exemplu, o tranziție de la o stare normală de operare la o stare de accident sau o tranziție de la condiții de accident bază de proiect la condiții de accident în

afara bazelor de proiectare.

Eveniment bază de proiect – reprezintă orice eveniment sau combinație de evenimente care stă la baza alegerii parametrilor de proiectare pentru sistemele, structurile, componentele și echipamentele considerate în analizele deterministe de securitate nucleară ca având o contribuție la limitarea consecințelor radiologice ale unui tranzient sau accident, astfel încât criteriile de doză să fie îndeplinite.

Funcție de securitate nucleară - un scop specific care trebuie îndeplinit pentru asigurarea securității nucleare.

Funcții generale de securitate nucleară – reprezintă următoarele funcții de securitate nucleară:

- a) controlul reactivității; pentru un reactor nuclear, această funcție se referă atât la reducerea puterii, oprirea reactorului și menținerea acestuia într-o stare de oprire sigură pentru o perioadă de timp nedeterminată, cât și la prevenirea criticității în instalațiile de depozitare a combustibilului nuclear uzat;
- b) răcirea combustibilului nuclear; pentru un reactor nuclear, această funcție se referă atât la răcirea combustibilului din reactor, cât și la răcirea combustibilului uzat din instalațiile de depozitare aferente;
- c) reținerea materialelor radioactive, inclusiv menținerea barierelor fizice în calea eliberării acestora în mediul înconjurător;
- d) monitorizarea stării instalației nucleare și furnizarea serviciilor-suport necesare pentru menținerea funcțiilor prevăzute la lit. a), b) și c).

Funcții de natură preventivă - sunt acele funcții necesare pentru a menține instalația nucleară în condiții de operare normală și pentru a preveni ca evenimentele anticipate în exploatare să conducă la situații de accident.

Funcții de natură protectivă - sunt acele funcții necesare pentru a limita consecințele pierderii funcțiilor de natură preventivă, cu scopul de a menține defectarea combustibilului și eliberările de material radioactiv în limitele admise stabilite de legislația în vigoare.

Marja de siguranță la oprire - cantitatea de reactivitate negativă care asigură că reactorul rămâne subcritic în urma opririi prin acțiunea sistemelor de reglare și control, în funcționare normală sau condiții de tranzient anticipat sau prin acțiunea unui sistem de oprire rapidă, în condiții de tranzient sau situații de accident.

Scenariu de vreme - reprezintă ansamblul condițiilor meteorologice specificate ca ipoteze într-o analiză de securitate nucleară pentru evaluarea consecințelor radiologice ale unui accident; condițiile meteorologice specificate includ clasa de stabilitate atmosferică, temperatura aerului ambiental, înălțimea stratului de amestec, direcția, viteza și traiectoria vântului, tipul și intensitatea precipitațiilor.

Securitate nucleară - ansamblul de măsuri tehnice și organizatorice destinate să asigure funcționarea instalațiilor nucleare în bune condiții, să prevină și să limiteze deteriorarea acestora și să asigure protecția personalului expus profesional, a populației, mediului și bunurilor materiale împotriva expunerii la radiații ionizante sau a contaminării radioactive peste limitele permise de legislația în vigoare.

Sistemele de proces - reprezintă sistemele a căror funcție principală este de a asigura sau de a contribui la producerea aburului sau electricității; sistemele de proces pot avea și funcții de securitate nucleară de natură preventivă, caz în care fac parte din categoria sistemelor de securitate preventive.

Sisteme de securitate nucleară - sunt acele sisteme, încorporate în proiectul instalației nucleare, care au rolul de a limita și atenua consecințele condițiilor de operare anormală și a accidentelor bază

de proiect și de a asigura menținerea scăpărilor radioactive cauzate de aceste evenimente sub limitele stabilite de legislația în vigoare.

Sisteme de securitate preventive - denumire generică pentru ansamblul sistemelor cu funcții de securitate nucleară de natură preventivă, care contribuie la menținerea condițiilor de operare normală și care au rolul de a preveni ca evenimentele anticipate în exploatare să conducă la situații de accident; SSCE cu funcții de securitate nucleară de natură preventivă sunt:

a) SSCE a căror defectare poate cauza eliberări de materiale radioactive peste limitele stabilite de legislația în vigoare, în absența altor acțiuni protective; de exemplu defectarea sistemului primar de transport al căldurii;

b) SSCE proiectate fără alte linii suplimentare de apărare, a căror defectare poate cauza eliberări de materiale radioactive peste limitele stabilite de legislația în vigoare; de exemplu defectarea unui bazin de combustibil uzat din afara clădirii reactorului;

c) SSCE proiectate să prevină, în condiții de operare normală, defecte ce ar necesita acțiuni protective suplimentare și să asigure:

- controlul puterii reactorului într-o manieră normală;
- oprirea reactorului într-o manieră normală;
- îndepărtarea căldurii reziduale într-o manieră normală;

d) SSCE a căror defectare în anumite situații definite poate cauza indirect eliberări de materiale radioactive sau poate afecta operarea altor SSCE cu funcții de securitate nucleară.

Sisteme de securitate protective - denumire generică pentru ansamblul sistemelor cu funcții de securitate nucleară de natură protectivă, care contribuie la limitarea și atenuarea consecințelor situațiilor de tranziție și de accident; SSCE cu funcții de securitate nucleară de natură protectivă sunt:

a) SSCE proiectate să oprească rapid reacția nucleară în eventualitatea defectării SSCE cu funcții de securitate nucleară de natură preventivă;

b) SSCE proiectate să îndepărteze căldura reziduală și să limiteze eliberările de materiale radioactive cauzate de defectarea SSCE cu funcții de securitate nucleară de natură preventivă;

c) SSCE care asigură operarea corespunzătoare a SSCE cu funcții de natură protectivă de la punctele a) și b).

SSCE menționate la punctele a) și b) sunt numite și sisteme (speciale) de securitate, iar SSCE menționate la punctul c) sunt numite și sistemele suport de securitate.

Sistemele, structurile, componentele și echipamentele importante pentru securitatea nucleară - sunt acele sisteme, structuri, componente și echipamente care contribuie, direct sau indirect, în condiții de operare normală, în cazul condițiilor de operare anormală și/sau în condiții de accident, la îndeplinirea funcțiilor generale de securitate nucleară; acestea includ sistemele, structurile, componentele și echipamentele a căror defectare poate avea un impact advers asupra îndeplinirii unei funcții de securitate nucleară; acestea se mai numesc și SSCE cu funcții de securitate nucleară.

Termen-sursă – reprezintă cantitatea și compoziția izotopică a eliberării de materiale radioactive dintr-o instalație nucleară ca urmare a unui accident.

Exemple de evenimente de inițiere și condiții de accident considerate în analizele bază de proiect pentru instalațiile nucleare

Nota 1: Lista exemplurilor prezentate în această anexă are rol ilustrativ și include atât evenimente generice cât și evenimente care sunt specifice anumitor tipuri de reactoare, în speță cele care utilizează apa ca agent de răcire.

Nota 2: În prezenta anexă, prin defectare se înțelege atât defectarea parțială cât și defectarea totală a respectivelor sisteme sau componente.

În cazul sistemelor de răcire, defectarea include:

- a) defectarea conductelor sistemului, inclusiv ruperea;
- b) pierderea debitului;
- c) pierderea capacității de răcire.

Defectările de conducte trebuie să includă atât defectări circumferențiale cât și longitudinale la orice locație din sistem. Pentru ruperile circumferențiale se va considera / analiza o arie de descărcare a fluidului până la inclusiv de două ori suprafața secțiunii conductei. De asemenea, trebuie analizate defectările/ruperile rezultate din crăpături/fisuri longitudinale și trebuie justificată dimensiunea maximă a unei fisuri postulate.

Nota 3: Avaria majoră a vaselor de presiune trebuie analizată, cu excepția cazurilor când se demonstrează că o astfel de avarie are o probabilitate de producere extrem de scăzută pentru a nu trebui introdusă în bazele de proiectare ale instalației nucleare. Pentru a susține o astfel de demonstrație, este necesară îndeplinirea cel puțin a următoarelor condiții:

- a) proiectarea, fabricația, instalarea și operarea în conformitate cu cerințele din codurile și standardele acceptate de CNCAN;
- b) numărul de penetrații în vasul reactorului este menținut la minimum necesar;
- c) există un program de inspecție în funcționare care să îndeplinească cerințele CNCAN;
- d) lungimea critică a unei fisuri asigură că o scurgere detectabilă va apărea la presiunea normală de proiectare cu mult înainte de a se atinge lungimea critică de rupere;
- e) echipamentele de monitorizare pot detecta prezența unei scurgeri (în conformitate cu paragraful d)) și pot alerta operatorul, care are la dispoziție proceduri adecvate pentru luarea de acțiuni la descoperirea scurgerii.

1. Evenimente interne:

1.1. Defectări ale SSCE:

- a) blocarea unei pompe principale din sistemul primar de transport al căldurii;
- b) pierderea alimentării normale cu energie electrică;
- c) defectarea sistemelor de control ale reactorului;
- d) defectarea dispozitivelor de manevrare a combustibilului;
- e) deschiderea intempestivă a armăturilor de control al presiunii sau de descărcare ale sistemului primar de transport al căldurii sau ale sistemelor conectate la acesta;

- f) defectarea tuburilor generatorului de abur;
- g) defectarea sistemului de apă de alimentare a generatorilor de abur sau a sistemului de abur viu;
- h) defectarea sistemului moderatorului;
- i) defectarea sistemelor de apă tehnică (apă brută și apă recirculată);
- j) defectarea oricărui alt echipament din sistemele reactorului care, în lipsa acțiunii de oprire a reactorului, ar conduce la defectarea combustibilului din reactor;
- k) defectarea oricărei conducte sau colector în orice sistem de răcire a combustibilului;
- l) ruperea oricărei conducte sau a oricărui colector din sistemul primar de răcire a reactorului;
- m) blocarea curgerii în sistemul primar de transport al căldurii.

1.2. Erori umane:

- a) erori în implementarea procedurilor de operare;
- b) erori în efectuarea procedurilor de întreținere și testare;
- c) erori de diagnoză a stării SSCE importante pentru securitatea nucleară.

1.3. Potențiale consecințe ale defectărilor de echipamente:

- a) incendii interne;
- b) explozii;
- c) eliberări de gaze, abur, noxe, etc.;
- d) inundații interne;
- e) interferența electromagnetică;
- f) efecte dinamice ale defectării echipamentelor sub presiune, ca de exemplu forțe de jet, lovituri de bici, sarcini reactive și efecte termice, lovitura de berbec, presiuni și unde refractate, proiectile inclusiv părți de armături, efecte de șoc ale fluidelor descărcate, etc.;
- g) efecte dinamice ale defectării suporturilor sau altor componente structurale;
- h) efecte datorate avarierii echipamentelor rotative, ca de exemplu efectele de tip proiectil;
- i) căderi de sarcini/obiecte grele datorate manevrării instalațiilor și echipamentelor de ridicat.

2. Evenimente externe:

2.1. Evenimente naturale:

- a) evenimente seismice;
- b) alunecări, tasări și prăbușiri de teren, etc.;
- c) inundații pe amplasament;
- d) temperaturi extreme;
- e) precipitații;
- f) vânt puternic;
- g) tornade;
- h) descărcări electrice;
- i) secetă;

j) incendii de vegetație în vecinătatea amplasamentului.

2.2. Evenimente cauzate de activități umane:

- a) căderi de avioane de diferite categorii;
- b) evenimente datorate activităților din vecinătatea amplasamentului, ca de exemplu proiectile, nori de gaz, incendii, explozii, etc.;
- c) interferențe electromagnetice;
- d) incendii pe amplasament.

3. Combinații de evenimente:

3.1. Combinații de defectări de echipamente de proces.

3.2. Combinații de defectări de echipamente și defectări de sisteme de securitate preventive.

3.3. Combinații de defectări de echipamente și erori umane de implementare a procedurilor de răspuns pentru respectivele evenimente.

3.4. Combinații de evenimente interne și evenimente externe, ca de exemplu un eveniment de pierdere a agentului de răcire, urmat de un seism.

Exemple de evenimente considerate în analizele condițiilor de extindere a bazelor de proiectare pentru instalațiile nucleare

Nota 1 : Lista exemplelor prezentate în această anexă are rol ilustrativ și include atât evenimente generice cât și evenimente care sunt specifice anumitor tipuri de reactoare, în speță cele care utilizează apa ca agent de răcire.

Condițiile severe considerate în analiza condițiilor de extindere a bazelor de proiectare includ combinații de defectări de echipamente / evenimente interne considerate în analizele bază de proiectare și defectări ale sistemelor de securitate protective, ca de exemplu:

- a) tranzienți anticipați fără oprirea rapidă a reactorului;
- b) avaria sistemului primar de răcire a reactorului fără intervenția sistemului de răcire la avarie a zonei active;
- c) tranzienți sau accidente care survin în combinație cu pierderea alimentării normale cu energie electrică;
- d) ruperea conductei principale de abur plus ruperea unui număr de tuburi ale generatorului de abur;
- e) întreruperea totală a alimentării cu energie electrică din sursele de curent alternativ;
- f) pierderea funcției de transfer al căldurii către sursa finală de răcire;
- g) evenimente de tipul celor menționate în Anexa nr. 2 la prezentele norme, mai severe decât cele luate în calcul în bazele de proiectare și care au fost excluse din analizele bază de proiect din cauza unor considerente legate de frecvența estimată de apariție redusă.

Criteriile de doză pentru analiza evenimentelor bază de proiect

Tabelul 1. – Criterii de doză pentru analiza evenimentelor bază de proiect pentru instalațiile nucleare

Clasa de evenimente	Categorია de evenimente		Frecvența anuală estimată de apariție a unui eveniment sau a unei secvențe de evenimente	Valoarea maximă a dozei efective pentru cea mai expusă persoană aflată în afara zonei de excludere, calculată pentru 30 de zile de la începutul emisiei, pentru toate căile de expunere
Clasa 1	Evenimente anticipate în exploatare	Evenimente bază de proiect	$f > 1E-2$	0.5 mSv
Clasa 2	Accidente bază de proiect		$1E-2 > f > 1E-5$	20 mSv
Clasa 3	Condiții de extindere a bazelor de proiectare de tip A	Condiții de extindere a bazelor de proiectare; acestea reprezintă un subset al evenimentelor din afara bazelor de proiectare	$f < 1E-5$	-
Clasa 4	Condiții de extindere a bazelor de proiectare de tip B			-

Documente de referință

- 1) Safety assessment for facilities and activities, General Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. GSR part 4 (Rev. 1), International Atomic Energy Agency, Vienna, 2016.
- 2) Safety of nuclear power plants: design, Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1 (rev.1), International Atomic Energy Agency, Vienna, 2016.
- 3) Deterministic safety analysis for nuclear power plants: safety guide, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-2, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2009.
- 4) WENRA Reactor Safety Reference Levels, Western European Nuclear Regulators' Association, 2014.
- 5) Regulatory Document REGDOC-2.4.1, Deterministic Safety Analysis, Canadian Nuclear Safety Commission, 2014.
- 6) Safety assessment for research reactors and preparation of the safety analysis report, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-20, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2012.
- 7) Derivation of the source term and analysis of the radiological consequences of research reactor accidents, IAEA Safety Reports Series No. 53, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2008.
- 8) Safety analysis for research reactors, IAEA Safety Reports Series No. 55, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2008.