

# **Propuneri privind participarea organizațiilor din domeniul nuclear la proiectul România Educată, pentru un învățământ profesional și tehnic de calitate**

Domeniul nuclear reprezintă un domeniu de importanță strategică pentru România, iar contribuția energiei nucleare la toate Obiectivele de Dezvoltare Durabilă, incluse pe Agenda 2030 pentru dezvoltare durabilă adoptată de statele membre ONU în 2015 este recunoscută la nivel internațional și promovată de Agenția Internațională pentru Energie Atomică.

Pentru proiectarea, amplasarea, construcția și montajul, punerea în funcțiune, exploatarea și dezafectarea instalațiilor nucleare sunt necesare efective suficiente de personal, în toate organizațiile implicate, atât în cele care dezvoltă și implementează aceste proiecte (SNN, RATEN), cât și în cadrul autorității de reglementare, autorizare și control în domeniul nuclear (CNCAN). Resursele de personal pregătit și calificat sunt necesare atât pentru continuarea în bune condiții a activităților și proiectelor existente, cât și pentru asigurarea unei baze de selecție și recrutare a personalului suplimentar necesar pentru susținerea noilor proiecte propuse (re tehnologizarea Unității 1 a CNE Cernavodă, reluarea construcției și finalizarea Unităților 3 și 4 ale CNE Cernavodă, dezvoltarea proiectului reactorului ALFRED, dezvoltarea proiectelor de noi reactoare modulare etc.).

Studiile și experiența personalului implicat în toate aceste proiecte trebuie să fie adecvate pentru domeniile de expertiză specifice instalațiilor nucleare. Competențele necesare includ cunoștințe solide cel puțin în domeniile și disciplinele tehnice menționate în Anexa nr. 1 la prezentul document, cu precizarea că lista acestora nu este exhaustivă, cu atât mai mult cu cât domeniile și disciplinele menționate se împart, la rândul lor, în sub-domenii și sub-discipline specifice. În cadrul acestora, există competențe specifice care nu se pot dobândi decât după ani de practică în cadrul unei organizații din domeniul nuclear, cum ar fi o organizație de proiectare sau o organizație de exploatare. Pentru dobândirea cunoștințelor specifice mai sus menționate, sunt necesare studii de bază relevante, cum ar fi cele în domeniile următoare: inginerie energetică (în particular domeniul energiei nucleare), fizică, chimie, inginerie mecanică, inginerie electrică, automată și calculatoare, metalurgie și ingineria materialelor etc.

Pe lângă domeniile de expertiză pur tehnice, care constituie baza pregătirii profesionale în domeniul nuclear, sunt necesare și competențele în domeniul culturii de securitate nucleară, cum ar fi: cunoașterea principiilor și atributelor unei culturi de securitate nucleară sănătoase; înțelegerea cerințelor și așteptărilor privind prioritatea acordată aspectelor de securitate nucleară înaintea oricăror considerente de altă natură; atitudine interogativă; abordare conservativă în luarea deciziilor; gândire analitică; interes și abilități pentru investigarea și rezolvarea problemelor; abilități de observare, pregătire și îndrumare.

Pregătirea și calificarea personalului în domeniul nuclear necesită un timp îndelungat. De exemplu, pentru tinerii fără experiență practică, în funcție de studiile pe care le au, pregătirea și calificarea pentru a atinge măcar un nivel de bază, care să le permită să efectueze o muncă de specialitate într-o instalație nucleară sau în altă organizație din domeniul nuclear (e.g. autoritate de reglementare) durează aproximativ 5 ani.

Deși competențele necesare pentru activitățile nucleare se pot acumula integral și se pot desăvârși doar prin pregătirea specifică și experiența practică în organizațiile de profil (CNE Cernavodă, FCN Pitești, SNN, RATEN – ICN Pitești și CITON, CNCAN etc.), bazele pentru formarea profesională în domeniile și disciplinele menționate se pot pune din învățământul universitar și chiar din învățământul liceal, în ce privește anumite aspecte.

Deja există o serie de acorduri de colaborare în vigoare între aceste organizații și universitățile de profil, precum și activități de susținere a învățământului liceal.

Având în vedere necesitatea atragerii, educației și formării de tineri specialiști în domeniul nuclear, precum și necesitatea scurtării perioadei de pregătire, calificare și dezvoltare a personalului în domeniul nuclear pentru eficientizarea procesului, propunem intensificarea și suplimentarea activităților deja existente, prin implementarea următoarelor acțiuni:

## **1. Pregătire teoretică și practică pentru dobândirea cunoștințelor tehnice de specialitate, prin:**

- 1.1. Dezvoltarea și furnizarea de cursuri generale, de materiale de pregătire (e.g. proiectarea și funcționarea instalațiilor nucleare și a sistemelor, structurilor, componentelor și echipamentelor aferente acestora, protecția populației, cultura de securitate nucleară, instrumentele de prevenire a erorilor, luarea deciziilor, fundamentele de operare, întreținere, radioprotecție, management și leadership etc.) și de bibliografii generice pentru diferite tipuri de profesii din industria nucleară, elaborate de organizațiile din domeniul nuclear (CNCAN, SNN, RATEN) pentru utilizarea în cadrul universităților, liceelor și școlilor profesionale care pot pregăti absolvenți pentru lucrul în domeniul nuclear și implicarea, ca lectori, a specialiștilor din domeniul nuclear, pentru susținerea unora dintre aceste cursuri; astfel se creează premisele pentru dobândirea de către studenți și elevi a unor cunoștințe specifice minime direct relevante pentru activitățile din domeniul nuclear, utile pentru accelerarea procesului de angajare și formare de noi specialiști în acest domeniu; dezvoltarea unui portal informatic cu materiale de pregătire profesională, după modelul CANTEACH (<https://canteach.candu.org>)
- 1.2. Îmbunătățirea colaborării dintre organizațiile din domeniul nuclear și universitățile tehnice, pentru adaptarea curiculei de pregătire astfel încât să susțină dezvoltarea noilor generații de specialiști (e.g. prin includerea în programele de pregătire a tematicii din International Nuclear Management Academy Master's Programmes in Nuclear Technology Management - IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.12) și pentru susținerea abordării sistematice a pregătirii, în conformitate cu standardele și bunele practici din domeniul nuclear; de asemenea, susținerea și dezvoltarea unor parteneriate pentru colaborarea și schimbul de experiență între universitățile tehnice din România și universitățile tehnice din țările cu programe nucleare mai dezvoltate (SUA, Canada, Franța, Marea Britanie etc.), inclusiv prin participarea în programele și proiectele dezvoltate de NEA/OECD în cadrul Nuclear Education, Skills and Technology (NEST) Framework.
- 1.3. Oferirea de oportunități de pregătire (e.g. pentru elevii olimpici și studenții bursieri) prin vizite tehnice la CNE Cernavodă, la reactorul TRIGA de la ICN Pitești și la Fabrica de Combustibil Nuclear (FCN Pitești).
- 1.4. Încheierea de convenții cu universitățile cu profil tehnic care oferă cursuri în domeniile specifice proceselor instalațiilor nucleare, pentru acordarea de burse private de studii pentru studenții din anii III și IV.
- 1.5. Încheierea unor contracte de parteneriat, cu licee de profil, pentru formarea profesională a elevilor din învățământul dual.
- 1.6. Oferirea de programe de internship plătit și de programe de ucenicie pentru ucenici care vor beneficia de burse lunare.

- 1.7. Derularea unor prezentări, în cadrul universităților, pentru studenții din anii terminali, în vederea recrutării în cadrul programelor de ingineri debutanți.
- 1.8. Oferirea de oportunități pentru practică pentru studenți la CNE Cernavodă, ICN Pitești, FCN Pitești, CITON, CNCAN și alte organizații din domeniul nuclear și popularizarea acestora prin intermediul paginilor de internet ale acestor organizații și a paginilor de internet ale universităților.
- 1.9. Oferirea de opțiuni pentru dezvoltarea profesională a angajaților din organizațiile din domeniul nuclear prin încurajarea continuării unor studii post-universitare (master și doctorat), în domenii direct relevante pentru activitățile specifice instalațiilor nucleare și pentru reglementarea, autorizarea și controlul acestor activități, precum și prin recunoașterea competențelor astfel dobândite.
- 1.10. Continuarea și dezvoltarea proiectelor pentru dotarea universităților și liceelor tehnice cu ateliere, laboratoare, simulatoare, coduri de calcul, publicații, standuri, machete, modele, precum și echipamente și componente similare cu cele din instalațiile nucleare, pentru pregătirea practică, în vederea formării îndemnărilor pentru activități specifice în domeniul nuclear, inclusiv prin atragerea și valorificarea optimă a fondurilor externe obținute prin programele de cooperare internațională, inclusiv a fondurilor europene și a granturilor SEE (Spațiul Economic European) și norvegiene.

**2. Organizarea, în mod periodic, a unor seminarii și întâlniri tehnice de lucru pentru schimbul de experiență între profesorii din universitățile și liceele și școlile profesionale care pot pregăti absolvenți pentru lucrul în domeniul nuclear și specialiștii din organizațiile din domeniul nuclear implicați în programele de pregătire profesională inițială și continuă.**

**3. Dezvoltarea aptitudinilor și comportamentelor necesare în vederea integrării rapide a tinerilor la cultura organizațională specifică domeniului nuclear, prin susținerea unor seminarii de către specialiștii din domeniu pentru elevii și studenții din anii terminali.**

**4. Deschiderea organizațiilor din domeniul nuclear către generația aflată pe băncile școlilor, în vederea creșterii adaptabilității la schimbare, prin organizarea de seminarii la care să participe studenții și elevii din anii terminali din universitățile și liceele de profil și să prezinte, pentru personalul din domeniul nuclear, aspirațiile și așteptările de la mediul de lucru viitor.**

Menționăm că CNCAN a revizuit Strategia Națională de Securitate și Siguranță Nucleară (aprobată prin H.G. nr. 600 din 23.07.2014) și a transmis-o pentru comentarii și completări la autoritățile participante la această strategie, cu intenția de a emite o nouă revizie în prima jumătate a anului 2022. În strategia revizuită se face referire la proiectul România Educată, este deja inclusă o direcție de acțiune care poate fi asociată cu acest proiect, pentru un învățământ profesional și tehnic de calitate (DSA 9.6: *Corelarea programelor educaționale universitare și postuniversitare cu necesitățile de pregătire în domeniul nuclear și susținerea unei strategii guvernamentale privind menținerea unor forme de studiu universitar pentru actualizarea continuă a cunoștințelor din domeniu și schimbul de experiență în domeniul programelor de pregătire universitară și postuniversitară*) și introducem și alte direcții de acțiune relevante pentru educație, cu specific pentru necesitățile domeniului nuclear.

Pentru implementarea acțiunilor propuse, se va constitui un grup de lucru permanent, care va include reprezentanți ai instituțiilor menționate în Anexa nr. 2 la prezentul document.

**ANEXA nr. 1 - Categoriile generice de domenii și discipline tehnice de expertiză necesare pentru proiectarea, amplasarea, construcția și montajul, punerea în funcțiune și exploatarea instalațiilor nucleare**

- 1) Fisiunea nucleară, reacțiile nucleare neutronice în reactor, fizica reactoarelor nucleare;
- 2) Conceptele și principiile de bază pentru proiectarea și funcționarea instalațiilor nucleare, în particular a reactoarelor nucleare; protecția în adâncime, funcțiile de securitate nucleară, clasificarea în clase și / sau categorii de securitate nucleară, asigurarea fiabilității sistemelor prin aplicarea practică a principiilor de redundanță, diversitate, independență; bazele de proiectare pentru toate sistemele, structurile, componentele și echipamentele (SSCE) aferente instalației nucleare; utilizarea standardelor, reglementărilor și ghidurilor privind evaluarea analizelor de securitate nucleară;
- 3) Proiectarea zonei active a reactorului nuclear și asigurarea și monitorizarea managementului reactivității;
- 4) Proiectarea și gestionarea combustibilului nuclear, inclusiv analiza comportării combustibilului nuclear în condiții de operare normală și în condiții de accident;
- 5) Analizele termohidraulice pentru sistemele instalației nucleare, inclusiv analize de protecție la suprapresiune și analize termohidraulice de circuit și canal de combustibil nuclear, suport pentru analizele de securitate nucleară;
- 6) Analizele mecanice și analizele de tensiuni pentru structurile și sistemele instalației nucleare;
- 7) Proiectarea, întreținerea și exploatarea sistemelor de răcire din instalațiile nucleare, inclusiv pentru circuitul primar de transport al căldurii, circuitul secundar de transport al căldurii, sistemele auxiliare aferente acestora și structurile, componentele și echipamentele aparținând acestor categorii de sisteme, inclusiv conducte, vane, schimbătoare de căldură etc.;
- 8) Proiectarea, întreținerea și exploatarea sistemelor de instrumentație, control și automatizări, inclusiv în ce privește securitatea cibernetică a sistemelor de automatizare și control industrial din instalațiile nucleare;
- 9) Proiectarea, întreținerea și exploatarea sistemelor electrice, pentru toate categoriile de sisteme electrice aferente instalației nucleare, precum și pentru turbogeneratoarele, transformatoarele și stațiile electrice utilizate în centralele nucleare electrice;
- 10) Proiectarea și supravegherea construcțiilor și structurilor cu specific nuclear;
- 11) Proiectarea și supravegherea instalațiilor de ridicat specifice utilizate în instalațiile nucleare;
- 12) Protecția împotriva radiațiilor ionizante, inclusiv în ce privește monitorizarea și gestionarea efluenților radioactivi;
- 13) Chimie și radiochimie, inclusiv în aspectele specifice care țin de chimismul în sistemele instalațiilor nucleare;
- 14) Știința materialelor, metalurgie și aplicațiile din domeniul nuclear;
- 15) Geologie și hidrogeologie și aplicațiile specifice pentru instalațiile nucleare;
- 16) Seismologie și în aplicațiile specifice pentru instalațiile nucleare;
- 17) Ingineria factorului uman / ergonomie și interfața om-mașină pentru instalațiile nucleare și analiza fiabilității umane pentru evaluările probabilistice de securitate nucleară;
- 18) Analiza mecanismelor de degradare, a modurilor de defectare și a consecințelor acestora, pentru SSCE cu funcții de securitate nucleară și SSCE cu rol în funcționarea fiabilă a instalației nucleare;

- 19) Analize de hazard / analize de pericol, deterministe și probabilistice, pentru evenimente interne și externe instalațiilor nucleare, inclusiv pentru incendii, explozii, seism, inundații, etc.);
- 20) Analizele deterministe de securitate nucleară, pentru toate domeniile necesare efectuării, verificării independente și actualizării acestora, inclusiv pentru: analiza tranzițiilor și a condițiilor de accident, inclusiv pentru scenariile de accidente severe care implică avarierea zonei active a unui reactor nuclear; analiza termohidraulică a anvelopei și a termenului sursă; analiza consecințelor radiologice ale accidentelor potențiale, analize de dispersie atmosferică și depunere a produșilor de fisiune; calculul de doze; analize privind condițiile radiologice în instalațiile nucleare și pe amplasamentul acestora în caz de accident, precum și analize privind consecințele radiologice în afara amplasamentului;
- 21) Evaluările probabilistice de securitate nucleară, pentru toate nivelurile și pentru toate domeniile necesare efectuării, verificării independente și actualizării acestora, inclusiv pentru: identificarea secvențelor de accident care conduc la avarierea zonei active și determinarea frecvenței lor de apariție, estimarea naturii, mărimii și frecvenței eliberărilor de substanțe radioactive din anvelopă în mediul înconjurător, respectiv estimarea riscului pentru mediul înconjurător și pentru sănătatea populației.
- 22) Calificarea la condiții de mediu pentru SSCE cu funcții de securitate nucleară;
- 23) Calificarea seismică pentru SSCE cu funcții de securitate nucleară și SSCE cu rol în funcționarea fiabilă a instalației nucleare;
- 24) Dezvoltarea limitelor și condițiilor tehnice de operare pentru instalația nucleară, în baza analizelor și evaluărilor de securitate nucleară;
- 25) Utilizarea experienței de exploatare a instalațiilor nucleare; analiza evenimentelor de operare, analiza impactului evenimentelor produse la alte instalații; analiza cauzelor de profunzime, prin metodele de analiză specifice;
- 26) Dezvoltarea, verificarea și validarea procedurilor pentru operarea normală și operarea la urgență a instalațiilor nucleare și a ghidurilor de management al accidentelor severe; exersarea periodică a procedurilor de răspuns la tranziții, accidente și situații de urgență;
- 27) Operarea, testarea și supravegherea sistemelor și echipamentelor instalației nucleare, în toate modurile și configurațiile permise de limitele și condițiile tehnice de operare, precum și în aplicarea procedurilor de răspuns la tranziții, accidente și situații de urgență, inclusiv personal autorizat pentru operarea din camerele de comandă pentru centralele nucleoelectrice și reactoarele nucleare;
- 28) Supravegherea, testarea, întreținerea, inspecțiile în funcționare și managementul îmbătrânirii pentru toate SSCE cu funcții de securitate nucleară și SSCE cu rol în funcționarea fiabilă a instalației nucleare;
- 29) Controlul configurației de proiectare, care necesită expertiză în toate domeniile tehnice necesare pentru asigurarea corespondenței între starea fizică și funcțională a instalației, documentația de exploatare și documentația de proiectare;
- 30) Proiectarea, întreținerea și exploatarea sistemelor și echipamentelor de protecție a instalațiilor nucleare împotriva incendiilor și exploziilor și activitățile de prevenire și stingere a incendiilor;
- 31) Proiectarea, dezvoltarea și asigurarea sistemelor, echipamentelor și activităților care au ca scop asigurarea sănătății și securității în muncă pentru personalul care lucrează pe amplasamentul instalațiilor nucleare și în interiorul acestora;
- 32) Pregătirea și planificarea intervenției în situațiile de urgență pentru instalațiile nucleare;

- 33) Utilizarea standardelor privind asigurarea calității, inspecția periodică și cerințele specifice pentru categoriile majore de sisteme ale unei centrale nucleare electrice, inclusiv a standardelor industriale specifice aplicabile la proiectarea, construcția și exploatarea instalațiilor nucleare în ansamblu și a SSCE aferente acestora;
- 34) Tehnici de întreținere predictivă pentru SSCE cu funcții de securitate nucleară și SSCE cu rol în funcționarea fiabilă a instalației nucleare;
- 35) Tehnologii de sudare;
- 36) Tehnologii de tratament termic și termochimic;
- 37) Tehnici de control nedistructiv;
- 38) Cerințe și măsuri administrative și tehnice pentru controlul de garanții în domeniul nuclear;
- 39) Protecția fizică a instalațiilor și materialelor nucleare;
- 40) Gestionarea deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat;
- 41) Implementarea, dezvoltarea și evaluarea sistemului de management integrat pentru instalațiile nucleare și proceselor aferente, inclusiv efectuarea evaluărilor independente și a auditurilor și activitățile de evaluare independentă a securității nucleare;
- 42) Pregătirea și calificarea personalului din instalațiile nucleare, în conformitate cu principiile abordării sistematice a pregătirii stabilite prin normele specifice și standardele internaționale recunoscute în domeniul nuclear, inclusiv instructori de simulator integral pentru centralele nucleare electrice și instructori cu experiență practică în activități specifice de proiectare, construcție, punere în funcțiune și exploatare a instalațiilor nucleare.
- 43) Principiile, trăsăturile și atributele unei culturi de securitate nucleară sănătoase.

## **ANEXA nr. 2 – Instituții partenere pentru implementarea proiectului România Educată în domeniul nuclear**

1. CNCAN - Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare
2. SNN - Societatea Națională Nuclearelectrică S.A. – CNE Cernavodă și FCN Pitești
3. RATEN - Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară – ICN Pitești și CITON
4. IFIN-HH (Institutul de fizică și Inginerie Nucleară Horia Hulubei) București, Măgurele
5. Universitatea Politehnică din București
6. Universitatea din București – Facultatea de Fizică
7. Universitatea din Pitești
8. Universitatea Ovidius din Constanța
9. Liceul Tehnologic Axiopolis, Cernavodă
10. Liceul Teoretic Anghel Saligny, Cernavodă

Lista se va completa cu alte organizații din domeniul nuclear și cu universitățile și liceele tehnice cu care avem deja colaborări, precum și cu cele cu care dorim să începem colaborări, pe măsura confirmării interesului și disponibilității pentru participarea în acest proiect.