PROGRAMUL NUCLEAR NAȚIONAL

**Cuprins**

[A. Prezentarea domeniului nuclear aplicat PNN 4](#_Toc117083552)

[A 1 Domeniul energeticii nucleare 4](#_Toc117083553)

[A 2 In domeniul aplicațiilor non-energetice 5](#_Toc117083554)

[B Prezentarea obiectivelor strategice 6](#_Toc117083555)

[C Prezentarea proiectelor PNN pe termen mediu și mediu din domeniul aplicațiilor energetice 6](#_Toc117083556)

[1) Finalizarea Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă 7](#_Toc117083557)

[2) Retehnologizarea Unității 1 si Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavoda 7](#_Toc117083558)

[3) Autorizarea, construirea si punerea în funcțiune DFDSMA 8](#_Toc117083559)

[4) Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune DGA 9](#_Toc117083560)

[5) Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavoda 9](#_Toc117083561)

[6) Construirea unei prime centrale nuclearoelectrice bazată pe module SMR, cu tehnologie PWR NuScale 10](#_Toc117083562)

[7) .Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED 11](#_Toc117083563)

[8) Construirea demonstratorului ALFRED, destinat demonstrării viabilității tehnologiei LFR; 12](#_Toc117083564)

[9) Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive si radioizotopi de interes medical 12](#_Toc117083565)

[10) Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentala si aplicativa de fizica nucleara cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP 13](#_Toc117083566)

[D Prezentarea instalațiilor, activităților și proiectelor din aplicații non energetice 13](#_Toc117083567)

[1) Iradieri tehnologice (Iradieri tehnologice) 13](#_Toc117083568)

[2) Metrologia Radiațiilor Ionizante 14](#_Toc117083569)

[3) Criminalistica Nucleara 15](#_Toc117083570)

[4) Instalația Pilot Experimental pentru Separarea Tritiului si Deuteriului (PESTD) 15](#_Toc117083571)

[5) Centrul National pentru Hidrogen si Pile de Combustibil 15](#_Toc117083572)

[6) Cercetare multi- si interdisciplinara in domeniul resurselor minerale primare si secundare 16](#_Toc117083573)

[7) Aplicații in medicina 16](#_Toc117083574)

[8) Aplicații in agricultura si alimentație 17](#_Toc117083575)

[9) Mediu 18](#_Toc117083576)

[10) Conservare bunuri patrimoniu 18](#_Toc117083577)

[11) Aplicații in industria clasica 19](#_Toc117083578)

[E Plan de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung 19](#_Toc117083579)

[OS 1 - Menținerea la un nivel ridicat de performanta și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU 21](#_Toc117083580)

[OS 2: Construirea de centrale de tip nou, într-o abordare gradata, in timp si pe filiere (reactori modulari mici-SMR si inovativi de Gen IV) 27](#_Toc117083581)

[OS 3: Dezvoltare unui ciclu de combustibil integrat care sa asigure sustenabilitatea si eficienta energeticii nucleare 29](#_Toc117083582)

[OS 4: Gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive adecvat dezvoltării energeticii nucleare, inclusiv închiderea și controlul instituțional al depozitelor finale de deșeuri radioactive 32](#_Toc117083583)

[OS 5 Consolidarea capacității de suport tehnico-științific și creșterea rolului cercetării-inovării în domeniul nuclear 36](#_Toc117083584)

[OS 6 - Asigurarea resursei umane înalt calificate, necesare îndeplinirii cu succes a obiectivelor propuse 40](#_Toc117083585)

[OS 7 - Valorificarea avantajelor utilizării aplicațiilor non-energetice in medicina, industrie, agricultura, industrie spațială, producția de hidrogen etc. 43](#_Toc117083586)

# A. Prezentarea domeniului nuclear aplicat PNN

## A 1 Domeniul energeticii nucleare

Energetica nucleară reprezintă o alternativă durabilă de dezvoltare a sectorului energetic național, având în vedere resursele limitate de materii prime energetice, precum și nevoia producerii de energie electrică care nu produce emisii de gaze cu efect de seră. Rolul energeticii nucleare devine și mai evident în atingerea țintelor ambițioase de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, asigurând în același timp o contribuție efectiva la securitatea energetică și un preț suportabil la consumatorii finali, precum și la creșterea gradului de independență energetică a țării.

Proiectul de „Strategie energetică a României 2019-2030, cu perspectiva anului 2050”, îşi propune ținte concrete, stabilește direcții clare și definește reperele prin care România își va menține poziția de producător de energie în regiune și de actor activ și important în gestionarea situațiilor de stres la nivel regional. Astfel, dezvoltarea sectorului energetic se identifică cu realizarea unor proiecte de investiții strategice de interes național prezentate in SNDDN.

Finalizarea Proiectului Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă, proiect prioritar de investiție strategică de interes național, are în vedere valorificarea unor active existente, având o valoare considerabilă, aflate în patrimoniul public - apa grea și octoxid de uraniu – și, respectiv, în patrimoniul SNN - teren, clădiri, echipamente etc - și al EnergoNuclear (EN) - active intangibile etc, în condițiile legii.

Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030 (PNIESC) prevede elaborarea unui mecanism de sprijin de tipul Contracte pentru Diferență (CfD) pentru stimularea investițiilor, cu scopul de a facilita dezvoltarea de noi capacități de producție de energie electrică cu emisii reduse de carbon (ex: nuclear, RES etc.), asigurându-se astfel diversificarea surselor de energie și flexibilitatea sistemului național.

Totodată, având în vedere prognozele de necesar de energie până în anul 2050, în contextul decarbonării sectorului energetic, SNN are ca obiectiv strategic diversificarea portofoliului de activități, inclusiv pe termen mediu si lung, în cadrul căreia centralele de mică putere si modulare (SMR) reprezintă un proiect ce se demarează pentru prima data în România. SNN a semnat un memorandum de înțelegere cu dezvoltatorul de tehnologie NuScale Power, care deține primul proiect de SMR-cu tehnologie de tip PWR (tehnologie SMR NuScale), ce a obținut aprobarea unui organism de reglementare (in acest caz, Comisia Nucleara de Reglementare-NRC din SUA) pentru aspectele de securitate ale proiectului standard.

Este de așteptat ca după demonstrarea industrială și comercială a tehnologiilor până în 2050, în cea de-a doua jumătate a acestui secol, reactorii de Generație IV să înceapă a domina producția de energie nucleară, impunându-se prin caracteristicile lor ce răspund unui standard sporit de securitate nucleară, precum și cerințelor de sustenabilitate, competitivitate economică și neproliferare.

În prezent, conceptele de reactoare nucleare de Gen IV se află în plină dezvoltare, fiind susținute atât pe plan internațional, prin forumul Generația IV International Forum (GIF), cât și pe plan european, prin inițiativa industrială ESNII din cadrul SNETP și SET Plan.

România dezvoltă cercetări asociate reactoarelor de Gen IV și contribuie la dezvoltarea tehnologiei LFR, urmând să găzduiască și să construiască proiectul reactorului de demonstrație ALFRED și infrastructura experimentală suport pentru activitățile de testare, demonstrare, calificare, validare și verificare necesare autorizării demonstratorului.

Menținerea ritmului de dezvoltare și demonstrare al acestei tehnologii necesită disponibilitatea fondurilor, a instrumentelor de finanțare, a resursei umane, a cooperării la nivel internațional și a suportului politic pe parcursul întregului proces de realizare a proiectului, incluzând construcția instalațiilor experimentale suport și a reactorului ALFRED, iar ulterior asigurarea fondurilor necesare operării lor.

Demonstrarea cu succes a viabilității tehnologiei LFR va deschide astfel calea implementării comerciale a reactorilor SMR LFR, începând cu 2040.

Sistemele nucleare inovative, grupate în generația IV, oferă posibilitatea reducerii drastice a volumului de deșeuri radioactive generate, precum și a radiotoxicității acestora. Prin folosirea tehnologiilor bazate pe reactori rapizi, se estimează o reducere a volumului deșeurilor care este de circa 10 ori. De asemenea, sistemele de transmutație sunt în dezvoltare, EU deținând întâietatea prin proiectul Multi-purpose HYbrid Research Reactor for High-tech Applications (MYRRHA). În acest mod este posibilă transmutația unor izotopi de viață lungă, reducând astfel orizontul de timp în care sunt active deșeurile radioactive într-un depozit geologic si îmbunătățind astfel gradul de protecția mediului în energetica nucleară.

Pentru depozitarea finală a deșeurilor înalt active, soluția tot mai larg agreată la nivel internațional este depozitarea geologică de mare adâncime. Progrese semnificative în demonstrarea securității depozitelor geologice au fost deja obținute în țări precum Finlanda, Suedia, Franța și Canada. Soluțiile tehnologice propuse până acum sunt deja acceptate de stakeholderi si publicul larg in tarile cu programe de depozitare definitivă avansate. Astfel, în urma eforturilor susținute în dezvoltarea și implementarea strategiilor de depozitare geologică în Finlanda și Suedia și colaborării în dezvoltarea proiectului suedez (KBS-3), în Finlanda s-a obținut autorizația de construire și a început construcția primului depozit geologic de adâncime din lume (la Olkiluoto). Acest depozit urmează să devină operațional în 2024. La sfârșitul lunii ianuarie 2022, Guvernul suedez a aprobat construirea unui depozit definitiv si o stație pentru încapsularea combustibilul nuclear uzat produs în această țară Timpul încă mai dă răgaz specialiștilor și celor care trebuie să autorizeze aplicarea efectivă de astfel de soluții, iar experiența acumulată în țările cu programe avansate de depozitare geologică va facilita implementarea programelor de depozitare și în alte țări.

În România, în actuala *Strategie Națională pe termen mediu şi lung privind gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive* este planificat un depozit geologic de mare adâncime (Depozitul Geologic de Adâncime–DGA) care va fi pus în funcțiune în jurul anului 2055 pentru a găzdui combustibilul nuclear uzat generat de centrala nucleară de la Cernavoda. Se prevede ca in Depozitul Geologic National de mare adâncime să asigure și colocarea deșeurilor radioactive LILW cu izotopi de viață lungă. Deșeurile radioactive LILW cu izotopi de viață scurta vor fi depozitate într-un depozit de suprafață (DFDSMA), selectat în zona de excludere a centralei nucleare de la Cernavoda, care este planificat să fie pus în funcțiune până în 2028.

La actualizările viitoare ale *Strategiei Naționale pe termen mediu și lung privind gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive* în funcție de datele disponibile, se vor analiza si considera concepte sau planuri si soluții tehnice pentru combustibilul nuclear uzat si deșeurile radioactive generate de viitoarele capacități energetice nucleare.

## A 2 In domeniul aplicațiilor non-energetice

Aplicațiile tehnologiilor nucleare și bazate pe radiații, în afară producție civile de electricitate în centralele electrice, sunt mai puțin cunoscute, dar își aduc o contribuție esențială la efortul concertat de îmbunătățire a calități vieții, de generare locuri de munca si de creștere economica, precum si de menținere a unui standard ridicat de protecție si siguranță împotriva radiaților. Oamenii de știință au petrecut zeci de ani perfecționând utilizarea radiațiilor în beneficiul societății.

Radiațiile ionizante au utilizări esențiale în mai multe sectoare, inclusiv produse de consum, alimentate si agricultură, industrie, medicină si cercetare științifică, transport și resurse de apă și mediu. Beneficiile pentru umanitate includ sănătatea umana (diagnostic si tratament, combatere boli transmisibile si netransmisibile), hrana si nutrite (hrana sigura si culturi mai bune), mediu si durabilitate (combaterea schimbărilor climatice si managementul resurselor de apa dulce), produse de larg consum si industriale (pentru viață de zi cu zi si creșterea economica) si siguranța publica (detecție radiologică).

Medicina nucleara utilizează radiofarmaceutice bazate pe radioizotopi produși în reactoare nucleare, ciclotroane sau acceleratori liniari. Aplicațiile imagistice (de diagnostic sau monitorizare terapeutică) și cele de terapie, inclusiv teranostic – sunt la baza terapiilor personalizate în oncologie. Cardiologia și neurologia beneficiază de cele mai performante instrumente de diagnostic prin imagistica funcțională utilizând radiotrasori. Celulele tumorale sunt în particular vulnerabile la emisiile de radiație ionizantă, abilitatea de adaptare și reparare a acestora fiind mult redusă comparativ cu a celulelor normale. Aceasta proprietate sta la baza utilizării radiațiilor în tratamentul cancerului, prin diferite metode care implică utilizarea externă a fasciculelor accelerate de particule încărcate, radiații X sau gama sau a izotopilor radioactivi administrați intern, ca radiofarmaceutice. În paralel, tehnicile imagistice utilizând radiații sunt dezvoltate si îmbunătățite continuu, ca parte a eficientizării tratamentului, în special prin imagistica funcțională PET-CT, SPECT-CT, PET-IRM.

Aplicațiile “non-energetice” ale domeniului nuclear, in beneficiul societății include aplicațiile medicale, fizica nucleara, radiochimia și radiofarmacia jucând un rol determinant în promovarea și perfecționarea practicilor de diagnostic si terapie in efortul continuu de îmbunătățiri a accesului la îngrijire medicala personalizata si îmbunătățire a calității vieții.

Prin utilizarea metodelor și tehnicilor de analiză care permit, printre altele, identificare originii și a istoriei materialelor, a posibilelor rute, scopuri și mijloace de contrabanda, precum și stabilirea legăturilor dintre diverse persoane, materiale și locații care sunt implicate în anchetele judiciare, Criminalistica Nucleară joacă un rol esențial în contextul investigațiilor penale privind acțiunile ilegale cu materiale nucleare sau alte surse radioactive.

# B Prezentarea obiectivelor strategice

În conformitate cu *Strategia de dezvoltare a domeniului nuclear*, au fost identificate o serie de ***Obiectivele strategice*** cu scopul de dezvoltare a energeticii nucleare și a activităților non-energetice din România pe termen mediu și lung, astfel:

* **OS 1** - Menținerea la un nivel ridicat de performanta și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU
* **OS 2** - Construirea de centrale de tip nou, într-o abordare gradata, in timp si pe filiere (SMR și reactori inovativi de Gen IV)
* **OS 3** - Dezvoltarea unui ciclu de combustibil integrat care sa asigure sustenabilitatea si eficienta energeticii nucleare
* **OS 4** - Gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, inclusiv închiderea și controlul instituțional al depozitelor finale de deșeuri radioactive
* **OS 5** - Consolidarea capacității de suport tehnico-științific și creșterea rolului cercetării-inovării în domeniul nuclear
* **OS 6** - Asigurarea resursei umane înalt calificate, necesare îndeplinirii cu succes a obiectivelor propuse
* **OS 7** - Valorificarea avantajelor utilizării aplicațiilor non-energetice în medicina, industrie, agricultură, industrie spațială, producția de hidrogen etc.

# C Prezentarea proiectelor PNN pe termen mediu și mediu din domeniul aplicațiilor energetice

În cadrul Strategiei Naționale de Dezvoltare a Domeniului Nuclear au fost identificate o serie de investiții strategice de interes național, care includ:

1. Finalizarea Grupurilor 3 și 4 de la CNE Cernavodă;
2. Retehnologizarea Unității 1 si Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavoda
3. Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune a DFDSMA
4. Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune a DGA
5. Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavodă;
6. Construirea unei prime centrale nuclearoelectrice bazată pe module SMR ,cu tehnologie PWR NuScale
7. Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED
8. Construirea demonstratorului ALFRED, destinat demonstrării viabilității tehnologiei LFR;
9. Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive si radioizotopi de interes medical
10. Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentală și aplicativă de fizică nucleară cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP

În acest context in vederea realizării acestor proiecte este necesara implementarea unor programe sectoriale, strategii proprii de dezvoltare si realizare a acestora, implicând activități de cercetare, proiectare, autorizare, etc

## Finalizarea Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă

Proiectul Unităților 3 și 4 CNE Cernavodă constă în finalizarea şi punerea în funcțiune a două unități de tip CANDU 6 pe amplasamentul CNE Cernavodă, având o putere instalată brută de minimum 2 x 724 MWe. Structurile existente pentru Unitățile 3 şi 4, specifice și utilizabile exclusiv numai la o centrala nuclearoelectrică de tip CANDU 6 constau în principal, în structuri de construcții civile, cum ar fi clădirea reactorului, clădirea turbinei-generatorului și structuri ale circuitului hidrotehnic, care se află în diferite stadii de finalizare şi vor fi utilizate in continuare pentru realizarea centralei.

Proiectul va fi dezvoltat în conformitate cu reglementările în domeniul nuclear din România și Uniunea Europeană, pentru îndeplinirea cerințelor din România in materie de securitate nucleară, pentru protecția personalului, populației, a mediului şi proprietăților, şi va fi dezvoltat, de asemenea, în conformitate cu acordurile nucleare şi convențiile internaționale la care România este parte.

Referitor la modalitatea de implementare a Proiectului Unităților 3 şi 4 CNE Cernavodă, practicile internaționale indică faptul că este necesară alocarea de resurse financiare semnificative ("high risk capital") în faza pregătitoare/pre-proiect, în scopul definirii adecvate a unui proiect de centrală nuclearoelectrică, de o manieră care să permită luarea deciziei finale de investire.

În vederea repornirii Proiectului, luând în considerare bunele practici internaționale in domeniu (de a aloca fonduri semnificative în faza pregătitoare/pre-proiect în scopul definirii adecvate a proiectului de o manieră care să permită luarea unei decizii finale de investire), modalitatea de implementare avuta în vedere de Strategie constă într-o abordare etapizată, respectiv împărțirea proiectului pe trei etape distincte de dezvoltare: Etapa 1 - Etapa pregătitoare - Preliminary Notice to Proceed (Pre-LNTP); Etapa 2 - Lucrări Preliminare (Limited Notice to Proceed - LNTP) si Etapa 3 - Construcție (Emiterea Ordinului Final de Începere a Lucrărilor / Final Notice to Proceed - FNTP).

## Retehnologizarea Unității 1 si Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavoda

Retehnologizarea Unității 1 CNE Cernavoda reprezintă cel mai mare proiect de investiții derulat în exclusivitate de SNN.

Orice unitate nucleară are o durată de viață limitată, stabilită prin proiect. În cazul unităților cu tehnologie CANDU, durata de viață proiectata este de 210.000 ore de funcționare la putere nominală, care la un factor de capacitate de 80%, se traduce într-o durata operațională economică de exploatare de circa 30 de ani. Principalele componente și structuri care limitează durata de viață sunt canalele de combustibil, feederii si anvelopa reactorului nuclear.

Date fiind costurile majore pe care le presupune realizarea unor unități noi de producție de mari dimensiuni, utilizând tehnologie nucleara, alternativa retehnologizării este atractivă pentru proprietarul unei unități nucleare. Principalul avantaj al unei asemenea opțiuni este acela ca, la finalul retehnologizării, proprietarul se va afla în posesia unei unități nucleare capabile să funcționeze la parametrii de proiect pentru încă un ciclu de viață (cca. 30 de ani), la costuri situate în jurul a 40% din cele pe care le-ar presupune construirea unui obiectiv similar nou. Suplimentar, retehnologizarea este mai avantajoasă decât construirea unei capacități noi prin faptul că durata necesară pentru lucrările efective de retehnologizare este semnificativ mai scurtă, estimată, pe baza informațiilor disponibile în acest moment, între 24 si 30 de luni.

Retehnologizarea Unității 1 CNE Cernavoda a fost aprobată de acționarii SNN prin Hotărârea nr. 27/23.12.2013. În conformitate cu studiul cu privire la organizarea optimă a proiectului, elaborat de Asocierea formată din companiile SC AMEC Foster Wheeler Nuclear RO SRL si AMEC NSS Limited in cadrul unui contract de consultanta atribuit prin licitație, contract vizând modul optim de organizare a proiectului de retehnologizare, proiectul efectiv de retehnologizare (etapa a doua) este structurat in trei faze:

* Faza 1 -Definirea proiectului
* Faza 2 – Pregătirea implementării
* Faza 3 – Oprirea unității si derularea efectiva a proiectului de retehnologizare.

Acționarii SNN au aprobat în data de 23.02.2022 decizia de investiție în proiectul Retehnologizării Unității 1 CNE Cernavoda, pe baza Studiului de Fezabilitate și a scenariului 2 „Enhanced Safety”, considerat optim de către SNN. Varianta aprobata de acționarii SNN include modificări de proiect, care asigura în plus fata de Scenariul 1 creșterea marginilor de securitate nucleară a centralei si țin cont de noile tendințe de creștere a robusteții din punct de vedere al securității nucleare. In urma luării deciziei de investire de carte acționarii SNN, proiectul de Retehnologizare a unității 1 CNE Cernavoda a trecut in faza 2.

În ceea ce privește proiectul Retehnologizarea Unității 2 CNE Cernavoda, se preconizează că acest proiect va urma un scenariu similar de pregătire si realizare cu proiectul Retehnologizarea Unității 1, luând în considerare și ținând cont de practicile bune si lecțiile învățate în proiectul de Retehnologizare U1, respectiv în proiectele similare derulate în țările cu tehnologie CNE de tip PHWR-CANDU.

## Autorizarea, construirea si punerea în funcțiune DFDSMA

Potrivit prevederilor art. 3, alin. (1), lit. e) din Anexa 1 la Hotărârea Guvernului nr. 1437/2009 privind aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare și a structurii organizatorice ale Agenției Nucleare și pentru Deșeuri Radioactive, ANDR are responsabilitatea de a asigura depozitarea definitivă, în condiții de siguranța, a deșeurilor radioactive rezultate din ciclul combustibilului nuclear și al deșeurilor radioactive, prin construirea de noi instalații privind depozitarea corespunzătoare a deșeurilor radioactive.

Conform obiectivelor ***Strategiei Naționale pe termen mediu şi lung privind gestionarea in siguranță a deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat***, aprobat prin HG 102/2022 document programatic, ANDR are responsabilitatea autorizării, construirii, punerii în funcțiune și operării până în anul 2028, a unui depozit de suprafața pentru deșeuri slab și mediu active, denumit ***Depozitul Final pentru Deșeuri de Slabă şi Medie Activitate (DFDSMA)*** – primele 8 celule.

DFDSMA are scopul să asigure depozitarea definitivă și în siguranță a deșeurilor radioactive de slabă și medie activitate cu radionuclizi cu viață scurtă și cantități limitate de radionuclizi de viață lungă. Depozitul de suprafață DFDSMA va fi proiectat să aibă o capacitate maximă de depozitare de aproximativ 122.000 m3 de deșeuri radioactive, de slabă și medie activitate, tratate și condiționate prin grija titularilor de autorizație nucleară care generează deșeuri radioactive. DFDSMA va conține maxim 64 de celule de depozitare, proiectul se va realiza eșalonat în timp, în cadrul a 8 etape, investiția inițială constând din primele 8 celule de depozitare.

Etapele de realizare a acestui proiect se regăsesc in ***Strategia Națională pe termen mediu şi lung privind gestionarea in siguranță a deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat***, document de referință a domeniului nuclear, aprobat de Guvernul României prin HG nr 102/2022 , postat pe site-ul Agenției Nucleare si pentru Deșeuri Radioactive, la secțiune Gospodărirea Deșeurilor Radioactive / Strategii și Programe, sau accesând acest link: <http://andr.ro/wp-content/uploads/2019/09/Strategia-nationala-pe-termen-mediu-si-lung-privind-gestionarea-in-siguranta-a-combustibilului-nuclear-uzat-si-a-deseurilor-radioactive-2022.pdf>

## Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune DGA

Potrivit prevederilor art. 3, din ***Ordonanța Guvernului nr. 11/2003***, *privind gospodărirea în siguranță a deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat, republicată*, ANDR are responsabilitatea de a asigura depozitarea definitivă, în condiții de siguranță, a deșeurilor radioactive rezultate din ciclul combustibilului nuclear, inclusiv a celor rezultate din dezafectarea instalațiilor nucleare și radiologice, cât și a deșeurilor radioactive rezultate din aplicațiile tehnicilor și tehnologiilor nucleare în industrie, medicină, agricultură, cercetare și în alte domenii de interes socio-economic.

În prezent, România a stabilit utilizarea combustibilului nuclear în ciclu deschis, considerând combustibilul nuclear uzat drept “deșeu de activitate înaltă”, care urmează a fi depozitat definitiv într-un depozit geologic de adâncime, fără intenție de recuperare. Acest depozit presupune depozitarea definitivă a combustibilului nuclear uzat, a deșeurilor radioactive de activitate înaltă și a deșeurilor radioactive de activitate joasă și medie de viață lungă, într-o instalație adecvată, la adâncimi mari, folosind bariere naturale și inginerești, evitând astfel riscul de contaminare radioactivă a biosferei.

Soluția implementării unui Depozit Geologic de Adâncime asigură depozitarea definitivă și în condiții de siguranță a combustibilului nuclear uzat, a deșeurilor radioactive de activitate înaltă și a deșeurilor radioactive de activitate joasă și medie de viață lungă. Bazele acestui proiect vor respecta principiul primordial al domeniului de gestionare a deșeurilor radioactive, stipulat în OUG nr. 11/2003 – „*principiul utilizării celor mai bune tehnici și tehnologii existente fără antrenarea unor costuri nejustificate pentru generațiile viitoare și luându-se în considerare posibilele efecte transfrontaliere*”.

Precum în multe alte țări cu programe nuclearo-energetice relativ recente, programul de depozitare geologică în Romania se afla într-o etapă incipientă. Strategia planificată pentru implementarea acestui program presupune parcurgerea următoarelor etape:

* *Selectarea conceptului de depozitare;*
* *Strategia de selectare a amplasamentului;*
* *Plan de cercetare-dezvoltare pentru implementarea depozitarii geologice;*
* *Selectarea rocii gazdă;*
* *Caracterizarea amplasamentului;*
* *Autorizarea amplasamentului;*
* *Construcția depozitului;*
* *Autorizația de operare;*
* *Perioada de control post-închidere.*

ANDR are responsabilitatea autorizării, construirii, punerii in funcțiune și operării depozitului geologic de adâncime până în anul 2055, etapele de realizare a acestui proiect se regăsesc și în documentul strategic menționat mai sus, postat pe site-ul Agenției Nucleare si pentru Deșeuri Radioactive, la secțiune Gospodărirea Deșeurilor Radioactive / Strategii și Programe, sau accesând acest link: <http://andr.ro/wp-content/uploads/2019/09/Strategia-nationala-pe-termen-mediu-si-lung-privind-gestionarea-in-siguranta-a-combustibilului-nuclear-uzat-si-a-deseurilor-radioactive-2022.pdf>

## Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavoda

Într-un reactor CANDU care utilizează apa grea în sistemele nucleare cu rol de moderator și agent primar de transport al căldurii (agent de răcire), prin transformarea deuteriului (izotopul hidrogenului din componenta apei grele) sub influența câmpurilor neutronice, se produce tritiu (izotop radioactiv al hidrogenului), rezultând apă grea tritiată (DTO). În exploatarea normală a unui reactor CANDU, concentrația tritiului ce se formează în apa grea crește până la un regim staționar, în care formarea tritiului este echilibrată de dezintegrarea radioactivă a acestuia.

Realizarea proiectului CTRF are un impact pozitiv deoarece permite o reducere semnificativă a inventarului total de tritiu din CNE tip CANDU. Instalația CTRF prevăzută a fi realizată prin acest proiect va prelua alternativ și va asigura detritierea apei grele utilizate în sistemele nucleare din reactoarele Unităților 1 și 2 CNE Cernavoda.

Proiectul CTRF reprezintă o concretizare la cel mai înalt nivel a preocupărilor continue ale CNE Cernavodă de îmbunătățire a performantei de mediu determinând o diminuare a evacuărilor de tritiu în efluenți, cu impact pozitiv privind protecția populației şi a mediului, totodată asigurând reducerea expunerii profesionale la tritiu a lucrătorilor, cu impact pozitiv asupra asigurării protecției sănătății personalului.

Realizarea și implementarea proiectului evită clasificarea apei grele tritiate ca deșeu radioactiv la sfârșitul exploatării reactoarelor nucleare si includerea etapelor de gospodărire a acestei categorii de deșeuri radioactive în planul de dezafectare al Unităților 1 și 2 CNE Cernavoda, evitând astfel, necesitatea gestionării unor volume mai mari de deșeuri radioactive, inclusiv depozitarea definitivă a acestora.

Instalația CTRF poate asigura detritierea apei grele tritiate și din sistemele nucleare ale viitorului proiect al Unităților 3 și 4 CNE Cernavodă, urmând ca în această situație să fie stabilită valoarea la care se va reduce concentrația tritiului în moderator pentru fiecare unitate în parte și cu asigurarea mijloacelor de transfer al apei grele de la Unitățile 3 și 4 la CTRF.

## Construirea unei prime centrale nuclearoelectrice bazată pe module SMR, cu tehnologie PWR NuScale

Sistemele nucleare noi sunt gândite sa fie flexibile pe baza conceptelor de reactoare modulare mici (*Small Modular Reactors, SMR*), a reducerii efectelor de reactivitate in cursul arderii, precum si dezvoltării de noi materiale capabile sa suporte efectele de ciclaj.

Conceptele SMR cele mai avansate au o flexibilitate ridicata, fiind capabile sa urmărească fără probleme curbele tipice de sarcina.

Pe de alta parte sistemele noi pot fi mult mai eficient utilizate in opțiunea de cogenerare (producție de electricitate si căldura pentru diverse procese industriale).

Din punct de vedere al aspectelor de securitate, in cazul SMR putem avea o reducere radicala a termenului sursa, ceea ce va permite alegerea de amplasamente in apropierea zonelor industriale si de locuit, cu posibilitatea de a furniza căldură de proces, precum si căldură pentru încălzirea locuințelor din aglomerările urbane.

Opțiunea de creștere a capacitații energetice pe baza de tehnologie nucleara prin dezvoltarea reactoarelor modulare mici este parte a *Acordului Interguvernamental al României cu Statele Unite ale Americii pentru dezvoltarea programului nuclear civil al României* si este un element decisiv in realizarea obiectivelor energetice pentru dezvoltarea unor noi tehnologii nucleare care sa sprijine atingerea obiectivelor de decarbonare si securitate energetica. Tehnologia NuScale este singura *tehnologie de tip SMR* care a obținut aprobarea unei autorități de reglementare (U.S. Nuclear Regulatory Commission) a proiectului, conferindu-i un avantaj competitiv, avans care se regăsește și în activitățile de proiectare de detaliu, fabricanți selectați şi planificare a construcției. Un alt avantaj competitiv al tehnologiei SMR NuScale îl reprezintă un grad ridicat de modularitate (putere instalată relativ redusă a fiecărui modul) care permite o flexibilitate sporită atât din perspectiva participării la reglajul SEN (piața de echilibrare) cât şi din perspectiva selectării amplasamentului, dimensionării centralei, modelului economic și finanțării.

În data de 4 noiembrie 2021, SNN şi NuScale Power au semnat un *Acord de Cooperare (“Teaming Agreement”) – foaie de parcurs pentru implementarea reactoarelor modulare mici (SMR) de tip NuScale în România*, cu scopul de a dezvolta un plan preliminar și o foaie de parcurs ale Proiectului (implementarea, inițial, a unei CNE cu 6 module, 462MWe pe un amplasament dezafectat al unei centrale pe cărbune, cu posibilitatea extinderii numărului de module și/sau la alte amplasamente).

În acest context, SNN desfășoară o serie de activități pregătitoare privind dezvoltarea unei prime centrale nuclearoelectrice bazată pe tehnologie SMR NuScale la nivel național în acest deceniu. Desi pe termen lung  pot exista preocupari legate de amplasarea si implementarea altor tehnologii SMR, tehnologia SMR de tip Nuscale ramane prima optiune strategica de  implementare. Aceasta optiune se va implementa de catre SNN, in contextul in care Planul de actiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung ale SNDDN din PNN promoveaza colaborarea la nivel regional, european si international privind cercetarea-dezvoltarea, demonstrarea si inovarea in domeniul nuclear, in acest caz particular, aceasta colaborare constand în implicarea în activități internaționale care privesc promovarea tehnologiilor nucleare inovatoare de tip SMR.

## Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED

Filiera de reactori rapizi răciți cu plumb prezinta avantaje deosebite in ceea ce privește securitatea nucleara, utilizarea resurselor de combustibil, minimizarea volumului de deșeuri înalt active sau rezistenta la proliferare asigurând o competitivitate semnificativa prin adoptarea proiectării în categoria reactorilor mici si modulari .

Tehnologia ***reactorilor rapizi răciți cu plumb*** (*LFR, Lead Fast Reactors*) este susținută de Uniunea Europeană prin platforma tehnologică SNETP (*Sustainable Nuclear Energy Technology Platform*) și inițiativa industrială pentru dezvoltarea sistemelor nucleare de Generație IV, ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative).

***Proiectul ALFRED*** reprezintă un proiect de cercetare ce are ca obiectiv construcția reactorului de demonstrație a tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb ALFRED (Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator) și a infrastructurii experimentale necesara autorizării lui.

In 2011, utilizând oportunitatea programului cadrului de cercetare al EU EURATOM, Guvernul român s-a angajat ca, prin RATEN ICN, să desfășoare, în parteneriat european, programul de cercetare în domeniul reactorilor rapizi răciți cu plumb (tehnologia LFR) care prevede realizarea reactorului de demonstrație ALFRED în România. Prin memorandumul guvernamental din 2014, platforma nucleară de la Mioveni – Argeș a fost nominalizată ca amplasament de referință pentru demonstratorul ALFRED și infrastructura experimentală suport necesară pentru autorizarea lui.

*Proiectul ALFRED este inclus in Foaia națională de parcurs*, actualizată, a Infrastructurii de Cercetare din cadrul Strategiei Naționale pentru Cercetare-Dezvoltare-Inovare, precum si în Strategia de Specializări Inteligente a regiunii Sud Muntenia.

Demonstrarea viabilității tehnice si economice a noii tehnologii necesita construcția unui reactor de demonstrație, ALFRED, ce precedă comercializarea reactoarelor LFR. Autorizarea reactorului ALFRED necesita, la rândul sau, testarea, demonstrarea, calificarea materialelor, componentelor și sub-ansamblurilor sale, precum si verificarea si validarea standardelor si codurilor utilizate in proiectarea si evaluarea securității.

In acest sens, este necesara construcția unei infrastructuri experimentale complexe constând in:

* Instalație de tip piscina pentru testarea (ATHENA)
* Laborator pentru chimia plumbului (CHEMLAB)
* Instalație de tip bucla pentru testarea fasciculului combustibil (HELENA2)
* Instalație pentru testări de anduranța (ELF)
* Instalație pentru testarea manipulării combustibilului (HANDS ON)
* Instalație pentru investigarea comportării combustibilului in caz de accident (MELTIN POT)
* Hub-ul de coordonare și Centrul de Excelență Lead School.

Progresele realizate sunt concretizate în prezent în activități pregătitoare în vederea construcției instalațiilor experimentale suport și a implementării programelor de cercetare-dezvoltare și respectiv, de educație și pregătire asociate activităților de testare-demonstrare-verificare-validare, precum și finanțarea și contractarea lucrărilor pentru construirea primelor instalații de cercetare si testare ATHENA si ChemLab.

## Construirea demonstratorului ALFRED, destinat demonstrării viabilității tehnologiei LFR;

România dezvoltă cercetări asociate reactorilor de Gen IV și contribuie la dezvoltarea tehnologiei LFR, urmând să găzduiască și să construiască reactorul de demonstrație ALFRED. Tehnologia reactorilor rapizi răciți cu plumb este deosebit de atractiva datorita caracteristicilor de securitate nucleară, utilizării eficiente a combustibilului (prin integrarea cu reactorii actuali se poate realiza un ciclu de combustibil cu reciclare completă), reducerii semnificative a cantității si radioactivității deșeurilor nucleare și rezistenței crescute la proliferare.

***Demonstratorul ALFRED*** este un reactor rapid răcit cu plumb, conceput ca SMR, cu o putere maxima de 125 MWe, ce urmează a fi construit pe platforma nucleara de la Mioveni. Operarea demonstratorului se va realiza in mod etapizat, in trei trepte de putere si temperatură.

Demonstratorul LFR este destinat testării tuturor sistemelor din punct de vedere al operării, inspecției și procedurilor de mentenanța în condiții reprezentative și demonstrării tehnologiei LFR. El susține dezvoltarea tehnologiei LFR și a conceptului SMR LFR prin:

* demonstrarea viabilității conceptului tehnologiei LFR, având în vedere posibilele aplicații, fezabilitatea și performanțele noii tehnologii
* susținerea operării sigure și sustenabile a flotei preconizate de sisteme industriale
* consolidarea caracteristicilor de dezvoltare durabilă ale energiei nucleare și contribuția la schimbările climatice
* si contribuie la creșterea capabilității cercetării nucleare romanești.

În ipoteza disponibilității resurselor umane și financiare adecvate în timp util, tehnologia LFR poate deveni disponibilă comercial începând cu 2040. Platforma concreta asigurată prin programul de cercetare, proiectare, construire, punere în funcțiune și operare a reactorului ALFRED va asigura dezvoltarea unei înalte tehnologii, specializarea resursei umane pentru programul energetic nuclear, precum si menținerea și dezvoltarea industriei nucleare autohtone prin participarea în calitate de furnizori si specialiști.

Proiectul se află în portofoliul consorțiului internațional FALCON (Fostering ALFRED CONstruction) creat în 2013 de către Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară, Ansaldo Nucleare şi ENEA.

## Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive si radioizotopi de interes medical

Producerea de fascicule de ioni radioactivi si studiul izotopilor depărtați de stabilitate reprezintă un domeniu de vârf al fizicii nucleare contemporane și o direcție principala de dezvoltare a cercetării fundamentale experimentale în acest domeniu. Se propune realizarea în IFIN-HH unei infrastructuri de cercetare (IC) dedicata producției de fascicule de ioni radioactivi prin reacții fotonucleare, infrastructura ce va deschide noi oportunități de cercetare in fizica nucleara si aplicațiile acesteia. Instalația “Radioactive Ion Facility la IFIN-HH”, acronim RIF@IFIN, va furniza fascicule de nuclee radioactive exotice produse în procesul de fotofisiune a Uraniului sau Toriului indus de radiația de frânare generată de către un fascicul intens de electroni de energii mari. In paralel, o stație de iradiere va fi dedicată producerii prin reacții fotonucleare de izotopi radioactivi cu potențial teragnostic pentru dezvoltarea de noi produse radiofarmaceutice.

Unicitatea pe plan mondial a infrastructurii RIF@IFIN va consta in utilizarea tehnologiilor de ultima ora in separarea si extragerea produșilor de fisiune (celule criogenice cu gaz, covoare de radio-frecventa) pentru a optimiza intensitatea fasciculelor de ioni radioactivi, in special a izotopilor elementelor refractare.

RIF@IFIN va contribui la dezvoltarea a unor noi tehnici, tehnologii si echipamente avansate, conducând la creșterea potențialului de inovare in domeniul aplicațiilor fizicii nucleare, in particular in domeniul materialelor si sănătate, dar si la o mai buna înțelegere a procesului de fisiune nucleara si la dezvoltarea competentelor in acest domeniu, reprezentând una din principalele opțiuni de producere a energiei fără emisii de gaze cu efect de sera.

## Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentala si aplicativa de fizica nucleara cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP

Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (ELI-NP) reprezintă o infrastructura de cercetare de top la nivel mondial dedicata cu precădere studiilor din domeniul Fotonicii Nucleare. Fotonica Nucleara este un domeniu interdisciplinar in care fizica nucleara, fizica laserului, știința materialelor, știința acceleratoarelor, științele vieții contribuie in mod sinergic pentru stabilirea de noi direcții de cercetare fundamentala si aplicata cu beneficii unice pentru societate.

Echipamentul de cercetare principal este un sistem de doua lasere de mare putere cu impulsuri ultrascurte de 10 PW bazate pe metoda Chirped Pulse Amplification.

La putere maxima, laserele ELI-NP vor atinge in premiera mondiala intensități la nivelul de 1023 W/cm2, permițând explorarea regimurilor de accelerare de ioni grei cu caracteristici remarcabile; un exemplu este densitatea foarte mare a fasciculelor de ioni (densitatea stării solide ~1022 atomi/cm3), cu multe ordine de mărime mai mare decât a fasciculelor de ioni furnizate de acceleratoarele „clasice”. Astfel de impulsuri laser foarte intense pot schimba radical paradigma acceleratorilor de particule in viitor.

Un program vast de cercetare biomedicala, ancorat in posibilitățile unice ale ELI-NP, este in dezvoltare la ELI–NP si abordează subiecte precum: producția de fascicule de radiații relevante pentru radioterapie, efectele radiobiologice ale fasciculelor de radiații generate de lasere, imagistica medicala de raze X cu contrast de faza si investigarea posibilității de producere a radioizotopilor de interes medical cu fascicule de radiații generate de laserele de mare putere.

Fasciculele intense de radiație secundara produse de impulsurile laser la 0,1 PW si 1 PW (electroni, protoni, neutroni, raze gamma) vor fi folosite pentru caracterizarea comportamentului materialelor in câmpuri extreme de radiație cu aplicații in selecția si dezvoltarea materialelor pentru dispozitivele de fuziune nucleara, reactoarele de fisiune sau industria spațială.

# D Prezentarea instalațiilor, activităților și proiectelor din aplicații non energetice

## Iradieri tehnologice (Iradieri tehnologice)

IFIN-HH a dezvoltat o gamă variată de aplicații, precum: sterilizarea/decontaminarea produselor medicale şi farmaceutice, de uz uman şi veterinar, a materiilor prime pentru cosmetice şi suplimente alimentare, a materialelor pentru biotehnologii, studii de radio-rezistentă a microorganismelor sau a materialelor şi dispozitivelor. O aplicație aparte, la dezvoltarea căreia România are o contribuție importantă la nivel internațional, este tratamentul de dezinfecție pentru conservarea patrimoniului cultural.

În cadrul institutului Național de Cercetare și Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară “Horia Hulubei”(IFIN-HH) funcționează singurul iradiator cu radiații (Cobalt-60) de nivel industrial din România. Pe lângă iradiatorul industrial multiscop, departamentul de iradieri tehnologice IRASM din IFIN-HH dispune și de un iradiator  de cercetare, un laborator de microbiologie şi un laborator de încercări fizico-chimice, având activități atât în contracte directe cu întreprinderi cât şi în cadrul proiectelor CDI cu finanțare publică.

Iradiatorul IRASM este singura facilitate de terța parte disponibila pentru sterilizare in Romania, accesibila tuturor agenților economici interesat. Practic, toate întreprinderile mici si mijlocii care produc furnituri sterile sau au nevoie de un tratament pentru reducerea încărcăturii microbiene apelează la serviciile IRASM. Prin activitățile de iradiere tehnologica si de analize de laborator (microbiologie, fizico-chimice), IRASM a contribuit la punerea sau menținerea pe piața (in condiții marcajului CE, respectiv al autorizării GMP) a multor produse autohtone (pana la 5.000 m3/an), dar si la dezvoltarea si promovarea unor noi tehnologii: mai mult de 25 de proiecte CDI in parteneriat cu întreprinderi si alte unități de cercetare, in toate programele naționale din ultimii 20 de ani (ORIZONT 2000, PNCDI 1-3, POC).

IFIN-HH își propune sa mențină si sa consolideze capacitatea de iradiere tehnologica existenta (iradiere cu radiați γ) si sa dezvolte noi aplicații specifice acceleratoarelor de electroni.

## Metrologia Radiațiilor Ionizante

Începând cu secolul 21, datorita progresului accelerat al științei electronicii si a celei computaționale, tehnologia informatei (IT) si digitalizarea au început sa isi găsească locul in mai toate sectoarele societăți. Datorita acestei “simbioze”, un nou concept inovativ a început sa se dezvolte, cel al “Internet of Things” (IoT), concept ce descrie un sistem interconectat de dispozitive computaționale, mașini mecanice si digitale, obiecte si capacitatea de a transfera datele într-o rotea fără a necesita interacții de tipul uman-uman sau uman-computer. Ca si consecință, producerea celei de “A Patra Revolute Industriala” (Industria 4.0) a început sa devina din ce in ce mai vizibila in toate sub-sectoarele sale si in domeniile asociate lor. Metrologia, ca domeniu specific aflat in strânsă legătură cu majoritatea sectoarelor industriei, necesita progrese către digitalizare pentru a se adapta noilor cerințe. Astfel, un nou concept inovativ, acela al Certificatului de Etalonare Digital (CED), necesita a fi dezvoltat, validat si implementat. Acesta va permite furnizorilor de servicii de metrologie să poată oferi aceste servicii într-o maniera mai facila, mai rapida, mai sigura, mai eficienta economic si mai ecologica (Etalonare 4.0), integrându-se astfel in cadrul conceptului Green Deal al UE de „Oraș Inteligent” (puternic sprijinit de către Comisia Europeana). Prin implementarea acestui proiect, IFIN-HH dorește sa își aducă contribuția la procesul de digitalizare a metrologiei, având in vedere statutul sau de Etalon National (pentru Metrologia Radiaților Ionizante). Aspectele referitoare la radioprotecție si riscurile asociate domeniului radiaților ionizante, plasează metrologia radiaților ionizante printre ramurile metrologiei ce necesita imperios a sprijini digitalizarea (Metrologia 4.0).

Etalonul National de radioactivitate trebuie menținut si dezvoltat in următorii ani. Acest lucru implica modernizarea unor echipamente, participarea anuala la comparări internaționale de măsurare a activități organizate de BIPM (Biroul Internațional de Masuri si Greutăți) sau EURAMET (Asociata Europeana a Institutelor Naționale de Metrologie) pentru menținerea trasabilități metrologice si a echivalentei internaționale, precum si asigurarea personalului necesar in cadrul IFIN-HH/LMRI (Laboratorul de Metrologia Radiaților Ionizante) – personal înalt specializat, instruit permanent prin participarea la conferințe, workshop-uri, cursuri în țară și în străinătate, precum și prin realizarea de stagii științifice la cele mai prestigioase Institute Naționale de Metrologie / Institute Desemnate din străinătate.

## Criminalistica Nucleara

Criminalistica Nucleara este o știință relativ noua, cu caracter multidisciplinar. Obiectul principal de activitate al acesteia îl reprezintă analiza materialelor nucleare sau a altor surse radioactive prin determinarea caracteristicilor fizico-chimice pe baza unor tehnologii si tehnici avansate din domenii precum fizica nucleara, chimia si știința materialelor.

Laboratorul NFL-RO din cadrul Institutul National de C-D pentru Fizica si Inginerie Nucleara “Horia Hulubei” (IFIN-HH) se axează pe eficienta in sprijinirea autorităților judiciare in cadrul anchetelor penale, pe sustenabilitatea laboratorului si a resursei umane, precum si o abordare cat mai justa a raportului cost-eficienta in ceea ce privește serviciile analitice oferite.

Capacitățile de Criminalistica Nucleara dezvoltate de Romania prin intermediul laboratorului NFL-RO sunt dedicate sprijinirii autorităților de investigație naționale prin analize de mijloace materiale de proba ce prezinta radioactivitate. De asemenea, aceste capacitați pot fi utilizate cu succes pentru a oferi suport tehnic autorităților de reglementare din domeniul nuclear, dar si din alte domenii. Expertizele oferite de către specialiștii din domeniul criminalisticii nucleare sprijină identificarea materialelor găsite in afara controlului autorizat si, prin urmare, pot oferi o indicație a încălcării legii sau a securității nucleare (inclusiv informații despre vulnerabilități in protecția fizica a instalațiilor care dețin astfel de materiale). In funcție de cadrul legal al tarii si prevederile care stau la baza sistemului judiciar național, criminalistica nucleara poate ajuta, de asemenea, la determinarea încadrării juridice a faptelor, atunci când trebuie făcută o distincție cu privire la gravitatea infracțiunii săvârșite, pe baza materialelor implicate sau a potențialei utilizării a acestora.

## Instalația Pilot Experimental pentru Separarea Tritiului si Deuteriului (PESTD)

Instalația Pilot Experimental pentru Separarea Tritiului si Deuteriului,(PESTD) din cadrul Institutului National de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice si Izotopice - I.C.S.I Râmnicu Vâlcea a cărei misiune este de a confirma datele tehnologice si caracteristicile funcționale ale utilajelor specifice operării in mediu tritiat si la temperaturi criogenice, in scopul implementării la CNE Cernavoda a unei instalații de detritiere a apei grele utilizate in reactoarele de tip CANDU. Pilotul experimental (PESTD) constituie una i dintre putinele instalații experimentale de separare a tritiului si deuteriului din lume, si este unica in Europa la nivel de pilot semiindustrial, iar sistemul de distilare criogenica, parte integranta a acestui pilot, este o instalație cu mare putere din punct de vedere frigorific. Aceasta facilitate experimentala permite dezvoltarea de experimente reprezentative pentru recuperarea titriului din efluenții lichizi si gazoși specifici atât reactoarelor de fisiune de tip CANDU dar si reactoarelor de fuziune ( proiectul ITER) creând premisele investigării proceselor de recuperare si stocare din sistemul Tritium Cycle.

## Centrul National pentru Hidrogen si Pile de Combustibil

Centrul National pentru Hidrogen si Pile de Combustibil (CNH) din cadru Institutului National de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice si Izotopice - I.C.S.I Râmnicu Vâlcea, care si-a asumat ca element cheie dezvoltarea de sisteme energetice ce utilizează tehnologiile bazate pe hidrogen si pile de combustibil constituie o facilitate de cercetare-dezvoltare având misiunea de a implementa, dezvolta si disemina in Romania tehnologiile energetice bazate pe hidrogen, dar si de a sprijini politicile prioritare naționale in domeniul energetic si de mediu. CNH dispune de o infrastructura de excepție asigurând întregul lanț al noii revoluții energetice (Producere→Stocare/Transport→Utilizare), iar resursa umana este focalizata pe dezvoltarea de tehnologii, produse si servicii ce concura la realizarea unei adevărate “economii a hidrogenului” in Romania.

Laboratorul de temperaturi scăzute, destinat aplicaților de stocare a hidrogenului lichefiat si tehnologiilor de stocare prin superconductivitate (CRYO-HY), si laboratorul de stocare a energiei (ROM-EST), împreună cu program de cercetare al „ICSI-4EE” (ICSI for Energy and Environment) sunt gândite sub semnul continuității si inovației, prin promovarea de cercetări de tip aplicativ si tehnologic, generatoare de capabilități umane si tehnologice precum si noi cunoștințe in domenii strategice de dezvoltare pentru Romania: (i) tehnologii izotopice tip suport pentru energetica nucleara; (ii) energetica hidrogenului si tehnologii de stocare energie; (iii) valorificarea deșeurilor si (iv) investigare avansata a impactului antropogenic asupra mediului si a calități vieții prin dezvoltarea si implementarea de metode analitice avansate si markeri adecvați.

## Cercetare multi- si interdisciplinara in domeniul resurselor minerale primare si secundare

Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Metale si Resurse Radioactive – I.C.P.M.R.R. București –(INCDMRR – ICPMRR București) este un INCD, unic in domeniul resurselor rare si radioactive din Romania cu activitate specifica domeniului Resurse Minerale (primare, radioactive si secundare), dezvoltându-se inițial din anul 1966 valorificând resursele minerale radioactive la începutul ciclului nuclear, continuând ca INCD din anul 2003 pana in prezent. Direcția științifică are in componenta laboratoare pentru: geomodelare si analiza numerica; tehnici si tehnologii de procesare a mineralelor si de mediu; hidrometalurgia metalelor rare si radioactive; dar si dezvoltare tehnologica, închidere si ecologizare obiective miniere; stație micro- pilot; dotări in echipamente performante/specifice domeniului. Institutul are acreditari, certificări si autorizări in domeniul deținerii, manipulării, utilizării, depozitarii temporare, transportului, analizării si valorificării resurselor radioactive primare si secundare; certificări ISO 9001,14001. Institutul are dotări unice/ aparatura / infrastructura corespunzătoare domeniului de activitate si deține expertiza si dotarea necesare pentru a asigura soluții tehnologice ce vizează ciclul de fabricare a combustibilului nuclear precum si capacitatea de a acționa ca formator de noi specialiștii in acest domeniu, in condițiile unei acute lipse de resurse umane specializate.

Activitatea se încadrează in domeniile SNCDI ’’Energie, Mediu, Schimbări climatice (valorificarea combustibililor fosili, a resurselor pentru obținerea materiei prime pentru producerea combustibilului nuclear, conservarea mediului înconjurător, tehnici de reciclare si depoluare etc.), ’’Eco-nano-tehnologii si Materiale avansate (combustibili, materiale noi / reciclate, decontaminarea elementelor de mediu din perimetrele sau in vecinătatea perimetrelor miniere uranifere etc.), Bioeconomie si Sănătate care se regăsesc in proiectele in parteneriat depuse la competiții pe subiecte de monitorizare radioactiva/ studii de impact si risc, in areale miniere uranifere, vechi si noi.

Misiunea institutului este aceea de a funcționa ca un pol tehnologic, care desfășoară activități de cercetare multi- si interdisciplinara in domeniul resurselor minerale primare si secundare, pentru necesitatele societății legate de resurse ca materie prima, in concordanta cu dezvoltarea durabila si protecția mediului, in scopul furnizării de soluții științifice si tehnologice si de rezultate cu potențial aplicativ direct pentru beneficiarii interesați.

## Aplicații in medicina

Tehnicile nucleare oferă informații precise de diagnostic, care sunt de o importanta vitala in detectarea si vindecarea bolilor infecțioase si netransmisibile, precum cancerul. Radiofarmaceutice sunt folosite pentru a trata bolile si pentru a permite diagnosticarea imagistica. Radioterapia folosește, de asemenea, fascicule de radiații focalizate care sunt esențiale in vindecarea unor afecțiuni.

Utilizarea sigura si bine coordonata a tehnicilor nucleare pentru a detecta, diagnostica si trata bolile si pentru a combate malnutrita contribuie la îmbunătățarea sănătății si a stabilității sociale in întreaga lume. Astfel, Institutul de Fizica si Inginerie Nucleara „Horia Hulubei” (IFIN- HH Măgurele), care dispune de departamente cu echipamente moderne si performante de cercetare si producție pentru o gama larga de radiotrasori pentru diagnosticarea cancerului, precum si pentru tratamentul curativ si paliativ dezvolta cercetări susținute pentru producerea de radioizotopi medicali cu aplicații in medicina nucleara, precum si pentru dezvoltarea de radiofarmaceutice noi si tehnici de diagnosticare si terapie inovatoare. Proiectele dezvoltate in acest domeniu de către IFIN-HH vor duce la implementarea si dezvoltarea unor metode de diagnostic si tratament care in acest moment nu sunt practicate in Romania sau sunt insuficient dezvoltate datorita infrastructurii medicale inadecvate si a personalului specializat corespunzător pregătit. Prin urmare, rezultatele vor avea un impact asupra îmbunătățirii calități asistentei medicale si a siguranței pacientelor.

## Aplicații in agricultura si alimentație

*Tratamentul si conservarea alimentelor*

Radiațiile ionizante reprezintă o alternativa la produsele chimice in tratarea si conservarea alimentelor. Radiațiile pot fi folosite pentru a prelungi perioada de valabilitate a produselor alimentare.

In carne si alte alimente de origine animala, iradierea distruge bacteriile care cauzează alterarea, precum si boli, cum ar fi otrăvirea cu salmonella. Acest lucru permite o oferta de alimente sigure, care pot fi stocate timp îndelungat.

Iradierea inhiba, de asemenea, formarea tuberculilor de fructe si legume, pentru a întârzia coacerea lor. Rezultatul este ca fructele si legumele proaspete pot fi stocate mai mult timp înainte de maturare.

Tehnica de iradiere este deosebit de importanta atunci când se exporta alimente in tarile cu clima tropicala, caz in care produsele alimentare pot fi alterate cu ușurință din cauza temperaturilor ridicate.

*Carantina si exportul alimentelor*

Radiațiile ionizante sunt folosite pentru a distruge paraziții si insectele ce pot exista in bunurile exportate in afara unei tari. Radiația ucide paraziții care pot genera risc major de carantina in tarile de destinație. Iradierea alimentelor se face atât pentru extinderea duratei de păstrare / reducerea pierderilor prin depreciere, cat si in scop profilactic, pentru a preveni incidenta unor patogeni specifici (Salmonella, E. Coli) sau ca tratament de carantina pentru exportul inter-continental. Iradierea alimentelor are un grad de acceptare mai scăzut in Europa decât in alte părți ale lumii însă rămâne un instrument eficient pentru asigurarea siguranței alimentare.

*Controlul insectelor*

In întreaga lume, aproximativ 10% din culturile agricole sunt distruse de insecte. Pentru a controla aceasta amenințare, in perioadele specifice de împerechere sunt eliberate in mediul înconjurător insecte sterilizate artificial in laborator, cu ajutorul radiațiilor ionizante. Insectele femele, care se împerechează cu insectele sterile masculine, nu se mai pot reproduce. In consecință, populația de insecte dăunătoare poate fi diminuata rapid, metoda de eliberare a insectelor sterile in natura fiind cunoscuta sub denumirea “tehnica insectelor sterile” (SIT).

## Mediu

Știința nucleară joacă un rol valoros in a ne ajuta sa înțelegem istoria mediului nostru, modul in care sistemele de mediu funcționează si interacționează, parametrii care pot modifica distribuția spațio-temporala a bilanțului hidrologic, precum si impactul pe care oamenii îl au asupra mediului.

In prezent, in categoria aplicaților emergente, aplicațiile de mediu cu electroni accelerați pot deveni in curând alternative viabile de reducere a efectelor poluării aerului (tratamentul cu radiații pentru gazele de ardere - termocentrale, motoare de pe nave) sau al apei (tratamentul nămolului de canalizare sau a apelor reziduale industriale). Tratamentul apei acoperă atât decontaminarea microbiana cat si degradarea unor poluanți organici persistenți.

Trasorii de mediu oferă un instrument important pentru înțelegerea sursei, fluxului si dinamicii sistemelor de resurse de apa, eroziunea solului, modificărilor survenite in zonele costiere, efectelor acidifierii oceanelor asupra chimiei si vieții marine etc.

Exista o nevoie continua de a promova utilizarea lor pentru dezvoltarea politicilor de management durabil pentru protecția resurselor de apa, mediului terestru si acvatic.

De asemenea, trasorii radioactivi naturali sau artificiali se pot utiliza in scopul îmbunătățiri sănătății umane prin: (i) studii privind variabilitatea paleo-climei de-a lungul a milioane de ani pentru a înțelege mai bine interacțiunile oceanelor, pământului si atmosferice ale sistemului climatic; (ii) studiul si monitorizarea surselor de poluare, (iii) transportul si amestecarea in atmosfera inferioara a poluanților etc.

IFIN-HH se concentrează pe robustețea sau adecvarea scopului aplicării si utilizării trasorilor de mediu in abordarea problemelor si oportunităților in mod științific, pentru a promova utilizarea pe scara larga a acestora si pentru a aborda problemele de fond de vulnerabilitate, durabilitate si incertitudine in ape (supra si subterane), sisteme de resurse si managementul acestora. Sunt in curs de experimentare tehnologii de neutralizarea poluanților din gazele de ardere, ape uzate sau nămoluri municipale, iar iradierea se utilizează curent ca etapa tehnologica in fabricarea anvelopelor auto si pentru alte procese industriale de reticulare si grefare chimica.

## Conservare bunuri patrimoniu

Tratamentul cu radiații ionizante pentru conservarea patrimoniului cultural reprezintă o contribuție sociala remarcabila a domeniului nuclear. Caracterul penetrant al radiațiilor gama asigura certitudinea efectului biocid si in același timp posibilitatea tratamentului rapid al unor cantități mari de obiecte. Acest tratament se poate aplica obiectelor din lemn, hârtie, material textil, pelicula fotografica, piele, pergament. Accidente si/sau condiții de depozitare improprii pot conduce la atacuri biologice masive in muzee, arhive sau biblioteci, iar acestea sunt greu de înlăturat din cauza volumului mare de obiecte contaminate. Tratamentul cu radiații are un avantaj major: gradul ridicat de penetrare al radiațiilor ionizante asigura certitudinea efectului biocid in volum.

Pentru punerea in valoare a întregului potențial al iradierilor tehnologice, in cadrul IFIN –HH sunt preocupări pentru crearea unor noi capacitați de iradiere cu electroni accelerați, promovarea dezvoltării de noi aplicații de iradiere tehnologica si elaborarea de studii de fezabilitate pentru aplicații emergente ale iradierilor tehnologice, inclusiv prin instalarea de acceleratoare de electroni.

## Aplicații in industria clasica

O gama larga de industrii, de la agricultura la producție, utilizează radio nuclizi pentru a evalua materiale, produse si procese.

***Radiografia Gamma***

Așa cum o radiografie medicala permite unui medic sa obțină o imagine detaliata a unei fracturi osoase, o examinare industriala cu raze X sau cu raze gama poate oferi o imagine detaliata a unei fisuri interne într-o piesa turnata de metal, într-o sudura etc.

***Măsurători si analize industriale***

Radioizotopii sunt utilizați frecvent in procesele industriale la măsurarea vâscozității, a densității si a grosimilor, in condiții in care alte metode ar fi dificil sau imposibil de aplicat.

Intensitatea radiatei scade atunci când traversează diverse medii (materiale). Astfel, raportul dintre intensitatea radiatei emise si cea măsurată la ieșire, in conformitate cu legea de absorbție specifica materialului, ne oferă informații despre natura stratului străbătut.

Radioizotopii sunt, de asemenea, utilizați la calculul eficienței proceselor industriale de mixare, la evaluarea uzurii pereților furnalelor, la depistarea scurgerilor si a altor defecte in turnurile de răcire si la schimbătoarele de căldura de la centralele electrice. In operațiunile de măcinare si flotate, instrumentele care folosesc surse radioactive sunt larg răspândite. Aceste dispozitive au avantajul de a oferi măsurători fiabile fără contact.

Companiile miniere folosesc radionuclizi pentru a localiza si cuantifica zăcămintele minerale, pentru a cartografia contururile geologice folosind puțuri de testare si foraje miniere si pentru a determina prezenta hidrocarburilor.

***Surse de energie miniaturizate***

Radioizotopii au căpătat o larga utilizare in cadrul aplicaților care necesita surse autonome de energie, cum ar fi: stații si baloane meteorologice, echipamente pentru navigație (faruri, geamanduri etc.), stimulatoare cardiace etc.

***Fabricarea surselor de Ir192 pentru control nedistructiv in industrie***

Analiza integrității structurale a componentelor industriale fabricate prin turnare, forjare sau sudură necesită surse închise de radiații pentru detectarea eventualelor defecte de fabricație utilizând radiografie gamma, Ir192 fiind unul dintre izotopii cei mai frecvent utilizați in controlul nedistructiv industrial.

# E Plan de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung

In vederea demersurilor necesare pentru dezvoltarea și implementarea cu succes a obiectivelor propuse prin Strategie și prezentate mai sus, au fost identificate o serie de direcții și măsuri cu scopul de a facilita modul de ducere la îndeplinire a acestora.

Astfel în cadrul Planului de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung, se pot monitoriza obiectivele propuse cu ajutorul unor indicatori de performanță cu scopul de a stabili progresul înregistrat spre atingerea acestor obiective, într-un mod care este semnificativ pentru fiecare din părțile implicate, pentru a examina aspectele esențiale și pentru a măsura rezultatul implementării Strategiei.

***Plan de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung***

### OS 1 - Menținerea la un nivel ridicat de performanta și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Direcții de acțiune/***  ***Proiecte*** | ***Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte*** | ***Responsabil*** | ***Termen de realizare*** | ***Indicator de performanța[[1]](#footnote-1)*** |
| (Proiect)  *Finalizarea construcției și punerea în funcțiune a Unităților 3 și 4 la CNE**Cernavodă* | Etapa 1 - Etapa pregătitoare - Preliminary Notice to Proceed (Pre-LNTP) | SNN  Ministerul Energiei | * 1. luni | * Reoperaţionalizarea societății de proiect EN * Studii si activități de pre-proiect necesare revizuirii cerințelor tehnice necesare contractării IPC. * Întreprinderea de acțiuni care sa sprijine finanțarea proiectului * Implementarea strategiei de reoperationalizare si dezvoltare a proiectului [[2]](#footnote-2). |
| Etapa 2 - Lucrări Preliminare (Limited Notice to Proceed - LNTP) - Faza 1 a Contractului IPC\_ Inginerie, Procurare si Construcție |  | 18-24 luni | * Dezvoltarea părții de inginerie critică a Proiectului, a documentațiilor de securitate nucleară şi a analizelor privind piața locală a furnizorilor de echipamente si servicii necesare implementării lucrărilor de construcție * Notificare Proiect la Comisia Europeană în baza articolului 41 din Tratatul EURATOM. * Reanalizare fezabilitate Proiect pe baza noilor indicatori tehnico-economici şi luarea Deciziei Finale de Investire, care va permite trecerea Proiectului in Etapa 3. |
| Etapa 3 - Construcție (Emiterea Ordinului Final de Începere a Lucrărilor/ Final Notice to Proceed - FNTP) - Faza 2 a Contractului IPC- Inginerie, Procurare si Construcție |  | 68-78 luni | * Demararea efectivă a lucrărilor de construcție, montaj şi punere în funcțiune (***Termene estimate: U3- 2030; U4-2031***). |
| (Proiect)  *Retehnologizarea unităților operaționale la CNE Cernavodă. Retehnologizarea U1 de la CNE Cernavoda* | Faza 1 – Studii preliminare | SNN  Ministerul Energiei | 2018-2022 | * Demonstrarea capabilității componentelor actuale ale reactorului Unității 1 de a funcționa peste 210.000 de ore la putere nominala, pana cel puțin la sfârșitul anului 2026, * Definitivarea scopului lucrărilor Proiectului de retehnologizare, precum si demonstrarea fezabilități Proiectului de retehnologizare * Aprobare Studiu de Fezabilitate   *Nota: Acționarii SNN au aprobat in data de 23.02.2022 decizia de investiție in proiectul Retehnologizării Unității 1 CNE Cernavoda, pe baza Studiului de Fezabilitate. Proiectul a trecut in faza 2.* |
| Faza 2 – Pregătirea implementării |  | 2022-2026 | * Elaborarea pachetelor de inginerie referitoare la modificările de proiect * Procurarea echipamentelor si componentelor cu ciclu lung de fabricație * Atribuirea contractului de inginerie, procurare si construcție (EPC) * Obținerea de la CNCAN a autorizației de începere a lucrărilor de retehnologizare. |
| Faza 3 – Oprirea unității si derularea efectiva a Proiectului de retehnologizare |  | 2026– 2029 | * Oprirea unității si realizarea efectiva a proiectului de retehnologizare a Unității 1 CNE Cernavoda * Continuarea operării Unității 1 CNE Cernavoda: 2029   *Nota: Acordul între Guvernul României şi Guvernul SUA privind cooperarea în legătură cu proiectele nucleare- energetice de la Cernavodă şi în sectorul energiei nucleare civile din România (“IGA”) ratificat prin Legea nr. 200/16.07.2021 ia in considerare proiectul de retehnologizare a Unității 1.* |
| *(Proiect)*  Retehnologizarea unităților operaționale la CNE Cernavodă. Retehnologizarea U2 de la CNE Cernavoda | Scenariu similar de planificare a fazelor si activitatilor de pregătire si realizare a proiectului, scenariu in care se va tine cont de practicile bune si lecțiile învățate in proiectul de Retehnologizare U1. | SNN  Ministerul Energiei | 2037- 2039 | * Se considera indicatori de performanta similari cu cei implementați pentru proiectul de Retehnologizare U1. |
| *(Proiect)*  Lucrări de construire a instalației de detritiere apa grea, pe platforma CNE Cernavoda | Etapa 1 ce include finalizarea pregătirilor de investiție   * Finalizarea proiectării de detaliu pentru demararea de către contractor a aprovizionării componentelor cu ciclu lung de fabricație “long lead items” | SNN  Ministerul Energiei  ICSI Rm Vâlcea | 2022-2023 | * Atribuirea contractului de execuție a proiectului “Engineering Procurement Construction” * Stabilirea finanțării * Demararea aprovizionării componentelor cu ciclu lung de fabricație “long lead items” * Obținerea autorizațiilor, avizelor si a deciziei de emitere a acordului de mediu etc necesare si care stau la baza aprobării de construcție |
| Etapa 2 - ce include activități de construcție - montaj, teste tehnologice/ punere în funcțiune   * Începerea lucrărilor de construcții și instalații * PIF instalație |  | 2023-2025 | * Obținerea autorizației de executare a construcțiilor pentru proiect si a autorizației PIF * Derularea lucrărilor de construcții și instalații |
| Etapa 3 ce include finalizare activități de construire si pregătire intrare in exploatare   * Funcționare de probă * Transferul la operare |  | 2025– 2026 | * Obținerea autorizării de funcționare * Asigurarea condițiilor de intrare in exploatare |
| Menținerea și creșterea capabilității naționale dobândite de proiectare si cercetare pentru filiera CANDU | Asigurarea continuității expertizei in realizarea de analize de securitate | SNN  RATEN  M Energiei  CNCAN | Permanent | * Obținerea si menținerea autorizațiilor de securitate nucleara la CNE Cernavoda * Analize de securitate efectuate de organizațiile recunoscute la nivel național, pentru activități de C/D, Proiectare, Inginerie, in domeniul analizelor de securitate pentru unitățile nuclearoelectrice |
| Studiul materialelor structurale și al combustibililor nucleari avansați | SNN  RATEN  M Energiei  Mec  CNCAN | * Permanent | * Rezultate din experimente, date si informații, creditate ca suport pentru analizele de securitate care stau la baza documentelor suport ce descriu performanta materialelor structurale si a procesului decizional de abordare de dezvoltare de soluții de combustibil avansat |
| Studiul posibilitatilor de imbunatatire a performantelor de proiectare, testare, operare, mentenanta, autorizare si modernizare a sistemelor de instrumentatie si control si a realizarii analizelor de echipamente și proces | SNN  RATEN  Men | * Permanent | * Dezvoltare capabilități de concentrare cunoștințe si expertiza de a asigura posibilitățile de îmbunătățire a performantelor sistemelor de Instrumentație si control si a rezultatelor analizelor de echipamente si proces * Contribuții la îmbunătățirea performantei întregii centrale nucleare si in consecință, contribuții la economicitatea si securitatea centralelor nuclearoelectrice prezente si viitoare |
| Dezvoltarea si imbunatatirea continua a managementului deșeurilor radioactive și a protecției radiologice | SNN  ANDR  RATEN  IFIN  CNCAN  MEd  M Energiei  MC | * Permanent | * Identificarea si demonstrarea de soluții tehnice si tehnologice autorizabile si fezabile economic, pentru gestionarea anumitelor categorii de deseuri radioactive de la generare pana la depozitarea finala („cradle to grave”), in cadrul programelor sectoriale si naționale de C/D * Mentinerea competentelor si feedback-ul experientei dobândite privind implementarea ALARA la reducerea dozele pentru personal si populație * O planificare pe termen lung a masurilor preventive de menținere si respectiv, dezvoltare adecvata a cunoștințelor si competentelor de protecție radiologica, corelat cu necesitatile de asigurare a nivelelor de securitate a proiectelor nucleare de viitor |
| Asigurarea unui grad înalț de performanta de funcționare prin utilizarea de echipamente si personal calificate corespunzător, cu îndeplinirea cerințelor legate de creșterea continua a nivelului de securitate nucleara pentru situații normale si de accident. | SNN  M Energiei  CNCAN | * Permanent | * Programe de mentenanţă preventivă si corectiva, inspecţii, testări obligatorii pe perioada opririlor planificate, implementare modificări de proiect * Programe de recrutare si mentinere personal competent pentru indeplinirea cerintelor crescute de securitate nucleara, adecvate noilor generatii de specialiști |
| Studierea scenariilor si strategiilor de combustibil | Studiul combustibilului tolerant la accident (coroborat cu masura similara de la OS 3) | SNN  RATEN  M Energiei  M Cercetării  CNCAN | * 2025 | * Luarea unei decizii privind dezvoltarea unei solutii de combustibil ATF aplicabila combustibilului CANDU care ar putea fi fabricat la FCN Pitesti si utilizat la CNE Cernavoda * Contributii la indeplinirea conditiilor-suport de obtinere a acordurilor de finantare din partea investitorilor si companiilor care impun conditii de taxonomie pentru a demonstra sustenabilitatea in termeni de aspecte de mediu si sociale |
| Studii privind Combustibil CANDU avansat | RATEN  SNN  M Energiei  CNCAN  ANDR | * 2035 | * Studii/rapoarte privind fezabilitatea implementarii de solutii alternative de combustibil CANDU avansat, tinand cont de evolutia cea mai recenta a experientei internationale in domeniu |
| Investigarea posibilitații de utilizare a altor tipuri de combustibil cu respectarea tratatelor si convențiilor internaționale la care Romania este parte si ținând cont de tipurile de reactori nucleari introduși in exploatare | SNN  RATEN  M Energiei  CNCAN  ANDR | * 2025-2035 | * Studii/rapoarte privind analiza si documentarea proceselor de abordare strategica cu privire la posibilitatea de a utiliza alte tipuri de combustibil nuclear, pe baza tipurilor de reactori nucleari introdusi in exploatare |
| Asigurarea resurselor materiale pentru programul energetic nuclear | Analiza posibilităților de a răspunde necesitaților de resurse materiale ținând cont de proiectele de viitor | SNN  RATEN  M Energiei  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale MEc; ANRM, M Cercetării, Academia Romana etc. | * Permanent | * Programe de investiții proprii si/sau programe sectoriale sau naționale |
| Valorificarea rezervei de apă grea constituită în anii precedenți pentru operarea CNE Cernavoda, incluzând asigurarea completărilor tehnologice anuale estimate si operarea Unităților 3 si 4 CNE Cernavoda, pe întreaga durata de viată | CNMAG  M Energiei  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale domeniului gestionarii apei grele Secretariatul Guvernului, ANRSPS, CNCAN  RATEN, SNN etc) | * Permanent | * Asigurarea planificării si implementării activităților care permit conservarea calității și cantității de apă grea, pe termen mediu și lung, pentru reactoarele nucleare filieră CANDU |
| * Corelarea sistemelor de învățământ si educație naționale cu necesitățile programului nuclear * Pregătirea specifica in cadrul institutelor de cercetare si proiectare, in cadrul SNN si prin colaborare internațională | SNN  RATEN  M Energiei  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale MEc; MEd, M Cercetării, Academia Romana etc. | * Permanent | * Programe de responsabilitate sociala in domeniul educației, sănătății si mediului * Planuri de succesiune si de atragere a personalului înalt calificat |

### OS 2: Construirea de centrale de tip nou, într-o abordare gradata, in timp si pe filiere (reactori modulari mici-SMR si inovativi de Gen IV)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Direcții de acțiuni/ Proiecte*** | ***Etape de dezvoltare in proiecte/***  ***Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune*** | ***Responsabil*** | ***Termen de realizare*** | ***Indicator de performanța*** |
| (***Proiect***)  Construirea unei prime centrale nuclearoelectrice bazată pe module SMR ,cu tehnologie PWR NuScale | * Activități preliminare | SNN  Ministerul Energiei | * 2021-2022 | * Studii tehnice suport în vederea identificarii posibilelor amplasamente pentru SMR * Alegerea amplasamentului candidat preferat * Înfiinţarea companiei de proiect |
| * Selectarea amplasamentului și demarare activități pre-proiect necesare pentru luarea Deciziei Finale de Investiție |  | * 2022-2026 | * Obținerea acordului de mediu * Obținerea autorizației de amplasare * Asigurare surse de finanțare * Plasare comenzi și fabricare echipamente ciclu lung de fabricație |
| * Demarare activități inginerie, procurare și construcții |  | * 2026-2029 | * Obținerea autorizației de construire |
| * Instalare module și punere în funcțiune |  | 2029-2030 | * Instalare, testare și punere în funcțiune; * Obținerea autorizației de exploatare |
| Înființarea unui hub regional de promovare al know how-ului in domeniul operării si producției reactorilor mici modulari | * Schimb de experiență in promovarea si implementarea proiectelor de reactori mici modulari * Îmbunătățirea transferului de cunoștințe de la dezvoltator la operator | SNN  RATEN  M Energiei  CNCAN  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale domeniului educației si pregătirii MEc; MEd, M Cercetării, IFIN HH, Academia Romana etc. | 2027-2030 | * Dezvoltare de capabilități de concentrare expertiza si resurse de pregătire in domeniul operării si producției reactorilor mici modulari * Programe de responsabilitate sociala in domeniul educației adecvat extinderii tipurilor de reactori noi din programul energetic nuclear |
| ***(Proiect)* Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED** | * Construcția instalațiilor ATHENA si CHEMLAB * Construcția Instalațiilor HELENA2 si ELF * Construcția instalației MELTIN POT * Construcția instalației HANDS ON * Construcția HUB si Lead School | M Energiei  MCID  RATEN | 2022 – 2027 | * Dezvoltarea studiilor experimentale de testare, demonstrare și calificare a materialelor, componentelor și sub-ansamblurilor reactorului ALFRED in vederea autorizării lui * Verificarea și validarea standardelor si codurilor de calcul utilizate in proiectarea reactorului ALFRED in vederea autorizării demonstratorului * Pregătirea resursei umane necesare construcției si operării demonstratorului ALFRED * Implicarea industriei nucleare autohtone in lanțul de aprovizionare specific tehnologiei LFR |
| ***(Proiect)***  **Construcția demonstratorului ALFRED** | * Activități preliminare privind pre-autorizare * Activități privind Autorizarea instalației * Activități privind Construcția instalației * Operare și Comercializarea tehnologiei SMR LFR dezvoltate | M Energiei  MCID  RATEN  CNCAN | 2022 – 2040 | * Obținerea licenței pentru proiectul conceptual al reactorului ALFRED * Obținerea autorizației de amplasare * Obținerea autorizației de construcție * Demonstrarea viabilității tehnologiei LFR |

### OS 3: Dezvoltare unui ciclu de combustibil integrat care sa asigure sustenabilitatea si eficienta energeticii nucleare

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Direcții de acțiuni/ Proiecte** | **Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte** | | **Responsabil** | **Termen de realizare** | **Indicator de performanța** |
| *(****Proiect****)*  Dezvoltarea combustibilului rezistent la accident (ATF) | * Elaborarea de concepte tehnice de fascicul combustibil ATF, compatibil cu reactorul CANDU6; * Testarea performantelor combustibilului ATF in afara reactorului * Fabricarea lotului de fascicule pentru iradierea de demonstrație * Dezvoltarea de tehnologii şi instalații pentru fabricarea unui prototip de fascicul combustibil ATF * Calificare-autorizare a noului tip de fascicul combustibil; | | M Energiei  RATEN  Alte autorități implicate | 2022- 2025 | * Realizarea unui element combustibil ATF experimental * Demonstrarea performantelor combustibilului AFT la iradiere * Fascicul combustibil ATF * Obținerea autorizării conceptului de combustibil ATF |
| Asigurarea combustibilului nuclear in sisteme integrate la nivel național, ținând cont de tipurile de reactori nucleari introduși in exploatare, | * Diversificarea surselor de aprovizionare cu materie prima necesara producerii combustibilului nuclear si a dezvoltărilor ulterioare ale SNN in legătură cu partea de început a ciclului combustibilului nuclear * Păstrarea capacităților de producție pe teritoriul național a activităților rentabile din sfera exploatării rezervelor de uraniu, a celor de procesare şi producere a combustibilului nuclear * Măsuri cheie in dezvoltarea acestei directii de actiune coroborate cu măsuri prezentate la Direcția de acțiune „Studierea scenariilor si strategiilor de combustibil” | | SNN  M Energiei  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale domeniului minier si activități asociate (MEc, ANRM etc) | 2026-2035 | * Dezvoltare scenarii fezabile de asigurare combustibilul nuclear in sistem integrat la nivel național * Dezvoltarea sustenabila a părții de început a ciclului nuclear ținând cont inclusiv de opțiunile strategice in partea de final a ciclului combustibilului nuclear |
| Integrarea ciclurilor de combustibil ale centralelor de tip CANDU cu cele de generație nouă | * Analiza posibilităților de integrare a ciclurilor de combustibil utilizat in CNE existent si viitoare * Analiza si documentarea posibilității de reciclare a combustibilului nuclear uzat * Analizarea unor scenarii alternative documentate care să considere posibilitatea de implementare în România a unui ciclu DUPIC (Direct Use of Spent PWR Fuel in CANDU) * Analiza posibilității utilizării în cadrul proiectului ALFRED a combustibilului uzat din reactoarele CANDU | | M Energiei  SNN  RATEN  CNCAN | 2023-2030 | * Studii privind soluții economice fezabile pentru integrarea ciclurilor de combustibil ale centralelor de tip CANDU cu cele de generație nouă * Definire opțiuni strategice privind modul de abordare a alternativei reciclării combustibilului nuclear uzat * Studii privind condiții de implementare in Romania a ciclului DUPIC, ținând cont de cea mai recenta experiență națională si internațional privind nivel progres tehnic al rezultatelor studiilor C/D pentru utilizare combustibil CANDU avansat * Studii privind închiderea ciclului combustibil prin implementarea tehnologiei LFR |
| Gestionarea deșeurilor radioactive, inclusiv a combustibilului uzat, prin asigurarea depozitarii intermediare pe amplasamentul centralei, pe termen scurt si mediu | | * Promovarea instalațiilor de gestionare deșeuri radioactive care asigura predepozitarea ( incluzând depozitarea intermediara) în siguranță a tuturor deșeurilor radioactive generate din exploatarea unităților nuclearoelectrice de la CNE Cernavoda | SNN  ANDR  CNCAN  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități ale MEc; MMAP, MS etc. | 2022-2032 | * Strategie/plan de gestionare a deșeurilor radioactive generate la CNE Cernavoda, in acord cu programele DFDSMA si DGA * Programe de investiții pentru proiecte viitoare * Respectarea in mod corespunzător a condițiilor din autorizații pentru activități de gestionare deșeuri radioactive la instalațiile nucleare și radiologice * Abordarea strategica de soluții tehnice de gestionare deșeuri radioactive pe platforma CNE Cernavoda in sinergie pentru Unitățile 1 si 2 si Unitățile 3 si 4 |
| Asigurarea soluțiilor de tratare-condiționare a deșeurilor radioactive respectiv de condiționare a combustibilului nuclear uzat pentru a respecta cerințele de acceptare la depozitele definitive | | * Stabilirea si implementarea unui concept integrat de soluții tehnologice pentru tratarea si condiționarea deșeurilor radioactive generate la CNE Cernavoda si acceptarea la DFDSMA * Identificarea si demonstrarea soluțiilor tehnice si tehnologice de tratare-condiționare deșeuri LL-LILW in vederea depozitarii definitive * Studiul conceptului de încapsulare a combustibilului nuclear uzat ținând cont de conceptul de depozitare geologica de mare adâncime ales pentru DGN * Studiul gestionarii deșeurilor radioactive din dezafectarea unităților nuclearoelectrice | SNN  RATEN ANDR  CNCAN M Energiei  IFIN-HH  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități in legătură cu domeniul: MEc; ANRM, M Cercetării, Academia Romana etc. |  | * Studiu C/D privind un concept integrat de soluții tehnice si tehnologice de tratare-condiționare, economic fezabile, adecvate pentru depozitarea definitiva la DFDSMA a deșeurilor radioactive de la CNE Cernavoda, * Luarea deciziei si plan de implementare privind proiectul unei stații de tratare deșeuri radioactive pentru deșeurile ce se depozitează la DFDSMA Saligny * Implementarea unei soluții tehnologice integrate privind concept de depozitare geologica de mare adâncime- container de transport si depozitare definitiva-stație de încapsulare combustibil nuclear uzat * Actualizarea studiilor/rapoartelor planurilor de dezafectare si estimarea costurilor asociate, cu integrarea rezultatelor studiilor ce descriu soluții tehnologice fezabile economic de depozitare a tuturor categoriilor de deșeuri (VLLW, SL-LILW si LL-LILW) |
| Implementarea unor aplicații care sa mărească eficienta centralei si utilitatea in economie | | Studiul fabricării de diverși izotopi ce pot fi folosiți in industria medicala si pentru diverse tratamente medicale, cum ar fi Cobalt, Molibden, Lutetiu, etc) | SNN  M Energiei  MCID  CNCAN | 2027-2030 | * Studii de producere artificiala de radioizotopi in reactoarele nucleare si după caz, fundamentare proces decizional de implementare soluții fezabile economic, ținând cont de potențialul de valorificare la nivel național si internațional |

### OS 4: Gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive adecvat dezvoltării energeticii nucleare, inclusiv închiderea și controlul instituțional al depozitelor finale de deșeuri radioactive

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Direcții de acțiuni/ Proiecte** | **Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte** | **Responsabil** | **Termen de realizare** | * **Indicator de performanța** |
| Actualizarea Programului National de gestionare combustibil nuclear uzat si deșeuri radioactive (coroborat cu direcțiile de acțiune și indicatorii prezentați la OS 3) | Integrarea în Programul Național a diagramelor de flux privind gestionarea de la generare la depozitare a combustibilului nuclear uzat si a deșeurilor radioactive rezultate din dezvoltarea activităților viitoare din domeniul nuclear prevăzute in SNDDN | ANDR  Principalii generatori de deșeuri  Grup de lucru Interinstituțional | 2025 | * Program National de gestionare combustibil nuclear uzat si deșeuri radioactive actualizat * Studii privind estimarea inventarului de deșeuri radioactive si combustibil ars pentru noile proiecte energetice nucleare * Strategii proprii ale generatorilor privind etapele de predepozitare și gestionare a deșeurilor radioactive și combustibilului uzat |
| Definirea, finalizarea si implementarea soluțiilor pentru depozitarea definitiva a deșeurilor radioactive si a combustibilului uzat pe termen mediu si lung | * Promovarea depozitării definitive a deșeurilor radioactive de activitate foarte joasa (VLLW) * Studiul depozitarii geologice a deșeurilor LL-LILW, cu soluții alternative în depozitul de combustibil nuclear uzat | ANDR  SNN  RATEN  CNCAN  M Energiei  IFIN-HH  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități in legătură cu domeniul: MEc; MEd, M Cercetării, Academia Romana etc. |  | * Planul de dezvoltare a unui concept operațional de depozitare geologica a LL-LILW * Studii de definire si dezvoltare de soluții conceptuale pentru depozitarea definitiva a tuturor categoriilor de deșeuri radioactive si a combustibilului uzat produse din reactoarele CANDU si SMR, pe termen mediu si lung |
| * Instituirea de măsuri naționale adecvate pentru gestionarea responsabilă a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, inclusiv a celor rezultate din potențiale situații de urgență, situații de faliment sau lichidare judiciară și/sau aflate în responsabilitatea Statului pentru respectarea cerințelor de siguranță și securitate nucleară și radiologică stabilite prin cadrul legislativ și de reglementare în domeniul nuclear și asigurând protecția populației și a mediului | ANDR - Grup de lucru Interinstituțional  SNN  M Energiei  CNCAN  RATEN  IFIN  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si responsabilități in legătură cu domeniul: MEc; INSP, MS, MICD, MMed, MAPN, IGSU, MAI, etc. | Permanent | * Planul de gestionare a deșeurilor radioactive provenite din situații de urgență radiologică sau potențial radioactive, inclusiv identificarea, segregarea si reducerea la minimum a deșeurilor care prezintă și alte caracteristici periculoase non-radiologice, cum ar fi toxicitatea și proprietățile biologice; de asemenea, planul va aborda probleme legate de rămășițele umane și animale. * Soluții privind gestionarea în mod integrat la nivel național a deșeurilor radioactive rezultate din potențiale situații de urgență, situații de faliment sau lichidare judiciară și/sau aflate în responsabilitatea Statului * Soluții privind gestionarea în mod integrat la nivel național a materialelor contaminate potențial deșeuri radioactive, rezultate din alte activități care nu dețin o înregistrare sau o autorizație CNCAN |
| Dezvoltarea de soluții de pre-depozitare și depozitare a deșeurilor rezultate din activități non-nucleare | * Dezvoltarea soluțiilor de pre-depozitare pentru deșeurile radioactive LL și a combustibilului nuclear uzat rezultate din aplicații non-energetice | RATEN  IFIN-HH  ANDR  M Energiei  MICD  INCDMRR | 2023-2035 | * Asigurarea capacității de depozitare intermediară uscată, pe amplasamentul RATEN ICN, a combustibilului ars generat din operarea TRIGA * Asigurarea capacității de depozitare intermediară, pe amplasamentele RATEN ICN și IFIN -HH, a deșeurilor radioactive de viață lungă destinate depozitării definitive în DGA |
| * Susținerea activităților de cercetare-inovare din programele naționale de cercetare care permit asigurarea de soluții și tehnologii eficiente și accesibile pentru tratarea, condiționarea, depozitarea intermediară a deșeurilor radioactive în vederea depozitării în depozitele definitive ce se construiesc în România şi pentru dezafectarea instalațiilor nucleare și radiologice; | Min Energiei  MICD  RATEN  IFIN-HH  ANDR | Permanent | * Identificarea si demonstrarea soluțiilor tehnice si tehnologice de tratare-condiționare deșeuri LL-LILW in vederea depozitarii definitive în DGA * Analiza impactului operării de centrale nucleare de GEN IV și SMR asupra depozitării deșeurilor radioactive * Dezvoltarea tehnologiilor de tratare și condiționare pentru deșeurile radioactive considerate problematice, generate din dezafectarea VVR-S, operare/dezafectare TRIGA, operare/dezafectare ALFRED (grafit iradiat, aluminiu, beriliu, carbură de bor, deșeuri cu plumb etc.) și alte activități de cercetare-dezvoltare. |
| * Promovarea optimizării gestionarii deșeurilor radioactive de o maniera care asigura reutilizarea și reciclarea materialelor și a surselor radioactive, in contextul tranziției către o economie circulară | ANDR  Min Energiei  CNCAN  SNN  RATEN | Permanent | * Optimizarea soluțiilor de proiectare la depozitarea definitivă, in mod corelat cu activitățile de reutilizare si reciclare promovate in etapele de predepozitare * Analize privind soluții de minimizare a volumului de deșeuri radioactive și combustibil nuclear uzat în vederea depozitării definitive (coroborat cu indicatorii prezentați la OS 3) |
| (***Proiect)***  *Autorizarea, construirea si punerea in funcțiune DFDSMA* | * Activități premergătoare privind obținerea Autorizației amplasament și proiectare | ANDR  Min Energiei  CNCAN | 2024-2025 | * Demersurile necesare privind achiziționarea serviciilor de inginerie pentru obținerea autorizarea de amplasare * Autorizare PUZ, Acord de Mediu și Autorizație de amplasament DFDSMA |
| * Activități premergătoare privind obținerea Autorizație construire (primele 8 celule) | ANDR  Min Energiei  CNCAN | 2025-2028 | * Demersurile necesare de elaborare a documentației de achiziție a unui contractor de pentru obținerea Obținere autorizație construcție, precum și etapelor de construire a depozitului DFDSMA * Construirea primelor 8 celule ale depozitului DFDSMA |
| * Activități privind obținerea Autorizație de operare (primele 8 celule) | ANDR  Min Energiei  CNCAN | 2028- | * Selectarea de către ANDR a unui operator al DFDSMA conform legislației în vigoare * Obținere autorizație de operare DFDSMA |
| ***(Proiect)***  Autorizarea, construirea si punerea in funcțiune a depozitului geologic DGA | * Stabilirea strategiei de selectare a amplasamentului și a conceptului depozitului geologic | ANDR  Min Energiei  CNCAN | 2022-2025 | * Plan de Acțiuni în vederea implementării unui Depozit Geologic în România, pentru combustibilul nuclear uzat, și a deșeurilor radioactive de activitate înaltă și a deșeurilor radioactive de activitate joasă și medie de viață lungă. * Studii pentru a stabili care sunt potențialele roci favorabile , criterii de selecție a potențialelor amplasamente, etc |
| * Plan de C&D suport pentru implementarea depozitului geologic | ANDR  Min Energiei  CNCAN  RATEN | 2025-2028 | * Elaborarea a minimum 2 lucrări C&D suport pentru procesul de alegere a amplasamentului și metode de caracterizare până în 31 dec. 2025 |
| * Activități privind Selectarea rocii gazdă | ANDR  RATEN  Min Energiei  CNCAN | 2028 - 2030 | * Realizare studiu privind selectarea rocii gazdă pentru potențialele amplasamente Depozitului Geologic de Adâncime în baza criteriilor de selecție stabilite de CNCAN, în concordanță cu recomandările AIEA, până la 31 dec. 2028 |
|  | * Activități necesare pentru Cercetare/caracterizare amplasament | ANDR  RATEN  Min Energiei  CNCAN | 2030 | * Realizare studii în vederea stabilirii potențialelor amplasamente pentru Depozitului Geologic de Adâncime până la 31 dec. 2030 |
| * Activități necesare obținerea Autorizației de construire a depozitului | ANDR  CNCAN | 2045 | * Obținere Acord de Mediu, alte avize și acorduri până în 2043. Obținere Autorizație de amplasare până în 2044 și autorizația de construcție până în 2045 |
| * Activități pentru Construcția si operarea depozitului geologic | ANDR  Min Energiei  CNCAN | 2045-2055 | * Demersuri necesare pentru contractarea lucrărilor de construcție a depozitului * Obținere autorizație de operare până în 31 dec. 2055 |

### OS 5 Consolidarea capacității de suport tehnico-științific și creșterea rolului cercetării-inovării în domeniul nuclear

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Direcții de acțiuni/ Proiecte*** | ***Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte*** | ***Responsabil*** | ***Termen de realizare*** | ***Indicator de performanța*** |
| Susținerea programului de cercetare-dezvoltare-inovare suport pentru programul nuclear național si a infrastructurii aferente | * Susținerea centrelor de cercetare direct implicate in dezvoltarea de soluții inovatoare * Asigurarea unei infrastructuri performante * Asigurarea finanțării necesare | ME  MCDI  RATEN | Permanent | * Programe de cercetare adaptate stadiului de realizare a proiectelor si obiectivelor strategice * Proiecte de cercetare si de infrastructura propuse si finanțate * Mecanisme de finanțare adecvate |
| Creșterea alocărilor pentru C&D pentru domeniul nuclear din sectorul public si privat | * Creșterea treptată a procentului din PIB alocat cheltuielilor de cercetare, dezvoltare și inovare | MCID  RATEN | Permanent | * Nr programe /proiecte C&D finanțat în domeniul nuclear * Susținerea programelor de C&D din domeniul nuclear prin alocarea bugetelor corespunzătoare * Atingerea treptată a procentului de 1% din PIB până în anul 2030 |
| * Antrenarea sectorului privat in finanțarea cercetării din domeniul nuclear | MCID | Permanent | * Promovarea unor abordări fiscale care să încurajeze sectorul privat prin acordarea unor facilitați fiscale pentru investiții in cercetare, inovare și demonstrare |
| Dezvoltarea excelentei in CDI in domeniul nuclear | * Îmbunătățirea capacității de management a cercetării în domeniul nuclear * Îmbunătățirea calificării personalului în domeniul nuclear * Sprijin pentru menținerea resursei umane înalt calificate și pentru promovarea specialiștilor și echipelor lor * Valorizarea potențialului de talente si promovarea accesului la cercetare de excelență | MCID  Organizații cercetare | Permanent | * Proiecte formare continua a personalului * Masuri de stimulare a specialiștilor de top si a echipelor lor |
| * Susținerea mobilității cercetătorilor | MCID  Organizații cercetare | Permanent | * Granturi acordate cercetătorilor debutanți, in faza de consolidare, confirmați pentru formare si mobilități |
| * Infrastructuri de cercetare de talie mondială, integrate și interconectate | MCID  Organizații cercetare | Permanent | * Participarea la formarea unor noi infrastructuri de cercetare de nivel internațional * Granturi de sinergie |
| Dezvoltarea unor programe/proiecte de cercetare-dezvoltare referitoare la producția de hidrogen care să valorifice energia electrică și termică produsă în reactoare nucleare (în corelație cu direcțiile de acțiuni, măsuri etc. din strategia pentru hidrogen) | * Creșterea treptata a alocărilor pentru cercetare, dezvoltare si inovare in acest domeniu | MCID,  Organizații cercetare,  CNHPC | Permanent | * Număr de proiecte CD care asigure atingerea maturității tehnice a soluțiilor de cercetare dezvoltare * Instalații pilot/demonstrative |
| Exploatarea rezultatelor in domeniul cercetării, dezvoltării și inovării, in special pentru mobilizarea investițiilor private și dezvoltarea politicilor specifice domeniului | * Crearea de sinergii între politica de cercetare și inovare și politica industrială | Organizații cercetare MCID  M Energiei  M Ec |  | * Stimularea ecosistemelor de inovare, clusterelor de inovare |
| * Crearea unui cadru pentru valorificarea cunoștințelor, asimilarea rezultatelor cercetării, perfecționarea * Competențelor și gestionarea activelor intelectuale |  |  | * Stimularea ecosistemelor de inovare * Stimularea activității de inovare și transfer tehnologic * Abordarea priorităților de politică și a provocărilor globale ale UE prin intermediul C&D&I * Sprijinirea politicilor naționale si UE privind îmbunătățirea continua a securității, garanțiilor si securității nucleare |
| Consolidarea cooperării internaționale | * Continuarea și intensificarea colaborării internaționale în domeniul activității de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică | MCID  M Energiei  ANDR  RATEN  IFIN-HH  Organizații cercetare | Permanent | * Programe de cercetare și asistență tehnică cu organizațiile internaționale * Programe de colaborare bilaterală şi intersectoriale |
| * Imbunatatirea participarii la colaborarea la nivel regional, european, NEA/OECD privind cercetarea-dezvoltarea in domeniul nuclear | Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si de responsabilități in legătură cu domeniul nuclear | Permanent | * Crearea cadrului național și legislativ care să permită accesarea si participarea la la colaborarea la nivel regional, european si international * Modificări legislative * Accesarea si participarea in parteneriate/consorții, programe, proiecte, grupuri de initiativa, grupuri de lucru, retele de training etc., la nivel regional, european si international, in acord cu proiectele si acțiunile din PNN |
| * Abordarea colectivă a provocărilor societale globale |  |  | * Posibilități de asociere extinse * Accesul la cele mai bune talente, cunoștințe și competențe de specialitate și resurse * - Creșterea ofertei și a cererii de soluții inovatoare |
| ***(Proiect)***  Dezvoltarea și crearea de noi infrastructuri de cercetare-dezvoltare în domeniul resurselor minerale terestre şi din spațiu - DECENEU; | * Amenajarea și modernizarea clădirilor și laboratoarelor existente precum și crearea de noi facilități de C-D * Achiziționarea în scopuri de cercetare de aparatură și instrumente noi * Acreditarea laboratoarelor de măsurări și încercări | MCID,  INCDMRR | 2023-2026 | * Studii și proiect tehnic * Cooperarea cu organizații internaționale – vizite științifice de lucru cu suport AIEA * Realizarea investiției noi * Reabilitarea și modernizarea clădirilor şi laboratoarelor existente * Achiziția de echipamente de C-D și aparatura * Documentației specificațiilor tehnice de achiziție hardware și software, a proiectului rețelei de calculatoare, hardware și software; * Certificare de acreditare laboratoare |

### OS 6 - Asigurarea resursei umane înalt calificate, necesare îndeplinirii cu succes a obiectivelor propuse

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Direcții de acțiuni/ Proiecte*** | ***Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte*** | ***Responsabil*** | ***Termen de realizare*** | ***Indicator de performanța*** |
| Asigurarea necesarului de resurse umane pentru punerea în funcțiune a instalațiilor nucleare noi și menținerea celor existente | * Atragerea noilor generații către domeniul nuclear prin acțiuni adaptate noilor generații si care sa tina cont de particularitățile acestora | SNN  ANDR  RATEN  IFIN  CNCAN  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si de responsabilități in legătură cu asigurarea resurselor umane inalt calificate pentru domeniul nuclear (Ministerul Educației Naționale, Ministerul Energiei, Ministerul Cercetării, Inovării şi Digitalizării etc. | Permanent | * Strategia Națională de Resurse Umane in domeniul nuclear * Creșterea numărului de studenți si absolvenți ai facultăților cu profil energetic nuclear * Creșterea numărului de absolvenți angajați in domeniul nuclear |
| Revigorarea sistemului de educație naționala pentru a adresa nevoia de asigurare resurse umane calificate pentru domeniul nuclear | * Stimularea cooperării dintre cercetare-industrie-universități * Adaptarea programului educațional la cerințele energeticii nucleare din România * Creșterea performantelor sistemului educațional | SNN  RATEN  IFIN  ANDR  CNCAN  ANDR  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si de responsabilități in legătură cu asigurarea resurselor umane inalt calificate pentru domeniul nuclear (Ministerul Educației Naționale,  Ministerul Energiei, Ministerul Cercetării, Inovării şi Digitalizării etc.) | Permanent | * Colaborări și parteneriate între entități interesate din domeniul nuclear * Stabilirea cerințelor educaționale la nivel național * Actualizarea periodică a programelor educaționale universitare pentru domeniile și specialitățile necesare energeticii nucleare * Plan de măsuri pentru creșterea exigentelor in domeniul educațional (dotări cu echipamente, fellowship , etc) |
| Menținerea si dezvoltarea continua a expertizei si competentei in domeniul nuclear in cadrul comunității | * Cariere atractive pentru cercetători și facilitarea legăturii cu învățământul   superior | IFIN-HH  SNN  RATEN  ANDR  CNCAN  Autorități si organizații care funcționează in sfera de acțiune si de responsabilități in legătură cu asigurarea resurselor umane inalt calificate pentru domeniul nuclear (Ministerul Educației Naționale,  Ministerul Energiei, Ministerul Cercetării, Inovării şi Digitalizării etc.) | Permanent | * Susținerea unor facultăți cu tradiție, specializate pe domeniul nuclear * Dezvoltarea unei piețe interne a cercetării care să ofere condiții-cadru îmbunătățite pentru carierele în cercetare, atât în mediul academic, cât și în afara acestuia. |
| * Dezvoltarea capacitaților de training in domeniul nuclear | Permanent | * Stabilirea unui centru regional de training in Romania * Specializarea personalului în domeniul științelor și tehnologiilor nucleare * Calificarea și atestarea personalului de specialitate |
| Susținerea complementarității furnizorilor de programe educaționale și de training si facilitarea colaborării acestora | * Crearea unei rețele naționale pentru educație în domeniul nuclear și a unor comunități de practică | Permanent | * - crearea de hub-uri naționale pentru facilitarea educației specifice domeniului nuclear |
| Înființarea unui centru de pregătire personal național si internațional utilizând platforme specializate pentru reactorii SMR NuScale | * Crearea unui centru E2 (Nuscale energy exploration center) | Parteneriat NUSCALE-UPB | 2022-2023 | * Instalarea Simulatorului NuScale pentru reactoarele modulare mici („SMR”) la Universitatea Politehnica din București pana la sfârșitul anului 2023, finanțarea fiind acordata de Departamentul de Stat al SUA, în cadrul programului FIRST (Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology) |
| ENEN2plus | * UPB participa la crearea unor programe de educație si training finanțate de către Uniunea Europeana/EURATOM precum si la un program de mobilitate persoane in vederea pregătirii si instruirii acestora | Parteneriat ENEN- 52 partner organizations (including UPB) | 2022-2026 | * Analiza necesarului de resurse umane ale industriei nucleare europene completate cu nevoile de resurse umane din centrele de cercetare * Dezvoltarea unui „HUB care poate servi drept punct public unic de intrare pentru informații despre cursurile existente, stagii, lucrări de teză, locuri de muncă și alte oportunități în industria nucleară, asistență medicală, cercetare și instituții guvernamentale * Organizarea a cel puțin 3 evenimente de carieră pentru a atrage tinerii către nuclear * Premii pentru lucrări remarcabile în domeniul nuclear (prevăzute pentru: studenții de licență, master și doctorat pe baza tezei finale); * Programe pentru profesorilor pentru rezultate remarcabile în promovarea nuclearului, STEM și nuclear în STEM; comunicare în nuclear) * Crearea unei rețele europene online pentru profesori * 3 școli de vară, 2 tabere de științe nucleare și 2 ateliere pentru tineri * 2 evenimente interdisciplinare „science dating”. * Consolidarea competențelor în domeniul nuclear * analiza și evaluarea comparativă a actualelor programe universitare de E&T * Materiale educaționale (noile tehnologii în fizica medicală; radioprotecția-inclusiv spațiu; * Decontaminare și dezafectare; sisteme nucleare) * webinarii pentru specialiști despre noutățile din industria nucleară * 6 școli de vară pe diferite teme nucleare clasice * 2 ateliere pentru doctoranzi * 1 școală de iarnă pentru studenții de master * Concursuri regulate de doctorat * Extinderea rețelei de mentorat * Elaborarea strategiei UE pentru învățământul superior în domeniul nuclear * Crearea unei comunități de învățare VET * Implementarea unei platforme VET cu cursuri dedicate * Crearea unui program generos de mobilitate cu peste 2,5 milioane EUR pentru atragerea, reținerea și de dezvoltare * A resurselor umane noi și existente în domeniul nuclear. * Cooperare internațională * Dezvoltarea și implementarea acțiunilor E&T împreună cu organizații internaționale precum JRC, * OCDE/NEA și parteneri din SUA, China, Canada, Coreea și Japonia |

### OS 7 - Valorificarea avantajelor utilizării aplicațiilor non-energetice in medicina, industrie, agricultura, industrie spațială, producția de hidrogen etc.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Direcții de acțiuni/ Proiecte*** | ***Măsuri cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare in proiecte*** | ***Responsabil*** | ***Termen de realizare*** | ***Indicator de performanța*** |
| Dezvoltarea  metrologiei radiațiilor ionizante | * Dezvoltarea metrologiei radonului (222Rn) pentru a oferi noi servicii beneficiarilor din Romania | MCID  IFIN-HH | 2022 - 2027 | * Etalonarea echipamentelor care măsoară concentrația activității radonului in aer, apa si sol, si etalonare cu furnizare de surse etalon de radon |
| * Etalonarea in activitate a unor noi radionuclizi cu aplicați in medicina, industrie si alte domenii, | MCID  IFIN-HH | 2022 - 2027 | * Standarde primare de activitate |
| * Îmbunătățirea si extinderea performantelor serviciilor de etalonare | MCID  IFIN-HH | Permanent | * Asigurarea trasabilității metrologice pentru măsurătorilor de doza * Participări la noi comparări internaționale sau teste de competenta (proficiency testing) |
| * Extinderea domeniilor de măsurare a debitelor de doza | MCID  IFIN-HH | Permanent | * Asigurarea trasabilității metrologice pentru dozimetria aplicata in radioprotecția personalului expus profesional la radiații ionizante |
| Dezvoltarea aplicațiilor iradierilor tehnologice in industrii cu valoare adăugată mare | * Instalarea de noi surse de 60Co pana la 1000000 Ci | MCID  IFIN-HH | 2022-2035 | * Creșterea cu 300 % a capacitații de iradiere IRASM |
| * Instalarea unui accelerator de electroni pentru dezvoltarea de noi aplicații si satisfacerea cerințelor din industrie | MCID  IFIN-HH | 2022-2030 | * Tehnologii de iradiere cu aplicații in reciclarea deșeurilor din plastic * Îmbunătățirea metodelor de sterilizare pentru produse medico – farmaceutice * Biotehnologii bazate iradiere tehnologica |
| * Menținerea si creșterea participării României in proiecte regionale si inter-regionale IAEA din domeniul iradierilor tehnologice | IFIN-HH | Permanent | * Proiecte regionale si interregionale IAEA |
| Demararea demersurilor referitoare la dezvoltarea unor capacitații de producție hidrogen ce vor folosi energie electrica si termica produsa in reactoare nucleare  (in corelație cu direcții de acțiuni, masuri etc. din strategia pentru hidrogen) | * Analize tehnico-economice si plan de afaceri privind potențialul de aplicare a soluțiilor tehnologice de cercetare-dezvoltare privind capacitați de producție hidrogen | CNHPC  MCID  M Energiei  RATEN | In corelație cu procesul de luare a deciziilor de investiții din sectorul energetic național | * Valorificarea rezultatelor din cercetare-dezvoltare și inovare, prin transfer tehnologic, în vederea atingerii țintelor de performanță privind neutralitatea climatică |
| Dezvoltarea de aplicații medicale revoluționare | * Dezvoltarea si implementarea de noi tehnologii de iradiere pentru producerea si extragerea de radioizotopi si prepararea de compuși radiofarmaceutice | RATEN  Ministerul Energiei  IFIN-HH  MCID | 2022 - 2030 | * Producerea si extragerea de radioizotopi si prepararea de compuși radiofarmaceutice * Metode de tratament al unor afecțiuni, in special al celor oncologice. |
| * Dezvoltarea de tehnici de diagnostic si terapie | MCID  IFIN-HH  Alte instituții din domeniului medical | 2022-2035 | * Tehnici imagistice de diagnostic precoce * Protocoale de terapie prin iradiere |
| * Dezvoltarea unor soluții inovatoare pentru * combaterea cancerului: depistarea timpurie, tratament si îngrijire | MCID  IFIN-HH  Alte instituții din domeniului medical | 2022-2035 | * Hadronoterapie de cancer larg accesibila * Imagistica de raze X cu contrast de faza pentru detecția timpurie a tumorilor |
| Dezvoltarea criminalisticii nucleare cu scopul reducerii amenințărilor la adresa securității nucleare, | * Implementarea metodelor de criminalistica tradiționala in laboratorul NNFL-RO | IFIN-HH  CNCAN | 2022-2027 | * Metode de analiza a probelor contaminate cu radionuclizi in condiții de siguranță |
| * Digitalizarea datelor de garanții nucleare | IFIN-HH  CNCAN | 2022 – 2030 | * Implementarea unei librarii digitale de criminalistica nucleara ca sistem de contabilitate si control a materialelor de interes pentru garanții nucleare |
| * Dezvoltarea capacitaților de intervenție la fata locului conform codului de procedura penala | IFIN-HH  CNCAN | 2022 – 2028 | * Proceduri conforme cu legislația penala in vigoare elaborate in cadrul SMC implementat in laborator |
| * Consolidarea sistemului de garanții nucleare pentru zona de bilanț WRMA | IFIN-HH  CNCAN | 2022 – 2030 | * Actualizarea procedurilor de lucru privind garanțiile nucleare conform regulamentului 302 al Euratom, Protocolului Adițional si NGN-01 |
| Evaluarea impactului radiaților ionizante asupra mediului si sistemelor biologice in vederea asigurării radioprotecție si securități radiologice in practicile din domeniul nuclear | * Estimarea riscului radiologic al radionuclizilor, in special al tritiului si carbonului-14 in mediu | MCID  IFIN-HH  RATEN | Permanent | * Modelele matematice prospective si retrospective * Produse informatice * Masuri preventive |
| * Dezvoltarea modelelor dinamice avansate pentru transferul tritiului si carbonului-14 în atmosfera-sol-plante-animale -om; dozimetria umana a tritiului (personal expus si populație), lanț trofic acvatic; | MCID  IFIN-HH | Permanent | * Modelele matematice prospective si retrospective * Produse informatice * Masuri corective/preventive |
| * Dezvoltarea si implementarea de metode si tehnologii nucleare pentru determinări si monitorizări complexe cu privire la mediu | RATEN  IFIN-HH  CNCAN  ANPM | 2022 - 2030 | * Masuri corective |
| * Evaluarea impactului ecologic si radiologic al activităților nucleare, de răspuns la accident nuclear si urgente radiologice | IFIN-HH  CNCAN  ANPM | Permanent | * Produse informatice * Masuri corective |
| Dezvoltarea de cercetări în domeniile de specializare inteligența la nivel național: cercetări pentru obținerea de noi materiale, metode, tehnici, tehnologii și echipamente avansate care să stimuleze creșterea economica | * Dezvoltarea de sisteme avansate de detecție si achiziție de date | MCID  IFIN-HH  RATEN | 2022 - 2030 | * Realizarea de detectori specializați de mici dimensiuni * Dezvoltarea unei noi generații de detectoare, electronice front-end, procesare si achiziție de date * Dezvoltarea de detectori rapizi, cu granularitate mare si rezistenți la radiații pentru măsurarea electronilor si identificarea hadronilor |
| * Dezvoltarea tehnologiilor cuantice in Romania | MCID  IFIN-HH | Permanent | * Construirea unei infrastructuri de comunicați cuantice sigure * Protejarea datelor sensibile si infrastructurilor critice prin integrarea sistemelor cuantice in infrastructurile de comunicați existente, oferind un nivel suplimentar de securitate bazat pe comunicate cuantica |
| * Dezvoltarea de aplicații industriale majore si aplicații de securitate critice | MCID  IFIN-HH | 2022 - 2040 | * Dezvoltarea de acceleratori de particule compacți si eficienți cu densitate extrema de particule pana la energii de TeV * Echipament pentru detecția de la distanta a materialelor nucleare sensibile * Dezvoltarea defectoscopiei nedistructive ultrarapide cu raze gama si neutroni |
| * Dezvoltarea unor metode de măsurare a activităților joase in fond de radiații ultra-scăzut | MCID  IFIN-HH | 2022 - 2030 | * Tehnici si metode noi de măsurare cat mai precisa a radioactivității * specifice pentru protecția si conservarea mediului in context actual si viitor |
| * Obținerea, caracterizarea si/sau modificarea proprietăților materialelor | MCID  IFIN-HH | 2022 - 2030 | * Producerea de noi materiale de interes tehnologic, cu utilizări in biologie, geologice, arheologie etc. * Producerea de trasori radioactivi cu aplicabilitate in medicina, industrie, agricultura, mediu, cercetare |
| * Realizarea de instalații, instrumentație si proceduri dedicate efectuării de analize elementele bazate pe metode nucleare | RATEN | 2022 - 2035 |  |
| * Elaborarea de metode si instrumente de măsurare si monitorizare a efluenților radioactivi, eliberați din activități nucleare | RATEN | 2022 - 2030 |  |
| Dezvoltarea și implementarea de noi tehnologii de iradiere pentru producerea şi extragerea de radioizotopi şi prepararea de compuși radiofarmaceutice | * Asimilarea tehnologiei de producere a Mo99 de fisiune * Producerea Mo99 la ciclotron * Producerea de radioizotopi pentru terapie | RATEN  IFIN-HH | 2022 - 2030 | * Tehnologie de producere a Mo99 de fisiune |

1. In conformitate cu Metodologia de elaborare, implementare și monitorizare a strategiilor guvernamentale la nivel național “indicatorul de performanță - instrument prin care se măsoară și se evaluează nivelul de realizare a obiectivelor planificate și care poate fi de mai multe tipuri, respectiv de impact, de rezultat” [↑](#footnote-ref-1)
2. Strategia de dezvoltare a proiectului ar putea fi modificata prin voința dezvoltatorului proiectului (responsabilul) fără a fi constrâns de prevederile acestui Plan care reprezintă un document programatic. [↑](#footnote-ref-2)