

PROGRAMUL NUCLEAR NAȚIONAL

Cuprins

A. Prezentarea domeniului nuclear aplicat PNN	4
A 1 Domeniul energiei nucleare	4
A 2 In domeniul aplicațiilor non-energetice	5
B Prezentarea obiectivelor strategice	6
C Prezentarea proiectelor PNN pe termen mediu și mediu din domeniul aplicațiilor energetice	7
1) Finalizarea Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă	7
2) Retehnologizarea Unității 1 si Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavoda	7
3) Autorizarea, construirea si punerea în funcțiune DFDSMA	8
4) Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune DGA	9
5) Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavoda	10
6) Construirea unei prime centrale nucleare electrice bazată pe module SMR,	11
7) Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED	11
8) Construirea demonstratorului ALFRED, destinat demonstrării viabilității tehnologiei LFR;	12
9) Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive si radioizotopi de interes medical	13
10) Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentala si aplicativa de fizica nucleara cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP	13
D Prezentarea instalațiilor, activităților și proiectelor din aplicații non energetice	14
1) Aplicații ale apei grele in domeniul nuclear si non-nuclear	14
2) Iradierii tehnologice (Iradieri tehnologice)	14
3) Metrologia Radiațiilor Ionizante	15
4) Criminalistica Nucleara	15
5) Instalația Pilot Experimental pentru Separarea Tritiului si Deuteriului (PESTD)	16
6) Centrul National pentru Hidrogen si Pile de Combustibil	16
7) Aplicații in medicina	17
8) Aplicații in agricultura si alimentație	17
9) Mediu	18
10) Conservare bunuri patrimoniu	18
11) Aplicații in industria clasica	19
E Plan de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung	20
OS 1 - Menținerea la un nivel ridicat de performanta și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU	21
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

OS 3: Dezvoltare unui ciclu de combustibil integrat care sa asigure sustenabilitatea si eficienta energeticii nucleare.....	29
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
OS 5 Consolidarea capacității de suport tehnico-științific și creșterea rolului cercetării-inovării în domeniul nuclear.....	36
OS 6 - Asigurarea resursei umane înalt calificate, necesare îndeplinirii cu succes a obiectivelor propuse.....	39
OS 7 - Valorificarea avantajelor utilizării aplicațiilor non-energetice in medicina, industrie, agricultura, industrie spațială, producția de hidrogen etc.....	42

A. Prezentarea domeniului nuclear aplicat PNN

A 1 Domeniul energiei 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 energiei 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 efectivă la securitatea energetică și un preț suportabil la consumatorii finali, precum și la creșterea gradului de independență energetică a țării.

Strategia energetică a României 2025-2035, cu perspectiva anului 2050, își 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 în 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. Totodată, pentru asigurarea combustibilului nuclear CANDU necesar operării Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă, SNN are în vedere extinderea capacității de producție la Fabrica de Combustibil Nuclear (FCN Pitesti).

Strategia energetica a României 2025-2035, cu perspectiva anului 2050 are în vedere consolidarea ciclului combustibilului nuclear actual, precum și securizarea și eficientizarea aprovizionării cu materie primă necesară fabricării combustibilului nuclear la FCN Pitesti. În acest scop, SNN a preluat și are în vedere activitățile de prelucrare a materiei prime nucleare prin înființarea Fabricii de Prelucrare a Concentratelor de Uraniu-Feldioara S.R.L. (FPCU Feldioara).

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 și extinderea portofoliului de activități, inclusiv pe termen mediu și lung, prin construcția de noi reactoare modulare mici (SMR reprezintă un proiect ce se demarează pentru prima dată 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 (în acest caz, Comisia Nucleară 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 și îmbunătățind astfel gradul de protecția mediului în energia 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 și publicul larg în țările 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 și o stație pentru încapsularea combustibilului 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 și 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 Cernavodă. Se prevede ca în Depozitul Geologic Național de mare adâncime să asigure și colocarea deșeurilor radioactive LILW cu izotopi de viață lungă. Deșeurile radioactive LILW cu izotopi de viață scurtă vor fi depozitate într-un depozit de suprafață (DFDSMA), al cărui amplasament selectat se afla în zona de excludere a centralei nucleare de la Cernavodă și 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 și considera concepte sau planuri și soluții tehnice pentru combustibilul nuclear uzat și deșeurile radioactive generate de viitoarele capacități energetice nucleare.

A 2 În domeniul aplicațiilor non-energetice

Aplicațiile tehnologiilor nucleare și bazate pe radiații, în afară de producție civilă de electricitate în centralele electrice, sunt mai puțin cunoscute, dar își aduc o contribuție esențială la efortul concertat

de îmbunătățire a calității vieții, de generare locuri de munca și de creștere economică, precum și de menținere a unui standard ridicat de protecție și siguranță împotriva radiațiilor. 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 și agricultură, industrie, medicină și cercetare științifică, transport și resurse de apă și mediu. Beneficiile pentru umanitate includ sănătatea umană (diagnostic și tratament, combatere boli transmisibile și netransmisibile), hrana și nutrire (hrana sigură și culturi mai bune), mediu și durabilitate (combaterea schimbărilor climatice și managementul resurselor de apă dulce), produse de larg consum și industriale (pentru viață de zi cu zi și creșterea economică) și siguranța publică (detecție radiologică).

Medicina nucleară 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 terapierilor 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 stă 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 și îmbunătățite continuu, ca parte a eficientizării tratamentului, în special prin imagistica funcțională PET-CT, SPECT-CT, PET-IRM.

Aplicațiile “non-energetice” ale domeniului nuclear, în beneficiul societății include aplicațiile medicale, fizica nucleară, radiochimia și radiofarmacia jucând un rol determinant în promovarea și perfecționarea practicilor de diagnostic și terapie în efortul continuu de îmbunătățire a accesului la îngrijire medicală personalizată și 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 contrabandă, 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 **Obiective strategice** cu scopul de dezvoltare a energiei nucleare și a activităților non-energetice din România, pe termen mediu și lung, astfel:

- ✓ **OS 1** - Menținerea la un nivel ridicat de performanță și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU
- ✓ **OS 2** - Construirea de centrale de tip nou, într-o abordare gradată, în timp și pe filiere (SMR și reactori inovativi de Gen IV)
- ✓ **OS 3** - Dezvoltarea unui ciclu de combustibil integrat care să asigure sustenabilitatea și eficiența energiei 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 și Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavodă
- 3) Extinderea Depozitului Intermediar de Combustibil Ars (DICA) al CNE Cernavodă cu module de tip MACSTOR 400
- 4) Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune a DFDSMA
- 5) Autorizarea, construirea și punerea în funcțiune a DGA
- 6) Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavodă;
- 7) Construirea de centrale nucleare electrice bazată pe module de mici dimensiuni, SMR ,
- 8) Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED
- 9) Construirea demonstratorului ALFRED, destinat demonstrării viabilității tehnologiei LFR;
- 10) Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive și radioizotopi de interes medical
- 11) Producerea de izotopi medicali la centrala nucleară Cernavodă
- 12) Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentală și aplicativă de fizică nucleară cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP

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

1) Finalizarea Unităților 3 și 4 de la CNE Cernavodă

Proiectul Unităților 3 și 4 CNE Cernavodă constă în finalizarea și 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 și 4, specifice și utilizabile exclusiv numai la o centrală nucleare electrică 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 și vor fi utilizate în 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 în materie de securitate nucleară, pentru protecția personalului, populației, a mediului și a proprietății, și va fi dezvoltat, de asemenea, în conformitate cu acordurile nucleare și convențiile internaționale la care România este parte.

Referitor la modalitatea de implementare a Proiectului Unităților 3 și 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 nucleare electrică, de o manieră care să permită luarea deciziei finale de investire.

În vederea repornirii Proiectului, luând în considerare bunele practici internaționale în 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 avută 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) și Etapa 3 - Construcție (Emiterea Ordinului Final de Începere a Lucrărilor / Final Notice to Proceed - FNTP).

2) Retehnologizarea Unității 1 și Retehnologizarea Unității 2 de la CNE Cernavodă

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 proiectată este de 210.000 ore de funcționare la putere nominală, care la un factor de capacitate de 80%, se traduce într-o durată operațională economică de exploatare de circa 30 de ani. Principalele componente și structuri care limitează durata de viață sunt canalele de combustibil, feederii și anvelopa reactorului nuclear.

Date fiind costurile majore pe care le presupune realizarea unor unități noi de producție de mari dimensiuni, utilizând tehnologie nucleară, alternativa retehnologizării este atractivă pentru proprietarul unei unități nucleare. Principalul avantaj al unei asemenea opțiuni este acela că, la finalul retehnologizării, proprietarul se va afla în posesia unei unități nucleare capabile să funcționeze la parametri 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 și 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, proiectul efectiv de retehnologizare (etapa a doua) este structurat în trei faze:

- Faza 1 -Definirea proiectului
- Faza 2 - Pregătirea implementării
- Faza 3 - Oprirea unității și derularea efectivă 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 aprobată de acționarii SNN include modificări de proiect, care asigură în plus față de Scenariul 1 creșterea marginilor de securitate nucleară a centralei și țin cont de noile tendințe de creștere a robusteții din punct de vedere al securității nucleare. În urma luării deciziei de investire de către acționarii SNN, proiectul de Retehnologizare a unității 1 CNE Cernavoda a trecut în faza 2.

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

3) Autorizarea, construirea și 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 siguranță, 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 și lung privind gestionarea în 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 suprafață pentru deșeuri slab și mediu active, denumit **Depozitul Final pentru Deșeuri de Slabă și 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 eşalonat în timp, în cadrul a 8 etape, investiția inițială constând din primele 8 celule de depozitare.

Etapele de realizare a acestui proiect se regăsesc în ***Strategia Națională pe termen mediu și lung privind gestionarea în 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 și 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-siguranța-a-combustibilului-nuclear-uzat-si-a-deșeurilor-radioactive-2022.pdf>

4) 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 ingineresti, 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 nucleare-energetice relativ recente, programul de depozitare geologică în România 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 în 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 și 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-meniu-si-lung-privind-gestionarea-in-siguranta-a-combustibilului-nuclear-uzat-si-a-deseurilor-radioactive-2022.pdf>

Prin prezentul PNN, în baza inițiativei ME ANDR și SNN, România se angajează ca la actualizarea Programului național/ Strategiei naționale pe termen mediu și lung privind gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, acesta să includă planul de acțiuni detaliate pentru a pune în funcțiune DGA până în 2050. DGA asigură depozitarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive LILW-LL de la 4 unități la CNE Cernavodă. Actualizarea Programului Național este o direcție de acțiune prevăzută la OS 4 din Planul de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung, prezentat în continuare în prezentul plan, cu termenul de realizare 2028.

ANDR cu colaborarea SNN și suportul ME va asigura analiza studiilor și rapoartelor necesare care să documenteze planul de acțiuni actualizat al DGA.

În cazul reactoarelor de tip SMR, ANDR va coordona activitatea de integrare în Programul național actualizat a analizelor și studiilor necesare, care să documenteze soluțiile de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive generate de acestea. Soluțiile de depozitare definitivă vor fi asigurate de ANDR, având la bază documente suport privind inventarul și strategia activităților de pre-depozitare a deșeurilor radioactive puse la dispoziție de către SNN/companiile de proiect, în mod gradual, în funcție de etapele de dezvoltare/implementare a proiectului. Prin aceste acțiuni, România se angajează să respecte criteriul tehnic privind existența unui plan documentat de punere în funcțiune până în 2050 a unei instalații de depozitare definitivă a deșeurilor radioactive de înaltă activitate, prevăzut în Regulamentul delegat (UE) 2022/1214 al COMISIEI din 9 martie 2022 de modificare a Regulamentului delegat (UE) 2021/2139 în ceea ce privește activitățile economice din anumite sectoare energetice și a Regulamentului delegat (UE) 2021/2178 în ceea ce privește publicarea de informații specifice referitoare la activitățile economice respective

5) Lucrări de construire a instalației de detritiere apă grea (CTRF), pe platforma CNE Cernavodă

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 tritium (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 tritium 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 Cernavodă.

Proiectul CTRF reprezintă o concretizare la cel mai înalt nivel a preocupărilor continue ale CNE Cernavodă de îmbunătățire a performanței de mediu determinând o diminuare a evacuărilor de tritium în efluenți, cu impact pozitiv privind protecția populației și a mediului, totodată asigurând reducerea expunerii profesionale la tritium 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 și includerea etapelor de gospodărire a acestei categorii de deșeuri radioactive în planul de dezafectare al Unităților 1 și 2 CNE Cernavodă, 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.

6) Construirea unei prime centrale nucleare electrice bazată pe module SMR,

Sistemele nucleare noi sunt gândite să fie flexibile pe baza conceptelor de reactoare modulare mici (Small Modular Reactors, SMR) și care pot fi utilizate și în opțiunea de cogenerare (producție de electricitate și căldură pentru diverse procese industriale).

Opțiunea de creștere a capacității energetice pe baza de tehnologie nucleară prin dezvoltarea reactoarelor modulare mici este parte a Acordului Interguvernamental al României cu Statele Unite ale Americii pentru dezvoltarea programului nuclear civil al României și este un element decisiv în realizarea obiectivelor energetice pentru dezvoltarea unor noi tehnologii nucleare care să sprijine atingerea obiectivelor de decarbonare și securitate energetică.

În 2021, SNN și 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 unui proiect.

În acest context, SNN desfășoară o serie de activități pregătitoare privind dezvoltarea unei prime centrale nucleare electrice bazată pe tehnologie SMR la nivel național în acest deceniu.

De asemenea, pot exista preocupări legate de amplasarea și implementarea tehnologiilor SMR pe termen lung. Această opțiune pentru tehnologia SMR în contextul în care Planul de acțiuni pentru atingerea obiectivelor strategice pe termen mediu și lung ale SNDDN din PNN promovează colaborarea la nivel regional, european și internațional privind cercetarea-dezvoltarea, demonstrarea și inovarea în domeniul nuclear, în acest caz particular, această colaborare constând în implicarea în activități internaționale care privesc promovarea tehnologiilor nucleare inovatoare de tip SMR. În acest sens, se are în vedere continuarea implicării în cadrul Alianței Industriale SMR lansată de Comisia Europeană în 2023 și care vizează accelerarea implementării Reactoarelor Modulare Mici și Avansate la nivelul Uniunii Europene.

7) Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED

Filiera de reactori rapizi răciți cu plumb prezintă avantaje deosebite în ceea ce privește securitatea nucleară, utilizarea resurselor de combustibil, minimizarea volumului de deșeuri înalt active sau rezistența la proliferare asigurând o competitivitate semnificativă prin adoptarea proiectării în categoria reactorilor mici și 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 în România, a reactorului de demonstrație a tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb ALFRED (Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator) și a infrastructurii experimentale necesara autorizării lui.

În 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 în Foaia națională de parcurs, a Infrastructurii de Cercetare din cadrul Strategiei Naționale pentru Cercetare-Dezvoltare-Inovare, actualizată în 2017, precum și în Strategia de Specializări Inteligente a regiunii Sud Muntenia.

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

În acest sens, este necesară realizarea unei infrastructuri experimentale complexe constând în:

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

Progresele realizate sunt concretizate în prezent prin: 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, construcția instalațiilor ATHENA și CHEMLAB, precum contractarea și finanțarea construirii celorlalte instalații experimentale (HELENA 2, ELF, HANDS ON și MELTIN POT) împreună cu activitățile de cercetare-demonstrare asociate prin Proiectul POCIDIF 4 ALFRED.

8) 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 atractivă datorită 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 și radioactivității deșeurilor nucleare și rezistenței crescute la proliferare.

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

Demonstratorul LFR este destinat testării tuturor sistemelor din punct de vedere al operării, inspecției și procedurilor de mentenanță 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
- și contribuie la creșterea capacității cercetării nucleare românești.

În ipoteza disponibilității resurselor umane și financiare adecvate în timp util, tehnologia LFR poate deveni disponibilă comercial începând cu 2040. Platforma concretă 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 și menținerea și dezvoltarea industriei nucleare autohtone prin participarea în calitate de furnizori și 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 și ENEA, face parte din primele 9 proiectele selectate în 2024 de către Alianța Europeană pentru SMR și este inclus în foaia de parcurs a Consorțiului EAGLES creat de FALCON și SCK.CEN pentru dezvoltarea unui SMR LFR comercial.

9) Construcția unei infrastructuri de cercetare pentru producerea de fascicule radioactive și radioizotopi de interes medical

Producerea de fascicule de ioni radioactivi și studiul izotopilor depărtați de stabilitate reprezintă un domeniu de vârf al fizicii nucleare contemporane și o direcție principală de dezvoltare a cercetării fundamentale experimentale în acest domeniu. Se propune realizarea în IFIN-HH unei infrastructuri de cercetare (IC) dedicată producției de fascicule de ioni radioactivi prin reacții fotonucleare, infrastructura ce va deschide noi oportunități de cercetare în fizica nucleară și 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. În 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 în utilizarea tehnologiilor de ultimă oră în separarea și extragerea produșilor de fisiune (celule criogenice cu gaz, covoare de radio-frecvență) pentru a optimiza intensitatea fasciculelor de ioni radioactivi, în special a izotopilor elementelor refractare.

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

10) Dezvoltarea de tehnologii pentru cercetare fundamentală și aplicativă de fizica nucleară cu sistemul laserelor de mare putere de la ELI-NP

Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (ELI-NP) reprezintă o infrastructură de cercetare de top la nivel mondial dedicată cu precădere studiilor din domeniul Fotonicii Nucleare. Fotonica Nucleară este un domeniu interdisciplinar în care fizica nucleară, fizica laserului, știința materialelor, știința acceleratoarelor, științele vieții contribuie în mod sinergic pentru stabilirea de noi direcții de cercetare fundamentală și aplicată 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 $\sim 10^{22}$ 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

1) Aplicatii ale apei grele in domeniul nuclear si non-nuclear

Apa grea este folosita in principal ca moderator pentru reactoarele cu apa grea presurizata, inclusiv pentru reactoarele CANDU.

Alte utilizari ale apei grele sunt urmatoarele: detector de neutrino, productia de tritium, spectroscopie cu rezonanta magnetica nucleara, spectroscopie in infrarosu, in chimia organica pentru prepararea si marcarea anumitor izotopi, in fiziologie si biologie pentru testarea ratei metabolice, in industria semiconductorilor, cabluri optice si ecrane OLED, in medicina pentru testări curente și aprofundate, în farmacologie pentru crearea de medicamente care au mai putine efecte adverse, prin utilizarea de substanțe componente deuterate.

In acest context SNN are in desfasurare actiuni in vederea analizarii fezabilitatii reoperationalizarii Fabricii de Apa Grea de la Drobeta Turnu-Severin.

2) Iradierii tehnologice (Iradieri tehnologice)

IFIN-HH a dezvoltat o gamă variată de aplicații, precum: sterilizarea/decontaminarea produselor medicale și farmaceutice, de uz uman și veterinar, a materiilor prime pentru cosmetice și suplimente alimentare, a materialelor pentru biotehnologii, studii de radio-rezistentă a microorganismelor sau a materialelor și 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 iradierii tehnologice IRASM din IFIN-HH dispune și de un iradiator □ de cercetare, un laborator de microbiologie și un laborator de încercări fizico-chimice, având activități atât în contracte directe cu întreprinderi cât și în cadrul proiectelor CDI cu finanțare publică.

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

IFIN-HH își propune să mențină și să consolideze capacitatea de iradiere tehnologică existentă (iradiere cu radiații γ) și să dezvolte noi aplicații specifice acceleratoarelor de electroni.

3) Metrologia Radiațiilor Ionizante

Începând cu secolul 21, datorită progresului accelerat al științei electronicii și a celei computaționale, tehnologia informaticii (IT) și digitalizarea au început să își găsească locul în mai toate sectoarele societății. Datorită acestei “simbioze”, un nou concept inovativ a început să se dezvolte, cel al “Internet of Things” (IoT), concept ce descrie un sistem interconectat de dispozitive computaționale, mașini mecanice și digitale, obiecte și capacitatea de a transfera datele într-o roată fără a necesita interacții de tipul uman-uman sau uman-computer. Ca și consecință, producerea celei de “A Patra Revoluție Industrială” (Industria 4.0) a început să devină din ce în ce mai vizibilă în toate sub-sectoarele sale și în domeniile asociate lor. Metrologia, ca domeniu specific aflat în strânsă legătură cu majoritatea sectoarelor industriei, necesită progrese către digitalizare pentru a se adapta noilor cerințe. Astfel, un nou concept inovativ, acela al Certificatului de Etalonare Digital (CED), necesită a fi dezvoltat, validat și implementat. Acesta va permite furnizorilor de servicii de metrologie să poată oferi aceste servicii într-o manieră mai facilă, mai rapidă, mai sigură, mai eficientă economic și mai ecologică (Etalonare 4.0), integrându-se astfel în cadrul conceptului Green Deal al UE de „Oraș Inteligent” (puternic sprijinit de către Comisia Europeană). Prin implementarea acestui proiect, IFIN-HH dorește să își aducă contribuția la procesul de digitalizare a metrologiei, având în vedere statutul sau de Etalon Național (pentru Metrologia Radiațiilor Ionizante). Aspectele referitoare la radioprotecție și riscurile asociate domeniului radiațiilor ionizante, plasează metrologia radiațiilor ionizante printre ramurile metrologiei ce necesită imperios a sprijini digitalizarea (Metrologia 4.0).

Etalonul Național de radioactivitate trebuie menținut și dezvoltat în următorii ani. Acest lucru implică modernizarea unor echipamente, participarea anuală la comparații internaționale de măsurare a activității organizate de BIPM (Biroul Internațional de Măsură și Greutăți) sau EURAMET (Asociația Europeană a Institutelor Naționale de Metrologie) pentru menținerea trasabilității metrologice și a echivalenței internaționale, precum și asigurarea personalului necesar în cadrul IFIN-HH/LMRI (Laboratorul de Metrologia Radiațiilor 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.

4) Criminalistica Nucleară

Criminalistica Nucleară este o știință relativ nouă, 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 și tehnici avansate din domenii precum fizica nucleară, chimia și știința materialelor.

Laboratorul NFL-RO din cadrul Institutului 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 capacități 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.

5) 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 experimentală 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.

6) 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 aplicațiilor 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 calității vieții prin dezvoltarea si implementarea de metode analitice avansate si markeri adecvați.

7) 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 malnutritia contribuie la îmbunătățirea 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 calității asistentei medicale si a siguranței pacienților.

8) 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 în Europa decât în alte părți ale lumii însă rămâne un instrument eficient pentru asigurarea siguranței alimentare.

Controlul insectelor

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

9) Mediu

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

În prezent, în categoria aplicațiilor emergente, aplicațiile de mediu cu electroni accelerați pot deveni în 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 microbiană cât și degradarea unor poluanți organici persistenți.

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

Există o nevoie continuă de a promova utilizarea lor pentru dezvoltarea politicilor de management durabil pentru protecția resurselor de apă, mediului terestru și acvatic.

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

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

10) Conservare bunuri patrimoniu

Tratamentul cu radiații ionizante pentru conservarea patrimoniului cultural reprezintă o contribuție socială remarcabilă a domeniului nuclear. Caracterul penetrant al radiațiilor gama asigură certitudinea efectului biocid și în același timp posibilitatea tratamentului rapid al unor cantități mari de obiecte. Acest tratament se poate aplica obiectelor din lemn, hârtie, material textil, pelicula fotografică, piele, pergament. Accidente și/sau condiții de depozitare improprie pot conduce la atacuri biologice masive în muzee, arhive sau biblioteci, iar acestea sunt greu de înlăturat din cauza

volumului mare de obiecte contaminate. Tratatamentul cu radiații are un avantaj major: gradul ridicat de penetrare al radiațiilor ionizante asigură certitudinea efectului biocid în volum.

Pentru punerea în valoare a întregului potențial al iradierilor tehnologice, în cadrul IFIN -HH sunt preocupări pentru crearea unor noi capacități de iradiere cu electroni accelerați, promovarea dezvoltării de noi aplicații de iradiere tehnologică și elaborarea de studii de fezabilitate pentru aplicații emergente ale iradierilor tehnologice, inclusiv prin instalarea de acceleratoare de electroni.

11) Aplicații în industria clasică

O gamă largă de industrii, de la agricultură la producție, utilizează radioizotopi pentru a evalua materiale, produse și procese.

Radiografia Gamma

Așa cum o radiografie medicală permite unui medic să obțină o imagine detaliată a unei fracturi osoase, o examinare industrială cu raze X sau cu raze gamma poate oferi o imagine detaliată a unei fisuri interne într-o piesă turnată de metal, într-o sudură etc.

Măsurători și analize industriale

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

Intensitatea radiației scade atunci când traversează diverse medii (materiale). Astfel, raportul dintre intensitatea radiației emise și cea măsurată la ieșire, în conformitate cu legea de absorbție specifică 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 și a altor defecte în turnurile de răcire și la schimbătoarele de căldură de la centralele electrice. În operațiunile de măcinare și flotare, instrumentele care folosesc surse radioactive sunt larg răspândite. Aceste dispozitive au avantajul de a oferi măsurători fiabile fără contact.

În mină se folosesc radionuclizi pentru a localiza și cuantifica zăcămintele minerale, pentru a cartografia contururile geologice folosind puțuri de testare și foraje miniere și pentru a determina prezența hidrocarburilor.

Surse de energie miniaturizate

Radioizotopii au căpătat o largă utilizare în cadrul aplicațiilor care necesită surse autonome de energie, cum ar fi: stații și baloane meteorologice, echipamente pentru navigație (faruri, geamanduri etc.), stimulatoare cardiace etc.

Fabricarea surselor de Ir192 pentru control nedistructiv în 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 în controlul nedistructiv industrial.

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

În 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 performanță și creșterea numărului de unități nucleare pe filiera CANDU

<i>Direcții de acțiune/ Proiecte</i>	<i>Măsuri cheie în dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare în proiecte</i>	<i>Responsabil</i>	<i>Termen de realizare</i>	<i>Indicator de performanță¹</i>
(Proiect) <i>Finalizarea construcției și punerea în funcțiune a Unităților 3 și 4 la CNE Cernavodă</i>	<i>Etapa 1 - Etapa pregătitoare - Preliminary Notice to Proceed (Pre-LNTP)</i>	SNN Ministerul Energiei	12-18luni	✓ Reoperaționalizarea societății de proiect EN ✓ Studii și activități de pre-proiect necesare revizuirii cerințelor tehnice necesare contractării IPC. ✓ Întreprinderea de acțiuni care să sprijine finanțarea proiectului ✓ Implementarea strategiei de reoperationalizare și dezvoltare a proiectului ².
	<i>Etapa 2 - Lucrări Preliminare (Limited Notice to Proceed - LNTP) - Faza 1 a Contractului IPC_ Inginerie, Procurare și Construcție</i>		18-24 luni	✓ Dezvoltarea părții de inginerie critică a Proiectului, a documentațiilor de securitate nucleară și a analizelor privind piața locală a furnizorilor de echipamente și 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 și luarea Deciziei Finale de Investire, care va permite trecerea Proiectului în Etapa 3.
	<i>Etapa 3 - Construcție (Emiterea Ordinului Final de Începere a Lucrărilor/ Final Notice to</i>		68-78 luni	✓ Demararea efectivă a lucrărilor de construcție, montaj și punere în funcțiune (<i>Termene estimate: U3- 2031; U4-2032</i>).

¹ În 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"

² Strategia de dezvoltare a proiectului ar putea fi modificată prin voința dezvoltatorului proiectului (responsabilul) fără a fi constrâns de prevederile acestui Plan care reprezintă un document programatic.

	Proceed - FNTP) - Faza 2 a Contractului IPC- Inginerie, Procurare si Construcție			
(Proiect) <i>Retehnologizarea unităților operaționale la CNE Cernavodă. Retehnologizarea U1 de la CNE Cernavoda</i>	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 fezabilității Proiectului de retehnologizare ✓ Aprobare Studiu de Fezabilitate <i>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.</i>
	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)
	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 <i>Nota: Acordul între Guvernul României și Guvernul SUA privind cooperarea în legătură cu proiectele nucleare- energetice de la Cernavodă și 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.</i>
(Proiect) <i>Retehnologizarea unităților</i>	Scenariu similar de planificare a fazelor si activitatilor de pregătire si realizare a proiectului, scenariu in care se va	SNN Ministerul Energiei	2037- 2039	✓ Se considera indicatori de performanta similari cu cei implementați pentru proiectul de Retehnologizare U1.

operaționale la CNE Cernavodă. Retehnologizarea U2 de la CNE Cernavoda	tine cont de practicile bune si lecțiile învățate in 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
Mentținerea și creșterea capacității naționale dobândite de proiectare si	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 nucleareoelectrice

cercetare pentru filiera CANDU				
	Studiul materialelor structurale și al combustibililor nucleari avansați	SNN RATEN M Energiei Mec CNCAN	Permanent	✓ Rezultate din experimente, date și informații, creditate ca suport pentru analizele de securitate care stau la baza documentelor suport ce descriu performanța materialelor structurale și a procesului decizional de abordare de dezvoltare de soluții de combustibil avansat
	Studiul posibilităților de îmbunătățire a performanțelor de proiectare, testare, operare, mentenanță, autorizare și modernizare a sistemelor de instrumentație și control și a realizării analizelor de echipamente și proces	SNN RATEN Men	Permanent	✓ Dezvoltare capacități de concentrare cunoștințe și expertiza de a asigura posibilitățile de îmbunătățire a performanțelor sistemelor de Instrumentație și control și a rezultatelor analizelor de echipamente și proces ✓ Contribuții la îmbunătățirea performanței întregii centrale nucleare și în consecință, contribuții la economicitatea și securitatea centralelor nucleare electrice prezente și viitoare
	Dezvoltarea și îmbunătățirea continuă a managementului deșeurilor radioactive și a protecției radiologice	SNN ANDR RATEN IFIN CNCAN MEd M Energiei MC	Permanent	✓ Identificarea și demonstrarea de soluții tehnice și tehnologice autorizabile și fezabile economic, pentru gestionarea anumitelor categorii de deșuri radioactive de la generare până la depozitarea finală („cradle to grave”), în cadrul programelor sectoriale și naționale de C/D ✓ Menținerea competențelor și feedback-ul experienței dobândite privind implementarea ALARA la reducerea dozele pentru personal și populație ✓ O planificare pe termen lung a măsurilor preventive de menținere și respectiv, dezvoltare adecvată a cunoștințelor și competențelor de protecție radiologică, corelat cu necesitățile de asigurare a nivelurilor de securitate a proiectelor nucleare de viitor

		Asigurarea unui grad înalt 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 mentenanță preventivă si corectiva, inspecții, 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 strategiilor combustibil si de	Studiul combustibilului tolerant la accident (coroborat cu masura similara de la OS 3)	SNN RATEN M Energiei M Cercetării CNCAN	2025-2030	✓ Studiul de fezabilitate tehnologică ✓ Luarea unei decizii privind implementarea unei solutii de combustibil ATF aplicabile tehnologiei 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	SNN RATEN M Energiei CNCAN	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	

	tipurile de reactori nucleari introduși în exploatare	ANDR		
Asigurarea resurselor materiale pentru programul energetic nuclear	Analiza posibilităților de a răspunde necesităților de resurse materiale ținând cont de proiectele de viitor	SNN RATEN M Energiei Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale MEc; ANRM, M Cercetării, Academia Română etc.	Permanent	✓ Programe de investiții proprii și/sau programe sectoriale sau naționale
	Valorificarea rezervei de apă caldă constituită în anii precedenți pentru operarea CNE Cernavodă, incluzând asigurarea completărilor tehnologice anuale estimate și operarea Unităților 3 și 4 CNE Cernavodă, pe întreaga durată de viață și reluarea producției de apă caldă.	CNMAG M Energiei Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale domeniului gestionării apei caldă Secretariatul Guvernului, ANRSPS, CNCAN RATEN, SNN etc)	Permanent	✓ Asigurarea planificării și implementării activităților care permit conservarea calității și cantității de apă caldă, pe termen mediu și lung, pentru reactoarele nucleare filieră CANDU ✓ Analizarea fezabilității proiectului de reoperationalizare a Fabricii de Apă Caldă

	✓ Corelarea sistemelor de învățământ și educație naționale cu necesitățile programului nuclear ✓ Pregătirea specifică în cadrul institutelor de cercetare și proiectare, în cadrul SNN și prin colaborare internațională	SNN RATEN M Energiei Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale MEc; MEd, M Cercetării, Academia Română etc.	Permanent	✓ Programe de responsabilitate socială în domeniul educației, sănătății și mediului ✓ Planuri de succesiune și de atragere a personalului înalt calificat
--	---	--	-----------	--

OS 2: Construirea de centrale de tip nou, într-o abordare gradată, în timp și pe filiere (reactori modulari mici-SMR și inovativi de Gen IV)

<i>Direcții de acțiuni/ Proiecte</i>	<i>Etape de dezvoltare în proiecte/ Măsurile cheie în dezvoltarea direcțiunilor de acțiune</i>	<i>Responsabil</i>	<i>Termen de realizare</i>	<i>Indicator de performanță</i>
(Proiect) Construirea unei prime centrale nucleare electrice bazată pe module SMR, cu tehnologie PWR	- Activități preliminare	SNN Ministerul Energiei	2021-2022	✓ Studii tehnice suport în vederea identificării posibilelor amplasamente pentru SMR ✓ Alegerea amplasamentului candidat preferat ✓ Înființarea companiei de proiect
	- Selectarea amplasamentului și demararea activității 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
	- Demararea activității 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 în domeniul operării și producției reactorilor mici modulari	- Schimb de experiență în promovarea și implementarea proiectelor de reactori mici modulari - Îmbunătățirea transferului de cunoștințe de la dezvoltator la operator	SNN RATEN M Energiei CNCAN Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale domeniului educației și pregătirii MEC; MEd, M Cercetării, IFIN HH, Academia Romana etc.	2027-2030	✓ Dezvoltare de capacități de concentrare expertiza și resurse de pregătire în domeniul operării și producției reactorilor mici modulari ✓ Programe de responsabilitate socială în domeniul educației adecvat extinderii tipurilor de reactori noi din programul energetic nuclear
(Proiect) Construcția instalațiilor experimentale suport pentru demonstratorul ALFRED	- Finalizarea instalațiilor ATHENA și CHEMLAB - Construcția Instalațiilor HELENA2 și ELF - Construcția instalației MELTIN POT - Construcția instalației HANDS ON - Construcția HUB și Lead School	M Energiei ANC RATEN	2025 - 2030	✓ Date experimentale de testare, demonstrare și calificare a materialelor, componentelor și sub-ansamblurilor reactorului ALFRED în vederea autorizării lui ✓ Verificarea și validarea standardelor și codurilor de calcul utilizate în proiectarea reactorului ALFRED în vederea autorizării demonstratorului ✓ Pregătirea resursei umane necesare construcției și operării demonstratorului ALFRED ✓ Implicarea industriei nucleare autohtone în 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 ANC RATEN CNCAN	2025 – 2045	✓ 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	Măsurile cheie în dezvoltarea direcțiilor de acțiune/ Etape de dezvoltare în proiecte	Responsabil	Termen de realizare	Indicator de performanță
Dezvoltarea combustibilului rezistent la accident (ATF)	- Elaborarea de concepte tehnice de fascicul combustibil ATF, compatibil cu reactorul CANDU6; - Testarea performanțelor combustibilului ATF în afara reactorului - Fabricarea elementelor experimentale pentru iradierea de demonstrație - Dezvoltarea de tehnologii și instalații pentru fabricarea unui prototip de fascicul combustibil ATF - Calificare-autorizare a noului tip de fascicul combustibil;	M Energiei RATEN Alte autorități implicate	2022- 2032	✓ Realizarea unui element combustibil ATF experimental ✓ Demonstrarea performanțelor combustibilului ATF la iradiere ✓ Fascicul combustibil ATF ✓ Obținerea autorizării conceptului de combustibil ATF
Asigurarea combustibilului nuclear în sisteme integrate la nivel național, ținând cont de tipurile de reactori nucleari introduși în exploatare	- Diversificarea surselor de aprovizionare cu materie primă necesară producerii combustibilului nuclear și a dezvoltărilor ulterioare ale SNN în legătură cu partea de început a ciclului combustibilului nuclear - Păstrarea capacităților de producție pe teritoriul național a activităților rentabile din sfera exploatarea rezervelor de uraniu, a celor de procesare și producere a combustibilului nuclear	SNN M Energiei Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale domeniului minier și activități asociate (MEC, ANRM etc)	2026-2035	✓ Dezvoltare scenarii fezabile de asigurare combustibilul nuclear în sistem integrat la nivel național ✓ Dezvoltarea sustenabilă a părții de început a ciclului nuclear ținând cont inclusiv de opțiunile strategice în partea de final a ciclului combustibilului nuclear ✓ Modernizarea și extinderea, după caz, a capacităților de preparare minereu de uraniu, prelucrare materii prime nucleare și producere combustibil nuclear CANDU

	- Măsuri cheie în dezvoltarea acestei direcții de acțiune coroborate cu măsuri prezentate la Direcția de acțiune „Studiarea scenariilor și strategiilor de combustibil”			
Integrarea ciclurilor de combustibil ale centralelor de tip CANDU cu cele de generație nouă	- Analiza posibilităților de integrare a ciclurilor de combustibil utilizat în CNE existent și viitoare - Analiza și 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 în România a ciclului DUPIC, ținând cont de cea mai recentă experiență națională și 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 și mediu	- Promovarea instalațiilor de gestionare deșeurilor radioactive care asigură predepozitarea (incluzând depozitarea intermediară) în siguranță a tuturor deșeurilor radioactive generate din exploatarea unităților nucleare electrice de la CNE Cernavoda	SNN ANDR CNCAN Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități ale MEC; MMAP, MS etc.	2022-2032	✓ Strategie/plan de gestionare a deșeurilor radioactive generate la CNE Cernavoda, în acord cu programele DFDSMA și DGA ✓ Programe de investiții pentru proiecte viitoare ✓ Respectarea în mod corespunzător a condițiilor din autorizații pentru activități de gestionare deșeurilor radioactive la instalațiile nucleare și radiologice ✓ Abordarea strategică de soluții tehnice de gestionare deșeurilor radioactive pe platforma CNE Cernavoda în sinergie pentru Unitățile 1 și 2 și Unitățile 3 și 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 nucleare electrice	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.	2023-2028	✓ 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 ANC 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 în dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare în proiecte	Responsabil	Termen de realizare	Indicator de performanță
Actualizarea Programului Național de gestionare combustibil nuclear uzat și deșeuri radioactive (coroborat cu direcțiile de acțiune și indicatorii prezențați la OS 3)	Integrarea în Programul Național a diagramelor de flux privind gestionarea de la generare la depozitare a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive rezultate din dezvoltarea activităților viitoare din domeniul nuclear prevăzute în SNDDN	ANDR Principalii generatori de deșeuri Grup de lucru Interinstituțional	2025-2028	✓ Program Național de gestionare combustibil nuclear uzat și deșeuri radioactive actualizat ✓ Studii privind estimarea inventarului de deșeuri radioactive și combustibil ars pentru noile proiecte energetice nucleare ✓ Strategii proprii ale generatorilor privind etapele de predepozitare și gestionare a deșeurilor radioactive și combustibilului uzat ✓ Studii pentru documentarea planificării privind etapele de punere în funcțiune a DGA în 2050
Definirea, finalizarea și implementarea soluțiilor	- Promovarea depozitării definitive a deșeurilor	ANDR SNN		✓ Planul de dezvoltare a unui concept operațional de depozitare geologică a LL-LILW

pentru depozitarea definitivă a deșeurilor radioactive și a combustibilului uzat pe termen mediu și lung	radioactive de activitate foarte joasă (VLLW)	RATEN CNCAN M Energiei IFIN-HH Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități în legătură cu domeniul: MEc; MEd, M Cercetării, Academia Romana etc.		✓ Studii de definire și dezvoltare de soluții conceptuale pentru depozitarea definitivă a tuturor categoriilor de deșeurii radioactive și a combustibilului uzat produse din reactoarele CANDU și SMR, pe termen mediu și 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 și organizații care funcționează în sfera de acțiune și responsabilități în 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 și 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 deșeurii 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 și pentru dezafectarea instalațiilor nucleare și radiologice;	Min Energiei MICD RATEN IFIN-HH ANDR	Permanent	✓ Identificarea și demonstrarea soluțiilor tehnice și tehnologice de tratare-condiționare deșeurilor LL-LILW în vederea depozitării 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, deșeurii cu plumb etc.) și alte activități de cercetare-dezvoltare.
	- Promovarea optimizării gestionării deșeurilor radioactive de o manieră care asigură reutilizarea și reciclarea materialelor și a surselor radioactive, în contextul tranziției către o economie circulară	ANDR Min Energiei CNCAN SNN RATEN	Permanent	✓ Optimizarea soluțiilor de proiectare la depozitarea definitivă, în mod corelat cu activitățile de reutilizare și reciclare promovate în etapele de predepozitare ✓ Analize privind soluții de minimizare a volumului de deșeurii radioactive și combustibil nuclear uzat în vederea depozitării definitive (coroborat cu indicatorii prezentați la OS 3)
(Proiect) Autorizarea, construirea și punerea în 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 autorizării de amplasare ✓ Autorizare PUZ, Acord de Mediu și Autorizație de amplasament DFDSMA
	- Activități premergătoare privind obținerea Autorizației construire (primele 8 celule)	ANDR Min Energiei CNCAN	2025-2028	✓ Demersurile necesare de elaborare a documentației de achiziție a unui contractor pentru obținerea Obținerii autorizației 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
	- 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
(Proiect) Autorizarea, construirea si punerea în funcțiune a depozitului geologic DGA	- 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

<i>Direcții de acțiuni/ Proiecte</i>	<i>Măsurile cheie în dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etape de dezvoltare în proiecte</i>	<i>Responsabil</i>	<i>Termen de realizare</i>	<i>Indicator de performanță</i>
Susținerea programului de cercetare-dezvoltare-inovare suport pentru programul nuclear național și a infrastructurii aferente	- Susținerea centrelor de cercetare direct implicate în dezvoltarea de soluții inovatoare - Asigurarea unei infrastructuri performante - Asigurarea finanțării necesare	ME MCDI RATEN	Permanent	✓ Programe de cercetare adaptate stadiului de realizare a proiectelor și obiectivelor strategice ✓ Proiecte de cercetare și de infrastructura propuse și finanțate ✓ Mecanisme de finanțare adecvate
Creșterea alocărilor pentru C&D pentru domeniul nuclear din sectorul public și privat	- Creșterea treptată a procentului din PIB alocat cheltuielilor de cercetare, dezvoltare și inovare	ANC 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 în finanțarea cercetării din domeniul nuclear	ANC	Permanent	✓ Promovarea unor abordări fiscale care să încurajeze sectorul privat prin acordarea unor facilități fiscale pentru investiții în cercetare, inovare și demonstrare
Dezvoltarea excelenței în CDI în domeniul nuclear	- Îmbunătățirea capacității de management a cercetării în domeniul nuclear	ANC Organizații cercetare	Permanent	✓ Proiecte formare continuă a personalului ✓ Măsurile de stimulare a specialiștilor de top și a echipelor lor

	- Îmbunătățirea calificării personalului în domeniul nuclear - Sprijin pentru menținerea resursei umane înalt calificate și pentru promovarea specialiștilor și echipelor lor - Valorizarea potențialului de talente și promovarea accesului la cercetare de excelență			
	- Susținerea mobilității cercetătorilor	ANC Organizații cercetare	Permanent	✓ Granturi acordate cercetătorilor debutanți, în faza de consolidare, confirmați pentru formare și mobilități
	- Infrastructuri de cercetare de talie mondială, integrate și interconectate	ANC 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 treptată a alocărilor pentru cercetare, dezvoltare și inovare în acest domeniu	ANC, Organizații cercetare, CNHPC	Permanent	✓ Număr de proiecte CD care asigure atingerea maturității tehnice a soluțiilor de cercetare dezvoltare ✓ Instalații pilot/demonstrative
Exploatarea rezultatelor în domeniul cercetării, dezvoltării și inovării, în	- Crearea de sinergii între politica de cercetare și	Organizații cercetare ANC M Energiei		✓ Stimularea ecosistemelor de inovare, clusterelor de inovare

special pentru mobilizarea investițiilor private și dezvoltarea politicilor specifice domeniului	inovare și politica industrială	M Ec		
	- 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 și UE privind îmbunătățirea continuă a securității, garanțiilor și securității nucleare
Consolidarea cooperării internaționale	- Continuarea și intensificarea colaborării internaționale în domeniul activității de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică	ANC M Energiei ANDR RATEN IFIN-HH Organizații cercetare	Permanent	✓ Programe de cercetare și asistență tehnică cu organizațiile internaționale ✓ Programe de colaborare bilaterală și intersectoriale
	- Îmbunătățirea participării la colaborarea la nivel regional, european, NEA/OECD privind cercetarea-dezvoltarea în domeniul nuclear	Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și de responsabilități în legătură cu domeniul nuclear	Permanent	✓ Crearea cadrului național și legislativ care să permită accesarea și participarea la la colaborarea la nivel regional, european și internațional ✓ Modificări legislative ✓ Accesarea și participarea în parteneriate/consorții, programe, proiecte, grupuri de inițiativă, grupuri de lucru, rețele de training etc., la nivel regional, european și internațional, în acord cu proiectele și acțiunile din PNN
	- Abordarea colectivă a provocărilor societale globale	ANC		✓ 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

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

<i>Direcții de acțiuni/ Proiecte</i>	<i>Măsurile cheie în dezvoltarea direcțiilor de acțiune/ Etapă de dezvoltare în proiecte</i>	<i>Responsabil</i>	<i>Termen de realizare</i>	<i>Indicator de performanță</i>
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 și care să țină cont de particularitățile acestora	SNN ANDR RATEN IFIN CNCAN Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și de responsabilități în legătură cu asigurarea resurselor umane înalt calificate pentru domeniul nuclear , Ministerul Energiei, Ministerul Educației și Cercetării , Autoritatea Națională pentru Cercetare, etc.	Permanent	✓ Strategia Națională de Resurse Umane în domeniul nuclear ✓ Creșterea numărului de studenți și absolvenți ai facultăților cu profil energetic nuclear ✓ Creșterea numărului de absolvenți angajați în domeniul nuclear
Revigorarea sistemului de educație națională pentru a adresa nevoia de asigurare resurse umane calificate pentru domeniul nuclear	- Stimularea cooperării dintre cercetare-industrie-universități - Adaptarea programului educațional la cerințele energiei nucleare din România	SNN RATEN IFIN ANDR CNCAN ANDR Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și de	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 energiei nucleare

	- Creșterea performanțelor sistemului educațional	responsabilități în legătură cu asigurarea resurselor umane înalt calificate pentru domeniul nuclear (Ministerul Educației și Cercetării, Ministerul Energiei, ANCetc.)		✓ Plan de măsuri pentru creșterea exigentelor în domeniul educațional (dotări cu echipamente, fellowship , etc)
Menținerea și dezvoltarea continuă a expertizei și competenței în domeniul nuclear în cadrul comunității	- Cariere atractive pentru cercetători și facilitarea legăturii cu învățământul superior	IFIN-HH SNN RATEN ANDR CNCAN Autorități și organizații care funcționează în sfera de acțiune și de responsabilități în legătură cu asigurarea resurselor umane înalt calificate pentru domeniul nuclear (Ministerul Educației și Cercetării, Ministerul Energiei, ANCetc.)	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 capacităților de training în domeniul nuclear		Permanent	✓ Stabilirea unui centru regional de training în România ✓ Specializarea personalului în domeniul științelor și tehnologiilor nucleare ✓ Calificarea și atestarea personalului de specialitate
Susținerea complementarității furnizorilor de programe educaționale și de training și 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
Inițierea unui centru de pregătire personal național și internațional utilizând platforme specializate pentru reactoare 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 până la sfârșitul anului 2023, finanțarea fiind acordată 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 profesorii 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.

<i>Direcții de acțiuni/ Proiecte</i>	<i>Măsurile cheie in dezvoltarea direcțiunilor de acțiune/ Etapă de dezvoltare in proiecte</i>	<i>Responsabil</i>	<i>Termen de realizare</i>	<i>Indicator de performanță</i>
Dezvoltarea metrologiei radiațiilor ionizante	- Dezvoltarea metrologiei radonului (222Rn) pentru a oferi noi servicii beneficiarilor din Romania	ANC 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,	mANC IFIN-HH	2022 - 2027	✓ Standarde primare de activitate
	- Îmbunătățirea și extinderea performanțelor serviciilor de etalonare -	ANC 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	ANC 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 ^{60}Co pana la 1000000 Ci	ANC IFIN-HH	2022-2035	✓ Creșterea cu 300 % a capacității de iradiere IRASM
	- Instalarea unui accelerator de electroni pentru dezvoltarea de noi aplicații si satisfacerea cerințelor din industrie	ANC 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 și 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 capacități 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 capacități de producție hidrogen	CNHPC ANC 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 ANC	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	ANC 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	ANC 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 librării digitale de criminalistica nucleara ca sistem de contabilitate si control a materialelor de interes pentru garanții nucleare
	- Dezvoltarea capacităților de intervenție la fata	IFIN-HH CNCAN	2022 - 2028	✓ Proceduri conforme cu legislația penala in vigoare elaborate in cadrul SMC implementat in laborator

	locului conform codului de procedura penala			
	- 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 radiațiilor ionizante asupra mediului si sistemelor biologice in vederea asigurării radioprotecție si securității radiologice in practicile din domeniul nuclear	- Estimarea riscului radiologic al radionuclizilor, in special al tritiului si carbonului-14 in mediu	ANC 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;	ANC 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	- Dezvoltarea de sisteme avansate de detecție si achiziție de date	ANC IFIN-HH RATEN	2022 - 2030	✓ Realizarea de detectori specializați de mici dimensiuni

nivel național: cercetări pentru obținerea de noi materiale, metode, tehnici, tehnologii și echipamente avansate care să stimuleze creșterea economică				✓ Dezvoltarea unei noi generații de detectoare, electronice front-end, procesare și achiziție de date ✓ Dezvoltarea de detectori rapizi, cu granularitate mare și rezistenți la radiații pentru măsurarea electronilor și identificarea hadronilor
	- Dezvoltarea tehnologiilor cuantice în România	ANC IFIN-HH	Permanent	✓ Construirea unei infrastructuri de comunicații cuantice sigure ✓ Protejarea datelor sensibile și infrastructurilor critice prin integrarea sistemelor cuantice în infrastructurile de comunicații existente, oferind un nivel suplimentar de securitate bazat pe comunicate cuantice
	- Dezvoltarea de aplicații industriale majore și aplicații de securitate critice	ANC IFIN-HH	2022 - 2040	✓ Dezvoltarea de acceleratori de particule compacți și eficienți cu densitate extremă de particule până la energii de TeV ✓ Echipament pentru detecția de la distanță a materialelor nucleare sensibile ✓ Dezvoltarea defectoscopiei nedistructive ultrarapide cu raze gamma și neutroni
	- Dezvoltarea unor metode de măsurare a activităților joase în fond de radiații ultra-scăzut	ANC IFIN-HH	2022 - 2030	✓ Tehnici și metode noi de măsurare cât mai precisă a radioactivității ✓ specifice pentru protecția și conservarea mediului în context actual și viitor
	- Obținerea, caracterizarea și/sau modificarea proprietăților materialelor	ANC IFIN-HH	2022 - 2030	✓ Producerea de noi materiale de interes tehnologic, cu utilizări în biologie, geologice, arheologie etc. ✓ Producerea de trăsori radioactivi cu aplicabilitate în medicina, industrie, agricultură, mediu, cercetare
	- Realizarea de instalații, instrumentație și 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 și extragerea de radioizotopi și 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