



Nr. CA RATEN 19/23.04.2026



Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară

STRATEGIA DE DEZVOLTARE A RATEN PENTRU PERIOADA 2026-2036

Document supus aprobării Consiliului Științific al RATEN ICN și CTES al RATEN CITON

Cuprins

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducere | 6 |
| 2 | Baza legală și cadrul strategic | 6 |
| 3 | Rolul, poziționarea și misiunea RATEN | 7 |
| 4 | Situația actuală și necesitatea strategiei | 8 |
| 5 | Viziunea și misiunea RATEN pe termen scurt, mediu și lung | 8 |
| 5.1 | Misiunea RATEN | 8 |
| 5.2 | Viziunea RATEN | 9 |
| 5.2.1 | Viziunea pe termen scurt (2026-2030) | 9 |
| 5.2.2 | Viziunea pe termen mediu și lung (2030-2036) | 9 |
| 5.3 | Principii și priorități strategice | 10 |
| 6 | Energetica nucleară în context internațional | 10 |
| 6.1 | Stadiul actual al energiei nucleare în Europa | 11 |
| 6.1.1 | Politicile UE în domeniul nuclear | 11 |
| 6.1.2 | Stadiul dezvoltării programelor nucleare în Europa | 12 |
| 6.2 | Stadiul dezvoltării programelor nucleare în restul lumii | 13 |
| 6.2.1 | Construcția de noi unități nucleare | 13 |
| 6.2.2 | Retehnologizarea și prelungirea duratei de viață | 14 |
| 6.3 | Interes crescut pentru reactoare SMR | 14 |
| 7 | Energetica nucleară în context național | 15 |
| 8 | Cercetarea în domeniul nuclear. Stadiul actual și perspective | 17 |
| 8.1 | Stadiul actual al Cercetării - Dezvoltării - Inovării și perspective | 17 |
| 8.1.1 | Programul EURATOM 2021 -2027 | 17 |
| 8.1.2 | Programul EURATOM 2028-2034 | 18 |
| 8.2 | Cercetarea asociată energiei nucleare în România | 20 |
| 9 | Analiza SWOT | 21 |
| 9.1 | Puncte tari | 21 |
| 9.2 | Puncte slabe | 22 |
| 9.3 | Oportunități | 23 |
| 9.4 | Amenințări | 24 |
| 10 | Strategia de Cercetare – Dezvoltare RATEN pe termen mediu și lung | 24 |
| 10.1 | Matricea TOWS | 24 |
| 10.2 | Strategia de cercetare pe termen scurt (2026 – 2030) | 25 |
| 10.3 | Strategia de cercetare pe termen mediu și lung | 27 |
| 11 | Obiective, direcții și măsuri strategice | 27 |

| | | |
|----|---|----|
| 12 | Planul de implementare pe etape | 39 |
| 13 | Indicatori de performanță și mecanismul de monitorizare | 41 |
| 14 | Implicații bugetare și surse de finanțare | 41 |
| 15 | Corelarea cu politica ministerului energiei | 41 |
| 16 | Dispoziții finale | 42 |

Abrevieri

ALFRED – Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator (Demonstrator european de reactor rapid avansat răcit cu plumb)

AMR – Advanced Modular Reactor (Reactor avansat modular)

ANUEN – Alianța Națională Universitară pentru Energie Nucleară

ATHENA – Advanced Thermal-Hydraulic Experiment for Nuclear Applications (Experiment avansat termohidraulic pentru aplicații nucleare)

ATF – Accident Tolerant Fuel (Combustibil tolerant la accident)

CDI – Cercetare Dezvoltare Inovare

CANDU – CANada Deuterium Uranium

CE – Comisia Europeană

CHEMLAB – Lead Chemistry Laboratory (Laborator de chimia plumbului)

CID – Clean Industrial Deal (Acordul pentru industria curată)

CNCAN – Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare

CNE – Centrala nuclearo-electrică

CTRF – Cernavodă Tritium Removal Facility (Instalația de detritiere a apei grele de la Cernavodă)

DFDSMA – Depozitul Final Deșeuri Slab și Mediu Active

EAGLES – European Advanced Generation IV Lead-Cooled Energy System (Sistem energetic european avansat de Generația a IV-a răcit cu plumb)

EERA – European Energy Research Alliance (Alianța europeană de cercetare în domeniul energiei)

ELF – Experimental Lead Fluid facility (Instalația experimentală cu plumb lichid)

ELI-NP – Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (Infrastructura Luminii Extreme - Fizică Nucleară)

ENEN – European Nuclear Education Network (Rețea europeană de educație în domeniul nuclear)

ESNII – European Sustainable Nuclear Industrial Initiative (Inițiativa Industrială Nucleară Sustenabilă Europeană)

EU – Uniunea Europeană

EURATOM – Comunitatea Europeană a Energiei Atomice

FCN – Fabrica de Combustibil Nuclear

FEED – Front End Engineering Design (Proiectare tehnică preliminară)

FID – Final Investment Decision (Decizia finală de investiție)

HELENA2 – Heavy Liquid Metal Experimental Loop for New Applications 2 (Buclă experimentală cu metale grele lichide pentru noi aplicații)

IAEA – International Atomic Energy Agency (Agenția Internațională pentru Energie Atomică)

ICERR – International Center based on Research Reactors (Centru internațional bazat pe reactoare de cercetare)

IFIN HH – Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”

IPCEI – Important Projects of Common European Interest (Proiecte importante de interes comun european)

iPWR – integral Pressurized Water Reactor (reactor integral cu apa sub presiune)

LEPI – Laboratorul de Examinare Post-Iradieră

LEU – Low Enriched Uranium (Uraniu slab îmbogățit)

LFR – Lead-cooled Fast Reactor (Reactor rapid răcit cu plumb)

MID – Mașina de Încărcare-Descărcare

MOX – Mixed Oxide fuel (Combustibil cu oxizi micști)

NEA/OECD – Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development (Agenția pentru energie nucleară a Organizației de cooperare și dezvoltare economică)

NZIA – Net-Zero Industry Act (Regulamentul privind industria cu emisii nete zero)

OS – Obiectiv strategic

PAC – Programul Anual de Cercetare

RATEN – Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară

RATEN CITON – Centrul de Inginerie Tehnologică Obiective Nucleare, Sucursala RATEN
RATEN ICN – Institutul de Cercetări Nucleare, Sucursala RATEN
SET PLAN – Strategic Energy Technology Plan (Planul strategic privind tehnologiile energetice)
SMR – Small Modular Reactor (Reactor mic modular)
SNETP – Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (Platforma Tehnologică pentru Energie Nucleară Sustenabilă)
STC – Euratom Scientific and Technical Committee (Comitetul tehnic și științific al EURATOM)
STDTR – Stația de Tratare Deșeuri Radioactive
TAR – Teste în Afara Reactorului
TRIGA-ICN – Reactoarele de cercetare TRIGA (SSR – Steady State Reactor; ACPR Annulus Core Pulsed Reactors)
TSO – Technical support organization (Organizație de suport tehnic)

1 Introducere

Strategia de dezvoltare a Regiei Autonome Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN) pentru perioada 2026–2036 reprezintă documentul programatic fundamental care stabilește direcțiile de evoluție instituțională, tehnologică, economică și de resurse umane ale regiei, în concordanță cu politicile naționale în domeniul energiei nucleare, al cercetării-dezvoltării și al securității naționale.

Strategia RATEN a fost realizată pornind de la statutul regiei, definit prin actele normative de înființare, acela de infrastructură nucleară critică a statului român, cu rol central în asigurarea continuității competențelor nucleare, în dezvoltarea autonomiei tehnologice și în furnizarea suportului tehnologic permanent pentru întregul program nuclear civil al României.

2 Baza legală și cadrul strategic

Strategia de dezvoltare a RATEN pentru perioada 2026–2035 este elaborată în conformitate cu cadrul legislativ național și european aplicabil domeniului nuclear civil, precum și domeniului cercetării dezvoltării și inovării, incluzând:

- Ordonanța de Urgență nr. 144/1999 pentru aprobarea continuării și finanțării activităților de cercetare-dezvoltare, aplicații și inginerie tehnologică aferente suportului tehnic național pentru domeniul de energie nucleară din cadrul Regiei Autonome pentru Activități Nucleare, precum și pentru aprobarea finanțării activităților specifice cooperării internaționale în domeniul de energie nucleară;
- Ordonanța de Urgență nr. 54/2013, privind unele măsuri pentru reorganizarea prin divizarea parțială a Regiei Autonome pentru Activități Nucleare Drobeta Turnu-Severin și înființarea Regiei Autonome Tehnologii pentru Energia Nucleară–RATEN, document aprobat prin Legea nr. 302 din 15 Noiembrie 2013;
- LEGE nr. 183 din 10 iunie 2024 privind statutul personalului de cercetare, dezvoltare și inovare;
- LEGE Nr. 324 din 8 iulie 2003 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 57/2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică, cu modificările și completările ulterioare;
- Lege nr. 111 din 10 octombrie 1996 privind desfășurarea în siguranță, reglementarea, autorizarea și controlul activităților nucleare, republicată, cu modificările și completările ulterioare;
- Normele și ghidurile emise de Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare, CNCAN;
- Hotărârea de Guvern nr. 600/2014 privind Strategia națională de securitate și siguranță nucleară;
- Strategia națională pe termen mediu și lung privind gestionarea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, aprobată prin Hotărârea nr. 102, ianuarie 2022;
- Strategia energetică a României 2025 – 2035, cu perspectiva anului 2050, aprobată prin Hotărârea de Guvern nr. 1491, decembrie 2024;
- Strategia Națională de Dezvoltare a Domeniului Nuclear în România pentru perioada 2021-2030, cu perspectiva 2050, draft 2026;

- Planul Național Integrat în Domeniul Energiei Și Schimbărilor Climatice 2025-2030;
- Legea nr. 25/2023 privind integrarea voluntară a organizațiilor de cercetare, dezvoltare și inovare din România în Spațiul European de Cercetare, precum și pentru modificarea Ordonanței Guvernului nr. 57/2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică;
- Statutul de Stat Membru al Uniunii Europene:
 - Tratatul EURATOM;
 - Programul Cadru de Cercetare Inovare EURATOM;
 - Comisia Europeană - Comunicarea Comisiei către Consiliu, către Parlamentul European, către Comitetul economic și social european și către Comitetul regiunilor "Un Plan Strategic European pentru Tehnologiile Energetice (PLANUL SET), COM(2007) 723 final";
 - Directiva 2009/71/EURATOM a Consiliului din 25 iunie 2009 de instituire a unui cadru comunitar pentru securitatea nucleară a instalațiilor nucleare;
 - Directiva 2011/70/EURATOM a Consiliului din 19 iulie 2011 de instituire a unui cadru comunitar pentru gestionarea responsabilă și în condiții de siguranță a combustibilului uzat și a deșeurilor radioactive;
 - Recomandarea Consiliului european din 18 Decembrie 2023 pentru un nou cadru european de atragere și menținere a resursei umane valoroase din cercetare, inovare și antreprenoriat din Europa - "Carta Europeană a Cercetătorului" (C/2023/1640);
 - Comunicare a comisiei către parlamentul european, consiliu, comitetul economic și social european și comitetul regiunilor. Strategia de investiții în energia curată (COM(2026) 116 final);
 - Comunicare a comisiei către parlamentul european, consiliu, comitetul economic și social european și comitetul regiunilor. Strategia pentru dezvoltarea și implementarea reactoarelor modulare mici (SMR) în Europa (COM(2026) 117 final);
 - Comunicare a comisiei. Program nuclear cu caracter informativ prezentat în temeiul articolului 40 din Tratatul Euratom - final (după avizul CESE) (COM(2026) 120 final);
- Statutul de Stat Membru al Agenției Internaționale pentru Energie Atomică:
 - Convenția de Securitate Nucleară, ratificată de România prin Legea nr. 43 din 24 mai 1995;
 - Convenția comună asupra gospodaririi în siguranța a combustibilului uzat și asupra gospodaririi în siguranța a deșeurilor radioactive, ratificată de România prin Legea nr. 105/16 iunie 1999;
 - Cerințe, standarde și ghiduri pentru domeniul energetic nuclear;
- Statutul de Stat Membru al NEA/OECD

3 Rolul, poziționarea și misiunea RATEN

RATEN este o organizație strategică de interes național, cu rol esențial în susținerea programului nuclear civil al României prin activități de cercetare-dezvoltare, inginerie, suport tehnologic și dezvoltare de competențe în domeniul nuclear.

RATEN este poziționată ca centru național de competență nucleară, cu responsabilitate asupra cercetării aplicate, operării infrastructurilor nucleare experimentale și furnizării suportului tehnologic pentru reactoarele CANDU 600, pentru programul SMR și pentru dezvoltarea reactoarelor de Generație IV prin LFR (EAGLES/EAGLES300).

RATEN are misiunea strategică de asigurare a suportului științific și tehnologic pentru Programul Energetic Nuclear Național și a competenței tehnice pe întreaga durată de funcționare a instalațiilor nucleare prin:

- dezvoltarea de tehnologii necesare asigurării suportului științific și tehnic național pentru domeniul de energetică nucleară în vederea funcționării în condiții de securitate nucleară a instalațiilor aferente domeniului;
- dezvoltarea de tehnologii pentru noi tipuri de reactori nucleari energetici de Generație IV;
- dezvoltarea de tehnologii pentru managementul combustibilului nuclear ars și al deșeurilor radioactive;
- producția de radioizotopi pentru medicină și industrie;
- cercetare științifică, proiectare și inginerie tehnologică și pregătirea specialiștilor în domeniul nuclear;
- formare de specialitate în calitate de organizație tehnică suport a administrației publice centrale;
- programe de informare publică;
- activități specifice cooperării internaționale în domeniu.

RATEN are în structura sa două sucursale fără personalitate juridică: Institutul de Cercetări Nucleare, Pitești (RATEN ICN) și Centrul de Inginerie Tehnologică pentru Obiective Nucleare, Măgurele (RATEN CITON).

4 Situația actuală și necesitatea strategiei

RATEN deține un capital tehnologic și uman de importanță strategică pentru România, fiind una dintre puținele instituții capabile să opereze infrastructuri nucleare experimentale și să furnizeze suport tehnologic specializat pentru sectorul nuclear.

Cu toate acestea, se constată existența unor vulnerabilități structurale, precum îmbătrânirea infrastructurilor, presiunea asupra resursei umane specializate existente și lipsa de atractivitate pentru noi angajați accentuată de oferta salarială necompetitivă, dependența de finanțări anuale fragmentate și integrarea insuficientă în marile programe europene.

În lipsa unei strategii integrate, România riscă pierderea competențelor nucleare esențiale, creșterea dependenței de tehnologiile externe și diminuarea capacității de dezvoltare tehnologică în domeniul nuclear.

Prin noua strategie RATEN se propun soluții menite să înlăture aceste riscuri.

5 Viziunea și misiunea RATEN pe termen scurt, mediu și lung

5.1 Misiunea RATEN

Misiunea RATEN este de a opera în condiții de maximă siguranță nucleară infrastructurile nucleare experimentale proprii, de a dezvolta reactorul ALFRED, de a participa activ la consorțiul european EAGLES, pentru dezvoltarea tehnologiei LFR prin proiectul EAGLES300, de a furniza suport tehnologic permanent prin activități de dezvoltare, proiectare și inginerie tehnologică pentru tehnologia CANDU și

tehnologiile SMR de interes pentru România , și de a menține capacitatea națională de cercetare, dezvoltare și inovare în domeniul energiei nucleare.

5.2 Viziunea RATEN

RATEN va deveni până în 2036 un pilon strategic de cercetare, dezvoltare și inovare al României, exercitând un rol de lider în implementarea proiectelor majore de energetică nucleară la nivel național și european - de la suportul tehnic critic reprezentat de activități de proiectare și inginerie tehnologică pentru CNE Cernavodă și tehnologia CANDU, inclusiv prin participare în activitățile dezvoltate de Conexus Nuclear Inc. (continuator al CANDU Owners Group), până la implementarea tehnologiilor de generație nouă (SMR, iPWR și LFR), contribuind, prin excelență științifică și profesionalism, la securitatea și autonomia energetică și tranziția către o economie neutră din punct de vedere al emisiilor de carbon.

5.2.1 Viziunea pe termen scurt (2026-2030)

Pe termen scurt, RATEN își propune să fie recunoscută ca TSO pentru toți actorii angajați în punerea în aplicare a Programului Nuclear Național (CNCAN, ANDR, CNE Cernavodă etc.) și să dobândească recunoaștere prin tranziția de la activitatea de cercetare experimentală la activitatea de suport tehnic esențial și transfer tehnologic pentru marile proiecte naționale în domeniul energiei nucleare, urmărind:

- consolidarea rolului de suport tehnic pentru CNE Cernavodă, prin asigurarea expertizei necesare, dovedită prin activități de proiectare și inginerie tehnologică, pentru prelungirea duratei de viață a Unităților 1 și 2 și construcția Unităților 3 și 4;
- dezvoltarea infrastructurii de cercetare dedicată tehnologiei LFR și modernizarea infrastructurii existente în vederea asigurării funcționării și operării în condiții de securitate nucleară a instalațiilor experimentale critice pentru domeniul nuclear (reactorul TRIGA, LEPI, STDR) și a întregii platforme RATEN;
- afirmarea RATEN drept Centru de expertiză pentru securitatea reactoarelor SMR și AMR care se vor construi în România. RATEN va opera instalații experimentale de testare și calificarea a materialelor, testare și demonstrare a componentelor și subsansamblurilor, și va realiza analize de securitate nucleară specifice noilor concepte de reactoare SMR;
- intensificarea participării RATEN în cadrul consorțiului EAGLES;
- crearea unui Centru de Educație în Energetică Nucleară pentru a atrage și forma noua generație de specialiști necesari susținerii și dezvoltării programului nuclear național, prin extinderea colaborării cu universități din România și din Europa.

5.2.2 Viziunea pe termen mediu și lung (2030-2036)

Pe termen mediu și lung, RATEN își propune să devină **unul din liderii europeni în dezvoltarea tehnologiilor nucleare**, prin:

- participarea activă în cadrul consorțiului EAGLES, autorizarea și construcția demonstratorului ALFRED la Mioveni, asigurând astfel prezența României pe harta europeană a reactoarelor rapide avansate, care promit o utilizare mult mai eficientă a combustibilului și reducerea cantității de deșeurii radioactive;
- dezvoltarea de soluții inovatoare aferente ciclului combustibilului vizând managementul deșeurilor înalt radioactive și testarea de noi tipuri de combustibil nuclear avansat (ATF, MOX etc., ...).

Viziunea strategică a RATEN se definește prin dualitatea dintre menținerea securității nucleare în exploatarea infrastructurilor actuale și rolul de pionierat în dezvoltarea tehnologiilor de generație viitoare. Îndeplinirea acestui mandat presupune transformarea instituției până în anul 2030, capabil să ofere suport multidimensional atât pentru tehnologia consacrată CANDU, pentru soluțiile emergente de tip SMR, reactoare rapide cât și soluții auxiliare necesare privind managementul apei grele și tritiului, gestionarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive, inclusiv depozitarea definitivă soluții de mentenanță, de prelungire a duratei vieții, fiabilitate și dezafectarea instalațiilor nucleare. În acest context, operarea în condiții de maximă siguranță a infrastructurilor experimentale nu reprezintă doar o obligație procedurală, ci fundamentul pe care se construiește întreaga capacitate națională de cercetare și inovare în domeniul energiei nucleare.

Central, în viziunea de dezvoltare, este proiectul ALFRED dar și participarea activă în consorțiul EAGLES, unde RATEN își asumă rolul de lider tehnic în cercetarea sistemelor răcite cu plumb lichid. Proiectul EAGLES300 reprezintă vârful de lance al acestei colaborări internaționale, oferind României oportunitatea de a trece de la statutul de utilizator de tehnologie la cel de dezvoltator de soluții nucleare de Generație IV. Această tranziție necesită o integrare profundă a expertizei tehnice interne cu exigențele europene de cercetare, asigurând în același timp infrastructura necesară pentru proiectarea, autorizarea, punerea în funcțiune, testarea și/sau validarea codurilor de calcul specifice noilor arhitecturi de reactoare avansate.

5.3 Principii și priorități strategice

Principiile fundamentale ale strategiei sunt:

- interesul național și securitatea energetică națională,
- securitatea nucleară ca valoare fundamentală a culturii organizaționale a regiei,
- respectarea principiilor OCDE privind guvernanta corporativă a întreprinderilor de stat,
- excelența profesională,
- resursa umană ca activ strategic.

6 Energetica nucleară în context internațional

Pe fondul preocupărilor generate de impactul schimbărilor climatice și efectelor crizei energetice generată de contextul geopolitic internațional, energia nucleară este integrată tot mai clar ca parte a soluțiilor pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și asigurarea independenței energetice la nivel european.

Se estimează că în următorii 10 ani, necesarul de energie la nivel global se va dubla sub presiunea menținerii ritmului de creștere economică, a nivelului de trai și al cererii de energie necesară alimentării Centrelor de Date.

Agenția Internațională pentru Energie (IEA) estimează că generarea de energie nucleară va atinge un maxim istoric în perioada 2025-2026 ((IEA), 2025), depășind recordul anterior din 2021, pe măsură ce Franța își finalizează mentenanța flotei, Japonia repornește reactoare, iar unități noi sunt construite și conectate în China și India.

A fost lansată o nouă inițiativă multinațională care își propune să tripleze capacitatea nucleară globală până în 2050, recunoscând rolul energiei nucleare în atingerea obiectivelor de securitate energetică și climatică, completând rolul principal jucat de energiile regenerabile.

În întreaga lume, mai multe state membre ale AIEA continuă să cerceteze, să dezvolte sau să implementeze reactoare de fisiune avansate. Există un interes global crescut pentru dezvoltarea și implementarea reactoarelor rapide. În plus, rolul SMR-urilor în satisfacerea cerințelor energetice câștigă atenție datorită nevoii de generare a energiei mai flexibilă și a accesibilității economice. Utilizarea caracteristicilor de securitate pasivă bazate pe forțe naturale, cum ar fi gravitația și circulația naturală, spre deosebire de utilizarea componentelor active, cum ar fi pompele electrice, motoarele și generatoarele diesel de urgență, se numără printre caracteristicile SMR-urilor care pot asigura, de asemenea, funcționarea continuă și pot oferi performanțe sporite în materie de securitate nucleară.

La începutul anului 2026, sectorul este marcat de un optimism fără precedent în ultimul deceniu, susținut prin:

- construcții record de noi capacități, aproximativ 60 de reactoare în construcție la nivel mondial, însumând o capacitate totală de peste 65 GW ((WNA), 2025)
- prelungirea duratei de viață a reactoarelor existente (SUA, Franța) și redeschiderea unor unități închise (ex: centrala Palisades din Michigan).
- interesul crescut pentru SMR, prin trecerea tehnologiei SMR de la faza de concept la cea de implementare, cu primele unități operaționale în China și Rusia și proiecte avansate în SUA, Canada și România. Conceptele de reactoare modulare mici, convenționale (SMR) sau avansate (AMR), promit avantaje privind securitatea nucleară, eficiență sporită în utilizarea combustibilului, cu impact în reducerea radiotoxicității și volumului deșeurilor radioactive, producția în serie, durată redusă de construcție și competitivitate economică.

6.1 Stadiul actual al energiei nucleare în Europa

6.1.1 Politicile UE în domeniul nuclear

În 2026, harta nucleară a Europei este mai activă decât oricând în ultimele trei decenii. Politicile Uniunii Europene din perioada 2024-2025 marchează o schimbare radicală de paradigmă, trecând de la o atitudine reticentă sau neutră față de energia nucleară la o recunoaștere oficială a acesteia ca tehnologie strategică pentru atingerea neutralității climatice. Această "Renaștere Nucleară Europeană" este susținută de cinci piloni legislativi și politici majori:

1. Includerea energiei nucleare în Net-Zero Industry Act (NZIA) (EC, 2024)

Adoptat oficial în 2024 și implementat activ în 2025, NZIA este probabil cel mai important semnal politic recent. Energia nucleară (atât cea tradițională, cât și tehnologiile viitorului, precum SMR-urile) a fost inclusă pe lista *tehnologiilor strategice cu emisii zero*, oferindu-i un statut strategic. Prin acest Act, proiectele nucleare pot beneficia acum de proceduri de autorizare accelerate ("fast-tracking") și de o reducere a birocrăției, fiind considerate esențiale pentru competitivitatea industriei europene.

2. Taxonomia UE și Accesul la Finanțare (EC, 2022)

Perioada 2024-2025 a consolidat statutul energiei nucleare și prin Taxonomia UE (sistemul de clasificare a investițiilor sustenabile). Energia nucleară este oficial recunoscută ca o activitate care contribuie la atenuarea schimbărilor climatice. Acest lucru permite companiilor și statelor membre să acceseze piețele de capital "verzi" și împrumuturi cu dobânzi preferențiale pentru construcția de noi reactoare sau re tehnologizarea celor existente.

3. Alianța Industrială Europeană pentru SMR-uri (SMR, 2024))

Lansată de Comisia Europeană în februarie 2024, această alianță a devenit operațională în 2025, având ca principal obiectiv accelerarea implementării primelor reactoare modulare mici (SMR) în UE până la începutul anilor 2030. Un număr de 9 proiecte de reactoare SMR au fost selectate în octombrie 2024 și re-evaluate în 2025, două dintre acestea cu implicarea României (Proiectul NuScale - Doicești și Proiectul EU SMR LFR -EAGLES 300 - RATEN Mioveni).

4. "Alianța Nucleară" a Statelor Membre (EU, 2023)

Sub leadership-ul Franței, un grup de peste 12 state membre (printre care și România) a creat Alianța Nucleară, o coaliție în cadrul Consiliului UE ce vizează creșterea capacității nucleare instalate în UE de la aproximativ 100 GW în prezent la 150 GW până în 2050.

5. Clean Industrial Deal – CID (Pactul Industrial Curat) (CE, 2025)

Clean Industrial Deal – CID (Pactul Industrial Curat) este noua strategie-pilot a Comisiei Europene, considerată "moștenitorul" și motorul economic al Green Deal (Pactul Verde European). Dacă Green Deal s-a concentrat pe *șintele de mediu*, Clean Industrial Deal se concentrează pe modul de a face ca industria să supraviețuiască și să prospere pe parcursul procesului de decarbonizare.

Această nouă strategie este soluția Comisiei Europene la problemele ridicate de [Raportul publicat de Mario Draghi](#), fostul presedinte al Bancii Centrale Europene (Draghi, 2024) în septembrie 2024, intitulat „*The future of European competitiveness*” care avertizează asupra costului ridicat al energiei din Europa și a concluzionat că aceasta nu poate supraviețui industrial fără o scădere masivă a prețurilor prin contracte pe termen lung (PPA - Power Purchase Agreements) și contracte tip CfD (Contracte pentru Diferență).

Deasemenea, în raportul său, Draghi afirmă în mod clar că *energia nucleară este indispensabilă pentru competitivitate*, datorită stabilității pe care o oferă rețelei. Ca urmare, Pactul Industrial Curat a inclus „*nuclearul sub toate formele sale*” (reactoare mari, SMR-uri și fuziune) în *mecanismele de finanțare rapidă, eliminând discriminarea istorică dintre regenerabile și nuclear*.

În ceea ce privește inovația, recomandarea Draghi de *reducere a timpului de la laborator la piață* se regăsește în Pactul CID prin posibilitatea finanțării directe pentru demonstratoarele tehnologice (precum ALFRED).

În concluzie, în prezent, energia nucleară nu mai este considerată în Europa ca o soluție de tranziție, ci ca un partener necesar al energiei regenerabile, capabil să asigure "sarcina de bază" (baseload) necesară pentru stabilitatea grilei și pentru marii consumatori industriali.

6.1.2 Stadiul dezvoltării programelor nucleare în Europa

O serie de State Membre au adoptat politici și proiecte de extindere a capacității nucleare existente sau de inițiere a unui program nuclear.

Franța a lansat programul EPR2, cu planuri pentru 6 reactoare noi și posibilitatea extinderii la 14 unități. Deasemenea, EDF desfășoară programul „Grand Carénage”, o investiție de peste 50 miliarde EUR pentru modernizarea întregii flote de reactoare, permițând funcționarea acestora dincolo de pragul de 40 de ani, vizând revenirea în piață a flotei de reactoare existente. **Marea Britanie**, prin planul "Civil Nuclear Roadmap to 2050" a oficializat, în 2024-2025, o strategie care vizează atingerea unei capacități de 24 GW până în 2050 (aproximativ 25% din necesarul de

electricitate al țării). În prezent se află în cn construcție Hinkley Point C, Sizewell C a primit „undă verde” oficială pentru construcție în 2025, iar în iunie 2025, consorțiul Great British Nuclear a selectat oficial Rolls-Royce pentru construcția primelor unități pe site-ul de la Wylfa (Țara Galilor) transformând regiunea într-un hub tehnologic major. **Suedia** a anunțat planuri pentru o „expansiune masivă”, cu scopul de a construi echivalentul a două reactoare mari până în 2035, urmate de altele până în 2045. **Belgia** a anulat în mai 2025 legea care prevedea renunțarea completa la programul nuclear.

Polonia a programat construcția primei centrale (tehnologie AP1000, Westinghouse) în 2026 la Choczewo, cu scopul de a opera 6 reactoare până în 2040. Republica **Cehă** construiește două unități noi la Dukovany, iar **Bulgaria** avansează cu planurile pentru Unitățile 7 și 8 de la Kozloduy (tehnologie AP1000), vizând operaționalizarea primei unități în 2033. **Ungaria** prevede construcția, începând din 2026, a două noi unități VVER 1200 la centrala Paks II, în timp ce **Slovacia**, cu peste 60% energie nucleară, se află în faza finală de testare și pornire a Mochovce 4, care va deveni complet operațională în cursul anului 2026 și a semnat un acord cu SUA (Westinghouse) pentru construcția unui nou reactor de peste 1000 MW la Jaslovské Bohunice. **Slovenia** intenționează construcția unui reactor mare (până la 1600 MW) sau a două reactoare mai mici, pentru a asigura stabilitatea rețelei după închiderea actualului reactor Krško (programată peste 20 de ani).

România a planificat retehnologizarea unității U1 de la CNE Cernavodă începând cu 2027 cu executarea de lucrări complexe (înlocuirea canalelor de combustibil și a tuburilor de presiune). În acest sens, s-a început elaborarea pachetelor de inginerie referitoare la modificările / îmbunătățirile de proiect, realizarea instalației de detritiere – CTRF (instalație suport pentru Retehnologizarea Unitatii 1) și se dorește repornirea în 2029 pentru încă 30 de ani de operare. Proiectul a intrat în faza de implementare propriu-zisă a contractelor de inginerie și management (cu parteneri din Canada, SUA și Italia). Deasemenea, Unitățile U3 și U4 se află în „faza de pregătire a amplasamentului și inginerie critică”, iar pentru proiectul primului reactor SMR din Europa, bazat pe tehnologia NuScale s-a aprobat Decizia Finală de Investiție (FID). Prin RATEN și proiectul ALFRED, România este implicată în dezvoltarea tehnologiei LFR și a reactorului comercial EAGLES 300.

6.2 Stadiul dezvoltării programelor nucleare în restul lumii

6.2.1 Construcția de noi unități nucleare

La nivel mondial, o serie de țări ce dețin programe nucleare au în construcție noi unități pentru a-și mări cota în mixul energetic (IAEA, 2025).

Astfel, **China** este liderul mondial incontestabil, cu cel mai mare număr de reactoare în construcție (peste 25 de unități). Obiectivul ei este să devină cel mai mare producător de energie nucleară din lume până în 2030. **India** își extinde rapid flota nucleară pentru a susține creșterea economică, având 6 reactoare în construcție activă. **Rusia** continuă dezvoltarea tehnologiilor de generație IV și exportul de tehnologie nucleară prin compania Rosatom. **Coreea de Sud**, prin Guvernul actual, a inversat politica de închidere a centralelor nucleare, aprobând recent punerea în funcțiune a unității Saeul-3 (2026).

Deasemenea, tot mai multe state ne-nucleare optează pentru energia nucleară și au introdus sau doresc introducerea energiei nucleare în mix-ul energetic și au proiecte în stadii avansate.

În **Turcia**, prima unitate a centralei de la Akkuyu este programată să devină operațională chiar în 2026, marcând intrarea oficială a țării în „clubul nuclear”, iar în **Bangladesh**, centrala de la Rooppur este aproape de finalizare, prima unitate fiind așteptată să se conecteze la rețea în 2026. **Egipt** construiește patru reactoare la El Dabaa, un proiect strategic pentru diversificarea mixului energetic African, iar **Emiratele Arabe Unite**, care au devenit recent producător (centrala Barakah), continuă să fie un model de succes pentru noii veniți, explorând acum și tehnologia SMR.

Introducerea energiei nucleare este de interes și în alte țări precum **Ghana, Kazakhstan, Uzbekistan și Rwanda**, în care programele nucleare se află în diverse stadii de studii de fezabilitate și planificare.

6.2.2 Retehnologizarea și prelungirea duratei de viață

Expansiunea masivă a energiei nucleare se bazează nu doar pe construcția de noi reactoare, ci mai ales pe **proiecte de retehnologizare și prelungire a duratei de viață**.

Canada se plasează ca lider al proiectelor de anvergură, desfășurând în prezent unele dintre cele mai complexe proiecte de retehnologizare din lume, axate pe tehnologia CANDU. Darlington (Ontario) derulează un proiect de aproximativ 12,8 miliarde CAD pentru retehnologizarea succesivă a unităților sale, finalizarea întregului complex fiind prevăzută pentru sfârșitul anului 2026. Retehnologizarea unităților B ale centralei Pickering (Ontario) a fost aprobată în 2024, în 2025-2026 urmând a se derula faza critică de defnire și achiziții (buget de peste 4 miliarde CAD doar pentru această etapă), scopul fiind prelungirea operării cu încă 30 de ani. Bruce Power continuă programul de înlocuire a componentelor majore, cel mai mare proiect de investiții private în infrastructură din Canada.

SUA au trecut de la simpla prelungire a licențelor (la 60 sau 80 de ani) la repornirea centralelor închise. Palisades (Michigan) este primul reactor din istoria SUA programat să fie repornit după ce a intrat oficial în dezafectare. Cu un sprijin federal de 1,5 miliarde USD, restartul este vizat pentru începutul anului 2026. Three Mile Island (Unitatea 1) a anunțat planuri de repornire pentru a alimenta centrele de date Microsoft, cu investiții majore în modernizare până în 2028.

În **Japonia**, după un deceniu de stagnare post-Fukushima, se accelerează repornirea reactoarelor. În noiembrie 2025, a fost aprobată repornirea celei mai mari centrale din lume, Kashiwazaki-Kariwa, după modernizări masive ale sistemelor de securitate.

Această tendință globală este alimentată masiv de cererea de energie pentru Centrele de Date (AI), de obiectivele de decarbonizare pentru 2050, dar și de necesitatea asigurării independenței energetice, conștientizate tot mai mult de statele dezvoltate.

6.3 Interes crescut pentru reactoare SMR

Pe lângă construcția reactoarelor comerciale de capacitate mare, clasice, se remarcă un interes deosebit pentru reactoarele modulare, mici. În Europa, statele din Europa Centrală și de Nord au demarat primele acțiuni pentru construcția de reactoare SMR, ca soluție de înlocuire a energiei produse de termocentralele pe cărbune dezafectate.

România rămâne în fruntea plutonului european cu proiectul NuScale, NuScale Doicești avansând spre decizia finală de investiție. **Suedia** a primit deja primele cereri de ajutor de stat pentru flote de SMR-uri (BWRX-300 sau Rolls-Royce) la Ringhals. Țări precum **Finlanda și Estonia** explorează folosirea SMR-urilor în special pentru încălzirea orașelor, nu doar pentru curent electric. Prin

compania Fermi Energia, **Estonia** a finalizat studiile de pre-fezabilitate și se pregătește să devină prima țară baltică cu energie nucleară proprie generate de reactoare SMR. În **Republica Cehă**, grupul ČEZ a achiziționat o participație de 20% în Rolls-Royce SMR, plănuiind o întreagă flotă de mini-reactoare (3 GW în total) începând cu locația Temelín.

În afara Europei, interesul pentru reactoarele modulare mici (SMR) a trecut în 2025 de la faza de curiozitate științifică la cea de cursă pentru dominanță tehnologică și export. Statele Unite, Canada, China și Rusia sunt liderii acestui segment, fiecare având strategii distincte.

America de Nord se poziționează ca pionier comercial, deținând cea mai mare cotă de piață (aproximativ 33%) și se concentrează pe licențierea și exportul de tehnologie. **Canada** este, în 2026, prima țară din America de Nord care a emis o licență de construcție pentru un SMR comercial. Proiectul de la Darlington (Ontario), care folosește tehnologia BWRX-300 de la GE-Hitachi, este în plină execuție, servind drept model pentru proiectele similare din Polonia și SUA. În **SUA**, după certificarea designului NuScale, atenția s-a mutat pe sprijinirea companiilor precum TerraPower (proiectul Natrium în Wyoming, susținut de Bill Gates) și X-energy. Un impuls nou de dezvoltare în 2025-2026 îl reprezintă Centrele de Date pentru AI, permitând gigantilor precum companiile Microsoft și Google să exploreze parteneriate directe cu dezvoltatorii de SMR pentru a-și asigura energia constantă necesară.

Asia, se individualizează ca un centru de execuție rapidă. **China** deține deja primul SMR comercial din lume conectat la rețea (HTR-PM, un reactor răcit cu gaz). În 2026, China accelerează construcția modelului ACP100 (Linglong One) la Changjiang, care este programat să fie complet operațional până la sfârșitul anului 2026. Ea mizează pe SMR-uri nu doar pentru producerea de electricitate, ci și pentru termoficare și desalinizare. În **Coreea de Sud**, guvernul a aprobat recent designul propriu i-SMR și a început construcția unei unități demonstrative. Sud-coreenii sunt extrem de agresivi pe piața de export, oferind pachete integrate de construcție și finanțare.

Rusia rămâne liderul soluțiilor SMR flotante, fiind singura țară care operează astfel de centrale nucleare (ex: *Akademik Lomonosov*). Din 2025, Rosatom a început desfășurarea unor noi unități de tip RITM-200S în regiunea arctică pentru a alimenta proiecte miniere de amploare (ex: Cape Nagloynyn). De asemenea, Rusia dezvoltă complexul Rosatom's Proryv ce include reactorul BREST-OD-300 și promovează activ tehnologia SMR în Africa și Asia de Sud-Est ca soluție „la cheie”.

Interesul pentru reactoare SMR este masiv și în zonele unde rețelele electrice nu pot suporta reactoare mari de 1000+ MW.

În Orientul Mijlociu, **Iordania și Arabia Saudită** sunt în discuții avansate pentru SMR-uri destinate desalinizării apei, o necesitate critică în regiune. **Brazilia** a semnat în 2025 scrisori de intenție cu parteneri chinezi pentru a evalua integrarea SMR-urilor în zonele izolate ale țării, iar **Kazahstan și Uzbekistan** explorează SMR-urile ca soluție pentru a înlocui vechile centrale pe cărbune, similar modelului românesc.

7 Energetica nucleară în context național

Sectorul nuclear din România reprezintă unul dintre pilonii fundamentali ai securității energetice naționale.

În domeniul producerii de energie electrică, Centrala Nuclearelectrică (CNE) Cernavodă asigură aproximativ 20% din necesarul de electricitate al României prin cele două unități funcționale. Proiectele majore asociate CNE Cernavodă în următorii 10 ani vizează:

- *Retehnologizarea Unității 1:* În prezent (2026), proiectul se află în faza finală de pregătire înainte de oprirea planificată pentru 2027. Această operațiune va prelungi funcționarea reactorului pentru încă 30 de ani, la costuri mult mai mici comparativ cu construcția unui nou reactor.
- *Construcția Unităților 3 și 4:* După semnarea acordurilor de finanțare și inginerie cu parteneri strategici din SUA, Canada și Franța, proiectul construcției celor două noi unități CANDU a intrat într-o fază accelerată de mobilizare a șantierului. Finalizarea lor va dubla capacitatea de producție de energie nucleară a țării.
- *Construcția Instalației de Detritiere (CTRF):* Aceasta reprezintă prima instalație de detritiere din Europa și a treia instalație industrială pe plan mondial după Canada și Coreea de Sud, o tehnologie care va permite recuperarea tritiului și reducerea impactului de mediu, oferind totodată României rolul de furnizor de tritiu pentru viitoarele reactoare de fuziune (precum proiectul ITER).

În domeniul reactoarelor SMR, România este prima țară din regiune care a adoptat tehnologia SMR (Small Modular Reactors), prin parteneriatul cu firma americană NuScale pentru amplasamentul de la Doicești. În prezent, proiectul de la Doicești a depășit faza studiilor de inginerie și proiectare (FEED 2) și s-a luat Decizia Finală de Investiție (FID) în februarie 2026. România se află astăzi într-o poziție de pionierat nu doar la nivel european, ci și global, ținând să aibă prima centrală SMR funcțională cu 6 module (capacitate totală 462 MWe).

RATEN prin sucursala CITON a fost și este implicată în toate aceste proiecte majore prin următoarele activități contractuale:

- Servicii de inginerie pentru contractul de condition assessment în vederea re tehnologizării Unității 1 CNE Cernavoda;
- Servicii de inginerie legate de caracterizarea structurilor civile U3&4 existente pe amplasamentul CNE Cernavoda în vederea calificării acestora pentru utilizare viitoare;
- Contract servicii de proiectare și inginerie pentru clădiri de infrastructură re tehnologizare U1 CNE Cernavodă;
- Contract servicii de inginerie proiectare și detaliu, pentru modificări de proiect ce urmează a fi implementate pe perioada re tehnologizării U1 CNE Cernavodă;
- Servicii de Owner's Engineer pentru RoPower Nuclear SA în cadrul contractului de asistență pentru implementarea tehnologiei SMR în România;
- Contract servicii de proiectare pentru proiectul Instalației de detritiere de la CNE Cernavodă,
- Contract cadru de servicii de inginerie pentru U1&2 CNE Cernavodă;
- Servicii de asistența generală în inginerie și consultanță cu privire la producerea de radionuclizi medicali la Unitățile CNE Cernavoda, inclusiv servicii de asistență pentru reprezentarea companiei în relația cu autoritățile în domeniu;
- Servicii de consultanță tehnică (Owner's Engineer) pentru Etapa a 2-a a Proiectului Unitatilor 3 și 4 CNE Cernavoda.

De asemenea, prin participarea RATEN în consorțiul EAGLES¹, România este implicată în dezvoltarea tehnologiei reactorilor rapizi, răciți cu plumb (LFR) și a conceptului de reactor comercial de tip SMR LFR, EAGLES 300. Comercializarea este prevăzută începând cu 2040, în urma demonstrării viabilității tehnologice, industriale și economice prin construcția demonstratorului ALFRED în România, pe platforma de la Mioveni.

Atât proiectul EAGLES 300, cât și proiectul NuScale au fost selectate de Alianța Industrială Europeană pentru SMR printre cele 9 proiecte prioritare la nivelul UE, România putând fi considerată un actor important în implementarea tehnologiei SMR în regiune.

Gestionarea deșeurilor radioactive este un domeniu strategic, strâns legat de programul nuclear național (Unitățile 1 și 2 de la CNE Cernavodă) și de utilizarea surselor radioactive în medicină și industrie.

Întrucât următorul deceniu este decisiv pentru infrastructura nucleară a României, având în vedere planurile de extindere a capacității energetice, programul de management al deșeurilor radioactive va trebui să asigure:

- Operaționalizarea DFDSMA Saligny prin obținerea autorizației de amplasare și construcție, finalizarea construcției și începerea depozitării deșeurilor de activitate joasă și medie produse de Unitățile 1 și 2;
- Adaptarea strategiei de gestionare a deșeurilor pentru a include viitoarele fluxuri de deșeuri provenite de la noile reactoare planificate;
- Selectarea amplasamentului pentru depozitarea definitivă a combustibilului uzat, prin studii specifice de amplasament.

8 Cercetarea în domeniul nuclear. Stadiul actual și perspective

8.1 Stadiul actual al Cercetării - Dezvoltării - Inovării și perspective

În domeniul nuclear, interesul actual în CDI este orientat pe dezvoltarea SMR-urilor comerciale, atât pe bază de tehnologii clasice (reactoare răcite cu apă) cât și pe baza tehnologiilor avansate. La nivel European, tehnologia LFR este investigată în țări precum Italia, Belgia, România, Franța și Suedia în programe de cercetare naționale, dar și în cadrul proiectelor EURATOM.

Programul cadru EURATOM rămâne instrumentul financiar principal la nivel European pentru susținerea CDI în domeniul fisiunii nucleare. Tematicile vizate sunt: securitatea nucleară a centralelor și reactoarelor de cercetare existente și extinderea timpului de viață, securitatea noilor concepte de reactoare, închiderea ciclului de combustibil, materiale și combustibili nucleari, managementul deșeurilor radioactive, radioprotecția, educația și pregătirea specialiștilor, accesul la infrastructura de cercetare.

8.1.1 Programul EURATOM 2021 -2027

Programul EURATOM (Programul pentru cercetare și formare al Comunității Europene a Energiei Atomice) traversează o perioadă de adaptare critică în intervalul 2021-2027, fiind strâns aliniat cu noile priorități ale Pactului Industrial Curat (CID) și cu recomandările din Raportul Draghi. În prezent (2025-

¹ Consorțiul EAGLES, alcătuit din Ansaldo Nucleare Italia, ENEA Italia, RATEN România și SCK-CEN Belgia, a fost semnat în iunie 2025, având ca obiectiv dezvoltarea și cercetarea reactoarelor rapide cu răcire pe bază de plumb (LFR)

2026), EURATOM intenționează a deveni un instrument financiar care să susțină direct competitivitatea industrială a Europei.

Pentru Cadrul Financiar Multianual 2021-2025, programul a beneficiat de un buget de aproximativ 1,38 miliarde de euro, din care aproximativ 590 milioane de euro destinați securității nucleare, gestionării deșeurilor și dezvoltării SMR-urilor.

Sub influența noilor politici UE, programul EURATOM pentru 2026-2027 pune accent pe:

- *dezvoltarea SMR-urilor* prin finanțarea de consorții care lucrează la standardizarea designului reactoarelor modulare, pentru a permite producția de serie în Europa;
- *aplicații non-energetice (SAMIRA) cu accent pe radioizotopii medicali*. EURATOM finanțează cercetarea pentru tratamente oncologice, încercând să reducă dependența de importurile de materie primă din afara UE;
- *ciclul combustibilului* cu accent pe combustibili nucleari de nouă generație (ATF - Accident Tolerant Fuel), care să facă centralele existente mult mai rezistente.

România este un beneficiar al fondurilor EURATOM, în special prin RATEN și IFIN HH. Prin apelurile EURATOM, echipa de la RATEN ICN participă la proiecte europene dedicate securității nucleare și accidentelor severe, materialelor nucleare și combustibililor avansați, tehnologiei LFR, managementului deșeurilor radioactive, radioprotecției și protecției mediului.

În 2025, s-a decis o mai bună corelare între cercetarea EURATOM și piața liberă. Astfel, rezultatele cercetărilor finanțate de EURATOM urmează a fi transferate mai rapid către industrie prin „hub-uri de transfer tehnologic”, iar prin finanțarea de lucrări de doctorate și programe de mobilitate pentru tinerii cercetători, se susține în mod direct formarea resursei umane necesare domeniului nuclear.

Prin urmare, prin acțiunile din ultimii ani, programul EURATOM intenționează să acționeze ca un „motor de inteligență” pentru industria nucleară, oferind astfel fundamentul științific fără de care investițiile comerciale masive prevăzute în Pactul Industrial Curat nu ar fi posibile sau sigure.

8.1.2 Programul EURATOM 2028-2034

Finanțarea Programului Euratom pentru următorul Cadru Financiar Multianual (CFM/MFF), care va acoperi perioada 2028–2034, face obiectul unor negocieri intense în contextul politic al anului 2026. În această etapă a discuțiilor, draftul propune acțiuni care să sprijine competitivitatea UE în conformitate cu obiectivele Fondului European pentru Competitivitate (FEC) ((EC), https://commission.europa.eu/publications/european-competitiveness-fund_en, 2025) și ale Programului-Cadru Horizon Europe 2028-2034, prin desfășurarea de cercetări privind tehnologiile nucleare sigure și inovatoare pentru o UE prosperă, rezilientă și sustenabilă ((EC), 2025).

Obiectivele specifice în domeniul fisiunii nucleare vizează:

- avansarea cercetării în domeniul siguranței, securității și garanțiilor nucleare, neproliferării, radioprotecției, datelor nucleare, securității aprovizionării, gestionării deșeurilor radioactive și a combustibilului uzat și utilizării inovatoare a radiațiilor ionizante, inclusiv în sectorul medical;
- dezvoltarea, menținerea și utilizarea expertizei și competențelor în domeniul nuclear prin educație și formare profesională și sprijinirea accesului la infrastructuri de cercetare de ultimă generație, asigurând sustenabilitatea pe termen lung și excelența operațională a acestora.

Prin acțiunile Programului Euratom ((EC), 2025) se urmărește:

- *Îmbunătățirea securității nucleare* prin dezvoltarea de instrumente, metode și îndrumări pentru a continua consolidarea securității instalațiilor nucleare existente, inclusiv în perspectiva exploatărilor pe termen lung și a proiectelor de centrale nucleare noi, precum și îmbunătățirea înțelegerii comportamentului componentelor și sistemelor energetice.
- *Promovarea inovării nucleare* prin activități de cercetare și dezvoltare care să permită evaluarea siguranței, securității și garanțiilor sistemelor avansate. Aceasta va viza și va contribui la analiza nevoilor lanțurilor de aprovizionare europene, inclusiv în ceea ce privește competențele. Cercetarea va urmări, de asemenea, avansarea dezvoltării unor cicluri și materiale inovatoare ale combustibilului, precum și a unei game largi de aplicații ale tehnologiei nucleare dincolo de generarea de energie.
- *Avansarea managementului deșeurilor radioactive și a combustibilului uzat* prin dezvoltarea de noi soluții de gestionare a deșeurilor. Cercetarea va sprijini dezvoltarea documentațiilor de securitate și de garanții nucleare pentru depozitarea geologică a deșeurilor radioactive, inclusiv privind asigurarea operării și supravegherii instalațiilor geologice de adâncime. De asemenea, sunt așteptate soluții sigure pentru pre-depozitarea deșeurilor.
- *Îmbunătățirea vieții cetățenilor europeni* prin intermediul medicinei nucleare și al radioprotecției. Cercetările vor reduce riscurile legate de radiații pentru oameni și mediu (i) prin dezvoltarea de cunoștințe și instrumente și (ii) prin consolidarea pregătirii și a răspunsului în caz de urgență în caz de accident radiologic; (iii) prin investigarea aplicațiilor inovatoare ale radiațiilor ionizante, inclusiv radionuclizilor medicali, pentru a avansa tratamentele și a optimiza terapiile utilizate în lupta împotriva cancerului și a altor boli; și (iv) va sprijini dezvoltarea aplicațiilor radiațiilor ionizante energetice și neenergetice în alte domenii, cum ar fi spațiul, industria, monitorizarea mediului și economia circulară.
- *Stimularea competențelor, abilităților și accesului la infrastructura de cercetare nucleară* în beneficiul Comunității, prin sprijinirea mobilității cercetătorilor și îmbunătățirea disponibilității instalațiilor și echipamentelor de cercetare nucleară prin intermediul unor scheme de acces deschis, precum și prin susținerea activităților de educație, formare și diseminare a cunoștințelor, contribuind la menținerea competențelor nucleare strategice și la sprijinirea unei forțe de muncă calificate în UE, consolidând în același timp capacitățile în toate statele membre.
- *Consolidarea neproliferării nucleare* la nivelul UE și la nivel mondial prin dezvoltarea de instrumente și metode inovatoare de măsurare, izolare, supraveghere și verificare, prin formarea inspectorilor de garanții nucleare și prin cooperarea internațională cu AIEA. Cercetarea și dezvoltarea în domeniul neproliferării se vor concentra, de asemenea, pe controlul comerțului strategic și vor sprijini securitatea nucleară și utilizarea ilicită a materialelor nucleare.

Pentru Programul de fisiune (Generația IV & SMR) se preconizează o dublare a fondurilor dedicate cercetării. Euratom va finanța direct „bancabilitatea” tehnologiilor avansate (de exemplu tehnologia LFR), susținând faza de pre-construcție a reactoarelor pentru a atrage ulterior capital privat prin CID.

Noul plan financiar va introduce conceptul de „finanțare hibridă”, punând în practică mecanisme de finanțare complementară. Astfel, Euratom nu va mai acționa doar prin granturi de cercetare (Horizon Europe), ci va colabora cu Fondul pentru Competitivitate Europeană, pentru a scala rezultatele cercetării către producție industrială, și cu Banca Europeană de Investiții (BEI) pentru a oferi garanții tehnice pentru împrumuturile de mare anvergură acordate statelor membre care dezvoltă hub-uri nucleare.

8.2 Cercetarea asociată energiei nucleare în România

Cercetarea nucleară românească traversează o etapă de tranziție, evoluând de la suportul operațional pentru tehnologia CANDU către cercetarea de frontieră în domeniul sistemelor de Generație IV, prin RATEN, și al fizicii de înaltă energie (prin IFIN HH și ELI-NP).

RATEN este principalul actor al cercetării energiei nucleare din România, oferind, prin statutul său, suportul tehnic critic pentru programul energetic nuclear, fiind implicat activ atât în aspectele tehnologice și de securitate ale tehnologiei CANDU, cât și în dezvoltarea tehnologiilor emergente (SMR și SMR LFR).

Programul de cercetare RATEN este finanțat de Ministerul Energiei, conform OUG 144/1999 și UOG 54/2013, și abordează problematici dedicate tehnologiei CANDU și tehnologiilor emergente (SMR, LFR, detritiere etc. precum și aspectelor transversale (managementul deșeurilor radioactive, radioprotecție, educație și pregătire profesională, cooperare internațională, aplicații ale energiei nucleare etc.).

RATEN deține o infrastructură de cercetare critică pentru sectorul nuclear (reactorul TRIGA, LEPI, STDR) ce constituie fundamentul pentru validarea soluțiilor tehnice necesare re tehnologizării Unității 1 de la Cernavodă și este angajată în dezvoltarea unei infrastructuri de mari dimensiuni, semnificative pentru tehnologia reactorilor avansați, reprezentat de ansamblul de instalații experimentale suport, aflate în diferite stadii de realizare, esențiale pentru demonstrarea tehnologiei LFR (ATHENA, CHEMLAB, HELENA2, ELF, HANDS ON, MELTIN POT).

Educația și resursa umană constituie o preocupare majoră atât a RATEN cât și a întregului domeniu nuclear. România își propune să devină un hub de educație și resurse umane pentru tehnologiile SMR emergente și inovative. Pentru a susține avansul tehnologic pe care îl are, este necesară dezvoltarea capacității resurselor existente prin realizarea unor centre regionale și chiar europene de formare. Primele demersuri s-au concretizat în implementarea primului simulator SMR NuScale din Europa în cadrul Universității Politehnica din București și în crearea Alianței Naționale Universitare pentru Energie Nucleară (ANUEN) pentru a răspunde nevoii de pregătire a resursei umane necesare programului nuclear. Prin Programul FIRST (Foundations for Innovative Resilience through Safe Technology) aflat în derulare, se urmărește crearea în România a unei școli pentru viitorii operatori de centrale SMR din toată regiunea (Polonia, Cehia, Slovacia).

Perspectivă pentru următorul deceniu (2026–2036)

Având în vedere proiectele majore din domeniul energiei nucleare din România, se preconizează orientarea cercetării pe următoarele direcții:

- **Validarea și Implementarea Tehnologiei LFR (Lead-cooled Fast Reactor)**

În următorii 10 ani, conform Foii de parcurs EAGLES, proiectul ALFRED va trece din faza de proiectare conceptuală și studii de pre-licențiere în faza de construcție. Programul de cercetare asociat va trebui să demonstreze fezabilitatea tehnică a răcirii cu metal lichid (plumb topit), rezistența materialelor structurale la coroziune, soluții tehnice de management al deșeurilor specifice, îndeplinirea cerințelor de securitate nucleară pentru operare.

- **Extinderea duratei de viață al unităților CANDU existente și construirea de noi unități**

Utilizând cunoașterea și bazele de date dezvoltate în investigarea proceselor de îmbătrânire a materialelor și componentelor, precum și metodele avansate de calcul, cercetarea va putea oferi soluții de mentenanță predictive, inclusiv prin AI & Digital Twins, integrate cu implementarea de soluții tehnologice inovative pentru optimizarea operării și creșterea fiabilității sistemelor din cadrul CNE de tip CANDU.

- **Implementarea Reactoarelor Modulare Mici (SMR)**

În acest domeniu, cercetării îi revine un rol important în dezvoltarea de programe de formare profesională pentru personalul de specialitate necesar operării SMR, utilizând atât metode clasice cât și metode avansate bazate pe algoritmi de Inteligență Artificială și a *Digital Twins* pentru predicția comportamentului reactoarelor SMR în diferite regimuri de operare.

- **Managementul deșeurilor radioactive:**

Cercetarea în domeniul managementului deșeurilor radioactive va acoperi aspecte sensibile din toate etapele ciclului de gestionare: caracterizarea deșeurilor radioactive, prin dezvoltarea de metode nedistructive și tehnici radiochimice de înaltă precizie, tratarea-condiționarea deșeurilor prin dezvoltarea de tehnologii avansate de tratare și de matrici inovative de condiționare menite să reducă volumul de deșeuri radioactive depozitate și să genereze forme deșeu cu performanțe avansate, precum și depozitarea deșeurilor, prin combinarea studiilor experimentale cu modelări matematice pentru demonstrarea performanțelor barierelor inginerești de asigurare a securității sistemelor de depozitare.

9 Analiza SWOT

Având în vedere contextul național, european și internațional actual și obiectivele de viitor ale programului nuclear național, analiza SWOT a relevat următoarele:

9.1 Puncte tari

- RATEN – unica organizație de cercetare și inginerie tehnologică în energia nucleară din România care acoperă tot spectrul de domenii tematice relevante pentru programul nuclear;
- Complementaritatea domeniilor de activitate ale celor două sucursale RATEN: cercetare-dezvoltare, respectiv proiectare și inginerie tehnologică;
- RATEN ICN – unica organizație de cercetare din Europa cu competențe în tehnologia CANDU;
- RATEN CITON – proiectant general și experiență relevantă pentru furnizare de activități de inginerie tehnologică pentru unitățile CANDU din România;
- Autorizări CNCAN pentru domeniul de activitate RATEN (activități de cercetare, proiectare, fabricație);
- Competențe în:
 - Calcule de fizica reactorului și termohidraulică
 - Analize de securitate nucleară
 - Comportarea mecanică și chimică a materialelor de structură
 - Fabricare/dezvoltare combustibili nucleari și evaluare performanțe
 - Analize post-iradiere
 - Managementul deșeurilor radioactive (tratare, condiționare, depozitare, strategii pe termen lung)
 - Dezafectare instalații nucleare (planificare dezafectare, demontare controlată, evaluări de impact)

- Caracterizarea radiologică a materialelor
- Analize de impact de mediu și radioprotecție (monitorizare radiații, evaluarea expunerii, măsuri de protecție)
- Proiectare sisteme tehnologice
- Proiectare I&C și echipamente tehnologice
- Inginerie nucleară (proiectare instalații nucleare, analize de funcționare, studii de securitate)
- Studii tehnico-economice, proiecte de cercetare, analize de fezabilitate
- Infrastructură unică în România
 - Reactor TRIGA
 - Laboratorul de Examinare Post Iradiere (LEPI)
 - Stand testare MID
 - Stația de tratare a deșeurilor radioactive (STDR)
- Experiență în operarea în siguranță și întreținerea instalațiilor nucleare complexe (reactor TRIGA, LEPI, STDR...)
- Experiență în participarea în proiecte EURATOM și conexiuni la nivel de organizație și specialiști
- Membru al structurilor europene cu rol în definirea politicilor de cercetare în energia nucleară (SNETP, ESNI, EURADSCIENCE, ETSO, ENEN, STC, EERA, SET PLAN, SMR Industrial Alliance, ...)
- Membru al consorțiului EAGLES
- Responsabil național pentru implementarea proiectului ALFRED
- Finanțarea proiectului 4 ALFRED și Infrastructura experimentală suport ALFRED în construcție
- Recunoaștere din partea operatorului CNE și autorităților de reglementare în domeniul ca organizație de suport tehnic
- Consultant în inginerie al beneficiarului în cadrul proiectului SMR Doicești, fazei LNTP U3/U4 și proiectului IRIS (producție izotopi)
- Furnizor de servicii de inginerie tehnologică în cadrul proiectului CTRF, pentru unitățile 1, 2, 0 de la CNE Cernavoda (acord – cadru).

9.2 Puncte slabe

- Dependența financiară de bugetul de stat
- Pondere redusă a veniturilor din contracte și proiecte
- Starea avansată de îmbătrânire a infrastructurii tehnice și de cercetare a RATEN
- Absența unei participări active în programele de cercetare CANDU Owners Group (în prezent Conexus Nuclear Inc.)
- Conexiune/colaborare limitată/redușă în domeniul cercetării cu industria nucleară din România
- Lipsa unui mecanism de transfer tehnologic al rezultatelor cercetării în industria nucleară
- Nivel redus al participării în proiecte PNCDI
- Vizibilitate/notorietate redusă în țară
- Recunoaștere științifică redusă la nivel național și internațional
- Competență avansată la nivelul unui număr restrâns de specialiști
- Leadership slab reprezentat
- Număr redus de echipe de cercetare de excelență, consolidate
- Conectare redusă la organizații profesionale internaționale cu rezultate excepționale în domeniul ingineriei nucleare

- Dezvoltare insuficientă a portofoliului de clienți externi în domeniul ingineriei tehnologice care să permită realizarea de echipe multinaționale capabile să participe la competițiile publicate în SEAP și JOUE de către SNN și ANDR
- Lipsa unor mijloace motivante pentru stimularea creșterii performanțelor cercetătorilor, angrenării și inițierii de proiecte
- Nivel de pregătire insuficient al personalului recent angajat în raport cu obiectivele RATEN

Eșecul implementării strategiei de capital uman la RATEN generează discontinuitate operațională. Principalele vulnerabilități tehnice și strategice sunt:

- *Eroziunea expertizei și pierderea autorizărilor:* pensionarea specialiștilor, fără un transfer formal de *know-how*, duce la pierderea competențelor de nișă, inclusiv în operare. Scăderea numărului de personal calificat, sub pragul minim stabilit de normele CNCAN, va atrage suspendarea licențelor de operare pentru infrastructurile critice. Orice proces de îmborsărire a resursei umane trebuie să fie indisolubil legat de standardele de securitate nucleară. Transferul între generații va pune un accent deosebit pe Cultura de Securitate Nucleară, asigurându-se că noii angajați nu dețin doar competențe tehnice, ci și o înțelegere profundă a responsabilității legale și a normelor de securitate nucleară și radioprotecție. Un sistem intern de certificare a competențelor care să însoțească compendiu de proceduri interne, aliniat cu exigențele CNCAN - extrase din cultura tehnică de specialitate la nivel global, va permite monitorizarea, ascensiunea constantă a curbei de învățare și autorizarea progresivă a personalului.
- *Degradarea bazei tehnologice și izolare:* Absența unei infuzii de personal tânăr, instruit pe tehnologii digitale (d.e. Digital Twin: dezvoltarea unor replici digitale ale instalațiilor experimentale care ar permite formarea personalului într-un mediu virtual sigur și modern, accelerând procesul de învățare fără a expune infrastructura reală la erori de începător), transformă RATEN dintr-un centru de cercetare activ într-un administrator de active uzate atât material cât și moral. Riscul/rezultatul este excluderea din consorțiile europene (SNETP, proiectul ALFRED) și pierderea accesului la finanțările nerambursabile Horizon Europe.
- *Dependență tehnologică și risc de securitate energetică:* Incapacitatea de a furniza suport tehnic specializat (analize independente de securitate, proiectare, radioprotecție) forțează statul român să apeleze exclusiv la furnizori externi. Această externalizare crește exponențial costurile de mentenanță pentru Cernavodă și vulnerabilizează procesul decizional în sectorul energetic național.
- *Impact economic:* Neimplementarea strategiei transformă un activ strategic într-o pasivă bugetară, generând costuri de conservare a infrastructurii fără randament tehnologic sau de cercetare, concomitent cu accelerarea exodului de creiere către competitori externi.

9.3 Oportunități

- Politici energetice la nivel UE favorabile domeniului nuclear
- Posibilitatea accesării de noi instrumente de finanțare a proiectelor de demonstrare a tehnologiilor inovatoare la nivel European
- Energia nucleară susținută politic și acceptată de public în România
- România - singura țară cu tehnologie CANDU din Europa
- Program nuclear național ambițios:
 - re tehnologizare U1,
 - construcția unităților U3 și 4,

- implementare proiect SMR NuScale,
- dublarea capacității de producție a FCN,
- modernizare flux de producție aferent CNU/SNN Feldioara;
- construcția instalației de detritiere;
- construcția demonstratorului ALFRED
- managementul și depozitarea deșeurilor radioactive și a combustibilului uzat
- producerea de radioizotopi pentru medicina
- Deschidere la nivel european și internațional pentru proiecte nucleare, cu focus pe SMR
 - lansarea Alianței Industriale Europene pentru SMR și a consorțiului EAGLES
 - creșterea bugetului programului Euratom
 - finanțarea prin scheme de ajutor de stat a proiectelor majore de interes comun european (IPCEI)
- Accesarea cu dificultate de către CNE Cernavodă a suportului tehnic din Canada pentru rezolvarea unor probleme tehnice specifice în operare
- Cererea în creștere de personal cu pregătire în domeniul nuclear la nivel național și internațional.

9.4 Amenințări

- Situația economică actuală la nivel național cu impact asupra RATEN prin:
 - eroziunea expertizei și pierderea autorizărilor
 - degradarea bazei tehnologice și izolare
 - subdimensionarea finanțării din surse bugetare
 - politică de remunerare deficitară, mai puțin competitivă comparativ cu piața, inclusiv sectorul privat;
 - stagnare în carieră din cauza lipsei promovărilor
 - finanțarea insuficientă a activităților de operare și mentenanță a instalațiilor nucleare critice
 - pierderea specialiștilor competenți migrarea acestora către locuri de muncă mai bine plătite
 - lipsa de predictibilitate a evoluției proiectelor majore pe termen lung
 - imposibilitatea promovării unor proiecte de investiții importante
 - stoparea angajărilor, impunerea restructurării
- Concurența companiilor private cu specific nuclear în proiectele strategice ale SNN
- Dificultăți financiare asociate finalizării instalației ATHENA
- Dependență tehnologică și risc de securitate energetică

10 Strategia de Cercetare – Dezvoltare RATEN pe termen mediu și lung

10.1 Matricea TOWS

Pornind de la elementele analizei SWOT și extinzând această analiză prin corelarea factorilor interni și externi, au fost identificate următoarele opțiuni strategice, adecvate RATEN:

1. Valorificarea poziției și potențialului unic al RATEN prin implicarea în proiectele majore ale energiei nucleare din România și Europa (Strategia de valorificare a punctelor tari pe baza oportunităților)
2. Valorificarea competențelor și a rezultatelor cercetării RATEN prin dezvoltarea de activități economice care să asigure finanțări suplimentare (strategia de valorificare a punctelor tari pentru atenuarea și reducerea impactului amenințărilor)
3. Crearea unor echipe puternice de cercetare în domenii cheie (strategia de depășire a punctelor slabe prin valorificarea oportunităților)
4. Asigurarea resursei umane și a unei finanțări adecvate continuării programului de CD și a proiectelor (strategia de supraviețuire și adaptare, vizând diminuarea punctelor slabe și evitarea amenințărilor)

10.2 Strategia de cercetare pe termen scurt (2026 – 2030)

Strategia de valorificare a poziției și potențialului unic al RATEN prin implicarea în proiectele majore ale energiei nucleare din România și Europa

Aceasta este strategia de bază, axată pe utilizarea punctelor tari pentru a profita de oportunități, implementată prin următoarele acțiuni:

- *Exploatarea poziției de unică organizație de cercetare-dezvoltare în tehnologia CANDU din Europa, valorificând competența și infrastructura unică (TRIGA, LEPI, TAR) pentru a deveni un partener strategic esențial în proiectele naționale din sectorul nuclear, asigurând:*
 - suport tehnic și servicii de inginerie de specialitate pentru re tehnologizarea Unității 1 de la CNE Cernavodă în vederea prelungirii duratei de viață;
 - consultanță și monitorizare de proiect pentru construcția unităților 3 și 4, inclusiv servicii de Owner's Engineering;
 - proiecte de cercetare - dezvoltare și owner engineering în domeniul SMR - parteneriate cu NuScale;
 - planificarea și implementarea gestionării deșeurilor radioactive și a soluțiilor de depozitare,
 - dezvoltarea Instalației de Detritiere (CTRF) și managementul izotopilor hidrogenului (H, D, T) și a compușilor lor;
 - testare, modelare și simulări avansate utilizând infrastructura pentru securitate, protecție radiologică și optimizarea proceselor nucleare;
 - transfer de know-how și suport tehnologic pentru operatorii și autoritățile din sectorul nuclear.
- *Utilizarea experienței și a afilierii în consorții europene, în particular consorțiul EAGLES, pentru a iniția și a coordona proiecte majore finanțate prin programe ca EURATOM și IPCEI, centrate pe tehnologia SMR LFR.*
- *Poziționarea institutului ca lider în implementarea proiectului ALFRED, folosind expertiza existentă și infrastructura suport în construcție, pentru a atrage finanțări și specialiști.*
- *Utilizarea experienței și competenței dezvoltate în domeniul managementului deșeurilor radioactive, precum și participarea în EURAD2 pentru poziționarea RATEN ca organizație activ implicată în proiectele din programul de management al deșeurilor radioactive*

- *Utilizarea experienței și competenței dezvoltate în domeniul radioprotecției și protecției mediului pentru întărirea rolului de TSO și a implicării RATEN în evaluările de impact radiologic și de mediu aferente proiectelor din sectorul nuclear (NuScale, ALFRED, CNE Cernavodă)*
- *Valorificarea experienței de operare a celulelor fierbinți pentru proiectele naționale de producere a radioizotopilor pentru medicină*

Strategia de valorificare a competențelor și a rezultatelor cercetării RATEN prin dezvoltarea de activități economice care să asigure finanțări suplimentare

Această strategie vizează valorificarea punctelor tari pentru atenuarea amenințărilor identificate, și poate fi implementată prin următoarele acțiuni:

- *Creșterea ofertei de servicii / produse pentru valorificarea rezultatelor cercetării și ingineriei tehnologice prin participare ca furnizor de servicii pentru SN Nuclearelectrica.*
- *Promovarea potențialului RATEN pe scena industriei nucleare din țară și străinătate pentru atragerea de viitori beneficiari ai activităților economice.*
- *Identificarea și accesarea unor surse alternative de finanțare, precum parteneriate cu companii private, proiecte internaționale și contracte de servicii/consultanță, pentru diversificarea veniturilor și reducerea dependenței de fondurile bugetare.*
- *Dezvoltarea unei strategii integrate de marketing și promovare, care să includă modernizarea prezenței online (website actualizat, LinkedIn), participarea la evenimente relevante din industrie, realizarea de materiale de prezentare și consolidarea relațiilor cu parteneri instituționali, în vederea creșterii notorietății și atragerii de oportunități.*

Strategia de creare a unor echipe puternice de cercetare în domeniile cheie

Această strategie urmărește valorificarea contextului favorabil pentru a transforma punctele slabe în avantaje competitive, printr-un set de acțiuni concrete:

- *Implementarea unor programe interne de mentorat și formare, coordonate de specialiști cu experiență, pentru dezvoltarea competențelor angajaților și pregătirea viitorilor lideri.*
- *Inițierea unui program de atragere a tinerilor specialiști, inclusiv prin colaborări cu universități și utilizarea finanțărilor europene, pentru reducerea deficitului de personal.*
- *Promovarea unor proiecte de re tehnologizare și modernizare a infrastructurii RATEN, în scopul obținerii finanțării necesare susținerii activităților operaționale și proiectelor strategice.*
- *Înființarea unui departament de comunicare sau desemnarea unui responsabil dedicat, cu atribuții clare, pentru creșterea vizibilității la nivel național și pentru comunicarea eficientă a rolului și rezultatelor RATEN către public, industrie și autorități.*
- *Implicarea activă în organizații profesionale internaționale din domeniul ingineriei, prin aderare, participare la grupuri de lucru și evenimente de profil, în vederea creșterii vizibilității externe, schimbului de bune practici și facilitării accesului la colaborări și proiecte internaționale*

Strategia de asigurare a resursei umane și a unei finanțări adecvate continuării programului de CD și a proiectelor de cercetare

Această strategie defensivă are ca obiectiv reducerea vulnerabilităților interne și limitarea impactului amenințărilor externe, prin următoarele măsuri:

- *Implementarea unei politici interne de reținere a talentelor*, bazată pe stimulente de performanță, pachete salariale competitive (în limita legală și ale bugetelor disponibile din proiecte și activități economice), precum și oportunități reale de dezvoltare profesională, în vederea reducerii riscului de plecare a personalului calificat.
- *Menținerea unui dialog constant și structurat cu factorii de decizie și cu instituțiile relevante* (ex. Ministerul Energiei, Ministerul Cercetării), pentru a susține importanța strategică a RATEN și necesitatea unei finanțări adecvate, evidențiind rolul său critic în proiectele nucleare naționale.
- *Dezvoltarea de parteneriate strategice* cu alte organizații și companii, în vederea participării la proiecte de anvergură, care pot asigura resurse financiare suplimentare și stabilitate pe termen mediu și lung.

10.3 Strategia de cercetare pe termen mediu și lung

Strategia pe termen mediu și lung este o extensie a strategiei de bază și vizează valorificarea potențialului existent pentru trecerea RATEN la un centru de inovare disruptivă.

Transformarea RATEN într-un centru de inovare disruptivă, în următorul deceniu, nu este doar un obiectiv ambițios, ci o necesitate pentru a menține România în rândul țărilor dezvoltatoare de tehnologii nucleare avansate și RATEN pe harta cercetării nucleare europene de top.

Trecerea de la suport tehnic tradițional la inovare disruptivă se va baza pe următorii piloni strategici:

- *Finalizarea proiectului ALFRED și comercializarea EAGLES 300* - proiectul ALFRED, reprezintă cel mai mare atu pentru un salt tehnologic major, tehnologia LFR contribuind semnificativ la reducerea radiotoxicității pe termen lung și a volumului deșeurilor radioactive pentru depozitare. RATEN va trece de la faza de cercetare la cea de demonstrare operațională, devenind un hub european pentru testarea materialelor și componentelor specifice reactorilor rapizi răciți cu plumb.
- *Digitalizarea și "Gemenii Digitali" (Digital Twins)* - dezvoltarea unor copii virtuale ale reactoarelor (Digital Twins) care utilizează Machine Learning va permite predicții privind uzura materialelor și dezvoltarea unor soluții inovatoare de mentenanță predictivă, cu impact în creșterea securității și reducerea costurilor de operare.

11 Obiective, direcții și măsuri strategice

OBIECTIVELE STRATEGICE GENERALE ALE RATEN

Obiectivele, direcțiile și măsurile strategice stabilesc cadrul operațional prin care RATEN va implementa strategia de dezvoltare pentru perioada 2026–2035, transformând instituția într-o infrastructură nucleară națională integrată pentru suportul tehnologic al programelor CANDU și SMR, și pentru dezvoltarea tehnologiilor nucleare de Generație IV prin proiectele ALFRED și EAGLES300.

Obiectivele strategice generale pentru perioada 2026–2035 sunt:

- OS 1. Dezvoltarea tehnologiei LFR
- OS 2. Suport tehnologic permanent pentru programul CANDU, inclusiv pentru extinderea duratei de operare și construcția de noi unități
- OS 3. Suport tehnic național pentru SMR iPWR
- OS 4. Modernizarea infrastructurii nucleare strategice a RATEN concomitent cu extinderea și diversificarea expertizei tehnice pentru a asigura suport științific și tehnologic avansat pentru toate categoriile de instalații nucleare și radiologice din cadrul Programului Nuclear Național (PNN)
- OS 5. Dezvoltarea capitalului uman
- OS 6. Înființarea Centrului de Educație în Energetică Nucleară (CEEN)
- OS 7. Consolidarea cooperării la nivel național și internațional în domeniul energiei nucleare
- OS 8. Consolidarea guvernantei și conformității UE

OS1 – Dezvoltarea tehnologiei LFR

Transformarea RATEN într-un centru de referință pentru tehnologiile de reactor de Generația IV, prin dezvoltarea simultană a capacităților de cercetare experimentală și a celor de inginerie și proiectare, cu integrarea analizei și evaluării tehnico-operaționale și monitorizarea comportamentului în timp și a îmbătrânirii materialelor și sistemelor.

Reactorul ALFRED este declarat infrastructură nucleară experimentală de interes strategic național, operată de RATEN, reprezentând pilonul central al dezvoltării tehnologice și științifice a regiilor pentru perioada 2026–2035. RATEN urmărește dezvoltarea cunoașterii în domeniul tehnologiei LFR și susținerea contribuției sale la dezvoltarea reactorului comercial EAGLES300 prin orientarea activității de cercetare către rezultate aplicabile direct în proiectele EAGLES.

Direcțiile strategice vor urmări dezvoltarea de cercetări și activități suport privind:

- DS 1.1. Analize de securitate nucleară și fizica reactorului LFR
- DS 1.2. Analize și evaluări tehnico-operaționale, inclusiv monitorizarea evoluției performanțelor în timp și evaluarea degradării componentelor
- DS 1.3. Materiale avansate și compatibilitatea lor cu mediul de plumb lichid
- DS 1.4. Testarea, demonstrarea, calificarea componentelor, structurilor și sub-ansamblurilor în condiții de operare, utilizând infrastructura suport ALFRED
- DS 1.5. Verificarea și validarea standardelor și codurilor aplicate în proiectarea ALFRED utilizând infrastructura experimentală suport
- DS 1.6. Managementul deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat
- DS 1.7. Evaluarea impactului asupra mediului, monitorizarea pre-operațională și operațională
- DS 1.8. Pre-licențierea și licențierea ALFRED
- DS 1.9. Instrumentație și control pentru medii cu plumb lichid
- DS 1.10. Strategii de finanțare, business și comunicare pentru ALFRED/EAGLES

Măsuri strategice:

- MS 1.1. Planificarea multianuală și implementarea proiectelor de cercetare dedicate proiectului ALFRED/EAGLES 300
- MS 1.2. Protejarea și valorificarea proprietății intelectuale.

- MS 1.3. Asigurarea finanțării multianuale dedicate ALFRED/EAGLES 300.
- MS 1.4. Punerea în funcțiune a instalațiilor experimentale suport pentru proiectele ALFRED/EAGLES 300.
- MS 1.5. Utilizarea infrastructurii ALFRED ca platformă principală pentru validarea tehnologiei LFR.
- MS 1.6. Integrarea Infrastructurii ALFRED în rețelele europene de infrastructuri nucleare.
- MS 1.7. Promovarea accesului deschis controlat la infrastructura experimentală ALFRED pentru comunitatea științifică europeană.
- MS 1.8. Dezvoltarea programelor de comunicare publică și acceptanță socială pentru tehnologiile nucleare avansate.
- MS 1.9. Implicarea în proiectarea, autorizarea, construcția și pregătirea pentru punerea în funcțiune-a demonstratorului ALFED.
- MS 1.10. Elaborarea de propuneri de proiecte pentru finanțarea activităților de cercetare-demonstrare a tehnologiei LFR, prin mecanisme europene și naționale adecvate (IPCEI, Fondul de Inovare, etc.).
- MS 1.11. Participarea și coordonarea de către RATEN a unor proiecte EURATOM dedicate LFR.

Impactul așteptat este tranziția treptată a RATEN către inovare disruptivă, tehnologia LFR reprezentând un salt tehnologic important în domeniul nuclear, prin utilizarea spectrului de neutroni rapizi, plumbului lichid ca agent de răcire, ciclul combustibil închis și sisteme pasive de securitate.

Indicatori:

- KPI 1.1. Gradul de implementare și relevanță a proiectelor multianuale pentru ALFRED și LFR – evaluat prin aplicabilitatea rezultatelor în deciziile de proiectare și optimizarea tehnologică.
- KPI 1.2. Funcționalitatea și utilitatea instalațiilor experimentale și platformelor de testare pentru monitorizarea în timp – evaluată prin capacitatea de a genera date relevante pentru evaluarea performanței și degradării componentelor.
- KPI 1.3. Nivelul de competență și coeziune al echipelor interne specializate în cercetare, proiectare și analiza proceselor de îmbătrânire – evaluat prin calitatea și eficiența rezultatelor tehnice produse.
- KPI 1.4. Relevanța și integrarea rezultatelor testelor și simulărilor în procesele de proiectare și decizii operaționale – evaluată prin impactul asupra optimizării designului și siguranței reactorului.
- KPI 1.5. Calitatea adaptării și implementării codurilor și standardelor pentru Generația IV – evaluată prin conformitatea cu cerințele de durabilitate și siguranță pe termen lung.
- KPI 1.6. Eficiența programelor de comunicare și acceptare publică – evaluată prin gradul de informare și susținere a tehnologiilor nucleare avansate în comunitate și mediul decizional.
- KPI 1.7. Gradul de participare și influență în proiecte europene (EURATOM, IPCEI) – evaluat prin contribuția RATEN la rezultatele și deciziile strategice ale proiectelor.
- KPI 1.8. Relevanța și protecția proprietății intelectuale – evaluată prin utilizarea rezultatelor cercetării și proiectării în aplicații practice și inovație tehnologică.
- KPI 1.9. Calitatea aplicațiilor de finanțare pentru cercetare și proiectare/demonstrare tehnologică – evaluată prin șansele de aprobare și valoarea strategică a proiectelor propuse.

KPI 1.10. Funcționalitatea și eficiența sistemului intern de monitorizare a performanțelor tehnico-operaționale, de cercetare și proiectare – evaluată prin capacitatea de a urmări comportamentul și degradarea materialelor și sistemelor pe termen lung și prin utilitatea rapoartelor generate pentru luarea deciziilor.

Rezultate țintă:

- R.1.1. Pondere valorică a proiectelor multianuale de cercetare dedicate LFR în PAC: *cel puțin 15%*
- R.1.2. Număr instalații experimentale suport în operare: *2 până în 2027, 4 până în 2028, 6 până în 2029*
- R.1.3. Număr de experimente de testare/demonstrare în infrastructura ALFRED: *minim 2/an, începând cu 2027*
- R.1.4. Număr de cercetători externi care au accesat infrastructura ALFRED: *minim 2/an, începând cu 2027*
- R.1.5. Rata de creștere anuală a numărului cercetători RATEN implicați în programul LFR: *minim 10%*
- R.1.6. Număr de aplicații de finanțare dedicate LFR: *minim 1 pe competiție*
- R.1.7. Număr de proiecte EURATOM active dedicate LFR: *minim 2/an*

OS2 – Suport tehnologic permanent pentru programul CANDU, inclusiv pentru extinderea duratei de operare și construcția de noi unități

RATEN va activa ca furnizor instituțional permanent de suport tehnico-științific pentru exploatarea și re tehnologizarea reactoarelor CANDU, prin menținerea capacității de suport tehnic, științific și ingineresc, și dezvoltarea continuă a cunoașterii în domeniul tehnologiei CANDU. Astfel, se urmărește creșterea performanțelor, îmbunătățirea siguranței și a securității nucleare în exploatare, și extinderea timpului de viață al centralei CNE Cernavodă, precum și orientarea activității de cercetare către rezultate aplicabile direct în programele CANDU.

Direcțiile strategice vor urmări dezvoltarea de cercetări și activități suport privind:

- DS 2.1. Analize de securitate nucleară și fizica reactorului CANDU, inclusiv simulări și evaluări tehnico-operaționale
- DS 2.2. Proiectarea și ingineria noilor unități CANDU, incluzând soluții de optimizare a performanței, siguranței și durabilității.
- DS 2.3. Materiale și combustibili nucleari avansați, inclusiv ATF
- DS 2.4. Canalul de combustibil, analiza inspecțiilor periodice și analize specializate și evaluări tehnico-operaționale pentru re tehnologizare și pentru componentele și sistemele noilor unități
- DS 2.5. Chimie circuite - cercetare și proiectare pentru optimizarea parametrilor chimici și siguranței funcționale
- DS 2.6. Managementul deșeurilor radioactive specifice CANDU
- DS 2.7. Radioprotecție, evaluarea impactului asupra mediului și planuri de răspuns la situații de urgență
- DS 2.8. Managementul îmbătrânirii sistemelor, structurilor, componentelor și echipamentelor CANDU pentru prelungirea duratei de viață
- DS 2.9. Dezvoltarea echipamentelor de instrumentație și control pentru operare și monitorizare continuă

- DS 2.10. Digitalizare, securitate cibernetică și utilizarea Digital Twins pentru evaluări predictive și suport decizional în proiectare și operare
- DS 2.11. Evaluări tehnico-operaționale pentru extinderea duratei de operare și construcția de noi unități
- DS 2.12. Produse și Servicii suport pentru proiectele CNE Cernavodă și FCN Pitești
- DS 2.13. Gestionarea apei grele și a tritiului în unitățile CANDU
- DS 2.14. Indigenizarea proiectelor de instalații și echipamente pentru CNE Cernavodă
- DS 2.15. Dezvoltarea capacităților interne de inginerie și proiectare, prin echipe multidisciplinare, laboratoare de prototipare și testare, și parteneriate cu institute naționale și internaționale.
- DS 2.16. Participarea activă în proiecte și consorții internaționale pentru generarea de know-how aplicabil în proiectele CANDU noi.

Măsuri strategice:

- MS2.1. Încheierea unui acord-cadru de servicii permanent RATEN – Nuclearelectrica.
- MS2.2. Planificarea multianuală și implementarea proiectelor de cercetare aplicată agreată cu SNN
- MS2.3. Stabilirea cadrului pentru implicarea RATEN în proiectul de retehnologizare U1.
- MS2.4. Stabilirea cadrului pentru implicarea RATEN în proiectul de producere a radioizotopilor de uz medical în centrala CANDU
- MS2.5. Stabilirea cadrului pentru implicarea RATEN în activitatea de cercetare a CONEXUS Nuclear Inc.
- MS2.6. Protejarea și valorificarea proprietății intelectuale.
- MS2.7. Extinderea participării în proiecte EURATOM dedicate centralelor în operare.
- MS2.8. Dezvoltarea de servicii / produse ale cercetării orientate pe nevoile industriei nucleare specifice tehnologiei CANDU

Impactul așteptat este o implicare crescută a RATEN în proiectele de retehnologizare și în dezvoltarea Unităților 3&4, creșterea suportului tehnic și științific și a numărului de servicii pentru CNE Cernavodă, precum și extinderea portofoliului de servicii și contracte pentru unitățile CANDU.

Orientarea cercetării și proiectării către rezultate aplicabile direct în exploatare și retehnologizare

Indicatori:

- KPI 2.1. Gradul de integrare a suportului tehnologic RATEN în proiectul de retehnologizare U1 – evaluat prin nivelul de contribuție la decizii de proiectare și implementare a soluțiilor tehnice.
- KPI 2.2. Calitatea suportului tehnic oferit pentru Unitățile 3&4 – evaluată prin eficiența recomandărilor ingineresti, corectitudinea analizelor de securitate și fizică a reactorului.
- KPI 2.3. Relevanța și aplicabilitatea rezultatelor cercetării aplicate pentru CNE Cernavodă – măsurată prin implementarea practică a soluțiilor dezvoltate și impactul asupra siguranței și performanței reactoarelor.
- KPI 2.4. Calitatea serviciilor RATEN furnizate către CNE Cernavodă/SNN – evaluată prin gradul de satisfacție al beneficiarilor, eficiența soluțiilor tehnico-științifice și contribuția la creșterea siguranței, performanței și duratei de viață a unităților CANDU.
- KPI 2.5. Nivelul de inovare și transfer tehnologic – evaluat prin implementarea de noi metode, tehnologii și soluții proiectate de RATEN în operațiunile curente și proiectele de retehnologizare.
- KPI 2.6. Capacitatea de răspuns la situații speciale – evaluată prin rapiditatea și eficiența reacției RATEN la probleme tehnice, situații de urgență sau solicitări speciale din partea CNE Cernavodă/SNN

- KPI 2.7. Calitatea proiectelor și activitatilor de inginerie tehnologică pentru noile unități CANDU – evaluată prin aplicabilitatea rezultatelor în deciziile de construcție și operare.
- KPI 2.8. Relevanța și eficiența testelor și simulărilor – evaluată prin contribuția lor la validarea componentelor și subansamblurilor pentru noile unități.
- KPI 2.9. Gradul de conformitate și aplicabilitate al codurilor și standardelor de proiectare – evaluat prin capacitatea lor de a sprijini deciziile tehnice și siguranța reactorului.
- KPI 2.10. Nivelul de competență și coeziune al echipelor interne de inginerie și proiectare – evaluat prin calitatea soluțiilor tehnice și integritatea proceselor de proiectare.
- KPI 2.11. Calitatea soluțiilor de management al combustibilului și deșeurilor – evaluată prin siguranța și durabilitatea operațională pe termen lung.
- KPI 2.12. Gradul de integrare a digitalizării și gemenilor digitali – evaluat prin eficiența în sprijinul deciziilor de proiectare și operare.
- KPI 2.13. Nivelul de transfer de know-how și bune practici din proiectele internaționale – evaluat prin aplicarea concretă în proiectele RATEN și capacitatea de a adapta standarde globale la nevoile naționale.
- KPI 2.14. Impactul programelor de comunicare și promovare – evaluat prin recunoașterea expertizei RATEN în domeniul dezvoltării noilor unități CANDU, atât la nivel național, cât și internațional.
- KPI 2.15. Calitatea evaluărilor tehnico-operaționale și a recomandărilor pentru prelungirea duratei de viață.
- KPI 2.16. Gradul de eficiență și relevanță al măsurilor de modernizare implementate.
- KPI 2.17. Nivelul de competență și expertiză al echipelor interne în inginerie și proiectare.
- KPI 2.18. Impactul sistemelor de monitorizare asupra operării predictive și mentenanței preventive.
- KPI 2.19. Relevanța și aplicabilitatea rezultatelor cercetării și testelor în luarea deciziilor operaționale.

Rezultate țintă:

- R.2.1. Număr contracte în proiectul de re tehnologizare U1: *minim 2*
- R.2.2. Număr contracte în proiectul U 3&4: *minim 1*
- R.2.3. Număr proiecte de cercetare aplicată pentru CNE Cernavodă (în PAC): *minim 5/an*
- R.2.4. Număr contracte active cu CNE Cernavodă/SNN: *minim 3/an în valoare de cel puțin 100.000 euro/an*

OS3 – Suport tehnic național pentru SMR iPWR

RATEN își propune să devină organizație națională de suport tehnic pentru operatorii SMR iPWR prin orientarea activității de cercetare către rezultate aplicabile și transfer tehnologic.

Direcțiile strategice vor urmări dezvoltarea de competențe și realizarea de activități suport privind:

- DS 3.1. Evaluări independente de securitate nucleară
- DS 3.2. Radioprotecție, impact de mediu, monitorizarea pre-operațională și operațională
- DS 3.3. Ciclul combustibilului nuclear pentru SMR iPWR
- DS 3.4. Chimie circuite
- DS 3.5. Managementul deșeurilor radioactive specifice SMR iPWR
- DS 3.6. Aplicații non-electrice ale SMR iPWR
- DS 3.7. Indigenizarea proiectelor de instalații pentru CNE
- DS 3.8. Analize și evaluări tehnico-operaționale pentru SMR, inclusiv monitorizarea evoluției performanțelor în timp și evaluarea degradării componentelor, pentru optimizarea siguranței și durabilității reactorului
- DS 3.9. Dezvoltarea mixului energetic național

Măsuri strategice:

- MS 3.1. Stabilirea cadrului de colaborare pentru dezvoltarea de activități de cercetare și transfer tehnologic către Operator
- MS 3.2. Planificarea multianuală și implementarea proiectelor de cercetare aplicată
- MS 3.3. Încheierea unui acord-cadru de servicii RATEN – Operator
- MS 3.4. Participarea la evaluarea documentațiilor pentru autorizare
- MS 3.5. Protejarea și valorificarea proprietății intelectuale
- MS 3.6. Participarea în proiecte EURATOM dedicate SMR
- MS 3.7. Dezvoltarea de servicii / produse ale cercetării orientate pe nevoile specifice tehnologiei SMR iPWR

Impactul așteptat este implicarea RATEN în proiecte SMR iPWR prin contracte de cercetare, contracte economice și acordarea de suport tehnic pentru autoritățile naționale.

Indicatori:

- KPI 3.1. Calitatea și relevanța evaluărilor independente de securitate pentru SMR, măsurată prin gradul de implementare a recomandărilor în deciziile de proiectare și operare.
- KPI 3.2. Eficiența sistemului de monitorizare și evaluare tehnico-operațională – evaluată prin capacitatea de a identifica tendințe de degradare și a sprijini deciziile operaționale.
- KPI 3.3. Gradul de conformitate al sistemelor de radioprotecție și a măsurilor de mediu cu standardele naționale și internaționale.
- KPI 3.4. Relevanța și aplicabilitatea soluțiilor dezvoltate pentru ciclul combustibilului SMR – evaluată prin adoptarea lor în proiectele pilot și demonstrațiile tehnice.
- KPI 3.5. Performanța și fiabilitatea chimiei circuitelor – evaluată prin stabilitatea și siguranța parametrilor critici în operare.
- KPI 3.6. Eficiența soluțiilor de management al deșeurilor – evaluată prin securitatea stocării și monitorizarea pe termen lung a caracteristicilor radioactive.
- KPI 3.7. Impactul aplicațiilor non-electrice – evaluat prin relevanța și implementarea soluțiilor în procese industriale și strategice.
- KPI 3.8. Gradul de indigenizare a proiectelor SMR – evaluat prin nivelul de componente și soluții dezvoltate intern și utilizate în proiecte.
- KPI 3.9. Nivelul de integrare și contribuție în proiectele internaționale SMR – evaluat prin participarea activă și influența în deciziile tehnice și strategice.
- KPI 3.10. Gradul de dezvoltare a capacităților interne de cercetare și proiectare – evaluat prin competența echipelor, calitatea prototipurilor și relevanța studiilor tehnice.
- KPI 3.11. Eficiența și calitatea procesului de licențiere – evaluată prin completitudinea și acuratețea documentației tehnice, corelarea cu cerințele de reglementare și gradul de acceptare de către autorități

Rezultate țintă:

- I 3.1. Număr contracte de servicii – *minim 1*
- I 3.2. Număr proiecte de cercetare aplicată dedicate SMR iPWR în PAC – *minim 2/an*

OS4 – Modernizarea infrastructurii nucleare strategice a RATEN

RATEN va urmări modernizarea infrastructurii nucleare de cercetare critice pentru domeniul nuclear (reactor TRIGA, LEPI, STDR, TAR) în vederea creșterii performanțelor și securității în exploatare și își asumă retehnologizarea reactorului TRIGA ca alternativă strategică la dezafectare.

Prin aceasta, TRIGA este menținut ca infrastructură națională de cercetare, platformă de formare practică și infrastructură complementară ALFRED. De asemenea, RATEN va urmări adaptarea capacității sistemului de utilități al platformei RATEN la cerințele actuale impuse de extinderea infrastructurii de cercetare și de normele în vigoare. De asemenea, RATEN va urmări implicarea în implementarea și dezvoltarea proiectelor naționale din PNN.

Direcțiile strategice vor urmări promovarea și implementarea unor proiecte privind:

- DS 4.1. Retehnologizarea reactorului TRIGA și managementul îmbătrânirii componentelor sale, în scopul prelungirii duratei de viață cu cel puțin 20 de ani
- DS 4.2. Dezvoltarea de dispozitive de iradiere și instalații care utilizează fasciculele de neutroni
- DS 4.3. Omologarea, fabricarea și testarea combustibilului LEU ICN
- DS 4.4. Retehnologizarea STDR în vederea asigurării capacității tehnice pentru activități de predepozitare a deșeurilor rezultate din retehnologizarea TRIGA și /sau dezafectarea acestuia
- DS 4.5. Managementul deșeurilor radioactive generate din operarea și retehnologizarea infrastructurii nucleare RATEN
- DS 4.6. Suport tehnic pentru alte instalații de depozitare intermediară și finală a deșeurilor radioactive
- DS 4.7. Retehnologizarea LEPI în scopul asigurării condițiilor pentru realizarea activităților suport pentru CNE Cernavodă
- DS 4.8. Construirea unui depozit intermediar de deșeuri radioactive rezultate din dezafectarea/retehnologizarea reactorului TRIGA și de combustibil TRIGA uzat
- DS 4.9. Retehnologizarea standurilor de Testare în Afara Reactorului (TAR)
- DS 4.10. Reabilitarea infrastructurii de producere, distribuție și asigurare de utilități (energie electrică, energie termică, apa potabilă, apă industrială, epurarea și deversarea acestora) pe platforma ICN, cu extinderea capacității acesteia în vederea asigurării necesarului pentru implementarea proiectelor de dezvoltare ale ICN și FCN.
- DS 4.11. DS 4.11. Suport tehnic pentru alte instalații incluse în PNN

Măsurile strategice:

- MS 4 1. Elaborarea studiului de fezabilitate pentru retehnologizarea TRIGA
- MS 4 2. Elaborarea studiului de fezabilitate pentru retehnologizarea STDR
- MS 4 3. Elaborarea studiului de fezabilitate pentru retehnologizarea LEPI
- MS 4 4. Elaborarea studiului de fezabilitate pentru construirea pe amplasamentul ICN Pitești a unui depozit de stocare deșeuri radioactive generate din dezafectarea/retehnologizarea TRIGA și combustibil uzat generat din operarea TRIGA
- MS 4 5. Elaborarea studiilor de fezabilitate pentru reabilitarea infrastructurii de producere, distribuție și asigurare de utilități pe platforma de la Mioveni
- MS 4 6. Promovarea proiectelor de extindere și modernizare a infrastructurii de cercetare a RATEN, în vederea finanțării
- MS 4 7. Promovarea unui proiect de investiții pentru reabilitarea sistemului de utilități al platformei RATEN
- MS 4 8. Reintegrarea TRIGA în programele de cercetare și formare
- MS 4 9. Elaborare studii pentru menținerea, modernizarea și creșterea capacității instituționale de asigurare a suportului științific, tehnic, de proiectare și inginerie necesar realizării evaluărilor și analizelor de securitate nucleară /radiologică inclusiv dezvoltarea de metodologii, instrumente analitice, modele de calcul, soluții de proiectare și expertiză inginerescă pentru susținerea deciziilor tehnice aferente instalațiilor din PNN

Impactul așteptat va consta în creșterea performanțelor și a siguranței în funcționare a instalațiilor critice de cercetare-dezvoltare, adaptate cerințelor actuale din domeniului nuclear.

Indicatori:

KPI 4.1 – Calitatea și relevanța studiilor de fezabilitate pentru retehnologizare – evaluată prin gradul în care recomandările din studii sunt aplicabile în proiectele de modernizare și retehnologizare, contribuind la optimizarea costurilor, siguranței și performanței infrastructurilor.

KPI 4.2 – Impactul programului ICERR asupra dezvoltării capitalului uman – evaluat prin nivelul de implicare, competența dobândită de studenți și cercetători externi și contribuția lor efectivă la proiectele de retehnologizare și cercetare.

KPI 4.3 – Relevanța și strategicitatea cererilor de finanțare depuse – evaluată prin valoarea potențială a proiectelor, contribuția lor la modernizarea platformei și alinierea la obiectivele strategice RATEN.

KPI 4.4 – Calitatea și aplicabilitatea proiectelor elaborate – evaluată prin capacitatea proiectelor de a răspunde nevoilor tehnice, de siguranță și operaționale ale infrastructurii RATEN.

KPI 4.5 – Eficiența procesului de promovare a proiectelor – evaluată prin gradul de acceptare și susținere a proiectelor de către finanțatori și autorități, precum și prin impactul anticipat asupra modernizării și extinderii sistemului de utilități

KPI 4.6 Gradul de eficiență, fiabilitate și continuitate operațională al sistemelor modernizate.

KPI 4.7 Nivelul de integrare a soluțiilor digitale și a instrumentației inteligente în monitorizarea și controlul utilităților.

KPI 4.8 Capacitatea sistemelor modernizate de a susține activitățile de cercetare, inginerie și operare nucleară fără întreruperi.

KPI 4.9. Consolidarea expertizei RATEN în elaborarea documentațiilor tehnice suport de autorizare.

Rezultate țintă:

R.4.1. Număr studii de fezabilitate pentru retehnologizare: 3

R.4.2. Număr cereri de finanțare: 3

R.4.3. Număr proiecte de investiții pentru modernizarea și extinderea sistemului de utilități, elaborate: 3

R.4.4. Număr proiecte de investiții pentru modernizarea și extinderea sistemului de utilități, promovate: 3

R.4.5. Număr de studenți/cercetători externi în cadrul ICERR: *minim 2/an (după retehnologizare)*

OS5 – Dezvoltarea capitalului uman

Resursa umană reprezintă o valoare a capacității RATEN și element esențial pentru îndeplinirea misiunii sale. RATEN recunoaște importanța strategică egală a carierei de cercetare - dezvoltare și inginerie tehnologică și a carierei de operare nucleară. În acest sens, se vor institui două rute profesionale de dezvoltare a carierei: ruta de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică și respectiv ruta de operare și execuție. Atragerea de noi specialiști este o prioritate strategică a RATEN și în acest scop se vor dezvolta programe de internship și post doctorale. De asemenea, se va urmări implementarea unei politici de resurse umane bazată pe recunoașterea performanței profesionale și stimularea creativității și implicării în activitatea RATEN.

Domeniile strategice vor urmări:

- DS 5.1. Implementarea unei politici de resurse umane orientate pe cele două rute profesionale.
- DS 5.2. Formare profesională continuă și dezvoltarea resursei umane pentru domeniile de activitate RATEN
- DS 5.3. Consolidarea unor echipe performante și a leadership-ului
- DS 5.4. Atragerea, dezvoltarea și reținerea specialiștilor pentru a compensa pierderea de expertiză prin pensionare și migrare.

Măsuri strategice:

- MS 5.1. Crearea cadrului administrativ pentru aplicarea unei noi politici de resurse umane
- MS 5.2. Definirea unui mecanism de stimulare a specialiștilor
- MS 5.3. Actualizarea politicii de resurse umane
- MS 5.4. Definirea unui set de măsuri de stimulare a creării unor echipe performante
- MS 5.5. Definirea unui program sustenabil de mentorat și formare profesională internă

Impactul așteptat este crearea unui mediu profesional competitiv și motivant care să asigure sustenabilitatea expertizei nucleare naționale necesară pentru succesul proiectelor ALFRED, CANDU și SMR, precum și menținerea unui echilibru critic între capacitatea de inovare disruptivă a RATEN și siguranța în exploatarea infrastructurii sale de cercetare, reducând riscul de pierdere a cunoștințelor vitale.

Indicatori:

- KPI5.1 Politica de resurse umane actualizată și implementată în conformitate cu Cartea Europeană a Cercetătorului.
- KPI5.2 Nivelul de competență și performanță al echipelor interne în cercetare, inginerie și operare.
- KPI5.3 Gradul de retenție și atragere a specialiștilor în domeniile strategice RATEN.
- KPI5.4 Gradul de consolidare a echipelor și leadership-ului pentru susținerea obiectivelor strategice.

Rezultate țintă:

- R.5.1. Strategie de resurse umane actualizată: 1 până în 2026
- R.5.2. Metodologii de dezvoltare a carierei profesionale pe cele două rute: 2 până în 2027
- R.5.3. Număr persoane în programul de mentorat: 5 persoane/an, începând cu 2028

OS6 – Înființarea Centrului de Educație în Energetică Nucleară (CEEN)

Adresat în egală măsură pregătirii personalului propriu, studenților la master și doctorat, tinerilor cercetători din țară și străinătate, cât și personalului de operare din domeniul nuclear, Centrul va dezvolta și oferi un program de formare, perfecționare și calificare profesională care să acopere cu precădere domeniile prioritare.

Direcțiile strategice abordate sunt:

- DS 6.1. Stabilirea unui cadru de pregătire, perfecționare și calificare profesională adaptat cerințelor domeniului nuclear
- DS 6.2. Integrarea Centrului în activitatea de pregătire și perfecționare EAGLES

DS 6.3. Integrarea Centrului în activitatea de pregătire, perfecționare și calificare profesională la nivel național

Măsuri strategice:

- MS 6.1. Stabilirea statutului Centrului, a curriculei și a programului de formare, perfecționare și calificare profesională
- MS 6.2. Pregătirea și certificarea unui corp de formatori sustenabil
- MS 6.3. Atestarea Centrului de către Autoritatea Națională pentru Calificări
- MS 6.4. Implementarea unui program de pregătire profesională adaptat cerințelor interne, naționale și internaționale
- MS 6.5. Promovarea susținută a Centrului pe plan național

Impact: creșterea continuă a nivelului de cunoaștere și a abilităților personalului RATEN, atragerea de tineri talentați, noi posibilități de venituri din activități de educație și pregătire.

Indicatori:

- KPI 6.1 Gradul de relevanță și actualitate a programelor educaționale pentru nevoile sectorului nuclear.
- KPI 6.2 Calitatea lectorilor în raport cu standardele naționale și internaționale.
- KPI 6.3 Nivelul de integrare a CNEEN cu proiectele EAGLES și alte programe internaționale de formare.
- KPI 6.4 Impactul asupra competențelor și abilităților personalului RATEN.
- KPI 6.5 Gradul de atractivitate al Centrului pentru studenți, tineri cercetători și specialiști internaționali.
- KPI 6.6 Eficiența programelor de promovare și vizibilitatea CNEEN pe plan național și internațional.

Rezultate țintă:

- R.6.1. Număr module de curs: minim 2/an (începând din 2028)
- R.6.2. Număr de lectori atestați: minim 5/an (începând din 2028)
- R.6.3. Număr cursanți: minim 25/an (începând din 2028)

OS7 - Consolidarea cooperării la nivel național și internațional în domeniul energiei nucleare

RATEN vizează să devină o organizație recunoscută la nivel național și internațional în domeniul energiei nucleare, printr-o implicare susținută în proiecte și parteneriate strategice.

Direcțiile strategice abordate sunt:

- DS 7.1. Integrarea europeană prin consorțiul EAGLES.
- DS 7.2. Dezvoltarea de parteneriate strategice în susținerea obiectivelor naționale în domeniul nuclear
- DS 7.3. Consolidarea poziției RATEN ca organizație de suport tehnic pentru domeniul nuclear din România
- DS 7.4. Consolidarea colaborării educație - cercetare - industrie în domeniul tehnologiilor nucleare (Gen IV, combustibili avansați, digitalizare, radioizotopi) prin proiecte naționale și internaționale, inițiate și/sau coordonate de RATEN

Măsuri strategice:

- MS 7.1. Reprezentarea activă a României în organizații internaționale

- MS 7.2. Promovarea activă a potențialului RATEN la nivel național și internațional prin programe de comunicare și prezență activă în cadrul evenimentelor relevante
- MS 7.3. Promovarea unor acte normative pentru recunoașterea RATEN ca organizație de suport tehnic pentru domeniul nuclear din România și stabilirea mecanismelor de finanțare a activității de suport tehnic.
- MS 7.4. Poziționarea RATEN ca punct național de contact pentru tehnologiile LFR
- MS 7.5. Susținerea schimbului de informații și a mobilității cercetătorilor prin explorarea oportunităților EURATOM, IAEA, NEA/OECD, etc, precum și ale parteneriatelor existente
- MS 7.6. Dezvoltarea de parteneriate cu industria nucleară pentru transferul tehnologic și valorificarea rezultatelor cercetării RATEN.

Impactul așteptat prin acest obiectiv include întărirea poziției și a contribuției RATEN în EAGLES și afirmarea sa pe plan european în domeniul SMR LFR, integrarea infrastructurii de cercetare RATEN în circuitul european și internațional, menținerea statutului ICERR, creșterea participării în proiecte și contracte naționale și internaționale, creșterea continuă a standardelor de competență și crearea unor echipe de cercetare puternice în domenii cheie.

Indicatori:

- KPI 7.1. Nivelul de integrare a RATEN în proiectele și grupurile de lucru EAGLES.
- KPI 7.2. Relevanța și aplicabilitatea contribuțiilor RATEN la standardele și metodologiile europene.
- KPI 7.3. Gradul de interoperabilitate al infrastructurilor și echipamentelor RATEN cu cele din consorțiu.
- KPI 7.4. Capacitatea RATEN de a coordona sau participa eficient la proiecte multi-partener europene.
- KPI 7.5. Vizibilitatea și recunoașterea RATEN în comunitatea nucleară europeană.
- KPI 7.6. Impactul colaborărilor EAGLES asupra dezvoltării interne a competențelor de cercetare și inginerie.
- KPI 7.7. Gradul de recunoaștere a expertizei RATEN la nivel național și internațional.
- KPI 7.8. Impactul parteneriatelor strategice asupra dezvoltării tehnologiilor nucleare avansate.
- KPI 7.9. Nivelul de integrare a infrastructurilor și rezultatelor RATEN în proiectele internaționale.
- KPI 7.10. Eficiența schimbului de cunoștințe și mobilității cercetătorilor.
- KPI 7.11. Contribuția RATEN la standarde, metodologii și bune practici în domeniul nuclear la nivel european și global.

Rezultate țintă:

- R.7.1. *Acte normative promovate: minim 1*
- R.7.2. *Număr acorduri de colaborare: minim 3*
- R.7.3. *Număr contracte de cercetare IAEA: minim 3 active/an*
- R.7.4. *Număr participări în grupurile de experți NEA/OECD: minim 2 /an*
- R.7.5. *Număr de proiecte depuse în parteneriat educație – cercetare – industrie: minim 1/an*

OS8 - Consolidarea guvernancei și conformității UE

RATEN va implementa un sistem modern de guvernare și control, care să asigure transparență, responsabilitate și conformitate cu standardele naționale și europene, precum și separarea clară a activităților economice de cele non-economice. În paralel, instituția va promova rezultatele cercetării și expertizei sale la nivel național și internațional, pentru a întări poziția României în domeniul energiei nucleare.

Direcții strategice:

- DS 8.1. Implementarea unui sistem integrat de guvernare și management (inclusiv ERP și instrumente digitale de control).
- DS 8.2. Audit și evaluare periodică: financiar anual, tehnico-științific la interval de 3 ani.
- DS 8.3. Promovarea la nivel politic, guvernamental și public a rezultatelor RATEN, a contribuției la securitatea și progresul programului național și a poziției României pe scena energiei nucleare globale.
- DS 8.4. Dezvoltarea unui sistem intern de comunicare profesională pentru consolidarea percepției publice și a vizibilității instituției.
- DS 8.5. Asigurarea separării clare și transparente între activitățile economice și non-economice, pentru conformitate legală și eficiență operațională.
- DS 8.6. Dezvoltarea activităților economice limitate și sustenabile, cu respectarea ponderii ≤ 35% din total venituri per RATEN.

Măsuri strategice:

- MS 8.1. Implementarea sistemului ERP pentru gestiunea integrată a resurselor și activităților RATEN.
- MS 8.2. Audit financiar anual.
- MS 8.3. Audit tehnico-științific la fiecare 3 ani.
- MS 8.4. Stabilirea și aplicarea procedurilor contabile și operaționale pentru gestionarea clară a activităților economice și non-economice, cu mecanisme de control și raportare periodică
- MS 8.5. Dezvoltarea serviciilor de testare nucleară și expertiză.
- MS 8.6. Elaborarea și implementarea unui plan de comunicare profesional, centrat pe grupurile țintă naționale și internaționale.
- MS 8.7. Stabilirea indicatorilor și procedurilor de monitorizare a ponderii veniturilor economice și a performanței guvernării.

Indicatori:

- KPI 8.1. Gradul de implementare a ERP și a procedurilor de guvernare integrate.
- KPI 8.2. Calitatea și eficiența auditurilor financiare și tehnico-științifice.
- KPI 8.3. Nivelul de recunoaștere națională și internațională a expertizei RATEN.
- KPI 8.4. Percepția publică și profesională asupra transparenței și profesionalismului instituției.
- KPI 8.5. Gradul de respectare a separării activităților economice și non-economice.
- KPI 8.6. Impactul comunicării asupra vizibilității și promovării RATEN pe plan național și internațional.

12 Planul de implementare pe etape

Implementarea Strategiei RATEN 2026–2035 este structurată pe trei etape succesive, corelate cu dezvoltarea LFR, participarea în consorțiul EAGLES, asumarea rolului de suport tehnologic pentru CANDU și SMR iPWR și re tehnologizarea infrastructurii RATEN.

| | |
|---|--------------------------|
| Etapa I - Consolidare instituțională și pregătire tehnologică (2026–2028) | |
| Obiective etapă/ Actiuni | Măsuri strategice |
| Valorificarea poziției și potențialului unic al RATEN prin implicarea în proiectele majore ale energiei nucleare din România și Europa | |

| | |
|--|--|
| Exploatarea poziției de unică instituție de cercetări nucleare în tehnologia CANDU din Europa și a infrastructurii unice (Reactor TRIGA, LEPI, TAR) | MS 2.1, MS 2.3, MS 2.4, MS 2.6, MS3.1, MS3.3, MS3.4, MS3.5, MS7.1, MS 7.3, |
| Utilizarea experienței și competenței dezvoltate în domeniul energiei nucleare | MS1.1, MS2.2, MS2.5, MS2.7, MS3.2, MS3.4, MS3.6 |
| Utilizarea experienței de operare a infrastructurii de cercetare | MA1.2, MS1.4, MS2.2, MS2.3, MS2.4, MS2.5 |
| Utilizarea experienței de participare în consorții europene, în particular consorțiul EAGLES | MS1.8, MS1.11, MS2.7, MS3.6 |
| Participare activă în proiectele EAGLES | MS1.4, MS1.1, MS1.2, MS1.3, MS1.7, MS1.8, MS1.9, MS1.10 |
| Valorificarea competențelor și a rezultatelor cercetării RATEN prin dezvoltarea de activități economice care să asigure finanțări suplimentare | |
| Creșterea ofertei de servicii / produse pentru valorificarea rezultatelor cercetării | MS2.8, MS3.7 |
| Implicarea RATEN în proiectarea ALFRED | MS1.9 |
| Elaborarea studiilor de fezabilitate pentru extinderea și modernizarea infrastructurii critice | MS4.1, MS4.2, MS4.3, MS4.4, MS4.5 |
| Promovarea, în vederea finanțării, a unor proiecte de extindere și modernizare a infrastructurii RATEN | MS4.6, MS4.7 |
| Retehnologizarea TAR | MS4.6 |
| Stabilirea unui dialog activ cu factorii de decizie politică și promovarea potențialului RATEN pe scena industriei nucleare din țară și străinătate | MS7.1, MS7.2, MS7.3, MS7.4, MS7.5 |
| Crearea unor echipe puternice de cercetare în domeniul cheie și asigurarea resursei umane și a unei finanțări adecvate continuării programului CDIT RATEN | |
| Adoptarea noii strategii de resurse umane și definirea metodologiilor de carieră | MS5.1, MS5.2, MS5.3 |
| Lansarea unui program de atragere a tinerilor cercetători și a unei politici de reținere a talentelor | MS5.2, MS5.4, MS7.5 |
| Organizarea de programe de mentorat și formare internă | MS5.5 |
| Dezvoltarea de parteneriate strategice | MS7.1, MS7.2, MS7.4, MS7.6 |
| Inițierea Centrului de Educație în Energetica Nucleară | MS6.1, MS6.2, MS6.3, MS6.4, MS6.5 |

| | |
|--|--------------------------|
| Etapă II - Dezvoltare tehnologică și integrare operațională (2029–2032) | |
| Obiective etapă/ Acțiuni | Măsuri strategice |
| Consolidarea poziției RATEN ca instituție suport pentru programul energetic nuclear din România | |
| Furnizarea de suport tehnologic efectiv pentru CANDU și SMR | MS2.2, M3.2, MS3.4 |
| Obținerea autorizației CNCAN pentru amplasarea ALFRED | |
| Finalizarea proiectării și pre-licențierea ALFRED | MS1.5, MS1.9, MS1.10 |
| Obținerea autorizației de amplasarea a ALFRED | MS1.9 |
| Consolidarea participării RATEN în consorțiul EAGLES | MS1.10, MS1.11 |
| Finalizarea extinderii și modernizării infrastructurii RATEN | |

| | |
|--|-------|
| Obținerea autorizației de construcție pentru depozitul de stocare deșeuri și combustibil uzat generat din operarea TRIGA | MS4.5 |
| Retehnologizarea instalațiilor critice | MS4.5 |
| Modernizarea și extinderea sistemului de utilități | MS4.7 |

| Etapa III – Maturitate strategică și operare experimentală (2033–2036) | |
|---|--|
| Obiective etapă/ Acțiuni | Măsuri strategice |
| Trecerea RATEN la un centru de inovare disruptivă în vederea menținerii României în rândul țărilor dezvoltatoare de tehnologii nucleare avansate și a RATEN pe harta cercetării nucleare europene de top | |
| Obținerea autorizației de construcție pentru ALFRED | MS1.8, MS1.9 |
| Promovarea RATEN ca un centru național de referință pentru securitate nucleară și validare tehnologică | MS4.8, MS 1.5, MS1.6, MS7.1, MS7.2, MS7.4, MS7.6 |

13 Indicatori de performanță și mecanismul de monitorizare

Implementarea strategiei va fi monitorizată prin indicatori de performanță pentru:

- IP.1. ALFRED: proiectare finalizată, autorizare, punere în funcțiune până în 2037.
- IP.2. EAGLES/EAGLES300: participare RATEN în pachete tehnologice și finanțări europene atrase.
- IP.3. CANDU: proiecte de suport tehnologic anual.
- IP.4. SMR: implicare în autorizare și validare tehnologică.
- IP.5. TRIGA: finalizarea re tehnologizării până în 2034.
- IP.6. Resurse umane: creșterea numărului de experți certificați și retenția personalului.

14 Implicații bugetare și surse de finanțare

Sursele de finanțare includ bugetul de stat prin Ministerul Energiei, fonduri europene și venituri proprii din activități economice compatibile cu statutul RATEN.

Finanțarea Strategiei se va realiza prin alocări de resurse distincte pe următoarele linii:

1. Programul ALFRED/EAGLES;
2. Programul de Suport CANDU și SMR iPWR;
3. Programul de modernizare infrastructură
4. Programul de pregătire profesională
5. Programul de colaborare națională și internațională.

15 Corelarea cu politica ministerului energiei

Obiectivele Strategiei RATEN sunt aliniate cu obiectivele politicii nucleare a României prevăzute în strategiile naționale în vigoare.

16 Dispoziții finale

Strategia intră în vigoare după aprobarea de către Consiliul de Administrație al RATEN și avizarea de către Ministerul Energiei. Documentul este obligatoriu pentru toate structurile RATEN și constituie baza programelor de investiții, bugetării multianuale și politicilor de resurse umane.

RATEN este recunoscută prin prezenta strategie ca infrastructură nucleară critică a statului român, responsabilă pentru suportul tehnologic al programelor CANDU și SMR iPWR și pentru dezvoltarea tehnologiilor nucleare avansate prin ALFRED și EAGLES300, precum și pentru menținerea capacității naționale de cercetare în domeniul energiei nucleare.