

## LEAD COOLED FAST NEUTRON REACTORS TECHNOLOGY IN ROMANIA; THE ALFRED PROJECT

### *TEHNOLOGIA REACTORILOR CU NEUTRONI RAPIZI RĂCIȚI CU PLUMB IN ROMÂNIA; PROIECTUL ALFRED*

Ilie TURCU<sup>1</sup>

**Abstract:** For the prevention of dramatic consequences due to climate change, nuclear energy is considered an important part of the solution. Nuclear power contribute to the achievement of the stringent objectives of limiting global temperature increase and the development of advanced nuclear systems can ensure in the long term a clean component for electricity production. Through the ongoing research, technological development and demonstration program, in a European collaborative framework, Romania is among the countries cooperating for the development of generation IV technologies, systems presenting very attractive features in terms of nuclear safety, efficiency of the use of fuel resources or reduction of radioactive waste.

**Keywords:** nuclear power, nuclear reactor, lead-cooled fast reactors, research, technological development, innovation.

**Rezumat:** Pentru prevenirea consecințelor dramatice generate de schimbările climatice, energia nucleară este o parte vitală a soluției. Centralele nucleare-electrice în funcțiune contribuie la realizarea obiectivelor stringente privind limitarea creșterii temperaturii globale iar dezvoltarea sistemelor nucleare avansate poate asigura pe termen lung o componentă curată pentru producția de electricitate. Prin programul de cercetare, dezvoltare tehnologică și demonstrație în curs de desfășurare, într-un cadru de colaborare european, România se situează în rândul țărilor care cooperează pentru dezvoltarea tehnologiilor de generație IV. Aceste sisteme prezintă caracteristici foarte atractive în ceea ce privește securitatea nucleară, eficiența utilizării resurselor de combustibil sau reducerea deșeurilor radioactive.

**Cuvinte cheie:** energie nucleară, reactor nuclear, reactori rapizi răciți cu plumb, cercetare, dezvoltare tehnologică, inovare.

---

<sup>1</sup> Manager proiect ALFRED, Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară Institutul de Cercetări Nucleare, e-mail: [ilie.turcu@nuclear.ro](mailto:ilie.turcu@nuclear.ro)

## 1. Introducere

Schimbările climatice reprezintă una din cele mai importante provocări cu care ne confruntăm în prezent iar la cel mai înalt nivel, ONU, OECD, WEC, EU sau la nivelul statelor lumii preocuparea pentru prevenirea încălzirii globale este din ce în ce mai mare.

Energia nucleară poate aduce o contribuție extrem de importantă la efortul de reducere a emisiilor de carbon asigurând în același timp energia necesară pentru creșterea economică. Practic, producerea energiei prin tehnologii nucleare nu produce emisii de gaze de seră sau poluanți semnificativi pe întregul ciclu de combustibil.

Cercetarea, dezvoltarea tehnologică și inovarea este o componentă vitală pentru orice program energetic nuclear de succes. Activitățile de cercetare legate de operarea în siguranță a centralelor nucleare în funcțiune și dezvoltările tehnologice dedicate construirii de noi centrale, bazate pe tehnologiile existente, cu performanțe superioare (reactori de generație III și III+) contribuie la asigurarea soluțiilor pe termen scurt și mediu. La nivel mondial cercetările pe termen mediu și lung în domeniul energetic nuclear sunt orientate către realizarea unei noi generații de sisteme nucleare (reactori avansați, reactori de generație IV) cu performanțe mult îmbunătățite. Etapa imediată în realizarea acestora este cea a proiectării, construcției și operării reactorilor nucleari de demonstrație, prevăzuți a intra în funcțiune în jurul anului 2030. Etapa de dezvoltare comercială va conduce, după 2030, la intrarea pe piață a acestor noi tehnologii.

România a optat pentru dezvoltarea programului energetic nuclear încă din 1971 iar efortul național semnificativ a fost materializat prin construirea și operarea în condiții de siguranță a unităților 1 și 2 de la Cernavoda, utilizând reactori nucleari de tip CANDU 600, de generație II+. În prezent, energia electrică nucleară asigură 20% din necesarul național, la un preț competitiv. Succesul acestui program a fost posibil prin construirea unei baze tehnologice solide la nivel național. În continuare România are o politică fermă de dezvoltare a sectorului energetic nuclear, pe o direcție similară cu multe alte țări din lume și din Europa (Rusia, SUA, China, India, Franța, Anglia, Cehia, Slovacia, Polonia, etc.). Extinderea centralei de la Cernavodă cu unitățile 3 și 4 va contribui la asigurarea unei securități energetice în condiții de independență, pe un orizont de timp confortabil (cel puțin 40-50 ani). Menținerea și dezvoltarea durabilă a acestui sector depinde în mare măsură de dezvoltarea tehnologică, menținerea și extinderea cunostințelor de specialitate la nivel național.

Prin Institutul de Cercetări Nucleare din cadrul Regiei Autonome Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN ICN) România s-a implicat, în ultimii 10 ani, în activitățile de cercetare și proiectare a sistemelor de generație IV utilizând competențele create în cadrul programului nuclear național și în contextul programelor de cercetare europene. Dintre cele 6 sisteme reținute de Forumul Internațional pentru generația IV (GIF, <https://www.gen-4.org/gif/>), România a ales opțiunea de a concentra eforturile de cercetare, dezvoltare și demonstrare pentru sistemul de reactori cu neutroni rapizi răciți cu plumb, într-un parteneriat european dedicat acestui sistem și în contextul acordului EURATOM-GIF.

Institutul de Cercetări Nucleare de la Mioveni, are o experiență mare (48 ani) în realizarea programului energetic nuclear din România, contribuind în mod semnificativ la succesul acestuia. Este importantă de asemenea experiența institutului în derularea proiectelor de mare anvergură în acest domeniu cu asistență și cooperare internațională continuă (AIEA, DOE-SUA, mai recent proiecte europene în domeniul EURATOM), care poate asigura valorificarea acestei oportunități.

Începând cu anul 2005 programul de reactori avansați desfășurat de RATEN ICN, având ca obiectiv general menținerea contactului cu tendințele pe plan mondial a fost orientat în mod semnificativ către filiera de reactori rapizi utilizând plumbul topit ca agent de răcire, LFR (Lead Fast Reactors).

Programele de cercetare europene (FP – Framework Programmes) planifică teme de cercetare finanțate din bugetul de cercetare EU EURATOM, cu prioritate tehnologiile incluse în planurile strategice.

În context European, RATEN ICN a promovat o participare consecventă la proiectele dedicate LFR concomitent cu o creștere progresivă a efortului propriu. În 2006 a participat alături de 20 de organizații partenere din Europa, la realizarea proiectului ELSY care a avut ca obiectiv dezvoltarea unui proiect conceptual pentru reactorul rapid răcit cu plumb.

## **2. Tehnologia reactorilor răciți cu plumb de generație IV**

Generația IV vine cu soluții promițătoare pentru asigurarea energiei nucleare curată și sigură. Exigențele societății moderne, exprimate prin parametrii dezvoltării durabile, sunt pe deplin satisfăcute de aceste noi sisteme. Filiera de reactori rapizi răciți cu plumb promite caracteristici foarte atractive:

***Siguranța în funcționare.*** Soluția propusă este caracterizată de un grad foarte ridicat de siguranță în funcționare pe baza utilizării plumbului

lichid care, spre deosebire de alte lichide, nu are nevoie de presurizare și nici nu produce hidrogen sau alte gaze explozive, în caz de accidente. Utilizarea plumbului permite introducerea unor sisteme pasive de evacuare a căldurii reziduale, caracterizate de faptul că funcționarea lor este garantată de legile fizice și nu necesită alimentarea cu energie electrică. Funcționarea acestor sisteme este stabilă și sigură chiar și în cazul unor evenimente externe extreme (de tipul Fukushima) prevenind răspândirea de elemente radioactive în afara clădirii reactorului.

***Eficiența utilizării resurselor combustibile.*** Filiera cu plumb este concepută pentru a asigura sustenabilitatea energetică pe termen lung. Una dintre problemele globale este strâns legată de asigurarea resurselor energetice pentru generațiile viitoare. Folosind în mod predominant izotopul Uraniu-235 centralele nucleare actuale (bazate pe apă sau apă grea) pot asigura, pe baza resurselor identificate, o funcționare pentru următorii 100 de ani. Generația IV de centrale nucleare extinde acest orizont de timp la mii de ani, prin folosirea izotopului cel mai abundent din minereul de uraniu, Uraniu-238.

***Reducerea deșeurilor radioactive.*** La nivelul societății problema depozitării deșeurilor radioactive produce numeroase discuții, controverse și reacții decizionale. Depozitarea combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor de viață lungă are soluții viabile din punct de vedere economic și tehnologic dar, deocamdată, nu și din punct de vedere al acceptării de către întreaga societate. Faptul ca aceste deșeuri necesită depozitare în încăperi speciale și un control pe sute de ani naște îngrijorări din perspectiva asumării răspunderii pentru generațiile viitoare. Tehnologia bazată pe reactori cu neutroni rapizi vine cu soluții care reduc de 10 ori volumul de deșeuri generate și de 10 ori radiotoxicitatea asociată. În acest mod deșeurile produse sunt gestionate mai simplu și mai sigur. Plutoniul și actinidele minore (americium, curium, etc.) sunt reciclate în interiorul reactorului, care este capabil să realizeze un "ciclu închis" al combustibilului fără transferul acestora către depozitarea finală.

***Deșeurile deja existente.*** Reactorul cu plumb este capabil să ardă deșeurile produse de tehnologiile actuale prin arderea actinidelor minore și consumul de plutoniu produs în centralele nucleare actuale. Plutoniul în exces poate fi, de asemenea, ars în sisteme dedicate acestui scop.

***Competitivitate.*** Obiectivele economice stabilite pentru reactorii de generație IV se referă la asigurarea unei competitivități clare pe toată durata de viață și un risc financiar comparabil cu alte tehnologii de producere a energiei.

Prin conceptul acestui tip de reactor și prin proiectarea sa adecvată se asigură o rezistență maximă față de proliferare precum și un nivel foarte ridicat de protecție fizică împotriva actelor de terorism.

### **3. Stadiul în plan internațional și în Europa**

Pe plan mondial activitățile de cercetare și dezvoltare a sistemelor de generație IV sunt promovate și susținute în primul rând în țări care au aderat la GIF: SUA, Japonia, Rusia, Canada, Franța, Coreea de Sud, EURATOM, Anglia, Elveția.

Strategia europeană, prin SET Plan (Strategic Energy Technology Plan) sau inițiativele SNE-TP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform) și ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), prevede în principal dezvoltarea a 3 tehnologii de generație IV (sodiu, plumb și gaz). Agenda strategică a SNE-TP “Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA)”, consideră filiera reactorilor cu sodiu ca filiera de referință, tehnologia cu plumb a fost evaluată ca realizabilă pe termen mediu, în timp ce tehnologia cu gaz este considerată pe termen lung. În cadrul Uniunii Europene, există în prezent un consens cu privire la oportunitățile oferite de plumb, motivat de aspectele tehnice, dar mai ales de aspectele legate de securitatea sistemului.

### **4. Oportunitatea pentru România**

Proiectul ALFRED este o oportunitate pentru România de a face un pas important de la statutul predominant utilizatoare de tehnologii de înaltă complexitate la cea de participant activ la crearea unor astfel de tehnologii prin folosirea competențelor naționale existente, precum și prin dezvoltarea acestora. Construcția în România a demonstratorului ALFRED va consolida poziția României în energia nucleară, va crea locuri de muncă noi de înaltă tehnicitate prin stimularea economiei naționale și va oferi instrumente de lucru pentru cercetarea tehnologică aplicativă de vârf.

Amplasarea în România a centralei de demonstrație ALFRED, obiectiv de avangardă al cercetării tehnologice europene în domeniul energetic, va contribui semnificativ la:

- implementarea unor tehnologii de vârf în țara noastră și consolidarea poziției noastre în sectorul energetic nuclear, inclusiv crearea de avantaje tehnologice în faza de comercializare;
- atragerea de fonduri europene pentru dezvoltarea infrastructurii de cercetare suport și pentru realizarea reactorului de demonstrație;

- crearea de noi locuri de muncă de înaltă calificare: peste 300 în ICN și peste 2000 pe orizontală;
- implicarea activă a instituțiilor de cercetare-dezvoltare românești în programe științifice de interes mondial, precum și a organizațiilor din industrie;
- realizarea în România a unei infrastructuri europene importante și îmbunătățirea imaginii de țară;
- conectarea țării noastre în grupul de lucru GIV, ceea ce va permite ca odată cu alegerea tipului de reactor ce va reprezenta GIV, va permite accesul țării noastre la tehnologia ultimei generații de reactori nucleari.

### **5. Infrastructura de cercetare și demonstrație dedicată tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb**

Infrastructura ALFRED care va fi realizată în România pe platforma nucleară de la Mioveni adresează ansamblul format din reactorul de demonstrație și 7 infrastructuri de cercetare necesare pentru activitățile de dezvoltare tehnologică, testare și calificare. Infrastructura va fi principalul nod european în domeniu, fiind complementară infrastructurilor de cercetare existente pe plan european dedicate tehnologiei plumbului din Italia (10 instalații experimentale) sau Republica Cehă, precum și infrastructurilor dedicate tehnologiilor bazate pe metale lichide grele (sinergice cu tehnologia plumbului) existente în alte țări (Belgia, Franța, Germania, Suedia).

Potrivit Foii de parcurs pentru infrastructurile de cercetare naționale scopul general al infrastructurii ALFRED este realizarea bazei experimentale necesară pentru programul de cercetare, dezvoltare tehnologică și demonstrarea tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb în vederea utilizării pentru producerea de energie electrică fără emisii de carbon și diferite aplicații ne-energetice. Programul CDI urmărește demonstrarea viabilității tehnice și economice a tehnologiei LFR prin activități de cercetare, validare, verificare, testare și demonstrare a proceselor și fenomenelor implicate, precum și activități de calificare a materialelor, componentelor și sistemelor necesare în tehnologia LFR.

Având ca obiectiv final construirea reactorului de demonstrație, infrastructura experimentală suport este alcătuită dintr-o serie de componente după cum urmează: **ATHENA** - instalație de tip piscină pentru testarea (la scara 1:1) a componentelor, investigarea accidentului de tip rupere a tuburilor generatorului de abur, comportamentul componentelor mari în configurația de tip piscină; **ChemLab** - destinat studiilor privind chimia agentului de răcire și

a gazului de acoperire, precum și a sistemelor auxiliare; **HELENA 2** - instalație de tip buclă pentru testarea în regim de circulație forțată a plumbului, testarea pompelor, valvelor și a unor componente, comportarea la eroziune și coroziune; **ELF** - este o instalație de tip piscină destinată simulării zonei active (cu elemente combustibile simulate prin încălzire electrică, bare de control) având ca obiectiv testele de duranță; **Meltin'Pot** - instalație de tip piscină de volum redus destinată testelor dispersiei combustibilului în caz de accident de blocare a curgerii și investigare a retenției produșilor de fisiune în piscină și totodată testării comportării combustibilului în regim de circulație naturală; **Hands-ON** - instalație de testare a manevrării casetelor de combustibil în aer și în plumb; **HUB** – Centru de coordonare și centru de excelență european pentru tehnologia reactorilor răciți cu plumb.

## 6. Proiecte Europene dedicate tehnologiei LFR

Desfășurat în perioada 2006-2009, proiectul **ELSY** - European Lead-cooled System – a avut ca obiectiv elaborarea unui proiect conceptual, estimarea costurilor și identificarea domeniilor de cercetare necesare pentru realizarea unui reactor LFR. RATEN ICN a participat în calitate de partener la proiectarea conceptului de reactor rapid răcit cu plumb de tip comercial/industrial (600MWe), prin contribuții la proiectarea zonei active și a sistemului de bare de control, evaluări ale protecției biologice, precum și analiza comportării materialelor și a plumbului la iradiere pe durata de viață a reactorului. Detalii privind proiectul și rezultatele obținute se pot regăsi în baza de date europeană CORDIS a proiectelor de cercetare finanțate din bugetul EU.

Unul din principalele rezultate ale proiectului a fost necesitatea și recomandarea de a se construi un reactor de putere mai mică având ca obiectiv demonstrarea viabilității tehnologice a soluției comerciale pentru acest tip de reactor, care necesită costuri considerabil reduse și o perioadă mai redusă de realizare.

În consecință a fost propus și aprobat pentru finanțare în programul cadru 7 (2007-2013) proiectul **LEADER** - Lead-cooled European Advanced DEMonstration Reactor – care s-a desfășurat în perioada 2010-2013. Bazat pe rezultatele proiectului ELSY a fost ales un reactor de 300 MWth cu o configurație de referință îmbunătățită, adecvată scopului propus. La acest proiect la care au participat 18 organizații europene, RATEN ICN a participat la dezvoltarea conceptului ALFRED, contribuind la proiectarea zonei active, evaluări ale protecției biologice, la analiza defectelor produse

de neutroni în materialele de structură ale reactorului, precum și la definirea arhitecturii de comandă și control a reactorului.

În ceea ce privește amplasarea reactorului, a fost propus să se aleagă un amplasament într-unul din statele nou aderate care aveau oportunitatea de a folosi fonduri europene structurale, costul obiectivului fiind relativ mare. În acest context institutul a preluat inițiativa (aprobată de către ANDR) de a promova amplasarea reactorului în România. Aceasta inițiativă a fost acceptată atât de partenerii proiectului LEADER cât și de reprezentanții CE. În acest timp a fost adoptat și acronimul ALFRED (Advanced Lead Fast Reactor Demonstrator) pentru acest obiectiv.

În continuare RATEN ICN, prin Ministerul Energiei, a propus un memorandum pentru aprobarea construirii reactorului pe amplasamentul de la Mioveni, memorandum aprobat de guvern în februarie 2011.

În perioada urmatore ICN a amplificat activitatea desfășurată în cadrul programului intern și a participat la un număr relativ mare de proiecte finanțate din bugetul european de cercetare dedicate LFR sau care au inclus pachete de lucru pentru LFR (2 dintre acestea au fost coordonate de ICN):

**ADRIANA (FP7, 2010-2013) - ADvanced Reactor Initiative And Network Arrangement** – RATEN ICN a participat ca partener în cartografierea infrastructurii pentru Generația IV și în definirea necesităților pentru o nouă infrastructură în Europa.

**MATTER (2010-2014), MATerial Testing and Rules** – RATEN ICN a contribuit cu o sinteză asupra utilizării aliajelor de vanadiu în domeniul fisiunii și fuziunii nucleare.

**SEARCH (2011-2015), Safe ExploitAtion Related CHEmistry for HLM reactors** – RATEN ICN a fost implicat în studii privind purificarea agentului de răcire (PB, Pb-Bi) folosind diferite tipuri de filtre și în dezvoltarea de competențe, prin schimb de experiență și informații, în domeniul purificării prin filtrare a plumbului lichid.

**NEWLANCER (FP7, 2011-2013) - New MS Linking for an Advanced Cohesion în Euratom Research** coordonat de RATEN ICN- a contribuit la consolidarea și extinderea participării Noilor State Membre la programul european de cercetare, inclusiv în domeniul reactorilor de Gen IV.

**MAXSIMA (FP7, 2012-2018) - Methodology, Analysis and eXperiments for the "Safety în MYRRHA Assessment"**, - RATEN ICN a fost responsabil cu activitățile dedicate testării în condiții de tranziție a combustibilului MYRRHA pentru determinarea pragului de defectare a elementului combustibil.



**MATISSE (2013-2017) - Materials' Innovations for a Safe and Sustainable nuclear în Europe** – RATEN ICN a contribuit la elaborarea foii de lucru în domeniul cercetării-dezvoltării materialelor combustibile (incluzând combustibilul inovativ pentru transmutație).

**ESNII Plus (FP7, 2013-2017) - Preparing ESNII for HORIZON 2020** - ICN a coordonat activitățile de stabilire a principalelor cerințe care trebuie îndeplinite de demonstratorii tehnologiilor GIV, în cadrul procesului de autorizare a amplasamentului și a proiectului.

**ARCADIA (FP7, 2013-2016) – Assessment of Regional Capabilities for new reactors Development through an Integrated Approach**, coordonat de RATEN ICN- a avut ca obiectiv central evaluarea fezabilității demonstratorului ALFRED în România, printr-o amplă analiză a cerințelor majore: infrastructura la nivel național și local, competența necesară dezvoltării, construcției și operării, oportunitatea, beneficiile și riscurile unei astfel de investiții, suportul național, regional și european.

**FASTNET (H2020, 2015 - 2019) - FAST Nuclear Emergency Tools for the reliable prediction of severe accident progression and anticipation of the source term of a nuclear accident** este dedicat calificării unei metodologii care integrează mai multe instrumente și metode pentru a asigura atât diagnosticarea, cât și prognoza evoluției accidentelor severe.

**GEMMA (H2020, 2017–2021), GEneration IV Materials Maturity** – RATEN ICN realizează activități privind calificarea și codificarea materialelor structurale selectate pentru construcția reactorilor de generație IV.

**PIACE (H2020, 2017 – în derulare) - Passive IsolAtion CondEnser** - RATEN ICN participă în pachete de lucru care au ca scop analiza și adaptarea unui sistem inovativ de evacuare a căldurii reziduale din reactorii nucleari, aflat în faza de validare tehnologică pentru reactorii răciți cu plumb astfel încât să se obțină un prototip ce va putea fi utilizat atât în sistemele nucleare de tip LFR, cât și pentru reactorii clasici.

**MABELLE (EERA-JPNM, 2019-2022, în derulare) - Molybdenum clAdding tuBEs for high temperature HLM coolAnt Environment** - proiect Pilot în cadrul European Energy Research Alliance - Joint Programme on Nuclear Materials – RATEN participă ca partener la efectuarea de analize, calcule, evaluări ale impactului utilizării aliajelor de Molibden ca material pentru tecile de combustibil asupra parametrilor neutronici pentru configurația de referință a reactorului ALFRED.

Mai multe detalii privind aceste proiecte se regăsesc în baza de date CORDIS (<https://cordis.europa.eu>).

## 7. Progrese la nivel național

În același timp au fost făcute eforturi importante pentru promovarea proiectului atât la nivel național cât și european în vederea pregătirii pentru finanțare și implementare:

- 2011 Memorandum Guvernamental prin care se aprobă construirea în România a reactorului de demonstrație ALFRED.
- 2013 Memorandum Guvernamental pentru aprobarea măsurilor de implementare a reactorului.
- 2013 Constituirea consorțiului FALCON (Fostering ALfred CONstruction) având ca membri ANSALDO NUCLEARE, ENEA, RATEN ICN. Consorțiul asigură nucleul de expertiză europeană necesară pentru proiectare (având ca lider ANSALDO NUCLEARE), cercetare (ENEA), RATEN ICN (cercetare, testare, calificare, construcție și operare). În jurul consorțiului sunt antrenate organizații din cercetare, industrie și universități europene prin acorduri de cercetare specifice.
- 2015 Includerea proiectului în strategia de specializare inteligentă Sud Muntenia (condiționalitate pentru accesarea fondurilor europene).
- 2017 Includerea în Strategia națională de cercetare.
- 2017 Formarea parteneriatului CESINA în domeniul cercetării și educației pentru sisteme nucleare avansate având ca membrii RATEN ICN, UPIT (Universitatea din Pitești), UPB (Universitatea Politehnica din București), IFIN-HH, IPE (Institutul de Prognoze Economice al Academiei).
- 2017 Încheierea acordului între CESINA și industria nucleară din România (ROMATOM) prin care se asigură suportul din partea industriei.
- 2018 Includerea în Foaia de parcurs națională pentru infrastructuri de cercetare.
- 2018 Includerea proiectului în Planul național de cercetare și inovare (PNCDI III).
- Includerea proiectului în programul de guvernare 2017-2020.

În prezent au fost inițiate activitățile de realizare a infrastructurii de cercetare suport ATHENA și ChemLab (propunerea de proiect a fost acceptată pentru finanțare din fonduri europene fiind în curs de evaluare tehnică și financiară) și activitățile de pregătire pentru completarea infrastructurii suport (cu instalațiile ELF, HELENA 2, Meltin'Pot, Hands-on), a activităților de pregătire a programelor de cercetare experimentală și a procesului de autorizare a reactorului precum și consolidarea sistemului de

educație și pregătire a specialiștilor (proiectul PRO ALFRED) contractat în cadrul PNCDI III.

În plan european eforturile sunt concentrate pe activitățile și acțiunile identificate și coordonate de consorțiul FALCON precum și pentru participarea în principalele structuri europene organizate în domeniul energetic nuclear: SNETP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform) având ca unul din piloni ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative, dedicată reactorilor avansați), FORATOM (Asociația industriei nucleare europene), ENS/HSC (European Nuclear Society/High Scientific Council) precum și în structurile coordonate de CE (DG Research, DG Energy) și anume SET-Plan, STC (Scientific and Technical Committee) sau Comitetul de programe (Programme Committee). Participarea la activitățile acestor structuri prezintă o importanță deosebită în procesul de pregătire a programelor de cercetare europene, alocarea fondurilor de cercetare și promovarea priorităților naționale la nivel european în acest domeniu.

## 8. Concluzii

Construirea reactorului de demonstrație ALFRED este o etapă importantă în dezvoltarea și realizarea maturității industriale a conceptului de reactor rapid răcit cu plumb de generație IV. La nivel european proiectul contribuie la menținerea poziției de lider în domeniul tehnologiilor nucleare-energetice iar implementarea în România este o oportunitate semnificativă pentru dezvoltarea sectorului de cercetare precum și stimularea industriei pentru o dezvoltare socială și economică consistentă. Progresele efectuate până în prezent, atât din punct de vedere tehnologic cât și în ceea ce privește orientarea obiectivelor strategice europene și naționale reprezintă premise pozitive pentru realizarea proiectului.

## REFERENCES

- [1] *E. Proust, L. G. Williams, C. Ahnert, S. Bechta, H. Böck, L. Cizelj, F. Deconinck, A. Di Buono, E. Gilad, J. Klepáč, M. E. Ricotti, T. J. Schröder, T. Schulenberg, G. Steinhauser, A. Traichel, T. Troev, I. Turcu, J. Uhlir.* „The important role of nuclear in a low-carbon world: the view of the European Nuclear Society’s High Scientific Council,” International Conference on Climate Change and the Role of Nuclear Power 7–11 October 2019, IAEA Headquarters Vienna, Austria.
- [2] \* \* \*, Strategic Energy Technology Plan (SET Plan), <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/064a025d-0703-11e8-b8f5-01aa75ed71a1/language-en>

- 
- [3] \* \* \*, SET Plan, Key action 10, “Maintaining a high level of safety of nuclear reactors and associated fuel cycles during operation and decommissioning, while improving their efficiency,” [https://setis.ec.europa.eu/system/files/set\\_plan\\_nuclear\\_safety\\_implementation\\_plan\\_2.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/set_plan_nuclear_safety_implementation_plan_2.pdf), 30 April 2018
- [4] \* \* \*, Integrated National Energy and Climate Change Plan for 2021-2030 România, [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/romania\\_draftnecp\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/romania_draftnecp_en.pdf)
- [5] \* \* \*, Technical Workshop “ALFRED: a sizeable opportunity for Europe”, FISA 2019, “9<sup>th</sup> European Commission Conferences on EURATOM Research and Training in Safety of Reactor Systems”, 4-7 June, 2019 Pitesti, România