

REGIA AUTONOMĂ TEHNOLOGII PENTRU ENERGIA NUCLEARĂ
INSTITUTUL DE CERCETĂRI NUCLEARE



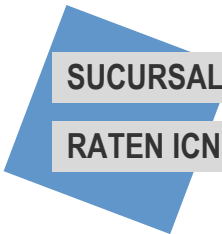
20

17

RAPORT ANUAL



www.nuclear.ro



SUCURSALA Institutul de Cercetări Nucleare Pitești

RATEN ICN

Director	Constantin PĂUNOIU
----------	---------------------------

Director adjunct Științific	Alexandru TOMA
-----------------------------	-----------------------

Director adjunct Economic	Sofia COSTACHE
---------------------------	-----------------------

Acest document a fost elaborat conform Anexei 6 la Memorandumul Ministerului pentru Consultare Publică și Dialog Civic *“Creșterea transparenței și standardizarea afișării informațiilor de interes public”*.

*Colectivul de redacție al **Raportului Anual al RATEN ICN pe anul 2017** mulțumește pentru buna colaborare tuturor responsabililor de program, directorilor de proiecte și șefilor de departamente.*

COLECTIVUL DE REDACȚIE

Coordonator,

Alexandru Toma, Director Adjunct Științific

Echipa (culegere date, redactare, grafică),

Daniela DIACONU
Ileana CREȚU
Eleonora DRĂGAN
Mihaela PETRA
Ștefan PREDA

CUPRINS

DESPRE RATEN ICN	1
Date de identificare	1
Scurtă prezentare	1
Structura organizatorică	2
Obiectul de activitate	2
Resurse umane	3
Infrastructura	5
OBIECTIVELE ȘI REALIZĂRILE RATEN ICN ÎN 2017	7
Activitatea științifică	7
Cooperarea internațională	29
Colaborarea la nivelul Uniunii Europene	29
Colaborarea cu Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA) Viena	35
Alte colaborări	38
MANIFESTĂRI ȘI EVENIMENTE ȘTIINȚIFICE ORGANIZATE DE RATEN ICN	40
Diseminarea rezultatelor cercetării și transferul cunoașterii	46
Reprezentarea RATEN ICN la manifestări științifice, evenimente naționale și internaționale	47
SITUAȚIA ECONOMICĂ ȘI FINANCIARĂ	49
INDICATORI DE PERFORMANȚĂ. GRADUL DE REALIZARE	51
Realizarea indicatorilor de performanță	51
CONCLUZII	52

DESPRE RATEN ICN

Date de identificare

Denumirea: **Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară - Institutul de Cercetări Nucleare (RATEN ICN);**

Nr. de înmatriculare la Oficiul Registrului Comerțului: **J3/1316/2013;**

Codul unic de înregistrare (CUI): **RO32306920;**

Sediul social: **Județul Argeș, Localitatea Mioveni; Strada Câmpului Nr. 1;**

Cod Poștal: **115400;** Tel: **0248-213400;** Fax: **0248-262449;** E-mail: **office@nuclear.ro;**

Sectorul de activitate: **CAEN 7219.**

Scurtă prezentare

Institutul de Cercetări Nucleare Pitești a fost înființat în 1971, ca unitate de importanță strategică, având ca domeniu de activitate cercetarea științifică, proiectarea, ingineria tehnologică și responsabilitatea științifică și tehnică pentru dezvoltarea energiei nucleare în România.



Istoria celor peste 46 de ani de activitate a consemnat o serie de transformări succesive generate de dezvoltarea economiei naționale și de adaptarea obiectivelor domeniului nuclear la noile cerințe ale societății, ceea ce a condus la schimbarea denumirii institutului:

1971	Se înființează Institutul de Tehnologii Nucleare (ITN) în subordinea Comitetului de Stat pentru Energia Nucleară (CSEN);
1977	ITN devine Institut de Reactori Nucleari Energetici (IRNE);
1990	Institutul de Reactori Nucleari Energetici (IRNE) este inclus în Regia Națională pentru Energie Electrică (RENEL) și devine Institutul de Cercetări Nucleare (ICN);
1992	Secția de Producție Elemente Combustibile (SPEC) din cadrul ICN devine unitate economică distinctă fiind încorporată în cadrul RENEL, sub numele Fabrica de Combustibil Nuclear (FCN);
1998	ICN este inclus în structura Regiei Autonome pentru Activități Nucleare (RAAN) ca sucursală, devenind RAAN - Sucursala Cercetări Nucleare, conform HG 365/1998;
2013	Din 1 octombrie, Institutul de Cercetări Nucleare Pitești (ICN) devine sucursală a Regiei Autonome "Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN)", înființată conform prevederilor Ordonanței de Urgență nr. 54 din 29 mai 2013, aprobată prin Legea nr. 302/2013.

Structura organizatorică

Structura activității de cercetare din institut este armonizată cu programele de cercetare naționale și internaționale din domeniul nuclear. Organigrama institutului este structurată pe secții, laboratoare, servicii, birouri, fiind constituită din compartimente de cercetare-dezvoltare, departamente tehnice, de producție, întreținere-reparații și compartimente administrative.

- Secția Fizica Reactorilor, Performanțe Combustibil Nuclear și Securitate Nucleară
- Secția Reactor TRIGA
- Secția Materiale Nucleare și Coroziune
- Secția Testări în Afara Reactorului
- Secția Tratare Deșeuri Radioactive
- Secția Electronică
- Laboratorul Examinări Post-Iradieră
- Laboratorul de Analiza Suprafețelor
- Laboratorul Încercări și Fiabilitate
- Laboratorul Radioprotecție, Protecția mediului și Protecția civilă

- Laboratorul Metrologie și Tehnică de calcul
- Laboratorul Control Tehnic de Calitate
- Serviciul Proiectare
- Atelier Prototipuri Nucleare
- Serviciul Managementul Calității
- Secția Producere și Distribuie Utilități
- Serviciul Mecanic Șef, Întreținere, Reparații.
- Servicii suport (Programe, Contracte; Relații Externe, Transfer tehnologic, Protocol; Administrativ; Resurse Umane; Finaciar, Contabilitate; Aprovizionare, Marketing; Investiții, Patrimoniu; Situații de Urgență, Prevenire și Protecție; Juridic; Transporturi; Medical, Toxicologie, Analize; Protecție Fizică; Garanții Nucleare; Protecția Informațiilor Clasificate).

Obiectul de activitate

Institutul de Cercetări Nucleare Pitești (RATEN ICN) are ca obiect principal de activitate cercetarea științifică, dezvoltarea tehnologică cu caracter fundamental și aplicativ, valorificarea cercetărilor proprii prin transfer tehnologic, proiectare, investiții, consultanță, expertiză și asistență tehnică de specialitate, subordonate asigurării suportului științific și tehnic pentru domeniul energetic nuclear din România.

Direcțiile de cercetare-dezvoltare și inovare din institut cuprind activități orientate spre următoarele obiective:

- Asigurarea suportului științific și tehnic pentru Centrala Nucleo-Electrică (CNE) de la Cernavodă pe întreaga durată de viață a acesteia;
- Desfășurarea de activități de cercetare-dezvoltare necesare dezvoltării durabile a Programului Energetic Nuclear Național;
- Dezvoltarea competențelor în domeniul materialelor și combustibililor nucleari, fizicii reactorilor, securității nucleare, echipamente, instrumentație și control pentru aplicații nucleare;
- Managementul, caracterizarea și tratarea deșeurilor radioactive;
- Protecția mediului și radioprotecție;
- Dezvoltarea infrastructurii, capacității de cercetare științifică și serviciilor de transfer tehnologic și inovare;
- Desfășurarea programului de colaborare internațională pentru creșterea competitivității și alinierea RATEN ICN la politicile specifice Uniunii Europene prin dezvoltarea capacității de asimilare și aplicare a tehnicilor și tehnologiilor avansate;
- Dezvoltarea resurselor umane din sfera activităților de cercetare prin stimularea formării profesionale și dezvoltării capacității de cercetare ale tinerilor.

Prin activitatea sa institutul contribuie la îndeplinirea responsabilității guvernului privind securitatea energetică, securitatea nucleară, securitatea deșeurilor radioactive, neproliferare, siguranța surselor radioactive și prevenirea terorismului.

RATEN ICN prestează servicii în domeniile:

- Fizica Reactorilor, Performanțe Combustibil Nuclear și Securitate Nucleară;
- Teste de iradiere, radioizotopi, examinare post-iradiere a materialelor și a combustibilului nuclear;
- Testarea în afara reactorului;
- Testarea materialelor nucleare în condiții termo-mecanice și de coroziune, compatibile cu cele din funcționare;
- Managementul deșeurilor radioactive;
- Teste și încercări de calificare pentru aparatură, componente și echipamente nucleare;
- Radioprotecție, protecția mediului;
- Proiectarea de echipamente nucleare.

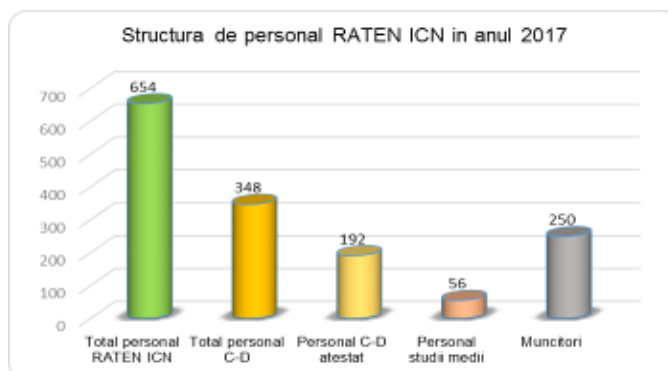
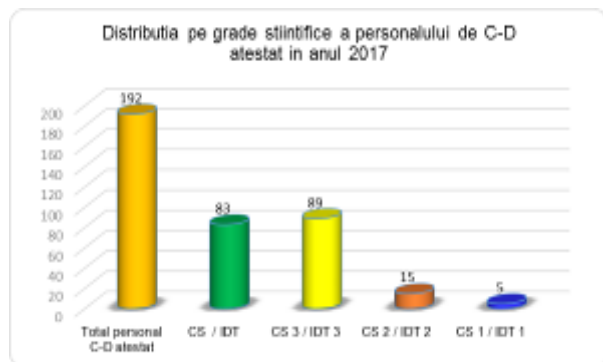
De asemenea, RATEN ICN promovează și dezvoltarea și aplicarea tehnologiilor nucleare în medicină, industrie sau agricultură, adăugând o contribuție importantă la creșterea standardului de viață în beneficiul cetățenilor.

Principalele tehnologii dezvoltate de RATEN ICN includ:

- tehnologii pentru fabricarea elementelor combustibile experimentale și combustibili nucleari avansați;
- tehnologii pentru obținerea pulberilor sinterizabile de UO_2 și a pastilelor sinterizate de UO_2 cu microstructură controlată;
- tehnologii de testare a combustibilului și a materialelor nucleare;
- tehnologii de fabricație a țintelor pentru obținerea surselor radioactive;
- tehnologii privind lucrul cu surse închise;
- tehnologii de producere a radioizotopilor cu aplicații în domeniul sănătății, mediului sau industriei;
- tehnologii și echipamente pentru testarea, punerea în funcțiune, inspecția, întreținerea și reparația componentelor din Centrala Nucleo-Electrică, CNE;
- tehnologii pentru mentenanța echipamentelor din CNE;
- tehnologii și sisteme de testare în afara reactorului;
- tehnologiilor de tratare-condiționare și caracterizare a deșeurilor radioactive de la CNE și din alte activități de cercetare-dezvoltare din domeniul nuclear;
- tehnologii de decontaminare a componentelor și echipamentelor din centrale nucleare.

Resurse umane

În anul 2017, numărul total de angajați în cadrul RATEN ICN Pitești a fost de 654, din care 348 reprezintă personalul care asigură partea de cercetare-dezvoltare iar 306 salariați asigură suportul tehnic și administrativ pentru desfășurarea în bune condiții a activităților C-D precum și funcționarea platformei în condiții de siguranță (asigurarea utilităților pentru RATEN, RATEN ICN, FCN și ANDR Pitești).



În Institut își desfășoară activitatea 192 cercetători atestați, specialiști cu un înalt nivel de pregătire în inginerie, fizică, chimie și alte domenii, autorizați de CNCAN, ISCIR, etc.

Cea mai mare parte dintre specialiștii din institut au urmat forme de pregătire post-universitară, mastere, doctorate sau cursuri de specializare efectuate în țară sau străinătate, devenind experți ai Agenției Internaționale pentru Energia Atomică (IAEA) sau în cadrul programelor europene.

Cunoștințele acumulate pe parcursul multor ani de pregătire sunt reflectate în numărul mare de lucrări realizate în cadrul programelor de cercetare, proiectelor naționale și internaționale.

În anul 2017, personalul din RATEN ICN, a urmat programele de pregătire anuale specifice în domeniul securității nucleare, radioprotecției și protecției mediului, protecției informațiilor clasificate, managementului calității, mediului, sănătății și securității ocupaționale, urmate de etape de evaluare și testare. Totodată, cercetătorii și specialiștii din RATEN ICN au avut oportunitatea participării la acțiuni de formare profesională naționale (53 acțiuni), sau la nivel internațional (19 acțiuni).

În acest din urmă caz se pot aminti:

- Curs de pregătire „Regional Radiological Source Security Inspector Training Course”;
- Curs de pregătire „International Training Course on State Systems of Accounting for and Control of Nuclear Material”;
- Curs de pregătire “School on Nuclear Energy Management”;
- Curs regional referitor la modelarea și evaluarea sistemelor energetice nucleare (SEN) folosind metodologia INPRO;
- Cursul IAEA privind utilizarea avansată a imagisticii cu neutroni pentru cercetare și aplicații;
- Școala de vară „World Nuclear University Summer Institute”;
- Seminarul regional privind serviciul de revizuire a educației și formării;
- Seminarul regional „Regional Workshop on Quality Management Systems in Countries with Small Programmes for Radioactive Waste Management”;
- Seminarul IAEA asupra implementării indicațiilor pentru armonizarea capacităților de răspuns și de asistență.

De asemenea, perfecționarea resurselor umane din RATEN ICN, include angajații care sunt înscriși la diverse forme de pregătire post universitară, masterate și/sau doctorate. Masteranzii se pregătesc în domeniul “Materiale și Tehnologii Nucleare”, specializare existentă la Universitatea din Pitești.

Doctoranzii urmează specializările existente la:

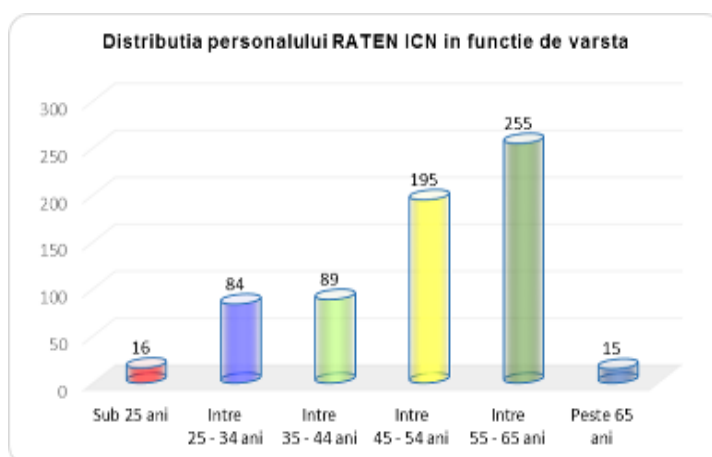
- Universitatea Politehnică din București (UPB) în cadrul domeniilor:
 - Inginerie Energetică;
 - Inginerie Electronică și Telecomunicații;
 - Inginerie Electrică;
 - Chimie Aplicată.
- Universitatea din Pitești (UPIT) în cadrul domeniului Știința Materialelor.

Din graficul alăturat se poate observa că majoritatea salariaților au vârsta cuprinsă între 45-65 ani, o parte dintre ei fiind aproape de vârsta de pensionare. Media de vârstă în RATEN ICN este de 50 de ani.

În ultimii ani, datorită angajării sistematice de tineri specialiști în departamentele de cercetare, structura de personal a RATEN ICN s-a îmbunătățit prin mărirea numărului de salariați cu studii superioare.

Instalațiile experimentale și experiența acumulată de specialiștii din institut asigură suportul implicării active a tinerilor la programe și proiecte naționale, europene și internaționale.

Competențele dobândite de cercetătorii cu experiență din institut, pe plan național și internațional pot fi valorificate prin transferul de cunoștințe noilor angajați sau studenților din instituțiile de învățământ superior care efectuează practica în RATEN ICN.



Transferul de cunoștințe între generații este una dintre principalele provocări ale domeniului nuclear.

Pentru înțelegerea proceselor tehnologice, programele de pregătire includ vizite în principalele instalații nucleare și laboratoare din institut: Reactorul TRIGA, Laboratorul de Examinare Post Iradiere, Secțiile de Materiale Nucleare și Coroziiune, de Testări în afara reactorului, Stația de Tratare Deșeuri Radioactive, Laboratorul de Încercări și Fiabilitate, Laboratorul de Radioprotecție, Protecția Mediului și Protecție Civilă.

Transferul de cunoștințe științifice și tehnice din RATEN ICN se realizează și prin programul NKM, în cadrul căruia se selectează și arhivează în formă electronică documentele de interes rezultate din activitatea de cercetare-dezvoltare desfășurată pe parcursul celor peste 40 de ani de activitate.

În cadrul strategiei de resurse umane și de transfer tehnologic s-au realizat acțiuni de promovare a activității institutului în licee și universități care au ca scop atragerea tinerilor spre meserii specifice domeniului nuclear.

În acest scop RATEN ICN a încheiat acorduri de parteneriat cu instituții de învățământ superior, Universitatea din Pitești, Universitatea Politehnică București etc. prin care a oferit studenților stagii de pregătire pentru efectuarea lucrărilor de licență, master sau instruire practică. În tabelul de mai jos se regăsește situația studenților / masteranzilor care au beneficiat în anul 2017 de îndrumare din partea specialiștilor de la RATEN ICN pentru realizarea lucrărilor de licență și dizertație, precum și de stagii de practică.

Universitatea / Organizatia	Domeniul / Specializarea	Nr. absolventi / masteranzi
Universitatea Pitești	Ingineria Mediului	7
Universitatea Pitești	Materiale și tehnologii Nucleare	12
Universitatea Pitești	Electromecanică	2
Universitatea Pitești	Electronică Aplicată	1
Universitatea Politehnică București	Inginerie Economică	1
Universitatea Politehnică București	Inginerie Nucleară	1

Infrastructura

<http://www.nuclear.ro/ro/infrastructura.php>

RATEN ICN deține următoarea infrastructură de cercetare:

- Reactorul Nuclear de Cercetare TRIGA SSR 14 MW și TRIGA ACPR;
- Laboratoarele de Examinare Post-Iradiator (LEPI);
- Stația de Epurare;
- alte capacități și laboratoare specifice domeniului, și anume:
 - ◆ Stația de Tratare Deșeuri Radioactive (STDR);
 - ◆ Standul de Testări în Afara Reactorului (TAR);
 - ◆ Laboratoare de Testări și Încercări Materiale;
 - ◆ Laboratorul de Încercări pentru caracterizarea Combustibilului Nuclear Uzat și a Deșeurilor Radioactive (LABORAD);
 - ◆ Laboratorul de Analiză a Suprafeței (ESCALAB);
 - ◆ Laboratorul de Radioprotecție, Protecția Mediului și Protecția Civilă;
 - ◆ Laboratorul de Încercări și Fiabilitate;
 - ◆ Laboratorul de Control Tehnic de Calitate (CTC);
 - ◆ Laboratorul de Metrologie și Tehnologia Informației.

Această bază materială se caracterizează prin diversitate, performanță și fiabilitate, *nivelul ridicat de securitate nucleară al instalațiilor aflate în exploatare fiind recunoscut de organizațiile naționale și internaționale de reglementare și control, Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN) și Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA) Viena.*

În anul 2017 infrastructura de cercetare a RATEN ICN și serviciile de cercetare aferente au fost înscrise pe platforma ERRIS (Engage in the Romanian Research Infrastructures System), <https://erris.gov.ro/REGIA-AUTONOM-TEHNOLOGII-PEN-1>.

OBIECTIVELE ȘI REALIZĂRILE RATEN ICN ÎN 2017

Activitatea științifică

Programul anual al RATEN ICN Pitești cuprinde 18 programe de cercetare-dezvoltare și se desfășoară în acord cu obiectivele Programului Strategic de Cercetare-Dezvoltare al Regiei Autonome Tehnologii pentru Energia Nucleară privind dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energetica nucleară.

P1	Securitate nucleară
P2	Canal de combustibil
P3	Combustibili nucleari
P4	Sistem de manevrare combustibili
P5	Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de Securitate Nucleară
P6	Protecția mediului
P7	Generator de abur
P8	Sisteme de proces și echipamente
P9	Chimie circuite
P10	Instrumentație și control
P11	Analiză de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare
P12	Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil
P13	Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN
P14	Tehnologii de iradiere și radioizotopi
P15	Informatizare activități nucleare
P16	Apa grea și tritiu
P17	Aplicații ale tehnicilor nucleare
P18	Suport pentru cooperare internațională

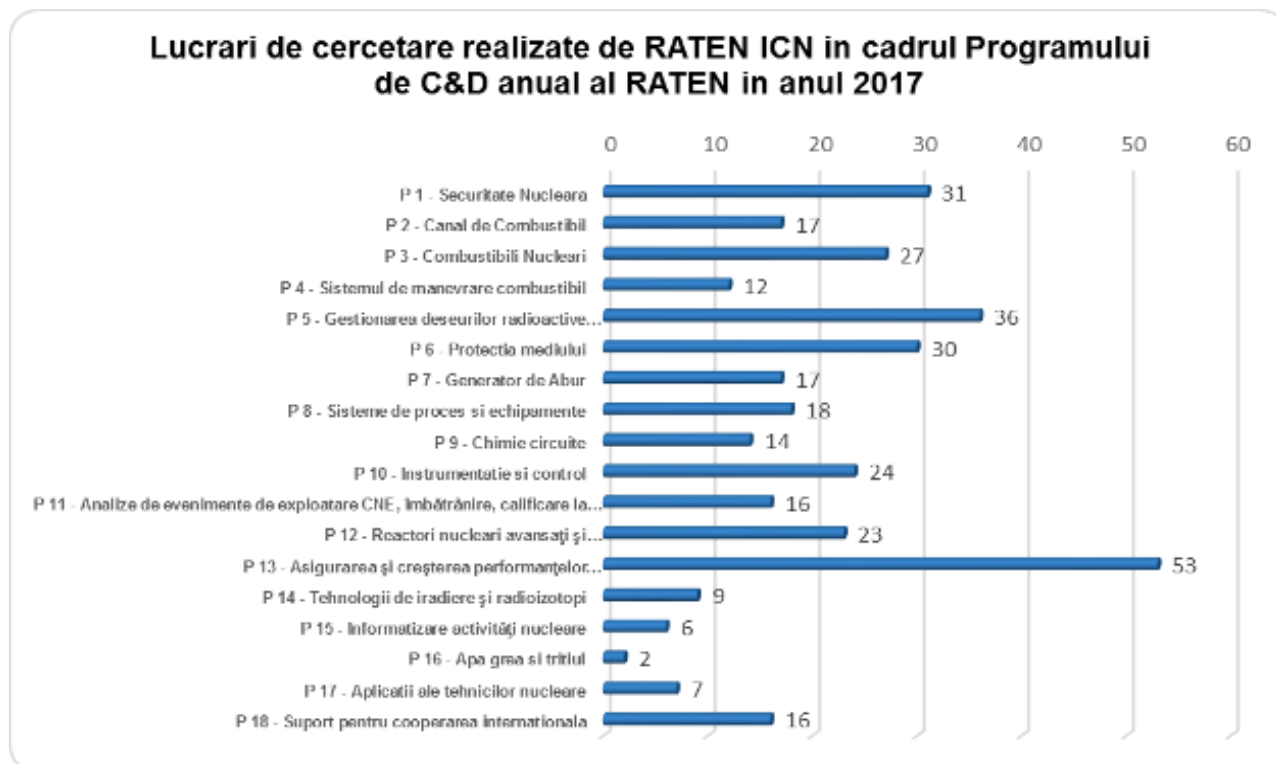
În anul 2017, în cadrul celor 18 programe au fost realizate 358 lucrări de cercetare sub formă de Rapoarte Interne. Acestea s-au concretizat în studii, tehnologii, programe de calcul, metode de analiză, modele, prototipuri, produse, proiecte, standarde de firmă, documentații de securitate nucleară, rapoarte etc.

Obiectivele Programelor CDIT, elaborate în acord cu *Strategia de Dezvoltare RATEN 2015 – 2025*, prioritățile la nivel național și internațional, acordurile și tratatele internaționale în domeniul energiei nucleare la care România este parte, au fost orientate către:

- ◆ Operarea în condiții de siguranță și securitate nucleară a Unităților 1 și 2 de la CNE-Cernavodă și extinderea duratei lor de viață;
- ◆ Dezvoltarea de competențe și servicii privind operarea economică și predictibilă a canalelor de combustibil din reactorul CANDU de la CNE Cernavodă, pe baza investigațiilor experimentale, teoretice și a rezultatelor inspecțiilor periodice;
- ◆ Contribuții la punerea în funcțiune a Unităților 3 și 4, pe baza experienței dobândite;
- ◆ Implementarea experienței și practicii operatorilor de centrale CANDU, prin aplicarea Programelor de cercetare CANDU Owners Group (COG)-Canada la Unitățile 1 și 2 Cernavodă, perfecționarea suportului tehnic și științific acordat CNE-Cernavodă prin creșterea contribuției la realizarea acestor programe.

Programele de CDIT din 2017 sunt structurate pe teme de cercetare, în cadrul cărora sunt realizate lucrările de cercetare propriu-zise. Temele de cercetare sunt propuse în funcție de prioritățile de cercetare naționale și internaționale, de acordurile, convențiile și tratatele internaționale la care România este parte, în condițiile utilizării în scopuri pașnice a energiei nucleare, în corelație cu obiectivele și direcțiile strategice de acțiune ale *Strategiei de Cercetare-Dezvoltare RATEN 2015-2025*.

Numărul lucrărilor elaborate, asociat fiecărui program de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică este prezentat în următoarea diagramă.



În acest scop s-au efectuat studii teoretice, modelări matematice, s-au rulat coduri de calcul, s-au efectuat încercări și testări experimentale pe materiale nucleare structurale, fisionabile sau iradiate, s-au realizat elemente combustibile experimentale, s-au dezvoltat și aplicat tehnologiile specifice pentru managementul și depozitarea deșeurilor radioactive, s-au promovat pe termen mediu și lung reactorii avansați de generație IV, s-a operat în condiții de siguranță și securitate nucleară infrastructura critică din dotare (Reactorul de cercetare TRIGA, Laboratoarele de Examinare Post-Iradiere, Stația de Tratare Deșeuri Radioactive), s-a continuat activitatea de educație și pregătire a specialiștilor în domeniu, precum și de promovare a cooperării internaționale. În acest sens sunt menționate activitățile suport pentru promovarea și pregătirea proiectelor dedicate dezvoltării reactorilor rapizi răciți cu plumb, a proiectului ALFRED, conform Memorandumului aprobat de Guvernul României în ședința din 07.01.2014 precum și a lucrărilor de cercetare-dezvoltare în cadrul consorțiului FALCON.

Programul 1 – Securitate Nucleara

Din rezultatele științifice obținute în 2017 în cadrul programului de cercetare sunt alese spre exemplificare următoarele:

- *Evaluarea pierderii agentului de răcire-rupturi de țevi în circuitul primar concomitent cu ruptura de tub de ghidare la reactoare de cercetare:* A fost calculat evenimentul inițiator de rupturi de țevi în circuitul primar concomitent cu ruptura de tub de ghidare. S-a evaluat arborele de evenimente corespunzător și s-au studiat secvențele de accident.
- *Analize de incertitudine pe modelele PSA:* Utilizând codul probabilist SAPHIRE8, a fost construit un model de defectare pentru un eveniment nedorit, din studiul de evaluare probabilistică a securității nucleare de la CNE Cernavodă. Analizele de incertitudine pentru măsurile de importanță, estimează incertitudinea acestor măsuri

datorită incertitudinilor evenimentelor de bază. Pentru același eveniment nedorit, a fost realizată și o analiză de incertitudine pentru fracția de creștere a riscului (RIR), cu ajutorul metodei Monte Carlo.

- *Evaluarea riscului hidrogenului în timpul unui accident sever la un reactor CANDU6 generic:* Se prezintă o metodă de evaluare a riscului hidrogenului în anvelopa unui reactor de putere în timpul accidentelor severe. Aceasta utilizează criterii, bazate pe rezultatele a numeroase experimente, necesare pentru ca modurile de combustie rapidă să fie posibile. Metoda poate fi utilizată în evaluările probabilistice (PSA) nivelul 2, pentru evaluarea eficacității recombinatorilor sau a altor sisteme de atenuare de a reduce riscul hidrogenului sau, în alte aplicații. Codul ASTECv2 (versiunea v2.0r3p4) a fost utilizat pentru evaluarea evoluției condițiilor în anvelopa unui reactor CANDU 6 generic în timpul fazei în vas a unui accident sever. Pentru faza în afara vasului a fost utilizat modulul MEDICIS al codului ASTEC cu modele de răcire îmbunătățite pentru a descrie ablațiunea betonului, oxidarea coriumului și eliberarea gazelor necondensabile în anvelopă.
- *Reglarea debitului apei de alimentare a generatorilor de abur tip CANDU 6 folosind codul RELAP5/MOD3.2:* A fost modelat controlul nivelului apei în generatorul de abur în regim staționar și în regimuri tranzitorii studiindu-se evoluția parametrilor termohidraulici ai circuitelor de răcire ale reactorului.
- *REBUS-PC - instalare și testare în calcule de difuzie cuplate cu arderea combustibilului:* Lucrarea constituie prima utilizare a REBUS-PC în RATEN ICN. Este realizată o prezentare a capabilităților codului, fiind amintite cazurile test din pachetul de livrare și este construit un model pentru reactorul TRIGA SSR. De asemenea, au fost făcute teste de management al combustibilului care confirmă posibilitatea de a predefini mutările de combustibil în zona activă atunci când istoria de funcționare este cunoscută.
- *Evaluarea influenței factorilor de formă ai performanțelor umane la reactorul TRIGA:* În urma aplicării metodelor de colectare a datelor necesare pentru analiza fiabilității umane au fost identificați factorii de formă ai performanțelor umane care au posibilitatea să influențeze negativ sau pozitiv performanța umană. Au fost calculați factorii de formă (interfețele din sistemul MMOS și circumstanțele în care ele se pot afla în timpul apariției evenimentului), conform metodei MMOSA creată în RATEN ICN.

Programul 2 - Canalul de combustibil

Rezultatele importante obținute în anul 2017 în cadrul temelor Programului „Canal de combustibil” sunt:

- *Evaluarea teoretică și experimentală a mecanismelor de deformare, fisurare și rupere ale tubului de presiune CANDU, aliaj Zr-2.5%Nb*

În cadrul Proiectului de Cercetare de tip CRP cu IAEA Viena „Prediction of Axial and Radial Creep in CANDU 6 Pressure Tubes”, Nr. 17519/R0 s-a dezvoltat metodologia de „Predicția deformării radiale a tubului de presiune CANDU, aliaj Zr-2.5%Nb, datorită fluajului sub iradiere”. Contractul a fost monitorizat de IAEA și supervizat de AECL Canada (în prezent CANDU Energy). În acest scop s-a realizat un model matematic de rețea neuronală tip MFNN (Multilayer Feedforward Neural Network – Rețea Neuronală Unidirecțională Multistrat), care a fost utilizată pentru evaluarea deformării în reactor (fluaj sub iradiere) a tuburilor CANDU de la CNE Cernavodă (U1 și U2). Pentru comparație au fost utilizate ecuațiile parametrice dezvoltate la AECL Canada pentru viteza de deformare radială sub iradiere a tuburilor de presiune, aliaj Zr-2.5%Nb și rezultatele măsurătorilor experimentale de la inspecțiile periodice. Modelul de rețea neuronală dezvoltat pe măsurătorile realizate pe tuburile din U1 a dat predicții rezonabile pentru tuburile aflate în evaluare atât din unitatea U1 cât și din unitatea U2 de la CNE Cernavodă. Aceasta poate fi utilizată în locul ecuațiilor parametrice AECL, atunci când trebuie evaluate defectele relevate de inspecțiile periodice în vederea prevenției fenomenului DHC.

- *Evaluarea integrității structurale a tuburilor de presiune CANDU*

Din lucrările realizate în cadrul temei o perspectivă de valorificare a rezultatelor o poate constitui evaluarea defectelor relevate de inspecțiile periodice pe tuburile de presiune (TP) CANDU, aliaj Zr-2.5%Nb în tuburile de presiune din canalul de combustibil din centrala de la CNE Cernavodă.

Pentru un defect relevat de inspecțiile periodice și care nu satisface Clauza 12 a standardului CSA N285.4 trebuie să se întreprindă următoarele investigații:

- determinarea mecanismului de degradare și/sau sursa generatoare de defecte;
- caracterizarea geometriei defectului, modelarea acestuia, în conexiune cu cerințele de conservatism presupuse a fi îndeplinite pentru ca o fisură să nu devină critică;
- analiza integrității structurale a tubului de presiune în concordanță cu cerințele și metodologia descrise în standardul N285.8.

În cadrul inspecțiilor periodice sunt relevate cu precădere defectele volumetrice ce pot apărea în tubul de presiune și ocupă un anumit volum în material și care au în general un profil de forma teșită la vârful defectului propriu-zis, chiar și în absența unei solicitări mecanice externe. Ele apar în decursul operațiilor de încărcare - descărcare a fasciculelor combustibile și trebuie evaluate pentru potențialul lor de a genera inițierea și propagarea fisurării de tip DHC (Delayed Hydride Cracking - fisurarea cumulativă/secvențială în stare hidrurată sub tensiune mecanică).

În cadrul RATEN ICN Pitești a fost implementată în mediul de programare MATLAB, sub forma unui soft „Zona de Proces” metodologia de evaluare a prevenției inițierii DHC prin metoda inginerescă a zonei de proces conform standardului canadian CAN/CSA N285.8, în vederea utilizării ca un instrument matematic de evaluare. Pentru analiza tensiunilor mecanice și obținerea câmpului de tensiuni principale din frontul defectului se folosește soft-ul VisualFEA care utilizează metoda elementului finit.

- *Calificarea LEPI pentru evaluarea proprietăților termo-mecanice și microstructurale ale tuburilor de presiune CANDU iradiate*

Din lucrările realizate în cadrul temei la Laboratorul de Examinare Post Iradiere o perspectivă de valorificare a rezultatelor o poate constitui lucrările ce au avut drept scop dezvoltarea capacității de testare și expertizare a materialului iradiat prelevat din TP ce au operat la CNE-Cernavodă, și anume:

- elaborarea metodei calorimetriei diferențiale cu baleiaj, DSC (Differential Scanning Calorimetry), de determinare a conținutului de hidrogen absorbit în funcționare;
- implementarea tehnicii de preparare a probelor din tub de presiune CANDU, utilizate în teste de tracțiune și de mecanica ruperii (conform specificațiilor ASTM E8M și ASTM E399), probe tip C și CT;
- dezvoltarea sistemului de instrumentare a probelor tip C, prelevate din TP CANDU iradiate pentru măsurători specifice de mecanica ruperii (K_{IC} , J_{IC});
- procedurarea activităților de investigare prin microscopie optică;
- realizarea testelor de măsurare a vitezei de propagare a fisurilor tip DHC și a factorului prag K_{IH} de declanșare a mecanismului;

De menționat că aceste activități au fost realizate în cadrul contractului COG de calificare a RATEN ICN în efectuarea de încercări pe material iradiat, prelevat din TP CANDU de la U1 și U2. Suportul științific a fost asigurat de partea canadiană prin transferul experienței de testare din Laboratoarele Chalk River și KINETRICS, Canada.

Programul 3 – Combustibili Nucleari

Principalele obiective ale programului de „Combustibili Nucleari”, pe anul 2017 au constat în:

- fabricația unui element combustibil experimental martor (codificat B64) cu oxid mixt de toriu și uraniu natural;
- simularea comportării la iradiere a fascicululelor inovative NUE37, NUE43, T37 și T43;
- comportarea la iradiere a fasciculelor combustibile C6-standard iradiate în CNE Cernavodă (Unitățile 1 și 2) în vederea reducerii pe cât posibil a ratei de defectare.

Principalele rezultate obținute în cadrul programului pot fi sintetizate astfel:

- *Analiza comportării fasciculului CANDU6 iradiat în CNE Cernavodă;*
- *Cercetări tehnologice în vederea optimizării tehnologiei de fabricație a combustibilului CANDU*

Au fost continuate activitățile derulate în anii anteriori ce au vizat în special fabricația de pastile cu oxid mixt de toriu și uraniu destinate execuției de elemente combustibile experimentale și respectiv fascicule combustibile avansate. În acest sens a fost fabricat elementul combustibil martor B64, conținând pastile din oxid mixt de toriu și uraniu natural, în vederea verificării tehnologiilor de fabricație a elementelor experimentale, suduri de închidere dop teacă și asamblare element.

- *Obținerea de date experimentale în vederea dezvoltării și validării codurilor de analiză a performanței combustibilului nuclear în condiții de funcționare normală și în condiții de accident*

Verificarea comportării la ciclaș a tuburilor aflate în componența fasciculului RU43 s-a concretizat prin testarea de probe tip “C-ring” prelevate din tuburi de zircaloy (as received) tip 1 și tip 2 în condiții simulate de ciclaș de putere, pe o instalație de testare proiectată și realizată integral în RATEN ICN.

- *Dezvoltarea sistemului de coduri de calcul pentru analiza performanțelor combustibilului nuclear*

Cu ajutorul codului TRANSURANUS a fost analizată comportarea elementului combustibilului NUE37 (Natural Uranium Equivalent), din punct de vedere al performanțelor în exploatare. Codul TRANSURANUS a fost dezvoltat în cadrul Institutului pentru Elemente Transuraniene (ITU), Karlsruhe și adaptat pentru combustibilului CANDU în cadrul ICN, Laboratorul “Performanțe Combustibil”.

Compararea rezultatelor obținute cu codul TRANSURANUS a relevat o bună concordanță cu rezultatele celorlalte coduri de performanță aflate în custodia ICN (ROFEM și FEMAXI).

- *Analize neutronice și termohidraulice pentru zona activă CANDU cu combustibil NUE*

Au fost realizate calcule de fizica reactorului cu ajutorul sistemului de coduri de calcul realizat și dezvoltat în cadrul RATEN ICN, departamentul de fizica reactorului.

Programul 4 – Sistemul de Manipulare Combustibil

Programul de cercetare dezvoltare conține direcțiile de acțiune pentru menținerea, perfecționarea și dezvoltarea capacității RATEN ICN Pitești de elaborare și calificare de noi tehnologii și echipamente pentru testarea, punerea în funcțiune, exploatarea, inspecția, întreținerea și reparația componentelor Sistemului de Manevrare Combustibil (SMC).

În anul 2017 programul de cercetare P4 – Sistemul de Manipulare Combustibil (SMC) s-a dezvoltat pe patru direcții de cercetare, fiind realizate și recepționate un număr de 10 lucrări, cu următoarele rezultate tehnico-stiințifice:

A. Tehnologii și echipamente pentru întreținere, reparații și inspecții SMC

A1. *Elaborarea temei de proiectare și a proiectului tehnic, obținerea avizelor necesare, pentru realizarea unui set de scule specializate, destinate demontării dopului de închidere a canalului, blocat în fitting-ul terminal al canalului de combustibil, în situație de avarie*

În lucrare este prezentată metodologia de demontare în caz de avarie a unui dop de închidere canal de combustibil CANDU, cu sculele prezentate în proiectul tehnic.

La alegerea soluției propuse s-a ținut cont în principal de condițiile de lucru din fața reactorului, de faptul că operatorii lucrează în costume speciale și că timpul de operare trebuie să fie cât mai mic.

Echipamentul denumit “Dop închidere canal” este o parte componentă a canalului de combustibil dintr-un reactor de tip CANDU și are rolul de a etanșa capetele ansamblului canal de combustibil pentru a preveni scurgerea apei grele de răcire din fittingurile terminale.

A2. *Studiul fenomenelor acustice și de vibrații generate de simularea apariției unor fisuri în instalația termohidraulică a standului de testare MID, pentru proiectarea unui sistem de achiziție care să detecteze și localizeze apariția de fisuri în instalații termohidraulice aflate sub presiune*

S-a proiectat și executat un dispozitiv care simulează apariția unei fisuri, format dintr-o diafragmă având date găuri de diferite diametre, niplu de blocare diafragmă, țevă de legătură, robinet de reglare, teu de legătură.

S-au înregistrat și analizat intensitatea sonoră și accelerația oferite de microfon, respectiv accelerometru în funcție de diametru fisurii și presiunea agentului din instalația hidraulică, cu ajutorul sistemului de achiziție și analiza spectrală Bruel&Kjaer.

A3. Elaborarea documentației tehnice pentru execuția echipamentului de interfață între capul MID și standul de calibrare, pentru reglarea și etalonarea capului MID la CNE Cernavoda, după reparația sa capitală

A fost elaborată o instrucțiune de lucru pentru realizarea a doua tipuri de cabluri necesare în procesul de calibrare a mașinii de încărcat descărcat (MID), fiind tratate următoarele aspecte necesare realizării echipamentelor în condiții impuse de beneficiar: probe și verificări preliminare pentru verificarea calității materialelor utilizate, instrucțiuni pentru prelucrarea mecanică a cablurilor și execuția conexiunilor ecranului, instrucțiuni pentru realizarea sertizării pinilor, asamblarea conectorului, verificări finale înregistrate în fișe de măsurători personalizate pentru fiecare operație.

Documentația finală a fost structurată astfel încât să permită executantului realizarea fizică a echipamentelor de interfață (ansamblu cablu-conector) la nivelul de calitate cerut de beneficiar.

B. Tehnologii și echipamente pentru simulare SMC

B1. Dezvoltarea și completarea aplicației software pentru Modelul Experimental al Simulatorului Independent SMC (MESI), prin conceperea și implementarea unor aplicații practice - scenarii de operare, a căror derulare, în regimurile de funcționare oferite de simulatorul independent, să implice apariția unor situații de eroare în operarea SMC, datorate unor deficiențe de programare și/sau limitărilor impuse de structura hardware a calculatoarelor de proces

Rezultatele obținute în urma realizării obiectivelor implicate de către lucrările având drept scop implementarea unui sistem hardware/software pentru Modelul Experimental de Simulator Independent SMC, demarate prin configurarea calculatorului de proces tip VME 68k și a sistemului de dezvoltare PC și realizarea arhitecturii bazei de date conținând regulile și cunoștințele necesare generatorului de semnale SMC, bază de date populată cu valorile tehnologice și regulile de generare a semnalelor de simulare, continuate cu implementarea algoritmilor de simulare pentru subansamblele SMC selectate pentru a face parte din modelul experimental, utilizându-se facilitățile mediului de programare ISaGRAF, dezvoltarea interfeței INSTRUCTOR, dedicată dezvoltării și gestionării diverselor scenarii de defect, proiectarea și implementarea facilităților legate de funcționarea în regim de lucru semi-automat și automat a modelului experimental, au făcut posibilă dezvoltarea de aplicații practice destinate instruirii operatorilor în aplicarea procedurilor de operare SMC.

O altă direcție de lucru a fost extinderea ariei de utilizare a modelului experimental de simulator independent SMC, în afara scopului principal, de instruire a operatorilor, prin demararea dezvoltării de aplicații practice destinate identificării unor situații generatoare de erori de operare, situații legate de deficiențe hardware sau de programare.

Demonstrarea eficienței și oportunității completărilor aduse pachetului software SCC-MID în ceea ce privește creșterea performanțelor, a siguranței în exploatare și armonizarea logicii programelor SCC-MID cu soluția constructivă a mașinii de încărcare/descărcare, este facilitată prin simularea efectelor pe care aceste completări și/sau actualizări le au asupra modului de funcționare în ansamblu al Sistemului de Conducere cu Calculatorul a testelor Capului MID.

Simulatorul experimental (MESI), are în componență trei corpuri: două destinate pentru comandă și control și unul alocat calculatorului de proces și reproduce parțial echipamente și aparate existente în camera de comandă a reactorului CANDU 600.

Simulatorul experimental (MESI), permite operatorilor MID să execute operații pe care le desfășoară în mod obișnuit în timpul activităților de refuelling, asupra unei selecții de echipamente SMC: separatori, împingător B, împingător Z, acționare și alimentarea cu apă magazie MID.

MESI este utilizat pentru pregătirea personalului de operare, contribuind la menținerea și dezvoltarea capacității umane pentru testarea în țară a capetelor MID reactori CANDU.

B2. Dezvoltarea sistemului informatizat de instruire, verificare și evaluare a personalului SMC, referitor la construcția, funcționarea, testarea și operarea capului MID, prin:

- completarea bazei de date pilot, cu enunțuri și chestionare referitoare la testarea capului MID.

- implementarea unui nou curs, în format electronic, dedicat echipamentelor de transfer combustibil proaspăt și ars. Prin parcurgerea cursului, cursantul dobândește cunoștințe profesionale despre exploatarea echipamentului: caracteristici tehnice, descriere constructivă și funcțională, operații de mentenanță, reglare și etalonare, circuite electrice de măsură și control, conducerea cu calculatorul de proces.

C. Tehnologii și echipamente pentru testarea capului MID

C1. Stabilirea configurației automatului programabil, necesar pentru modernizarea echipamentului de automatizare al instalației de alimentare a standului de testare MID, și dezvoltarea de aplicații software asociate acestuia

Lucrarea stabilește principiile de dezvoltare hardware și software ale automatului programabil și prezintă abordări software necesare pentru a obține o interfață om-mașină cât mai apropiată de nevoile operatorilor.

S-au analizat și prezentat soluțiile tehnice aplicabile pentru modernizarea echipamentului de automatizare aferent instalației termohidraulice de alimentare a standului de testare MID (Bucla Rece și Caldă), având în vedere uzura fizică a echipamentelor, ieșirea acestora din fabricație și lipsa pieselor de schimb.

A fost evaluată situația actuală a echipamentelor de automatizare, măsură și control din camera de comandă MID, raportat la posibilitățile de dezvoltare pe care le poate oferi un sistem bazat pe PLC-ul Advantech ADAM 5560KW. S-a stabilit configurația hardware a automatului programabil, acesta urmând a fi echipat cu module de intrări și ieșiri analogice pentru buclele de măsură presiune, debit și temperatură și control PID al buclelor ce realizează reglaj automat.

Pentru realizarea interfeței HMI a sistemului de achiziție de date și control s-au studiat 3 software-uri din gama Advantech: Multiprog KW 5.35, AdamView (împreună cu utilitarul său Modbus TCP OPC Server – necesar declarării intrărilor și ieșirilor), WebAccess 8.2 SCADA.

S-a ales ca interfața HMI a sistemului de achiziție de date și control ADAM să fie dezvoltată cu Multiprog KW 5.35 și AdamView, datorită avantajelor și experienței în dezvoltarea de aplicații având la bază aceste două programe software.

C2. Punerea în funcțiune și testarea echipamentului de măsurare a nivelului de apă demineralizată și degazată în vasul ADD al standului MID.

Activitățile desfășurate au avut ca rezultat execuția și testarea echipamentului proiectat pentru modernizarea indicatorului de nivel de pe vasul ADD. În cadrul lucrărilor efectuate au fost executate și montate, în instalație, reperele mecanice conform proiectului. În faza următoare au fost montate și cablate echipamentele electrice prevăzute în proiectul de execuție.

Testarea echipamentului a fost realizată conform instrucțiunilor de testare și a avut ca rezultat calificarea echipamentului pentru măsurarea nivelului în vasul ADD. Realizarea echipamentului are implicații în buna funcționare a standurilor de testare existente.

C3. Modernizarea standului de testare cilindri telescopici (SCT) și execuția de teste funcționale pentru panoul de distribuție apă (PDA), grupului de ulei și dulapul de automatizare, din componența acestuia

Datorită presiunilor ridicate realizate din timpul testelor, s-a procedat la înlocuirea carcaselor filtrelor și furtunelor de presiune din cadrul panoului cu tronsoane de țevi din material inoxidabil, în acest fel eliminând complet posibilitatea deteriorării traseelor și a pierderii de presiune în timpul testelor. În panoul de comanda au avut loc o serie de modificări la partea de acționare a distribuitorilor, cu scopul de a ușura operarea lor și pentru o mai mare fiabilitate a lor în exploatare.

După realizarea lucrărilor de modernizare, au fost efectuate teste în care s-a urmărit asigurarea parametrilor nominali de funcționare la panoul de apă și panoul de distribuție ulei, iar elementele de acționare să funcționeze corect.

D. Tehnologii și echipamente nucleare testate în standul MID

D1. Actualizarea documentației de exploatare a încălzitorului MID, în noua configurație a sistemului de comandă și control, după modernizarea și punerea în funcțiune a echipamentului de monitorizare a temperaturii la nivelul modulelor încălzitoare din componența încălzitorului electric aferent buclei termo-mecanice a standului MID, modernizare efectuată cu scopul creșterii securității în exploatare a buclei termomecanice MID

Sistemul de monitorizare controlează simultan funcționarea fiecăruia dintre cele 12 module ce compun IE al MID, fără a afecta logica de lucru a echipamentelor de indicare / înregistrare și protecție existente. Sistemul crește eficiența echipamentelor de control și semnalizare, în scopul prevenirii evenimentelor de exploatare.

Programul 5 - Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară

În cadrul programului, în 2017 au fost realizate 39 lucrări de cercetare, 36 dintre acestea fiind efectuate în RATEN ICN și 3 în RATEN CITON. Din cele 36 lucrări realizate, 17 au constituit lucrări suport pentru CNE Cernavodă, 2 lucrări suport pentru proiectul FP 7 CAST, 2 lucrări suport pentru CNCAN, 7 lucrări suport pentru ANDR în implementarea programului de depozitare a deșeurilor radioactive în România, 7 lucrări ce urmăresc optimizarea managementului deșeurilor radioactive în RATEN ICN și o lucrare ce adresează captarea și stocarea CO₂.

Principalele rezultate ale cercetării

- *Determinarea emițătorilor considerați dificil de măsurat pe probe de rășină ionică uzată*

Măsurarea radioactivității emițătorilor beta din deșeuri radioactive se bazează pe analiza spectrală cu cocktailuri de lichide scintilatoare (LSC), aplicarea acestei metode impunând separarea și purificarea radionuclidului de interes de ceilalți radionuclizi emițători β , în scopul eliminării fenomenului de interferență și obținerii unor rezultate de mare acuratețe. În funcție de caracteristicile chimice ale radionuclizilor, după mineralizarea matricii deșeu prin digestie în camp de microunde sau altă tehnică de digestie adecvată tipului de matrice, se aplică metode selective de separare și purificare. Metodele de separare optimizate și testate anterior în condiții controlate, au fost aplicate unor eșantioane prelevate dintr-o probă de rășină ionică uzată transferată de la CNE Cernavodă.

- *Variante alternative pentru creșterea performanțelor decontaminării deșeurilor lichide apoase radioactive la CNE Cernavodă*

Pentru propunerea unor variante performante de decontaminare a deșeurilor lichide apoase radioactive de la CNE Cernavodă, s-a estimat capacitatea de tratare a produsului Ecodex P201-H în funcție de încărcătura în săruri dizolvate a deșeurilor inițial, iar datele obținute au fost validate experimental, atât în regim static cât și în regim dinamic.

Testele cu soluții simulate au evidențiat faptul că pentru un sistem corect configurat, cea mai bună decontaminare se obține după ~2 ore de recirculare la pH neutru, rezultatele menținându-se până la 6 ore de recirculare la pH =9.

Testele efectuate cu deșeu real au demonstrat ca filtrul schimbător de ioni instalat la CNE Cernavodă nu poate asigura capacitatea de tratare proiectată dacă deșeu are un conținut în săruri dizolvate (TDS) peste 10 mg/l.

Efficientizarea filtrului schimbător de ioni instalat la CNE Cernavodă se poate face prin menținerea cantității de material adsorbant utilizat în prezent și reducerea capacității de tratare până la 1,5 m³, în cazul unui deșeu cu 200 g/l săruri dizolvate. O altă variantă de creștere a performanțelor este completarea sistemului de decontaminare a deșeurilor apoase de la CNE Cernavodă cu o etapă de tratare avansată utilizând schimbători de ioni selectivi. Rezultatele experimentale obținute pot să constituie date de fundamentare pentru realizarea unui *up-grade* al sistemului de decontaminare din LRWS al CNE Cernavoda.

Programul 6 – Protecția Mediului

În cadrul programului au fost elaborate 33 de lucrări de cercetare, dintre care: 30 de lucrări de către RATEN ICN Pitești și 3 lucrări de către RATEN CITON.

Principalele realizări tehnico-științifice obținute în anul 2017, în cadrul Programului de cercetare nr. 6 – *Protecția mediului*:

Nr. crt.	Proiect	Rezultat	Beneficiar
1	Evaluarea impactului activităților nucleare de pe platforma ICN – FCN asupra mediului înconjurător	Analiza rezultatelor programelor de monitorizare a radioactivității efluenților și mediului pe amplasamentul ICN/FCN. Calculul expunerii populației din vecinătatea amplasamentului.	RATEN
2	Studiu privind viabilitatea nămolului activ în funcție de influența factorilor fizici, tehnici și biologici implicați	Identificarea și descrierea proceselor biologice implicate în epurarea apelor uzate. Prezentarea diferitelor configurații ale liniilor de epurare biologică. Caracterizarea nămolului activ și a factorilor ce determină viabilitatea sa.	RATEN
3	Dezvoltarea de metode de prelucrare prin combustie a probelor de mediu	Teste experimentale pentru implementarea unei metode de prelucrare prin combustie a probelor de mediu.	RATEN
4	Metoda de evaluare a ratei de degazare și a conținutului de tritii din deșeuri metalice	Teste experimentale pentru stabilirea și validarea unei metode de evaluare a ratei de degazare și a conținutului de tritii din deșeuri metalice.	RATEN CNE Cernavodă
5	Metoda de evaluare a ratei de degazare și a conținutului de tritii din deșeuri absorbante	Teste experimentale pentru stabilirea și validarea unei metode de evaluare a ratei de degazare și a conținutului de tritii din deșeuri absorbante.	RATEN CNE Cernavodă
6	Caracterizarea radiologică a depozitelor de magnetită de pe partea de circuit primar a generatoarelor de abur de la Unitatea 1 și a impurităților reținute în filtrele circuitului primar	Evaluarea posibilităților de caracterizare radiologică a depozitelor de magnetită și a impurităților reținute în filtrele circuitului primar. Teste experimentale pentru stabilirea și validarea unor metode de caracterizare radiologică a depozitelor de magnetită și a impurităților reținute în filtrele circuitului primar.	RATEN CNE Cernavodă
7	Dezvoltarea colaborării cu autoritățile centrale și locale pentru pregătirea răspunsului în caz de accident nuclear și urgențe radiologice	Dezvoltarea acțiunilor de colaborare cu autoritățile competente în domeniul intervenției în caz de accident nuclear și urgență radiologică.	RATEN CNCAN ISU Argeș

Programul 7 - Generator de abur

Rezultatele importante obținute în 2017 s-au concretizat în:

1. Studii:

1.1 Caracterizarea microstructurii materialelor structurale expuse în condiții normale de operare a circuitului primar

Lucrarea analizează prin microscopie optică diverse "cupoane de coroziune" expuse în sistemele de autoclave aferente circuitelor de răcire de la U1/FCNE Prod Cernavodă. Cupoanele examinate au fost confecționate din următoarele materiale structurale: Incoloy 800 (Y2-183/S4, Y2-184/S5, Y4-174/S4 și Y4-183/S5), Zr-2.5%Nb (Y1-48/S6, Y2-47/S1 și Y3-45/S6) și Zircaloy-4 (Y3-255/S6 și Y4-88/S4). Lucrările au constat din: examinare vizuală (aspect general și detalii în zona de șaibă, morfologie suprafață, determinare grosime strat de oxid, microstructură și microduritate Vickers. Se

observă că durata de expunere în autoclave influențează stratul de oxid (creștere), microstructura (recristalizare uneori) și microduritatea (creștere/scădere) materialelor.

1.2 Teste de îmbătrânire termică pe aliajul de nichel Incoloy 800HT

Lucrarea analizează aliajul Incoloy 800HT (UNS N08811) testat la îmbătrânire termică. După tratamentul de solubilizare și călire, SC=1H\1100°C\Ra, probele au fost testate la îmbătrânire termică accelerată (simbol ITA) timp de 4-16 ore în domeniu de temperatură 600-800°C, după cum urmează: ITA D1=6H\800°C\Rc, RA; ITA D2=6H\800°C\Rc, RA+10H\600°C\Rc, RA; ITA D3=8H\700°C\Rc, RA și ITA D4=8H\700°C\Rc, RA+16H\600°C\Rc, RA. Analizele au constat în: examinare morfologie suprafață, microstructură, microduritate Vickers și teste de tracțiune. Dintre tratamentele termice realizate, efectul cel mai pronunțat de durificare a fost observat la testul ITA D1. Probele au fost investigate cu microscopul optic Olympus GX 71, durimetrul OPL cu ciclu automat și mașina de tracțiune Walter Bai. După teste aliajul a fost comparat cu materialul în "starea de livrare", iar rezultatele arată o bună comportare metalografică și mecanică la aceste teste de îmbătrânire termică.

2. Metode:

2.1 Transportul produșilor de coroziune în circuitul secundar de la U1/U2 CNE Cernavodă

S-au identificat principalii compuși chimici din depunerile din generatorii de abur: Fe_3O_4 - magnetită și Fe_2O_3 - hematită.

S-au determinat elementele aflate în urme: Ni, Cr, Ti, Mg, Si, Mn, Zn, C.

S-au emis recomandări pentru controlul chimiei apei în circuitul secundar al centralei nucleare.

2.2 Evaluarea comportării la coroziune a aliajului Zr-2,5%Nb prin metode electrochimice

Lucrarea prezintă informații privind comportarea la coroziune în apă demineralizată tratată cu LiOH utilizând teste electrochimice în cazul aliajului Zr-2,5%Nb aflat în stare de livrare și respectiv după autoclavizare diferite perioade de timp în condiții de circuit primar (de la 44 zile la 149 zile de autoclavizare). Se poate afirma că, în general, rezistența la coroziune a probelor autoclavizate diferite perioade de timp în LiOH la pH 10.5, se mărește pe măsură ce crește timpul de autoclavizare. Prin urmare, în general, probele autoclavizate în condiții de primar (LiOH, pH 10.5) se acoperă cu strat de film de oxid care este mai protector pe măsură ce crește numărul de zile de autoclavizare a probelor de Zr-2,5%Nb.

Programul 8 – Sisteme de Proces și Echipamente (SP&E)

Principalele rezultate obținute în anul 2017 în cadrul programului constau în:

- *Comportarea în timp la solicitări termice și de vibrații a construcțiilor de beton ale centralei CNE Cernavodă*

Degradarea la îmbătrânire în centralele nucleare trebuie monitorizată astfel încât toate funcțiile definite prin proiectare să fie disponibile pe toată durata de viață a centralei. În ultimii ani cercetările au fost orientate spre determinarea influenței pe care o au asupra caracteristicilor betoanelor folosite la construcțiile nucleare ale CNE Cernavodă, diferiți factori perturbatori cum ar fi: temperatura, radiațiile, umiditatea, diferite substanțe chimice etc. În anul 2017 s-au încheiat studiile efectuate în regim ciclic, timp de ~3 ani, de evaluare a influenței pe care o au temperatura și nivelul de umiditate asupra proprietăților betonului de clasă C18/22,5, folosit pentru sub-radierul reactorului și alte structuri interne.

În lucrarea intitulată „Comportarea oțelului din betonul armat BCU, acoperit cu rășină epoxidică în condițiile unor solicitări termice fluctuante” s-a studiat comportarea armăturii (oțelul PC-52) din betonul aferent clădirilor CNE Cernavodă, acoperit cu rășină epoxidică, în condițiile unor solicitări termice fluctuante și s-a concluzionat că rolul căptușelii este de a inhiba coroziunea structurii metalice, acționând ca o barieră față de ioni, oxigen și apă.

Au fost inițiate studiile asupra betonului de clasă C25/30, folosit la CNE Cernavodă în construcția Clădirii Reactorului pentru structurile interne ale reactorului și pentru infrastructura reactorului și clădirii serviciilor. Astfel, s-a constatat o influență negativă a diferitelor nivele de temperatură, dar și regimul termic (continuu sau ciclic) asupra proprietăților macroscopice ale betonului însă, valorile obținute au continuat să se încadreze în limitele impuse de Caietul de Sarcini folosit la CNE Cernavodă.

S-au încheiat studiile referitoare la *efectul îmbătrânirii termice asupra integrității materialelor de etanșare și asupra materialelor folosite pentru reparații*. Deși s-au înregistrat modificări privind culoarea acoperirilor și consistența chitului folosit la etanșare, materialele folosite și-au păstrat integritatea, menținându-și rolul pentru care au fost proiectate.

În ceea ce privește analiza *comportării rășinilor bicomponente utilizate la injectarea fisurilor din jurul pieselor înglobate în peretele perimetral al clădirii reactorului* s-au realizat următoarele două studii: (i) analiza comportării rășinilor bicomponente utilizate la injectarea fisurilor *la solicitări de vibrații* care să simuleze condițiile din Clădirea Reactorului, datorate diferitelor utilaje prezente în Clădirea Reactorului sau pieselor înglobate în peretele perimetral - s-a urmărit menținerea integrității probelor pe parcursul aplicării solicitărilor și influența asupra rezistenței la compresiune a probelor de beton, și (ii) analiza comportării rășinilor bicomponente utilizate la injectarea fisurilor *la solicitări termice* prin evaluarea modului în care acestea se comportă și dacă își păstrează integritatea, la diferite nivele de temperatură. Tot aici, a fost urmărită și *aderența rășinii la substratul de beton*, observând o ușoară înmuiere a rășinii, mai puțin intensă decât în cadrul probelor simple de rășină.

- *Studii suport în cadrul ariei europene de cercetare*

S-a continuat dezvoltarea, calibrarea și validarea unei tehnici de analiză simplificată 3D pentru determinarea tensiunilor remanente asociate unor suduri de reparație, de natură a asista procesele de mentenanță a unor componente ale CNE. Având la bază una din problemele foarte bine caracterizate experimental în cadrul rețelei internaționale de cercetare NeT, au fost modelate cu bune rezultate fenomenele termice corespunzând sudării unui superaliaj pe bază de nichel.

O metodologie de modelare 2D va fi aplicată de către RATEN ICN pentru analizele asociate proiectului GEMMA în cadrul Horizon 2020. Proiectul, aflat în derulare, este dedicat caracterizării sub diferite aspecte a componentelor sudate în vederea adaptării și/sau dezvoltării de proceduri de evaluare și reguli de proiectare a acestora în condițiile funcționării în reactori răciți cu metale lichide: ASTRID, MYRRHA și ALFRED. În cadrul lucrării „Optimizarea modelelor bidimensionale pentru tensiuni remanente la sudarea în multiple treceri a plăcilor groase”, a fost optimizată o procedură de calcul a tensiunilor remanente aplicabilă pentru suduri cu număr mare de treceri, prin analiză în geometrie bidimensională utilizând metoda elementelor finite. Rezultatele obținute s-au dovedit în foarte bună concordanță cu cele ale măsurătorilor prin diferite tehnici efectuate în cadrul rețelei NeT.

- *Sistem pentru detecția și localizarea fazelor incipiente ale unor posibile evenimente de rupere / scurgeri de agent primar*

Facilitatea experimentală de testare, denumită sugestiv LDSF (*Leak Detection Study Facility*), creată pentru testarea/verificarea soluțiilor propuse în vederea realizării ulterioare a unui sistem de detecție și identificare la distanță a scurgerilor de agent primar datorate eventualelor ruperi/fisurări/neetanșeități ale feederilor în cabinetii acestora sau pe fețele reactorului, în timpul funcționării, este în continuă dezvoltare. În anul 2017 au fost efectuate: teste și măsurători cu liniile de sunet în afara incintei de testare LDSF, folosind și un lanț suplimentar de măsură Brujel and Kjaer, teste și măsurători experimentale cu liniile de sunet și lanțul suplimentar de măsură în interiorul incintei de testare LDSF (neechipată cu tronsoane de feederi simulați) cu sursa de sunet amplasată în 3 locații succesive, în 3 poziții succesive per locație, la diverse unghiuri de incidență și la diverse temperaturi (între 17°C și 40°C).

- *Structuri superficiale cu proprietăți avansate privind rezistența la coroziune și rezistența la uzură*

În anul 2017 programul experimental privind dezvoltarea unui tratament de suprafață pentru aliajele de zirconiu, în vederea îmbunătățirii proprietăților funcționale privind rezistența la coroziune și rezistența la uzură a continuat prin lucrarea intitulată „Modificarea suprafeței aliajelor de Zirconiu în vederea îmbunătățirii rezistenței la uzură și la coroziune”. În lucrarea „Investigarea suprafețelor unor materiale avansate utilizate în construcția pereților reactoarelor nucleare” s-au evidențiat, prin tehnica XPS schimbările chimice de suprafață în sistemul beriliu-wolfram (Be-W), în diferite medii gazoase, aceste studii contribuind la dezvoltarea competențelor în domeniul analizei suprafeței prin tehnica XPS a materialelor avansate de interes nuclear.

Rezultatele obținute în lucrările privind evaluarea comportării la coroziune a acoperirilor ceramice obținute pe oțelul 316L prin tratamente în plasma electrolitică în regim anodic, respectiv evaluarea comportării la coroziune a structurilor superficiale obținute pe oțelul 316L prin tratamente în plasma electrolitică în regim catodic, demonstrează dezvoltarea unor filme protectoare la coroziune pe AISI 316L prin tratamente în plasmă electrolitică atât în regim anodic, respectiv în regim catodic (electrolitul utilizat fiind bazat pe lichide ionice).

- *Studii, experimente, calcule și analize specifice asigurării duratei de viață (LTO) a unităților CNE*

S-au stabilit caracteristicile mecanice ale îmbinărilor sudate și a fost evaluat efectul variațiilor de temperatură și presiune în prezența solicitărilor mecanice uniaxiale asupra comportării la fisurare a îmbinărilor sudate ale oțelurilor inoxidabile tip 316L și 304L.

Au fost efectuate studii comparative între circuitele termice secundare utilizate în unitățile CNE cu reactoare CANDU 6 și circuitele termice superioare celor actuale, apropiate de ciclul Carnot, care pot fi utilizate în unitățile CNE. Studiile accentuează caracteristicile ciclurilor termice Kalina care, față de ciclul Rankine, determină randamente de circa 50% pentru unitățile nucleare electrice care le implementează, reducând substanțial evacuările (risipa) de caldura către mediul înconjurător.

Programul 9 - Chimie Circuite

Programul de cercetare "Chimie Circuite" vizează în principal probleme legate de coroziunea componentelor din sistemele principale de la CNE Cernavodă (circuitul primar și secundar de transport al căldurii, sistemul moderator, sistemul de răcire a miezului reactorului în caz de urgență - ECC și anvelopa reactorului).

Studiile efectuate în cadrul acestui program sunt îndreptate către identificarea soluțiilor de minimizare a degradării componentelor metalice, îmbunătățirea calității acestora și extinderea duratei lor de viață.

Pentru îndeplinirea obiectivelor tehnico-științifice planificate, în anul 2017, în cadrul programului s-au realizat 20 lucrări de cercetare. Din cele 20 de lucrări 9 lucrări au corespuns direcției strategice RATEN DSA 9.1 „ Realizarea de servicii suport pentru CNE Cernavodă, 8 lucrări au fost elaborate conform planurilor operaționale COG, 2 lucrări de monitorizare a programului și o lucrare a susținut proiectul FP7 CAST.

Principalele rezultate obținute în anul 2017 în cadrul lucrărilor efectuate, au fost:

- *Program de management al îmbătrânirii pentru calandria și structuri interne pe baza rezultatelor studiilor COG*

Lucrarea a fost o cerință a CNE Cernavodă și a avut ca scop elaborarea unui manual PLIM (program de management al duratei de viață) pentru ansamblul Calandria și componente interne din reactorul CANDU, necesar pregătirii etapei de re tehnologizare a U1. În acest scop:

- s-au colectat informațiile specifice ansamblului Calandria (s-au analizat studiile finalizate în cadrul COG JP 4271 Calandria Fitness-For -Service, datele de OPEX din diferite centrale CANDU, s-au selectat informațiile referitoare la componentele ansamblului calandria, date despre materialele utilizate, chimia apei și parametrii de mediu);
- s-au identificat mecanismele și modul de degradare a componentelor, s-a evaluat impactul degradărilor asupra funcțiilor componentelor și sistemelor din care acestea fac parte;
- s-au identificat măsurile compensatorii și s-a evaluat aplicabilitatea acestora;
- s-au identificat activitățile de inspecție și întreținere pentru fiecare componentă.

Beneficiul elaborării unui manual PLIM îl constituie îmbunătățirea activităților de urmărire în exploatare din punct de vedere al creșterii performanțelor de detecție și predicție a degradării componentelor ansamblului calandria și optimizarea costurilor asociate. Totodată aceste informații sunt necesare pentru stabilirea resurselor implicate, planificării acestora și elaborării Planului Strategic al CNE Cernavodă în vederea re tehnologizării Unității 1.

- *Sinteza rezultatelor obținute în urma testelor de adsorbție a stibiului pe diferite substraturi oxidice*

Obiectivul lucrării a fost acela de a identifica o metodă de eliminare a stibiului din circuitul primar al unei centrale nucleare prin reținerea lui pe substraturi oxidice.

În urma testelor efectuate s-a ajuns la concluzia că o metodă pentru îndepărtarea stibiului ar putea fi folosirea procedurii KWU Siemens.

- *Identificarea vitezelor de coroziune ale tecilor uzate de Zy-4 după perioade lungi de imersie în mediul specific depozitării geologice*

Lucrarea reprezintă contribuția RATEN ICN la proiectul FP7 - CAST (14-Carbon Term Source). Una dintre activitățile propuse în cadrul pachetului de lucru WP3 al proiectului CAST se referă la determinarea vitezelor de coroziune ale Zy-4

uzat, care au fost menținute timp de până la 18 luni în soluții care simulează mediul unui depozit final. Determinarea vitezelor de coroziune, s-a realizat prin metoda electrochimică LPR (metoda rezistenței de polarizare lineară) singura metodă accelerată ce nu influențează stratul de oxid datorită potențialelor mici la care se lucrează.

Factorii care ar fi putut influența obținerea vitezelor de coroziune au fost: iradierea, fisuri ale oxidului, datorită prelucrării cupoanelor debitate din tecile uzate de Zy-4 (înlăturarea combustibilului ars de pe interior, tăierea probelor în celulele fierbinți) și utilizarea unui ansamblu electrochimic cu dimensiuni mult mai mici decât unul standard (fapt impus de necesitatea măsurării ^{14}C în soluție după testarea electrochimică). Prin microscopie electronică de baleiaj s-au pus în evidență fisuri în oxidul cupoanelor debitate din elementul combustibil uzat.

Rezultate comparabile au obținut și partenerii de la SCK CEN din proiectul CAST care au aplicat metoda electrochimică de polarizare liniară.

- *Coroziunea microbiologică a îmbinărilor sudate aferente conductelor îngropate din sistemul de apă tehnică de serviciu, de la CNE Cernavoda*

Lucrarea face parte dintr-o serie de lucrări destinate managementului degradării conductelor îngropate în solul de pe amplasamentul de la CNE Cernavoda.

Pentru a simula dezvoltarea unor biofilme cu concentrații ridicate de bacterii heterotrofe pe zonele sudate dintr-o conductă de apă tehnică, s-au realizat teste accelerate (teste electrochimice) în medii inoculate cu bacterii heterotrofe aerobe.

În urma experimentelor realizate s-au evidențiat: accelerarea vitezei de coroziune în prezența bacteriilor; apariția unui mediu favorabil coroziunii în puncte sub biofilmul format pe suprafața cordonului de sudură.

Pentru a preveni coroziunea influențată microbiologic în conductele din oțel carbon prin care circulă apa tehnică, s-au făcut următoarele recomandări:

-adaos de biocid în apa de răcire;

-evitarea condițiilor de stagnare a apei netratate microbiologic în conductă pentru a nu permite atașarea microorganismelor și dezvoltarea de biofilme;

-aplicarea unor proceduri de drenare și uscare a conductei în perioadele în care aceasta nu este utilizată.

- *Evaluarea comportării apei ușoare din dousing tratată cu morfolină în câmp de radiații versus apa ușoară tratată cu hidrazină*

Obiectivul prezentei lucrări l-a constituit realizarea unei sinteze a rezultatelor obținute în ultimii trei ani în care s-au efectuat teste de simulare a comportării apei din dousing-ul sistemului de răcire de urgență (ECC) în condiții de operare normală și condiții post LOCA (iradiere gamma).

Rezultatele obținute în urma acestui studiu vor fi utile în stabilirea reactivilor chimici capabili să mențină pH-ul la valori alcaline, în condiții de operare post LOCA dar și în luarea unei decizii privitor la înlocuirea hidrazinei utilizată în prezent în sistemul dousing.

Recomandarea făcută în urma studiului este de a nu elimina hidrazina ci de a se lua în calcul utilizarea hidrazinei în combinație cu morfolina, ca reactivi de adaos la apa din dousing. În acest scop ar trebui continuate testele cu diferite soluții în care să se varieze concentrația de hidrazină și morfolină pentru a se găsi varianta optimă.

Programul 10 - Instrumentație și Control

Tematica de C-D abordată în cadrul programului, în 2017 a urmărit: stabilirea soluțiilor pentru exploatarea în siguranță și monitorizarea accidentelor, elaborarea documentației tehnice de proiectare și verificarea caracteristicilor funcționale, stabilirea de tehnologii pentru fabricație, testare și punere în funcțiune de echipamente, creșterea performanțelor centralelor nucleare prin modernizare de sisteme / echipamente folosind componente digitale, aspecte specifice privind monitorizarea tritiului în aer, monitorizarea schimbărilor apărute la I&C datorită îmbătrânirii, cu influențe asupra duratei de viață, actualizarea de specificații tehnice în vederea modernizării de module și echipamente, dezvoltarea de tehnici

avansate de supraveghere, diagnoza și prognoza în monitorizarea instrumentației reactorilor nucleari, elaborarea de module experimentale de colectare a datelor de radioprotecție, metode de detecție a combustibilului defect și configurarea de linii moderne de achiziție și prelucrare date având în vedere aportul RATEN ICN Pitești la buna funcționare a Unităților 1 și 2 dar și demararea lucrărilor pentru unitățile 3 și 4 de la CNE Cernavodă.

Obiectivele stabilite pentru lucrările de C-D în 2017 au presupus:

- actualizarea conceptelor de proiectare, stabilirea parametrilor tehnici pentru sisteme / echipamente digitale pentru instrumentația de securitate și control și a strategiilor de monitorizare a accidentelor din CNE;
- stabilirea caracteristicilor tehnice pentru sursa de joasă tensiune și sursa de înaltă tensiune pentru alimentarea contorului proporțional cu BF3;
- stabilirea tehnologiei de fabricație, realizare, testare și punere în funcțiune a tabloului electric pentru instalația de supraveghere deșeurilor lichide radioactive, a tabloului electric și a circuitului de comandă pentru instalația experimentală de extrudare;
- analiza subsistemului detector-colimator din componența sistemului MRSTC; descrierea sistemului cinematic de colimare a sursei de radiații;
- analiza comparativă a modulelor Siemens aflate în instalațiile nucleare actuale; posibilitățile de înlocuire a versiunilor ieșite din uz cu module Siemens de ultimă generație;
- aspecte specifice privind monitorizarea activității specifice a tritiului în aer; varianta experimentală de detector de tritiu în geometrie cilindrico-sferică dublă încintă cu debit circulant;
- monitorizarea schimbărilor aparute la I&C datorită îmbătrânirii, cu influențe asupra duratei de viață;
- elaborarea documentației tehnice de proiectare (părți scrise și părți desenate); documentația tehnică pentru verificarea caracteristicilor tehnice și funcționale ale produsului ADFA;
- dezvoltarea de tehnici avansate de supraveghere, diagnoză și prognoză în monitorizarea instrumentației; creșterea fiabilității echipamentelor de I&C din centralele CANDU;
- elaborarea de module experimentale de colectare a datelor de radioprotecție din obiective nucleare;
- elaborarea conceptului de ansamblu pentru MRSTC și SLCD, metode de detecție a combustibilului defect dintr-o centrală nucleară de tip CANDU PHWR;
- configurarea unei linii moderne de achiziție și prelucrare de date, folosind Siemens S7-1200, pentru blocul de monitorare temperatură și nivelul apei din tanc din cadrul echipamentului SLCD;
- creșterea performanțelor centralelor nucleare prin modernizarea echipamentelor existente folosind componente digitale; actualizarea specificației tehnice pentru monitorul de produși de fisiune gazoși (GFP);
- modernizarea sistemului detector-colimator pentru a fi compatibil cu sistemul de răcire detector gama de tip X-Cooler; actualizarea specificației tehnice pentru sistemului detector-colimator.
- evaluarea lucrărilor de C-D elaborate în anul 2017 și elaborarea programului de C-D pentru anul 2018.

Programul 11 - Analiză evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare a CNE

Principalele rezultate obținute în anul 2017 în cadrul programului constau în:

- *Comportarea a două arcuri brățară distanțier dispuse central în ansamblul canal de combustibil de testare reprodus în condiții de laborator pentru minim două înclinări distincte ale simulatorului tub de presiune*

În lucrările anterioare, s-au realizat în condiții de laborator încercări la cald pentru perechi de simulatoare arc brățară distanțier cu prestrângeri diferite realizate la montaj pe simulatorul tub de presiune al standului de încercări la îmbătrânire a componentelor cuplajului elastic tub de presiune-arc brățară distanțier-tub calandria. S-a urmărit astfel

comportarea simulatoarelor distanțier la îmbătrânirea simulatorului tub de presiune după primii ani, după 10 ani, după 16 ani, după 20 de ani și după 26 ani de operare, temperatura simulatorului tub de presiune fiind de $\sim 220^{\circ}\text{C}$. Prin efectuarea încercărilor la cald realizate în condiții de laborator, pentru o pereche de arcure brătară distanțier originale montate pe simulatorul tub de presiune al standului a fost simulată o etapă a îmbătrânirii corespunzătoare primilor ani, după 10 ani și după 16 ani, urmărind identificarea de similitudini și diferențe în comportare. În urma încercărilor efectuate, comparând deplasările spirelor arcurilor distanțier cu cele ale simulatoarelor distanțier în poziția amonte, s-a observat că în primii ani de operare doar arcurile distanțier originale își pot pierde stabilitatea, simulatoarele distanțier rămânând stabile. În cazul poziției aval, s-a observat că atât arcurile distanțier originale cât și celelalte rămân stabile. Având în vedere sensul de curgere al agentului primar în ansamblul canal de combustibil și poziția distanțierelor pe tubul de presiune, o eventuală pierdere a stabilității distanțierului vizează distanțierul poziționat central în aval. Pierderea stabilității distanțierului conduce inevitabil la relaxare. Încercările efectuate până în prezent în condiții de laborator nu au avut ca finalitate relaxarea simulatorului distanțier amonte sau aval. Configurația și nu în ultimul rând componența distanțierului ce echipează ansamblul canal de combustibil al CNE Cernavodă susține faptul că o eventuală relaxare a distanțierului urmată de fragmentarea arcului brătară nu va fi însoțită de deplasarea sa din poziția inițială împiedicând în continuare contactul direct între tubul de presiune și tubul calandria.

- *Amprentarea locală a suprafeței interioare a țevii de generator în zona mandrinată/roluită în placa tubulară prin injecție. Încercări (etapa II)*

Cu dispozitivul de replicare prin injecție s-au realizat secvențial câte două replici de pe aceeași suprafață investigată a peretelui interior al simulatorului zona mandrinată l urmărind atât demonstrarea funcționalității sale cât și repetitivitatea rezultatelor.

- *Încercări de vizualizare secvențială a procesului de formare a dopului de gheață în secțiunea de testare I, conductă orizontală cu Dn 200 utilizând sistemul de analiză video*

Sistemul de vizualizare, model experimental a fost finalizat și montat în interiorul secțiunii de testare.

Au fost efectuate primele încercări de monitorizare a unui proces de formare controlată a unui dop de gheață în conducta cu Dn 200.

- *Încercări preliminare de izolare a unui tronson de conductă cu apă demineralizată, în regim staționar, prin formarea a două dopuri de gheață în conducta orizontală cu Dn 200. Etapa II*

Încercările au urmărit îmbunătățirea modurilor de lucru atât pentru cazul în care se cere închiderea prioritară a secțiunii conductei cu dop de gheață în amonte înainte de închiderea sa în aval cât și pentru cazul în care prioritară este închiderea secțiunii în aval. S-a observat că răcirea apei între cele două depuneri locale de gheață (amonte și aval) favorizează depunerea straturilor de gheață în ambele cazuri tendința fiind de închidere prioritară a secțiunii conductei în amonte.

- *Încercări de izolare a unui tronson de conductă cu apă demineralizată, în regim staționar, prin formarea a două dopuri de gheață în conducta orizontală cu Dn 200 pentru primul mod de alimentare cu azot lichid al celor două dispozitive*

Aplicând același mod de injectare azot lichid în ambele dispozitive (modul I), primele două experimente au urmărit fiecare, formarea cu prioritate a dopului de gheață în avalul secțiunii de testare (pe ST II) iar următoarele două experimente au urmărit fiecare, formarea primului dop de gheață în amonte secțiunii de testare (pe ST I). Rezultatele obținute au arătat că modul de lucru abordat în cadrul unor astfel de procese depinde foarte mult de cerințele aplicației, datele experimentelor oferind un câmp larg de manevră în sensul alegerii duratei de formare primară a fiecărui dop de gheață, unde să fie realizat primul dop și cât să dureze finalizarea sa și a următorului dop necesar izolării tronsonului. Rata de răcire a apei în zona dintre dispozitive contribuie la creșterea în timp a grosimii straturilor de gheață depuse favorizând închiderea secțiunii în două locuri, în amonte și apoi în aval sau invers, forțând după caz înaintarea în amonte și în aval a dopului amonte sau numai în aval dar și înaintarea în amonte a dopului aval. Indiferent de experiment, tendința de formare primară a primului dop de gheață în amonte, în zona de influență a dispozitivului amplasat pe ST I și totodată, instalarea condițiilor de transfer de masă pe o mare parte din durata experimentelor a făcut de fiecare dată dificil reglajul injectării de azot lichid, în circuitul de alimentare și, nu în ultimul rând, în cele două dispozitive. Evoluția în timp a dopurilor de gheață este marcată de evoluția în timp a căderilor de presiune pe dopurile de gheață aval și amonte.

- *Analiza îmbătrânirii materialelor cablurilor electrice prin metode termice. Termogravimetrie*

Analiza termogravimetrică a materialelor polimerice ale cablurilor electrice se bazează pe măsurarea dinamică a pierderii de masă cu temperatura. În literatura de specialitate se arată că aceasta este o metodă prin care se determină gradul de rupere a legăturilor intermoleculare și de pierdere a plastifiantilor, parametri ce pot caracteriza gradul de îmbătrânire al materialelor cablurilor.

- *Analiza îmbătrânirii materialelor cablurilor electrice prin măsurarea proprietăților mecanice. Testarea la tracțiune*

Reducerea alungirii la rupere la 50 % din valoarea sa pentru cablu neîmbătrânit este un indicator recunoscut pe plan internațional pentru a stabili dacă materialul a ajuns la sfârșitul duratei de viață. Monitorizarea lui A (%) este distructivă pentru cablul de energie. În aceste condiții, în timpul îmbătrânirii accelerate, trebuie realizată corelarea dintre A% pentru izolația conductoarelor cablului și un parametru caracteristic pentru gradul de îmbătrânire a învelișului cablului a cărui monitorizare nu este distructivă.

Programul 12 – Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil

La nivel european, Platforma Tehnologică pentru Energie Nucleară Sustenabilă (SNETP) prin unul din pilonii săi principali, ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative), susține în continuare dezvoltarea filierei de reactori răciți cu plumb care și-a extins semnificativ baza tehnologică ca urmare a evoluțiilor înregistrate în rezolvarea provocărilor generate de abordarea unei noi tehnologii cu implicații interdisciplinare.

Așa cum a fost evidențiat și în cadrul Consorțiului FALCON, rămân încă deschise probleme la a caror rezolvare RATEN ICN are responsabilitatea / obligația (dar și competențe) de a participa. Aceste provocări vizează domenii precum: materiale structurale; tehnologia plumbului; instrumentație și control; sisteme și componente ale reactorului; combustibili și cicluri de combustibili; analize deterministe și probabiliste de securitate; aspecte de termohidraulică; neutronică, date nucleare.

Astfel, în anul 2017 au fost efectuate lucrări de C&D ce au acoperit aproape în totalitate întregul spectru de activități necesar a fi desfășurate în scopul proiectării, optimizării și implementării unui sistem nuclear avansat precum reactorul de demonstrație ALFRED. Lucrările se încadrează în cele 9 teme majore de CDI corespunzătoare direcțiilor strategice prevăzute în Strategia RATEN 2015-2025.

Lucrările C&D realizate în anul 2017 au avut ca scop abordarea sau continuarea de activități (conform planificării din Strategia RATEN) precum și îndeplinirea sarcinilor ce revin RATEN ICN în cadrul Consorțiului FALCON vizând realizarea foii de parcurs (Roadmap) a reactorului ALFRED.

Lucrările au vizat abordarea unui spectru larg de probleme rămase deschise în domeniul reactorilor rapizi răciți cu plumb identificate de Platformele Tehnologice europene SNETP, ESNII, EERA dar și de organizațiile internaționale GIF, OECD/NEA sau IAEA legate de:

- testarea și caracterizarea materialelor de structură ale reactorilor rapizi răciți cu plumb la interacția cu plumbul topit,
- dezvoltarea de noi materiale prin metoda alierii mecanice (obținerea unor oțeluri de tip ODS pentru aplicații în reactorii de GEN IV),
- dezvoltarea infrastructurii experimentale care să permită testarea materialelor în plumb topit dar și studiul fenomenului de coroziune (care reprezintă principalul dezavantaj al reactorilor răciți cu plumb),
- studii privind utilizarea tehnologiei ultrasonice pentru investigații în metalului lichid (mediu opac, temperaturi ridicate (peste 400° C), activitate chimică și câmp intens de radiații din reactoarele LFR),
- interacțiunea dintre combustibilul nuclear și teaca creionului combustibil,
- analize deterministe și probabiliste de securitate nucleară și analize de ciclu combustibil,
- activități pentru pregătirea procesului de licențiere (analiza elementelor specifice pentru licențierea reactorilor de GenIV, analize de securitate și stabilirea cerințelor de demonstrare a securității pentru reactorii de GenIV),

h) studii privind integrarea reactorilor inovativi în programul energetic în vederea asigurării sustenabilității pe termen lung (participarea în proiectele INPRO ale IAEA); se urmărește armonizarea cu standardele, metodologia și cerințele IAEA, precum și realizarea de studii/analize/strategii privind situația actuală, perspectivele, beneficiile și riscurile asociate dezvoltării tehnologiilor nucleare inovative.

Astfel:

- Lucrările efectuate în cadrul temei „Metode, programe și calcule de fizica reactorilor și securitate nucleară pentru reactori avansați” au avut ca scop:
 - analize de termohidraulică pentru reactorii rapizi răciți cu metale lichide;
 - analiza comportării la iradiere a materialelor structurale în reactorii răciți cu plumb;
 - calcule neutronice privind ciclul combustibil pentru reactorul de demonstrație ALFRED;
 - analize și recomandări privind dezvoltarea conceptelor de reactori rapizi răciți cu plumb de tip modular (LFR-SMR);
 - analize privind comportarea și performanța în exploatare a combustibililor de tip MOX în reactorii inovativi folosind codurile de calcul TRANSURANUS și FEMAXI;
- Activitățile desfășurate în cadrul temei „Materiale și tehnologii pentru sisteme nucleare avansate” vizează dezvoltarea, caracterizarea și testarea de noi materiale și tehnologii, fiind investigate și propuse soluții inclusiv pentru subiectele rămase deschise la nivel internațional privind tehnologia plumbului și materialele structurale utilizate în reactorii rapizi răciți cu metale grele. În acest sens, au fost abordate aspecte precum:
 - comportarea la solicitări mecanice ale unor materiale avansate;
 - efectul tratamentelor termice asupra microstructurii și compoziției pulberii de aliaj ODS obținut prin aliere mecanică;
 - interacțiunea dintre Pb topit și UO_2 la diferite temperaturi;
 - metode și teste de curățare chimică a plumbului rezidual de pe materialele structurale folosite în reactorii răciți cu plumb;
 - experimente de hidurare a uraniului metalic, etapa premergătoare în dezvoltarea de combustibili de tip nitruță;
 - teste tehnologice pe compacte din oxid de plumb utilizate în procesul de control al concentrației de oxigen din plumbul topit;
 - asimilarea tehnologiei de investigare ultrasonică în metale grele topite.
- Aspectele abordate în cadrul temei de cercetare „Instalații experimentale pentru studiul, caracterizarea, testarea și calificarea materialelor și echipamentelor pentru reactori de generație IV” constau în:
 - Identificarea cerințelor privind controlul chimic al oxigenului în sisteme cu Pb și eutectic Pb-Bi și cerințelor de control și a instrumentelor necesare pentru monitorizare ce sunt de asemenea utilizate în proiectarea și realizarea unei noi instalații tip Lecotelo care să permită studiul fenomenului de coroziune al materialelor structurale în condițiile specifice din reactorul de demonstrație ALFRED;
 - studiu privind posibilitatea de realizare a încercărilor mecanice de tip small punch test (SPT) în RATEN ICN având în vedere posibilitatea de îmbunătățire a instalației de testare în mediu de plumb lichid – LILETIN care a fost proiectată și realizată în cadrul RATEN ICN;
 - modificarea, pregătirea și efectuarea de teste funcționale în instalația LECOTELO în scopul atingerii condițiilor optime pentru studiul coroziunii materialelor structurale plumb topit în regim dinamic.
- Tema intitulată „Susținerea activităților de licențiere pentru reactori avansați de generație IV” reprezintă suportul privind susținerea anticipativă a activității de licențiere pentru ALFRED. Activitățile desfășurate au vizat:
 - identificarea elementelor specifice analizelor de securitate pentru reactorii de Gen IV cu evidențierea: cerințelor de demonstrare a securității pentru reactorii de Gen IV, a cerințelor de realizare a analizelor de securitate, a cerințelor și elementor de modelare a sistemelor pasive, precum și elementele de modelare a hazardurilor externe, toate acestea fiind necesare pentru procesul de licențiere al reactorului de demonstrație ALFRED.

- studiu preliminar al cerințelor de realizare a raportului de evaluare a impactului asupra mediului necesar în pregătirea procesului de licențiere pentru reactorul ALFRED. S-a efectuat analiza cerințelor de estimare a impactului în condiții de operare normală, în condiții de operare anormală și în condiții de accident, s-au analizat cerințele de estimare a riscului indus de existența materialelor toxice și s-au făcut recomandări pentru eficientizarea procesului.
- Activitățile desfășurate în cadrul temei intitulate „Studii privind integrarea reactorilor inovativi în programul energetic în vederea asigurării sustenabilității pe termen lung” au contribuit la atingerea obiectivelor strategice stabilite prin Strategia RATEN 2015-2025.
 - În cadrul proiectului de colaborare INPRO-IAEA "Key Indicators for Innovative Nuclear Energy Systems (KIND)", specialiști din RATEN ICN Pitesti au realizat un studiu de caz ce urmărește analiza comparativă a două tehnologii nucleare avansate (evolutivă și inovativă), pe baza considerării de diferite obiective de importanță majoră și utilizând metodologia din proiectul KIND și instrumentele de evaluare a Sistemelor Nucleare Inovative (INS); lucrarea reflectă de asemenea, contribuția RATEN ICN în cadrul programului INPRO (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles) al IAEA.
- Pentru direcția de cercetare „Studii suport de proiectare, inginerie tehnologică și amplasare a LFR”, activitățile desfășurate au vizat:
 - aspectele generale ale sistemului electric al reactorului ALFRED; s-au făcut recomandări privind componentele acestuia, asupra necesității unor grupuri diesel-generator de rezervă și au fost puse în evidență cerințele pe care trebuie să le îndeplinească sistemul electric din punct de vedere al securității și fiabilității;
 - studii de amplasament privind stabilirea soluțiilor optime din punct de vedere al Planului general și al asigurării alimentării cu apă și al canalizării pentru principalele construcții aferente reactorului ALFRED. A fost realizată (CITON) o Propunerea de Plan General de ansamblu pentru ALFRED ce reprezintă o analiză teoretică de interfață între datele tehnice și caracteristicile principale furnizate de proiectantul acestui tip de reactor Ansaldo Nucleare și cerințele tehnice legislative și de securitate nucleară necesare pentru amplasarea unui obiectiv nuclear în România. Funcție de varianta de amplasare aleasă s-a analizat posibilitatea de asigurare a alimentării cu apă și a evacuării apelor uzate de la obiectele aferente unui reactor tip ALFRED.

Programul 13 - Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN

Activitățile desfășurate în cadrul programului în anul 2017, au costat în:

- Supravegherea combustibilului din zona activă a reactorului prin măsurători în piscina reactorului dar și examinări în celulele fierbinți în vederea obținerii de informații necesare managementului zonei active a reactorului TRIGA14MW și respectării cerințelor din Limitele și Condițiile Tehnice de Operare ale reactorului TRIGA, aprobate de CNCAN;
- Au fost supuse controlului dimensional elementele combustibile cu uraniu ușor îmbogățit fabricate după tehnologia dezvoltată în ICN R0001, R0002, R0003, R0004, R0005 neiradiate și iradiate. Controlul s-a efectuat utilizând mașina universală de examen pentru control dimensional. Iradierea celor cinci elemente combustibil LEU-ICN (model experimental) s-a realizat în conformitate cu nota tehnică „**Program de testare combustibil cu uraniu ușor îmbogățit LEU-ICN (model experimental)**”. Rezultatele obținute au arătat că în urma iradierii au apărut unele modificări diametrice care nu sunt întâlnite la elementele combustibile TRIGA rezultate care au condus la efectuarea unor teste suplimentare pe lanțul de fabricație.
- Calculele neutronice și termohidraulice pentru modificările zonei active în vederea operării în siguranță a reactorului TRIGA14MW cu dispozitivul de iradiere Bucla A și Capsula C-5, dispozitivele pentru producere radioizotopi și testarea combustibilului LEU-ICN. Permutările de casete concepute, precum și introducerea shim-urilor în locațiile E8 și E6 au dus la redefinirea configurației de zonă activă. Excesul de reactivitate calculat pentru noua configurație de zonă activă este de 7.44 \$ ($k_{eff}=1.05493$ dev.std. 0.00056), la 300 K (la rece), iar la 500 K (temperatura medie pe combustibilul din zonă la 12-14 MW), neotrăvit, este de 6.16 \$ ($k_{eff}=1.04511$ dev.std. 0.00015).
- S-a dezvoltat un model de evaluare a maximului energiei depuse în locația ACPR numită „treflă” pentru combustibil LWR preiradiat. A fost calculată energia depusă în diferite pulsuri și la diferite grade de ardere ale elementului

combustibil (50 MWd/kgU-HBO, 39.2 MWd/kgU-OI, 38.9 MWd/kgU-MH). Pentru a se obține diferite grade de ardere (23.75 MWd/kgU, 40 MWd/kgU, 50 MWd/kgU) materialul combustibil a fost "ars".

- S-au făcut analizele de securitate pentru Bucla A100kW folosind codul de calcul RELAP5 analizându-se toate regimurile de accident postulate în raportul de securitate Bucla A.
- A fost testat codul de calcul REBUS-PC pe zona standard HEU la TRIGA SSR. Rezultatele de ardere extinsă pe zona standard comparativ cu rulări de REBUS realizate în 1991 de ANL-SUA, pentru introducerea primelor casete LEU și comparativ cu o rulare de SCALE 6.1 realizată de autor pe zona standard. Durata calculată a vieții zonei active cu REBUS-PC cu secțiuni dependente de ardere (BUP) este de aproximativ 650 zile la 14 MW (9100 MWD). La SCALE 6.1 durata vieții este de 600 de zile la 14 MW în timp ce la REBUS-PC rulat de ANL (cu secțiuni obținute cu EPRICELL este 700 MWD).
- S-a întocmit proiectul pentru un element combustibil cu uraniu ușor îmbogățit instrumentat pentru obținerea informațiilor legate de capacitățile calorice ale baghetelor fabricate după tehnologia pulberilor, care va fi fabricat în anul 2018. S-a finalizat fabricația unui set de baghete din aliaj UzrH necesare fabricării a cinci elemente combustibile cu uraniu ușor îmbogățit (LEU) pentru realimentarea reactorului TRIGA ICN.
- Instalația de neutronografie uscată (INUS) de la RATEN ICN a fost folosită în premieră pe modul automat pentru investigarea nedistructivă cu neutroni și radiații gamma, fapt ce a făcut posibilă achiziția de imagini succesive în vederea reconstrucției tomografice într-un timp mult mai scurt față de achiziția anterioară neautomatizată (213 imagini în 38 minute față de aproximativ 100 minute necesare anterior). Au fost efectuate la RATEN ICN, în premieră, experimente de imagistică cu neutroni termici și radiații gamma prin operarea zonei active TRIGA ACPR în regim pulsant.
- A fost proiect și realizat un dispozitiv subacvatic care permite inspectarea stării vasului reactorului folosind metoda ultrasonică. Rezultatele obținute permit determinarea grosimii peretelui linerului din aluminiu și determinarea locului unor eventuale fisuri. Metoda și rezultatele obținute vin în întâmpinarea cerințelor exprese ale organului de reglementare CNCAN și ale IAEA privind managementul îmbătrânirii structurii și componentelor reactorului.
- S-a continuat experimentul de iradiere a capsulei C5 încărcată cu eșantioane din Zr-2,55%Nb, prelevate din capete de tub de presiune CANDU destinate analizelor fenomenului de fisurare sub stare hidrurată. Timpul de iradiere a fost de 1950 de ore la o putere medie de 12MW.
- S-a realizat proiectul de execuție componente mecanice pentru dispozitivul de iradiere Capsula C-11 destinată testării la iradiere a materialelor de structură în gaz inert pentru reactoare de generație G-IV.
- Au fost efectuate două teste de iradiere cu combustibil, fiind iradiate câte trei elemente combustibile furnizate de partenerul de proiect, SCK Mol, Belgia. Testele efectuate au pus în evidență unele deficiențe în procesul de instrumentare.
- S-a proiectat și realizat dispozitivul experimental pentru determinarea debitului de curgere a agentului de răcire prin casetele cu elemente combustibile din zona activă a reactorului.
- S-a realizat iradierea în reactor a primului lot din elementele combustibile experimentale cu uraniu ușor îmbogățit fabricate după tehnologia dezvoltată în ICN. Elementele au fost iradiate 1950 ore la o putere medie de 11 MWt.

Programul 14 - Tehnologii de iradiere și radioizotopi

Principalele realizări din cadrul programului constau în:

- *Tema de cercetare "Dezvoltarea și diversificarea tehnicilor de producție radioizotopi"*

În anul 2017 s-a continuat activitatea de asimilare a radioizotopului de interes medical ⁹⁹Mo și de modernizare a activității de iradiere a țintelor destinate producției de radioizotopi în reactorul TRIGA SSR 14 MW.

În anii anteriori, s-au proiectat și executat două noi dispozitive tip colectron utilizate la monitorarea fluxului neutronic și un sistem de deplasare liniară pentru automatizarea activității de măsurare a distribuției axiale a fluxului neutronic.

Lucrarea realizată în 2017 a avut ca scop verificarea, testarea și calibrarea noilor dispozitive de tip colectron, utilizate la măsurători și distribuții axiale de flux neutronic, obiectivul urmărit fiind, asigurarea și validarea tehnicilor de măsură a fluxului neutronic în canalele de iradiere din zona activă a reactorului TRIGA SSR 14 MW, în procesele de producție radioizotopi.

- *Tema de cercetare „Dezvoltarea de noi tehnologii pentru obținerea de ținte destinate surselor închise de radiații”*

În cadrul actualei teme s-au abordat studii și activități de optimizare a proceselor tehnologice de obținere și sinterizare a țintelor de iradiere de iridiu și cobalt sub formă de discuri metalice.

Se pot produce șase tipuri de surse închise de Ir-192 și anume:

- Sr-Ir-A sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 120 Ci și pata focală de 3x3mm;
- Sr-Ir-B sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 70 Ci și pata focală de 2,5x2,5mm;
- Sr-Ir-C sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 35 Ci și pata focală de 2x2mm;
- Sr-Ir-D sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 15 Ci și pata focală 1,5x1,5mm;
- Sr-Ir-E sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 5 Ci și pata focală de 1,0x1,0mm;
- Sr-Ir-F sursă închisă de Ir-192 cu activitatea maximă de 1 Ci și pata focală de 0,5x0,5mm.

Materialul radioactiv se obține prin iradierea Ir metalic sub formă de discuri, pentru varianta SR-Ir-A și discuri de Ir metalic inserate concentric, prin sinterizare, în discuri de alumină sinterizată, în cazul de față, pentru celelalte variante constructive.

Studiul se adresează obiectivului de a optimiza și completa linia de fabricație de iridiu prin obținerea unor discuri de iridiu cu pată focală < 3 mm. Aceasta răspunde la cerințele pieței interne pentru dispozitive industriale și medicale, ce utilizează surse închise de radiații nucleare, prin adaptarea paletelor de produse și servicii oferite de RATEN ICN în timp util.

- *Tema “Dezvoltarea și autorizarea de metode și lanțuri de măsură și control a parametrilor caracteristici surselor de radiații”*

Experimentele din anul 2017 au avut în vedere verificarea, testarea și calibrarea echipamentului și a metodelor pentru îmbunătățirea procedurilor de separare și purificare radiochimică a radioizotopului ^{99}Mo de fisiune sau de obținere a respectivului radioizotop pe calea activării cu neutroni, pecum și dezvoltarea metodelor de caracterizare chimică și radiochimică a soluției finale de molibdat de sodiu.

Astfel, s-au realizat studii privind:

- Identificarea unei metode adecvate de activare a molibdenului natural care poate fi implementată în RATEN ICN care să asigure necesarul domestic.
- Stabilirea unei metode de separare a $^{99}\text{Tc}^m$ obținut prin activarea cu neutroni a tioxidului de molibden.
- Dezvoltarea metodei de preparare a nanoparticulelor de dioxid de titan și a unei noi metode de separare și concentrare a molibdenului din soluții acide de uraniu iradiat (LEU), pe o coloană cu nanoparticule de dioxid de titan.
- Verificarea și caracterizarea deșeurilor radioactive în vederea tratării ulterioare.

Valorificarea rezultatelor tehnico-științifice obținute în cadrul Programului 14 s-au materializat sub formă de produse și servicii.

În anul 2017 prin valorificarea rezultatelor cercetării:

- S-au derulat 2 campanii de iradiere a câte 200 discuri de iridiu pe campanie, destinate producerii și vânzării de surse închise de radiații gama pentru gamagrafie industrială (~4000 Ci).
- S-au realizat și vândut către utilizatori externi, surse închise de radiații gama pentru gamagrafie industrială (între 30 și 100 Ci/sursa).

Programul 15 - Informatizare activități nucleare

Realizările importante s-au concretizat în:

- proiectul sistemului informatic pentru managementul lucrărilor de cercetare-proiectare în cadrul filialelor aparținând RATEN;
- două studii referitoare la posibilitățile de implementare a unor platforme de e-learning în cadrul celor două filiale RATEN;
- dicționar electronic de termeni de energetică nucleară dezvoltat pe o platformă web;
- aplicație pentru procesarea automată a lucrărilor provenite de la conferințe în formatul bazei de date **INIS** din cadrul IAEA.

Proiectul sistemului informatic pentru managementul lucrărilor de cercetare-proiectare în cadrul filialelor aparținând RATEN constituie prima etapă în realizarea acestui sistem prin care se crează posibilitatea gestionării resurselor în cadrul proiectelor. Față de modul de lucru actual se prevede obținerea următoarelor avantaje:

- reducerea erorilor la introducerea și transferul datelor între diferite compartimente.
- depășirea unor inconveniențe ale Excelului cum ar fi limitarea câmpului la 255 caractere;
- păstrarea programelor și datelor într-o singură bază de date ce permite realizarea facilă a unor interogări și rapoarte ce pot fi cerute la un moment dat și care nu au fost prevăzute la crearea aplicației;
- crearea posibilității de integrare cu alte sisteme informatice care se bazează pe servere de baze de date care vor fi create sau actualizate.

Studiile referitoare la posibilitățile de implementare a unor platforme de e-learning în cadrul celor două filiale RATEN constituie prima etapă necesară a fi parcursă în vederea implementării acestor tipuri de platforme în conformitate cu cerințele identificate.

Dicționarul electronic de termeni de energetică nucleară dezvoltat pe o platformă web constituie un instrument util mai ales pentru noii angajați în scopul obișnuirii cu terminologia din domeniul de activitate. Dezvoltarea sub formă de site web permite o utilizare facilă, cu un navigator gen Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, fără a fi necesară crearea unei aplicații specifice pentru interfațarea cu baza de date care conține dicționarul.

Aplicația pentru procesarea automată a lucrărilor provenite de la conferințe în formatul bazei de date **INIS** din cadrul IAEA realizează prelucrarea textelor lucrărilor provenite de la diferite conferințe astfel încât să poată fi introduse direct în baza de date INIS. Dat fiind volumul de lucru care poate apare referitor la introducerea lucrărilor în baza de date INIS, se elimină intervenția umană, verificarea formatului și prelucrarea textului în cazul neconformității formatului făcându-se automat. Aplicația contribuie la creșterea gradului de diseminare al rezultatelor cercetării prin crearea posibilităților de introducere a lucrărilor în baze de date internaționale.

Programul 16 - Apă grea și tritiiu

Principalele rezultate obținute, în anul 2017, în cadrul lucrărilor efectuate de RATEN ICN, au fost:

- *Stabilirea mecanismului de hidurare a aliajelor sistemului U-Ti, în condiții izoterme, determinarea coeficienților cinetici și a vitezei de reacție folosind metoda termogravimetrică, la presiune constantă*

Lucrarea a avut ca obiectiv efectuarea de studii și cercetări experimentale privind stocarea izotopilor de hidrogen sub formă de hidură metalică în scopul promovării de noi materiale de stocare și dezvoltării unor tehnologii capabile să conducă la sisteme de hidruri cu proprietăți de stocare superioare. Principalele realizări și rezultate deosebite:

- Obținerea aliajelor sistemului U-Ti prin metoda topirii în gaz inert;
- Caracterizarea aliajelor sistemului U-Ti;
- Interacțiunea hidrogenului cu aliaje ale sistemului U-Ti;

- Caracterizarea hidrurilor obținute din punct de vedere structural, compozițional și morfologic;
- Determinarea mecanismului de absorbție a hidrogenului, a concentrației de hidrogen absorbit și a gradului de dezintegrare în urma absorbției hidrogenului.
- *Studiul metodelor de determinare a concentrației de hidrogen/tritiu din materialele structurale folosite în instalațiile de procesare a tritiului*

Obiectivul lucrării a fost acela de a sintetiza informații referitoare la: sursele de tritiu din domeniul fuziunii/fisiunii nucleare, materialele structurale utilizate în instalațiile cu tritiu, efectele izotopilor de hidrogen asupra proprietăților materialelor structurale, metodele de analiză a concentrației de tritiu din materialele contaminate cu tritiu.

Scopul lucrării a fost de a sintetiza informații despre: sursele de tritiu din domeniul fuziunii / fisiunii nucleare, materialele structurale utilizate în instalațiile de tritiu, efectele izotopilor de hidrogen asupra proprietăților materialelor structurale. Această lucrare este contribuția RATEN ICN la Proiectul TRANSAT - "Acțiunile transversale pentru tritiu". Una dintre activitățile propuse în pachetul de lucru WP1 al proiectului TRANSAT este evaluarea surselor de tritiu și a diferitelor tipuri de barieră împotriva permeației tritiului, relevante pentru fuziunea și fisiunea nucleară. Evaluarea termenului sursă va fi efectuată pentru a identifica locul în care barierele vor aduce beneficii. Acest lucru va permite stabilirea cazurilor de referință atât pentru aplicațiile de fuziune, cât și pentru fisiune, în vederea definirii cerințelor de industrializare pentru dezvoltarea barierelor în calea permeabilității tritiului.

Programul 17 - Aplicații ale tehnicilor nucleare

Rezultate importante obținute în 2017:

- *Investigarea proprietăților de suprafață ale unor depuneri anticorozive obținute prin oxidare electrolitică în plasmă pe oțel carbon*

Obiectivul urmărit în această lucrare îl reprezintă dezvoltarea tehnicii de oxidare electrolitică în plasmă în vederea obținerii de acoperiri cu rol anticoroziv, precum și dezvoltarea metodologiei și a competențelor în domeniul analizei suprafeței prin tehnica XPS.

S-a realizat obținerea de straturi superficiale anticorozive pe oțel carbon prin tehnica oxidării electrolitice în plasmă și evidențierea schimbărilor chimice de suprafață în urma interacțiunii elementelor componente ale electrolitului cu substratul de oțel carbon.

- *Întocmirea documentației tehnice și a modului de lucru cu instalația de tratamente termoelectrochimice TEC*

Instalația pentru tratamente termoelectrochimice TEC, dezvoltată în jurul unei surse de mare putere PS 8400-70 3U a constructorului german *Elektro-Automatik GmbH* necesită:

- 1) automatizarea deplasării și poziționării probei de tratat în boxa de lucru,
- 2) automatizarea schimbării polarității tensiunii aplicate pe probă pentru a asigura regimurile de lucru cerute,
- 3) controlul parametrilor electrici de lucru ai sursei tehnologice,
- 4) alimentarea și protecția.

Programul Național de Cercetare Dezvoltare Inovare

În cadrul Planului Național de Cercetare Dezvoltare și Inovare (PNCDI III), RATEN ICN a participat în 2017 la competiția de proiecte organizată de către Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI) pe **Programul 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare, Subprogramul 1.2. Performanță instituțională - Proiecte de dezvoltare instituțională - Proiecte Complexe realizate în consorții CDI**, cu proiectul intitulat "Creșterea capabilității naționale de Cercetare - Dezvoltare în Domeniul Sistemelor Nucleare InovActive CESINA+". Proiectul a fost depus în cadrul Domeniului 3 de specializare inteligentă – Energie, mediu și schimbări climatice, obținând un punctaj de 90.60 (poziția 45 din 59).

Cooperarea internațională

Activitățile desfășurate de institut în cadrul Programului de cooperare internațională implementează politicile de colaborare internațională ale RATEN, axate pe cinci mari direcții:

- ♦ derularea acordurilor, înțelegerilor și contractelor bilaterale încheiate de RATEN ICN,
- ♦ menținerea unei colaborări active cu organizațiile internaționale din domeniu (IAEA, NEA/OECD),
- ♦ creșterea continuă a participării RATEN la programul de cercetare al Comisiei Europene și susținerea priorităților cercetării românești în domeniul energiei nucleare la nivel european,
- ♦ susținerea participării RATEN în cadrul consorțiului FALCON,
- ♦ creșterea continuă a vizibilității și prestigiului sau pe plan extern.

Colaborarea la nivelul Uniunii Europene

Participarea RATEN ICN la Programul Cadru Euratom constituie o prioritate a programului de colaborare internațională care angrenează un număr mare de specialiști și o largă varietate de tematici. Pe parcursul anului 2017, RATEN ICN a fost implicat în realizarea a 4 proiecte FP7 și 7 proiecte H2020. Au fost finalizate proiectele MatISSE, ESNII plus, JOPRAD. Proiectele aflate în derulare în 2017 acoperă tematici cheie ale domeniului nuclear, ce fac parte din programul de CD al RATEN: securitate nucleară, accidente severe, Gen. IV, materiale nucleare și comportarea lor în condițiile de operare, extinderea timpului de viață a centralelor nucleare, managementul deșeurilor radioactive, precum și aspecte privind comunicarea și implicarea socială în dezvoltarea strategiilor energetice nucleare.

Totodată, s-a desfășurat o activitate susținută în cadrul rețelelor și platformelor profesionale la care a aderat RATEN ICN (SNETP, EERA, NUGENIA, NeT, APSA, ETSON, EGG-COMON).

✓ Proiectele de Cercetare, finanțate de Comisia Europeană (EURATOM FP7 și H2020), 2017

MAXSIMA	Methodology, Analysis and Experiments for the Safety in MYRRHA Assessment	2012-2018	Partener
ESNII PLUS	Preparing ESNII for Horizon 2020		Partener
MatISSE	Materials: Innovations for a Safe and Sustainable Nuclear in Europe	2013-2017	Partener
CAST	Carbon – 14 Source Term	2013-2018	Partener
JOPRAD	Joint Programming on Radioactive Waste Disposal	2015-2017	Membru Asociat
CEBAMA	Cement-based Materials, Properties, Evolution, Barrier Functions	2015-2019	Partener
FASTNET	FAST Nuclear Emergency Tools		Partener
MEACTOS	Mitigating Environmentally-Assisted Cracking Through Optimisation of Surface Condition	2017-2021	Partener
GEMMA	GEneration IV Materials Maturity		Partener
CHANCE	Characterization of conditioned nuclear waste for its safe disposal in Europe		Partener
TRANSAT	TRANSversal Actions for Tritium		Partener

Participarea RATEN ICN la proiectele de cercetare europene favorizează un transfer rapid de cunoștințe avansate, ceea ce permite soluționarea unor probleme, beneficiind de metodele cele mai moderne aplicate în Europa. Aceasta contribuie la generarea unor noi cunoștințe, aprofundarea înțelegerii în diferitele domenii abordate alături de echipe de specialiști europeni, crescând în permanență competența științifică a institutului și renumele său pe plan extern.

Participarea RATEN la Programul Cadru Euratom reprezintă o prioritate a programului de colaborare internațională. Pe parcursul anului 2017, au fost finalizate proiectele MATISSE, ESNII+ și JOPRAD și au demarat 4 noi proiecte câștigate în competiția H2020 EURATOM 2016-2017: GEMMA, MEACTOS și TRANSAT, care se alătură proiectelor în derulare CAST, MAXSIMA, FASTNET, CEBAMA.

Proiectul MAXSIMA

Activitățile derulate de RATEN ICN în cursul anului 2017 au fost concentrate pe realizarea primelor teste de iradiere cu combustibil.

Principalele rezultate obținute în cursul anului 2017 sunt:

- Efectuarea transportului combustibilului test de la SCK•CEN;
- Efectuarea primelor două teste cu combustibil;
- Implementarea unor modificări de proiect, ca rezultat al evaluării primelor două teste de iradiere (2-162-FM3);
- Execuția a 5 capsule de iradiere pentru continuarea programului experimental în anul următor.

Concluziile rezultate după primele două teste de iradiere arată că:

- Sunt necesare teste suplimentare pentru stabilirea soluției tehnice potrivite pentru instrumentarea cu termocuple. Este de așteptat ca următoarele două teste să aducă elementele necesare validării soluției optime – termocuplu întecuit fixat rigid pe teacă sau termocuplu neîntecuit cu sudură fixate direct pe teacă.
- Sunt necesare anumite modificări în proiectul dispozitivului, modificări ce au fost implementate în cursul anului.
- Măsurarea activității produșilor de fisiune este în prezent singura metoda disponibilă pentru evaluarea post iradiere a energiei depuse în timpul pulsului.
- Nu s-a observat producerea defectului de teacă.

În anul 2017, în cadrul proiectului au fost elaborate următoarele documente:

D5.11: "Interim report on test results", autori: Csaba Roth, Mirea Mladin, Georgiana Budriman, Dumitru Barbos, Laurentiu Aioanei, Calin Truta, Andreea Udrea, Iustin Popa, Cristian Gondacș

ICN-S1-NT-337 "Raport privind realizarea iradierilor în capsula MAXSIMA", autor: Csaba Roth

Este de menționat organizarea la RATEN ICN a unei ședințe tehnice de lucru în cadrul pachetului de lucru WP5, task 5.1, cu participarea specialiștilor de la ICN și SCK•CEN, în timpul efectuării celui de-al doilea experiment (25-27.04.2017).

Proiectul ESNII Plus

RATEN ICN este lider de task pentru activitățile pregătitoare pentru licențierea amplasamentului și proiectului pentru demonstratorii reactorilor de GenIV (Task 3.3 - Autorizarea amplasamentului și licențierea proiectului pentru demonstratorii de GenIV).

Rezultatele obținute în cadrul pachetului de lucru WP3 – Support to facilities development au fost prezentate în cadrul sesiunii dedicate rezultatelor proiectului din cadrul Conferinței proiectului ESNII Plus, organizată la MOL, de către SCK CEN, în perioada 02-05 mai 2017. M. Nițoi a prezentat activitățile de investigare a proceselor și cerințelor de licențiere proiect și autorizare amplasament.

M. Nițoi a fost lector la seminarul „Evaluări de securitate pentru reactorii de GenIV”, organizat la Garching de GRS, în perioada 10-12 iulie 2017. Prezentarea “Considerations on safety claims for licensing GenIV reactors” a făcut referire la abordări privind demonstrarea securității nucleare, implementarea protecției în adâncime, conceptul de eliminare practică, modul de tratare al hazardurilor externe, precum și cerințe pentru realizarea aplicației de licențiere.

Raportul intern „Elemente specifice analizelor de securitate pentru reactorii de Gen. IV” a continuat activitățile destinate studiului aplicabilității normelor și practicilor existente de autorizare pentru reactorii de Generație IV, în vederea realizării unei abordări eficiente a procesului de autorizare a reactorului de demonstrație ALFRED în România. În particular, lucrarea prezintă: cerințe de demonstrare a securității pentru reactorii de GenIV; cerințe de realizare a analizelor de securitate; cerințe și elemente de modelare a sistemelor pasive; elemente de modelare a hazardurilor externe;

consideratii privind analizele de securitate pentru ALFRED, cu identificarea aspectelor care necesită o atenție sporită în cadrul efortului de demonstrare a securității.

Echipa RATEN ICN a participat la realizarea următoarelor livrabile:

- *D6.2.3-1 R&D needs for ALFRED core safety*. Livrabilul prezintă o privire de ansamblu asupra aspectelor deschise (în termeni de performanță de securitate) care necesită activități de cercetare dezvoltare, acoperind plaja de la proiectare până la testare și calificare.
- *D5.3 Review of International Collaboration on Fast Reactor Development*. Livrabilul prezintă revizia activităților și planificării pentru reactorii rapizi (SFR, LFR și GFR), cu focalizare pe revizia critică a sinergiilor de cooperare internațională și punctelor comune dintre sistemele de reactori rapizi.
- *D9.12 Roadmap for I&SI activities*. Livrabilul prezintă o revizie a activităților ISI, a tehnicilor existente și cerințe viitoare de dezvoltare pentru instrumentație.

Rezultatele obținute în 2017 de către echipa ICN în ceea ce privește activitățile pregătitoare pentru licențierea amplasamentului și proiectului pentru ALFRED sunt menționate în cadrul raportului intern intitulat „Elemente specifice analizelor de securitate pentru reactorii de Gen. IV”.

Ca lucrări prezentate pot fi menționate următoarele:

- M. Nițoi, Considerations on safety claims for licensing GenIV reactors, European Workshop on Safety Assessment of Fast Neutron Reactors, GRS, Garching, Germany, July 10-12, 2017;
- Zoltán Hózer (MTA EK), Pietro Agostini (ENEA), Steven Knol (NRG), Mirela Nițoi (RATEN ICN), Support to facilities development, ESNII Conference 2017, SCK•CEN Lakehouse, Mol, Belgium, May 2-5, 2017.

Proiectul MatISSE

În cadrul RATEN ICN au fost elaborate următoarele lucrări:

WP1. Raport: “RATEN ICN Contribution to Task 1.2 – R&D Roadmap, SRA and Research Infrastructure, Subtask 1.2.3: Research Facilities”;

WP4. Raport: “RATEN ICN Contribution to D4.22 Assessment of the effect of anisotropy on the mechanical properties of ODS steel tubes”;

WP5. Raport: “RATEN ICN Contribution to MatISSE WP5.2: Set-up the Experimental Facility for Tests in Liquid Lead and Results”;

Raport: “RATEN ICN Contribution to D5.21 Summary Report “Functional Coatings and Modified Surface Layers”.

Rapoartele au făcut o descriere a activității de cercetare-dezvoltare desfășurată în cadrul RATEN ICN pe pachetele de lucru WP1, WP4, WP5. Sunt descrise rezultatele obținute la RATEN ICN Pitești privind testele de tracțiune de tip „Ring tensile test” și cele de mecanica ruperii de tip „Pin-loading test” efectuate pe probe prelevate din tuburile ODS, furnizate în 2015 de către CEA Franța în cadrul proiectului FP7 MatISSE.

De asemenea, sunt prezentate testele de tracțiune în plumb topit efectuate în instalația LILETIN (Liquid LEad Testing INstallation) pe probe de oțel T91 acoperit cu FeCrAl probe de oțel 316L la temperatura de 450 °C. Au fost raportate și rezultatele investigațiilor microscopice pe probele testate.

Proiectul CAST

Activitățile experimentale și de modelare au vizat inventarul de C-14 din tecile de Zy-4 ale combustibilului CANDU ars, rașinile ionice uzate de la CNE Cernavodă, grafitul din coloana termică a reactorului TRIGA. Prin metodele experimentale puse la punct în RATEN ICN în cadrul proiectului, au fost determinate activitatea, raportul organic / anorganic al C-14 și rata de eliberare din aceste materiale, datele fiind aplicate în îmbunătățirea modelului conceptual de depozit utilizat în prezent pentru evaluarea generică de securitate a unui depozit geologic în granit. Analiza de sensibilitate a acestui model a indicat impactul relativ semnificativ al speciației și coeficientului de distribuție a C-14 asupra dozei anuale individuale.

Proiectul JOPRAD

Participarea în acest proiect a permis implicarea RATEN ICN în procesul de structurare a Programului European Comun de Cercetare (EJP) în domeniul managementului deșeurilor radioactive, susținerea priorităților RATEN în acest domeniu și includerea specialiștilor săi în procesul de identificare a tematicilor pentru viitoarele competiții, dar și în definirea activităților de cercetare ce urmează a fi implementate în următorii cinci ani.

Proiectul CEBAMA

În cadrul proiectului CEBAMA, RATEN ICN derulează studii experimentale privind influența degradării cimentului asupra sorbției ^{14}C și ^{226}Ra .

În anul 2017 au fost efectuate teste experimentale de degradare a pastei de ciment pe bază de ciment tip CEM I (transferată de la ARMINES) și au fost efectuate studii privind sorbția ^{14}C pe probe intacte și degradate.

Probele degradate și cea intactă au fost caracterizate prin termogravimetrie și difracție de raze X pentru identificarea fazelor de ciment prezente în fiecare probă și corelarea datelor de sorbție cu compoziția probelor.

Proiectul FASTNET

Activitățile RATEN ICN în cursul anului 2017 au fost concentrate pe completarea bazei de date cu scenarii specifice de accidente severe.

Principalele rezultate obținute în cursul anului 2017 sunt legate de:

- Evaluarea preliminară a Termenului-Sursă pentru SFP (Spent Fuel Pool Accident = Pierderea răcirii la bazinele de stocare a combustibilului ars) și EFF (End Fitting Failure = Defectarea închiderii de capăt în timpul realimentării sau al intervenției mașinii de încarcat- descărcat).
- Analiza aplicabilității instrumentului SAMG-D furnizat de IAEA la dezvoltarea scenariilor de accident sever.

RATEN ICN a contribuit la finalizarea livrabililor:

D2.1: "3D3P Methodology for Assessing Plant Status in Case of Emergency Application to All Existing or Foreseen Concepts of European NPPs and of a Concept of SFP"

D2.2: "Capabilities OF Rastep for Diagnosis/Prognosis of All Concepts of European Npps and an SFP Concept"

D3.1: "Data Required for Extending Persan Tool to All European Concepts of NPPs and SFP"

Proiectul MEACTOS

Proiectul MEACTOS (Mitigating Environmentally-Assisted Cracking through Optimisation of Surface Condition) se desfășoară pe o perioadă de 48 de luni, începând cu data de 01.09.2017. Scopul proiectului MEACTOS este de a îmbunătăți siguranța și fiabilitatea centralelor nucleare de generația a II-a și a III-a prin îmbunătățirea rezistenței componentelor critice, inclusiv a zonelor sudate, la fisurarea asistată de mediu prin utilizarea unor metode optimizate de prelucrare a suprafețelor și îmbunătățirea tratamentelor de suprafață. Cunoștințele dobândite vor fi sistematizate în ghiduri practice, care pot fi implementate în codurile sau standardele utilizate pentru activitățile de proiectare și fabricare a componentelor nucleare. În plus, va fi elaborată o foaie de parcurs pentru armonizarea ghidurilor și a codurilor utilizate în țările care dețin centrale nucleare. Astfel, MEACTOS contribuie la creșterea siguranței în utilizare a centralelor nucleare în Europa. RATEN ICN participa în pachetele de lucru WP3 - Review of the latest knowledge on EAC initiation, WP6 - Testing for EAC resistance under LWR conditions and WP9 - Dissemination of results and knowledge transfer.

Principalele activități desfășurate în 2017 în cadrul proiectului MEACTOS au fost participările la Întâlnirea de lansare a proiectului și la workshopul SOTA - State of the Art.

Întâlnirea de lansare a proiectului a avut loc în perioada 20-21 Septembrie 2017, la Madrid, și a fost organizată de CIEMAT, în calitate de coordonator al Proiectului MEACTOS. În principal, au fost discutate aspecte administrative, financiare și referitoare la managementul proiectului. Coordonatorii pachetelor de lucru au prezentat pe scurt care sunt obiectivele urmărite și acțiunile ce urmează a fi realizate pentru atingerea acestora. O atenție deosebită a fost acordată organizării workshop-ului SOTA – State of the Art, în cadrul pachetului de lucru WP3 - Review of the latest knowledge on

EAC initiation. Obiectivul acestui pachet de lucru este sistematizarea informațiilor referitoare la influența stării suprafeței asupra inițierii coroziunii asistate de mediu, informații dobândite, în special, în proiectele finanțate în cadrul NUGENIA+: MICRIN+, MCSCAMP și ASATAR.

SOTA Workshop a fost organizat de către VTT, coordonatorul pachetului de lucru, în perioada 14-15 noiembrie 2017, în Espoo, Finlanda. Participanții la workshop au prezentat propriile rezultate referitoare la factorii care influențează inițierea coroziunii asistate de mediu în cazul materialelor structurale de interes (oțel 316L și Inconel 182) și, pe baza acestora, au fost făcute recomandări pentru proiectul MEACTOS. O atenție deosebită, a fost acordată metodelor inovative de prelucrare finală a componentelor nucleare, în scopul creșterii rezistenței la coroziunea asistată de mediu a materialelor structurale în reactorii nucleari.

Proiectul GEMMA

Obiectivele pachetelor de lucru și activitățile ce trebuie desfășurate de către RATEN ICN în cadrul Proiectului GEMMA, sunt descrise în continuare pe scurt:

WP1 – Advanced corrosion mitigation strategies (Strategii avansate de diminuare a coroziunii), coordonat de KIT

Task 1.3. Tratamente termice, caracterizarea structurală, microstructurală și mecanică în mediu aer și mediu inert. În cadrul acestei teme, RATEN ICN va contribui la elaborarea Raportului „D1.3 Report on mechanical tests in air and inert environment”, livrabil în luna 42 a Proiectului.

WP2 – Welding development and characterization (Dezvoltarea și caracterizarea procesului de sudură) coordonat de JRC Petten

Task 2.2 Mechanical tests of welds in air & microstructural analyses (Teste mecanice pe suduri în aer și analize microstructurale). În cadrul acestei teme, RATEN ICN va contribui la elaborarea Raportului „D2.3 Characterization of mechanical properties and microstructure of reference welds in air”, livrabil în luna 24 a Proiectului.

Task 2.4 Residual stress modelling (Modelarea tensiunilor reziduale).

În cadrul acestei teme, RATEN ICN va contribui la elaborarea Raportului „D2.6 Report on residual stress simulations, benchmarking and validation”, livrabil în luna 48 a Proiectului.

Contribuția RATEN ICN se încadrează în obiectivele generale ale proiectului GEMMA, care constau în calificarea și codificarea materialelor structurale selectate pentru construcția reactorilor de Generație IV, așa cum sunt avute în vedere în interiorul ESNII (Inițiativa Europeană de Dezvoltare Nucleară Industrială Durabilă). Materialele structurale, ce vor fi luate în considerare în proiectul GEMMA, sunt acelea selectate de proiectanții sistemelor ESNII pentru tecile elementelor combustibile, și în unele cazuri pentru recipientele interne ale reactorilor. Calificarea lor înseamnă că aceste materiale să reziste la agresiunea condițiilor de lucru în reactorii de gen IV la temperaturi înalte, la mediu înalt corosiv și la flux intens de neutroni rapizi, această calificare fiind verificată experimental și modelată numeric. Aplicabilitatea materialelor la construcția reactorilor implică de asemenea ca sudurile relevante să fie testate, precum și protecțiile anticorozive. Chiar și rezistența la coroziune a noilor oțeluri de tip Alumina Forming Alloy și tratamentele de suprafață vor fi testate în condiții reprezentative. Codificarea rezultatelor proiectului presupune ca o mare cantitate de date experimentale să fie generată și în felul acesta ele să poată fi transferată în norme utile pentru proiectanții de sisteme și componente, pentru a fi utilizată adecvat în codurile RCC-MRx Design Rules (Standard Francez pentru Gen IV).

Proiectul CHANCE

Proiectul CHANCE își propune să identifice stadiile curente în metodologiile de caracterizare a deșeurilor radioactive condiționate și să dezvolte tehnici complementare, inovative de caracterizare nedistructivă, pentru a acoperi aspectele specifice caracterizării tuturor tipurilor de deșeuri radioactive condiționate (deșeuri operaționale, deșeuri rezultate din operații de întreținere și reparații, combustibil uzat, deșeuri rezultate din dezafectare, deșeuri radioactive destinate depozitării geologice).

În calitate de responsabil al Task-ului 2.1. „End-Users Requirements & Methodology for Conditioned Waste Characterization”, RATEN ICN, împreună cu coordonatorul proiectului și partenerii implicați în pachetul de lucru WP2, a elaborat un chestionar destinat EUG, prin care se urmărește identificarea următoarelor aspecte:

- Descrierea tipurilor de deșeuri radioactive generate, schema de clasificare utilizată în fiecare stat membru al UE;
- Soluțiile de depozitare existente sau planificate la nivel național pentru fiecare categorie de deșeu radioactiv;
- Criteriile de acceptanță ale deșeurilor la depozitare sau stocare (în cazul în care nu sunt stabilite criteriile de acceptanță pentru depozitare), cu accent pe identificarea parametrilor ce trebuie caracterizați (din punct de vedere radiologic, chimic, reacții între componente);
- Tehnologiile utilizate pentru caracterizarea deșeurilor condiționate;
- Programele de cercetare în derulare referitoare la caracterizarea deșeurilor radioactive (în special referitor la tehnicile nedistructive de caracterizare);
- Interesul fiecărui membru referitor la activitățile de cercetare și tehnicile de caracterizare ce se dezvoltă în cadrul proiectului CHANCE.

Chestionarul elaborat în 2017, a fost prezentat la prima întâlnire cu grupul utilizatorilor finali (EUG) ai proiectului și distribuit producătorilor de deșeuri și organizațiilor responsabile cu managementul deșeurilor radioactive din țările membre ale Uniunii Europene, urmând ca răspunsurile acestora să fie sintetizate și analizate în 2018.

Proiectul TRANSAT

Contribuția RATEN la perfecționarea cunoștințelor privind gestionarea tritiului vizează evaluarea surselor de tritiu relevante pentru reactorii de Generație IV și analiza mecanismelor de generare, distribuție și eliberare a tritiului în cazul acestor reactori. În acest sens, activitatea ICN din acest an s-a concentrat pe analiza tipurilor de reactori de Generație IV în vederea identificării termenului sursă sau a cantității de tritiu estimată.

Tot în cadrul activităților coordonate de Comisia Europeană trebuie amintite:

✓ Acțiunile desfășurate în cadrul Programului Joint Research Centre (JRC):

- Participare la rețeaua APSA (iet.jrc.ec.europa.eu/apsa/) privind investigarea modalităților de tratare a efectelor îmbătrânirii pentru componentele pasive (modelare directă sau folosirea componentelor surogat);
- Participare la rețeaua NeT–European Network on Neutron Techniques Standardization for Structural Integrity (<https://ec.europa.eu/jrc/en/network-bureau/net>).

La a 32-a întrunire a Comitetului de coordonare al rețelei NeT, desfășurată Olanda, la Petten, în perioada 30.11-1.12.2017, RATEN ICN a participat cu prezentarea a două lucrări:

1. „Three-pass austenitic slot welded plate: a 2-D modelling approach” în cadrul pachetului de lucru 4 (WP4). Prezentarea a cuprins rezultate ale unei modelări simplificate bidimensionale, în foarte bună concordanță cu măsurătorile efectuate prin diferite tehnici (difracție de neutroni, difracție de raze X de mare energie, metoda conturului) precum și cele ale unei modelări tridimensionale de referință.
2. „TG6: Analysis of some temperature records” în cadrul pachetului de lucru 6 (WP6). Prezentarea a relevat funcționarea defectuasă a unor termocupluri cu care a fost monitorizată evoluția temperaturii în experimentele de sudare efectuate, cu propunerea de excludere a acestor rezultate din setul de măsurători considerat de referință pentru validarea modelărilor.

Abordarea problemelor de modelare și simulare numerică specifice NeT este foarte utilă pentru calibrarea tehnicii de analiză prin metoda elementelor finite ce va fi aplicată în cadrul proiectului H2020 GEMMA.

- utilizarea codului TRANSURANUS pentru modelarea comportării combustibilului la iradiere, în baza Acordului încheiat de RATEN ICN și JRC-ITU.

✓ Activitățile în calitate de Membru în cadrul următoarelor platforme, rețele și asociații ale Uniunii Europene:

- Platforma Tehnologică Europeană pentru Energetica Nucleară Durabilă, SNETP;
- Platforma Tehnologică Europeană pentru Depozitarea Geologică a Deșeurilor Radioactive, IGD-TP;

- Asociația internațională NUGENIA, dedicată tehnologiilor nucleare pentru reactorii de fisiune GII și GIII;
- European Cooperative Group on Corrosion Monitoring of Nuclear Materials (ECG-COMON) pentru studiul materialelor din construcția reactorilor nucleari;
- Alianța Europeană de Cercetare Energetică, EERA (RATEN ICN este membru în Joint Program Nuclear Materials – Materiale avansate pentru GIV-ODS).
- European Technical Safety Organisation Network (ETSON), asigură continuitatea prezenței RATEN ICN în programele de cercetare europene și contribuie la creșterea competenței științifice a specialiștilor săi privind realizarea analizelor de securitate nucleară.

RATEN ICN a participat activ la Ședințele ESNII Task Force, la Ședințele Consiliului de Conducere ale SNETP, la Forumul și Adunarea Generală ale Asociației NUGENIA. În cadrul SET Plan, au fost făcute eforturi pentru întocmirea planului de implementare a cercetării-dezvoltării în domeniul acțiunii A10 - Nuclear. Recent membru al ETSON, RATEN ICN a participat la Adunările Generale, ședința Comitetului Tehnic Securitatea Reactorilor, seminarul grupului de experți PSA.

✓ **Activitățile în cadrul Consorțiului European FALCON (Fostering ALFRED Consortium), între România, Italia și Cehia, destinate promovării proiectului ALFRED**

Elemente strategice privind dezvoltarea filierei LFR în cadrul FALCON

Dificultățile în finanțarea ALFRED impun o reorientare strategică prin luarea în considerare a caracteristicilor actuale ale pieței, tendințelor de dezvoltare a regenerabililor, precum și a interesului industriei. În acest context, RATEN ICN a analizat actualizarea viziunii strategice prin introducerea unui al doilea obiectiv și anume realizarea sistemului LFR ca Reactor Modular Mic (Small Modular Reactor), capabil să crească interesul industriei și să orienteze dezvoltarea LFR către caracteristicile pieței de energie.

Cerințe de dezvoltare a capacităților de cercetare și a colaborării internaționale pentru LFR

Au fost identificate și analizate capacitățile necesare pentru implementarea demonstratorului ALFRED în România, în sprijinul dezvoltării pe termen lung a tehnologiei LFR și a fost investigat potențialul de colaborare la nivel European și internațional în vederea construcției acestor capacități. Infrastructura pentru autorizarea demonstratorului cuprinde 6 instalații experimentale: ATHENA, ChemLab, ELF, HELENA-2, HandsON, Meltin'Pot. Crearea centrului de pregătire, LeadSchool are în vedere formarea personalului de operare, precum și conversia la nivelul cercetării, prin familiarizarea cu tehnologia plumbului.

Implicarea comunității locale Mioveni în procesul de decizie privind implementarea ALFRED

Posibila evoluție a Grupului Local de Dialog (GLD) ALFRED, orientat în momentul de față spre informarea și consultarea publicului din Mioveni, spre un comitet local, va duce la o mai largă participare a publicului în procesul de luare a deciziilor privind implementarea ALFRED, oferind mai multă responsabilitate și stabilitate în funcționare, pentru un proces de implementare cu caracter internațional, îndelungat și care prezintă un impact important asupra economiei locale, precum și asupra valorificării potențialului local existent.

Colaborarea cu Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA) Viena

Colaborarea cu IAEA Viena a fost susținută și în acest an de participarea RATEN ICN la Programul de Cercetare Coordonat de acest organism internațional (proiecte de cercetare de tip CRP), Proiectul Internațional pentru Reactori Inovativi și Cicluri de Combustibili INPRO (International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles), implicarea în Programul de Asistență Tehnică și Proiecte Regionale, participarea activă în rețeaua laboratoarelor analitice pentru măsurarea radioactivității mediului, ALMERA și RANET, acordarea de pregătire tehnică unor bursieri IAEA.

✓ **Proiecte de cercetare coordonată, tip CRP (Coordinated Research Project)**

RO 17519	Prediction of Axial and Radial Creep în CANDU6 Pressure Tubes (Calculul de fluaj axial și radial în tuburile de presiune ale reactorului CANDU6)
RO 18226	Development of a Fuel Bundle with 43 Elements Containing Mixed Oxide with Thorium and Uranium (T43) in INR (Dezvoltarea în ICN a unui fascicul combustibil cu 43 elemente continand oxid mixt de toriu și uranium)
RO 18729	Benchmarking activities on fuel burnup and material activation with computational tools and data available at TRIGA Romania (Activități de calcul pe arderea combustibilului și activarea materialelor cu instrumente și date disponibile la TRIGA România)

RO 17519 - Prediction of Axial and Radial Creep in CANDU Pressure Tubes

În cadrul proiectului s-au elaborat capitole din lucrarea de tip IAEA TECDOC „Development of Prediction Methods for HWR Pressure Tube Transverse Creep Including Microstructure Effects” și anume:

- Cap. 4 Creep Behaviour, 4.1 Fundamentals;
- Cap. 5 Database, % 1.3. Microstructure, Measurement Techniques used, and recommendation for more advanced techniques;
- Cap. 6 Creep modeling, 6.1.4. Creep-Data Fitting Techniques - Use of Neural Network;
- Cap. 7 Comparison of Prediction Methods against PT Transverse Creep Measurements

În cadrul unei serii de lucrări CD realizate pe Programul 2, în cadrul Proiectului de Cercetare de tip CRP cu IAEA Viena nr. 17519/RO s-a dezvoltat metodologia de „Predicția deformării radiale a tubului de presiune CANDU, aliaj Zr-2.5%Nb, datorită fluajului sub iradiere”. Contractul a fost monitorizat de IAEA și supervizat de AECL Canada (în prezent CANDU Energy). În acest scop s-a realizat un model matematic de rețea neuronală tip MFNN (Multilayer Feedforward Neural Network – Rețea Neuronală Unidirecțională Multistrat), care a fost utilizată pentru evaluarea deformării în reactor (fluaj sub iradiere) a tuburilor CANDU de la CNE Cernavoda (U1 și U2).

RO 18226 Development of a Fuel Bundle with 43 Elements Containing Mixed Oxide of Thorium and Uranium (T43) in RATEN ICN

Principalele realizări, în anul 2017, constau în:

- Fabricație combustibil nuclear cu oxid mixt de toriu și uraniu;
- Calcule neutronice în vederea stabilirii gradului final de ardere al fasciculului combustibil T43;
- Analize de performanță pentru determinarea funcționării combustibilului T43 în reactorii de tip CANDU (cod ROFEM – Toriu);

RO 18729 Benchmarks of computational tools against experimental data on fuel burnup and material activation for utilization, operation and safety analysis of research reactors

Realizările importante constau în:

- Revizuirea problemei benchmark propusă de RATEN ICN – rampă de putere pe un specimen combustibil CANDU (UO₂ ușor îmbogățit) efectuat în cursul anilor 1988-1989, în ceea ce privește specificațiile tehnice și calculul oferit de furnizorul de date experimentale (ICN).
- Reactorul SAFARI-1 a fost modelat cu MCNP utilizând date oferite de Africa de Sud, în scopul evaluării benchmark-ului creat de reprezentanții tehnici ai SAFARI-1 în cadrul Proiectului Coordonat de Cercetare (CRP). A fost utilizat codul SCALE6.1 pentru determinarea concentrațiilor otrăvurilor produse în reflectorul de beriliu de-a lungul întregii istorii de operare a acestui reactor. Modelul MCNP a fost apoi utilizat pentru evaluarea inserțiilor de reactivitate asociate cu înlocuirea unora din blocurile de beriliu iradiat cu blocuri reflector noi.

✓ **Proiect regional****RER 2016013
RER 0043****Enhancing Capacity Building Activities in the European Nuclear and Radiation Safety Organizations for Safe Operation of Facilities**

În 2017 a fost aprobat *Proiectul Regional „Enhancing Capacity Building Activities in the European Nuclear and Radiation Safety Organizations for Safe Operation of Facilities”* coordonat de România (RATEN ICN) ce propune o serie de activități dedicate celor patru componente ale conceptului „capacity building”, și anume: dezvoltarea resurselor umane (HRD), educație și pregătire profesională (E&T), managementul cunoașterii (NKM) și crearea de rețele (KN - Knowledge Networks).

În cadrul *Grupului Tehnic de Lucru pentru reactori rapizi (TWG-FR)*, RATEN a participat la elaborarea TecDoc-ului *Sisteme Pasive de oprire pentru sisteme cu neutroni rapizi*, la evaluarea impactului intervenției în caz de urgență în cazul reactorilor de Gen IV și la analiza stadiului cercetării și dezvoltării tehnologice în domeniul reactorilor rapizi în diferite țări printre care și România.

✓ **Proiectul INPRO (International Program for Innovative Reactors and Fuel Cycles)****INPRO**

- Proiectele colaborative (CENESO, SYNERGY, KIND, ROADMAPS);

1. INPRO-CENESO - Evaluare Comparativa a Optiunilor de Sisteme Energetice Nucleare

- Prezentarea susținută la întâlnirea consultativă, IAEA, Viena, Austria, Decembrie 2017, "Romania's case study for the KIND project. Proposal of future activities for the CENESO project";
- Participarea la revizuirea și analiza critică a studiilor de caz realizate în proiectul KIND și formularea de recomandări pentru îmbunătățirea capacităților abordării de evaluare multicriterială comparativă și a instrumentelor de evaluare;
- Participarea la propunerea studiului de caz "Beneficii vs. Riscuri - evaluare comparativă a tehnologiilor nucleare evolutive și inovativă".

2. INPRO-KIND - Indicatori Cheie pentru Sisteme Energetice Nucleare Inovative

- Raportul de progres asupra studiului de caz al României "Evolutionary versus Innovative Nuclear Energy Systems", întâlnire tehnică de proiect, Mai 2017;
- Studiul de caz România - draft, Sect. 5.6 din raportul final al proiectului "Comparison of Evolutionary and Innovative Nuclear Energy System Technologies by considering different High-Level Objectives";
- Discuții și comentarii asupra capitolelor și anexelor din raportul final de proiect.
- Realizarea studiului de caz asupra analizei comparative a sistemelor energetice nucleare evolutive (HWR avansat) și inovative (reactor rapid racit cu plumb), pe baza variației ponderilor acordate obiectivelor de importanță majoră (performanță, cost, acceptabilitate) definite în abordarea KIND. Compararea sistemelor energetice nucleare s-a realizat cu ajutorul KIND-ET (template generat în cadrul proiectului) urmărind performanța, eficiența economică și capacitatea de a satisface cerințele dezvoltării durabile. Fiecare obiectiv de importanță majoră include arii de evaluare specifice și indicatorii cheie corespunzători.

3. INPRO-ROADMAPS - Hărți de parcurs pentru tranziția la Sisteme Energetice Nucleare sustenabile la nivel global

- Raport de progres asupra studiului de caz al României, "Application of ROADMAPS template to Romania's Nuclear Energy System – Country report", întâlnire tehnică de proiect, octombrie 2017;
- Studiu de caz inclus în cap.5 al raportului final, "Trial application of the ROADMAPS template to national nuclear energy systems - Romanian NES case study";
- "Cross cutting analysis of drivers and impediments for collaboration among countries", inclus în cap.6 al raportului final al proiectului;
- Revizuire, discuții și comentarii asupra capitolelor și anexelor din raportul final al proiectului.

- Realizare secțiune dedicată aspectelor legate de forțele motrice și dificultățile în realizarea și/sau îmbunătățirea colaborării între țări în activitățile din ciclul combustibil nuclear pentru asigurarea progresului către sisteme energetice nucleare sustenabile, secțiune inclusă în raportul final al proiectului;
- Realizare studiu de caz național pe baza aplicării template-ului elaborat în cadrul proiectului.

4. INPRO Dialogue and Outreach

Dialogue Forum; Regional Training on Nuclear Energy Systems Modelling and Assessment (Forum de dialog; Cursuri regionale pentru modelarea și evaluarea Sistemelor Energetice Nucleare)

Principalele contribuții ale delegațiilor RATEN ICN:

- Prezentarea "Modelling Nuclear energy Systems with MESSAGE: Romanian case", în cadrul IAEA Regional Training Course on "Evaluation of Cost-Effective Energy Technologies, including Nuclear Power, as Nationally Determined Contributions to Climate Change Mitigation", Pitești, România, martie 2017;
- Prezentarea "An assessment of Romanian National Determined Contribution to climate change mitigation", în cadrul Forumului de Dialog on "Potential of Nuclear Energy to Support the Sustainable Development Goals, Including Climate Change Mitigation", IAEA, Viena, iunie 2017;
- Nominalizarea de Instructori IAEA pentru 2 cursuri regionale, organizate la Pitești, România (martie 2017) și Varșovia, Polonia (octombrie 2017); responsabilități vizând prezentări și sesiuni de lucru dedicate modelării sistemelor energetice nucleare cu ajutorul programului MESSAGE;
- Participanți la cursul "Evaluation of cost-effective energy technologies, including Nuclear Power, as Nationally Determined Contributions to climate change mitigation", Pitești, România, martie 2017, la Forumul de Dialog INPRO "Potential of Nuclear Energy to Support the Sustainable Development Goals, Including Climate Change Mitigation", IAEA, Viena, Austria, iunie 2017 și la cursul "Nuclear Energy System Modelling and Assessment using the INPRO Methodology", Varșovia, Polonia, octombrie 2017.

✓ Alte acțiuni:

- Participarea RATEN ICN la activitățile rețelei RANET (*Response and Assistance Network*):

Pe parcursul anului 2017, în cadrul rețelei RANET, formată din laboratoare radioanalitice destinate determinării radioactivității mediului, au fost organizate trei activități ordinare: un test de evaluare a performanțelor analitice, un seminar tehnic și o întâlnire de coordonare. Laboratorul de radioprotecție (LRPMPC) din cadrul RATEN ICN Pitești a participat la testul de evaluare a performanțelor, care a constat din analizarea unui set de opt probe cu conținut de radionuclizi naturali și antropogeni, în diferite matrici echivalente cu matricile întâlnite la analiza probelor de mediu.

În cadrul rețelei RANET, în anul 2017 s-au organizat o serie de activități destinate armonizării răspunsului în contextul asistenței internaționale acordate pe durata unui accident nuclear sau a unei urgențe radiologice. Reprezentarea RATEN ICN Pitești în cadrul activităților RANET din acest an a constat din participarea unui specialist din cadrul LRPMPC, la *Seminarul pentru implementarea recomandărilor privind armonizarea răspunsului și a capacităților de asistență*, care s-a desfășurat în perioada 16 – 20 octombrie 2017, la sediul IAEA, din Viena. Activitatea menționată s-a desfășurat în legătură cu implementarea recomandărilor formulate în publicația recentă a IAEA: „Guidelines on the harmonization of response and assistance capabilities for a nuclear or radiological emergency”.

- Instruire pentru bursierul IAEA de la Nigeria Atomic Energy Commission (NAEC), 16 iunie-7 iulie 2017, în domeniul Siguranței Reactorilor de Cercetare în cadrul unui proiect de cooperare tehnică cu IAEA intitulat “Supporting Planning and Development of Research Reactor for Multipurpose Applications”;
- Participarea la cursuri, workshopuri, instruirii tehnice.

Alte colaborări

❖ CEA Franța

- În vederea reluării relațiilor de colaborare dintre RATEN și CEA, au fost identificate tematicile de interes comun și agreeate formele de cooperare din cadrul noului acord. Semnarea oficială a Acordului va fi însoțită de organizarea unui seminar dedicat reactorilor de cercetare și programului ICERP al IAEA.

❖ **NEA / OECD Franța**

- În acest an România a fost admisă în rândul membrilor NEA/OECD cu drepturi depline și și-a desemnat reprezentanții în cadrul grupurilor de experți, o parte importantă dintre ei provenind din RATEN ICN. RATEN a fost reprezentat la grupul nou creat Advanced Reactor Systems and Future Energy Market Needs - ARFEM ce vizează realizarea unui studiu care să investigheze cerințele viitoarelor piețe de energie, precum și potențialul sistemelor nucleare avansate în contextul acestor piețe. RATEN ICN și-a adus de asemenea contribuția la activitatea Grupului de experți în fiabilitate și risc (WGRISK) dedicată îmbunătățirii studiilor PSA.

❖ **DoE SUA**

- Discuțiile purtate cu oficialii americani cu ocazia vizitei de lucru din cadrul programului „International Visitors Leadership Program (IVLP) on Demand” au aratat că:
- există un interes major al DoE pentru sistemele inovative de Generație IV și pentru reactorii modulari mici (SMR); colaborarea în domeniul Gen IV trebuie însă să vizeze aspecte practice de interes comun, precum studii de eficiență economică ale SMR în contextul piețelor existente, obținerea autorizării SMR, transportabilitatea și aspecte de securitate nucleară;
- DoE sprijină cercetările în domeniul deșeurilor radioactive, dar o colaborare cu România trebuie să treacă dincolo de interesul unilateral pentru tehnologia CANDU, fiind necesară realizarea unui avantaj reciproc din colaborare;
- RATEN ICN participă la realizarea proiectului EURATOM - US INERI: „LFR in Regional Energy Markets: Safety, Sustainability, and Economic Assessment” prin evaluarea potențialului reactoarelor SMR în contextul actual al pieței de energie din România și cu identificarea aspectelor specifice procesului de autorizare al SMR.

❖ **CANDU ENERGY – Canada**

- În colaborare cu CANDU Energy, în RATEN au continuat activitățile dedicate creșterii capabilităților de experimentare, analiză și expertiză a probelor de tub de presiune CANDU, aliaj Zr-2.5%Nb, în vederea efectuării unor lucrări de profil pe tuburi de presiune înlocuite la CNE Cernavodă în conformitate cu specificațiile ASTM și cele din procedurile canadiene. Activitățile vizează determinarea concentrației de hidrogen, prin calorimetrie cu scanare diferențială, în tuburile de presiune CANDU, precum și procedurarea testelor mecanice pe probe tip CT prelevate din tub de presiune CANDU. În acest an, au fost realizate măsurători preliminare privind stabilitatea aparatului și reproductibilitatea măsurărilor și a fost elaborată tehnologia de obținere în LEPI a eșantioanelor și epruvetelor din tub de presiune iradiat, utilizând mașina de frezat cu comandă numerică Dyna DM 1007.
- Reprezentanții RATEN ICN au participat la a 14-a întâlnire a Comitetului Tehnic (TCM) COG/IAEA cu privire la Schimbul de Experiență în Siguranța Operațională a reactoarelor PHWR găzduită de Nucleoelectrica Argentina S.A (NA-SA) în Cordoba, Argentina.

❖ **IUCN Dubna (Protocol nr. 4422-4-15-17)**

- În anul 2017 au fost desfășurate activități în cadrul proiectului științific “Neutron imaging and neutron diffraction research for industrial model objects”. O țevă din oțel inoxidabil austenitic 304 L, Φ 38 mm x 2.9 mm și 50 mm înălțime, a fost preparată la RATEN ICN și studiată prin difracție de neutroni la IUCN Dubna. Obiectul s-a investigat la difractometrul FSD de la reactorul nuclear de cercetare IBR-2 prin scanare longitudinală peste cele două tipuri de sudură cu un fascicul de neutroni cu secțiunea de 2x2 mm.
- Prin imagistică cu neutroni a fost investigat un capacitor electrolitic Philips 2200 μ F, 63 V, de 61,1 mm înălțime și 35,6 mm în diametru, atât la IUCN Dubna cât și la RATEN ICN. Nu a fost pusă în evidență structura internă a ansamblului electrolit-folie aluminiu la IUCN Dubna, doar structura de ansamblu cu bună rezoluție geometrică și contrast. La RATEN ICN, prin utilizarea simultană a neutronilor și radiațiilor gamma, s-a vizualizat și canalul din interiorul ansamblului electrolit-folie aluminiu, demonstrând avantajul utilizării ambelor tipuri de radiații penetrante pentru materiale puternic absorbante de neutroni termici sau de radiații gamma.

MANIFESTĂRI ȘI EVENIMENTE ȘTIINȚIFICE ORGANIZATE DE RATEN ICN

În anul 2017, au fost organizate o serie de *evenimente și manifestări științifice* la care au participat specialiști din țară și din străinătate.

NUCLEAR 2017



Evenimentul principal găzduit de RATEN ICN, în perioada 24-26 mai 2017, a fost cea de a 10-a Conferință Anuală Internațională "Nuclear 2017", *Dezvoltare sustenabilă prin cercetare și educație*, organizată de RATEN ICN sub auspiciile Academiei României, în cooperare cu Universitatea din Pitești și Academia Oamenilor de Știință.

Manifestarea a reunit reprezentanți din țară și străinătate, specialiști din domeniul nuclear, implicați în activități de cercetare-dezvoltare, industrie, factori de decizie, cadre didactice universitare și din instituțiile liceale, pentru a disemina principalele rezultate obținute în domeniul Securității Nucleare, Reactorilor de Cercetare, Materialelor și Tehnologiilor Nucleare, Managementului Deșeurilor și Radioprotecție, Transferului Cunoașterii, Educației și Training-ului. O importanță deosebită s-a acordat reactorilor de Generație IV și depozitării geologice, două priorități ale energiei nucleare din România. Au fost prezentate 151 lucrări, din care: 12 lucrări în două Sesiuni Plenare, 50 lucrări în șase Sesiuni Orale, 89 lucrări în Sesiunile Postere și 4 expozate.

Prezenți la Nuclear 2017, reprezentanți ai administrației locale și naționale au afirmat sprijinul politic și administrativ pentru sectorul nuclear și cercetarea nucleară din România. Un mesaj deosebit de important de susținere a construcției în România a demonstratorului ALFRED a venit din partea Primului ministru Sorin Grindeanu. În urma vizitei efectuate pe platformă primul ministru a afirmat că: "Guvernul va oferi sprijin tuturor tehnologiilor producătoare de energie electrică sustenabilă. Am avut mai multe discuții cu domnul ministru Șerban Valeca și în cel mai scurt timp posibil vrem să demarăm investițiile de la Unitățile 3 și 4 de la Cernavodă, unde institutul poate livra echipamente, servicii, asistență tehnică de montaj, ca și la Unitățile 1 și 2. Independența energetică este scopul pe care țara noastră îl urmărește".

În vederea extinderii parteneriatului dedicat proiectului ALFRED în domeniul cercetării, mediului academic și industriei nucleare românești, cu ocazia conferinței NUCLEAR 2017 de la ICN Pitești, la data de 24 mai 2017, s-au semnat, în prezența domnilor Sorin Grindeanu, primul ministru al Guvernului României, Șerban Valeca, ministrul cercetării și inovării și Robert Tudorache, secretar de stat din Ministerul Energiei, două documente de importanță esențială pentru proiect:

(I) Acordul de cooperare în domeniul cercetării și educației pentru sisteme nucleare avansate (CESINA) între Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN ICN), Universitatea din Pitești (UPIT), Universitatea Politehnică București (UPB), Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară 'Horia Hulubei' (IFIN - HH), Institutul de Prognoza Economică INCE — Academia Română (IPE) și Universitatea Constantin Brâncoveanu, Pitești (UCBP) și

(II) Memorandumul de Înțelegere (Moi) între Parteneriatul pentru Cercetare și Educație pentru Sisteme Nucleare Avansate (CESINA) și Asociația 'Forumul Atomic Român' (ROMATOM), care a fost semnat de către domnii Dr. Constantin Păunoiu, director general ICN Pitești, reprezentând parteneriatul CESINA și Dr. Teodor Chirică, președinte de onoare ROMATOM.

Secțiunile Conferinței au vizat teme legate de:

- ♦ Politici, strategii și parteneriate internaționale;
- ♦ Managementul deșeurilor radioactive;
- ♦ Educație, training și transferul cunoașterii;
- ♦ Reactor Nucleari, securitate nucleară și accidente severe;
- ♦ Tehnologii și materiale nucleare;
- ♦ Radioprotecție, protecția aerului, solului și mediului.

Manifestarea s-a bucurat de prezența a 312 participanți, 242 din țară și străinătate și 70 specialiști din RATEN.

Afilierarea participanților a fost următoarea:

Participanți	Afilierarea
Țară și străinătate 242	Organisme Internaționale: SCK-CEN, CVRez, ENEA, ELI-NP, CRS4, CEA, Institute of Nuclear Chemistry, National Scientific Centre Kharkov Institute of Physics and Technology Scientific and Technical Complex "Nuclear Fuel Cycle", Center of Reactor Core Design – Ucraina, Technical University in Prague, Slovak University of Technology in Bratislava, University of Manchester, COG, JIS, AECOM, Euroopportunities, ANSALDO, AREVA, DG Research, JRC, ETSON, ENEN, Nuclear departement of the French Embassy.
	Instituții naționale: Guvernul Romaniei, MCI, ME, MFP, Institutia Prefectului, Consiliul Judetean, Primaria municipiului Pitesti, Primaria orasului Mioveni, AJOFM, Administratia Bazinala Arges-Vedea, CNR-CME, AOAA, Academia Romana, CNCAN, ANDR, IFIN-HH, ICSI rm. Valcea, IFA, Institutul National de Fizica Materialelor, UPIT, UPB, Univ. Constantin Brancoveanu, Liceul Teoretic Iulia Zamfirescu – Mioveni, SNN, FCN, CNE, ENERGONUCLEAR, COMPCONTROL, ROSEAL, Marsh, BT, SARTOROM, QUANTECH, TITAN ECHIPAMENTE, AMEC, MATEFIN, WALTER TOSTO WTB, CANBERRA.
	Media: Birourile de presă ale instituțiilor statului, <i>Agerpres</i> , <i>Mediafax</i> , <i>RRA</i> , <i>Romania Pres</i> , <i>Argeseni.ro</i> , <i>Absolut TV</i> , <i>Jurnalul de Argeș</i> , <i>News.ro</i> , <i>TVR</i> , <i>Argeș Press</i> , <i>Antena 1</i> , <i>Antena 3</i> , <i>DIGI 24</i> , <i>Argeș TV</i> , <i>Ancheta</i> .
RATEN 70	RATEN AP, RATEN ICN, RATEN CITON
TOTAL = 312 participanți	

Pe durata Conferinței au avut loc următoarele evenimente:

- ❖ Masa Rotundă: "ALFRED: Oportunități pentru industrie" cu participarea specialiștilor de la ROMATOM și a firmelor din industria non-nucleară;
- ❖ Sesiunea poster de prezentare a lucrărilor de licență și masterat realizate de către studenții Universității din Pitești în cadrul parteneriatului cu RATEN ICN, cu premiera celor mai bune 3 lucrări (Locul I: Cristina Dobrinioiu, "Safety

Analysis of Postulated Accidents at Loop – A TRIGA Irradiation Device using SCDAP/RELAP5”; Locul II: Cristian Petreanu, “Burning Thorium-Based Nuclear Fuels in CANDU Reactors – a Way to the Improvement of Burnup and Nuclear Safety; Locul III: Adriana Brumar, “A Comparison of Some Performances of the Nitride and Oxide Natural Uranium Fuels in CANDU Type Reactors”);

- ❖ Premierea celor mai bune 3 lucrări ale tinerilor cercetători din țară și străinătate (Locul I: Filip Osusky, “Definition of the Thermal-hydraulic Model of the Gas-cooled Fast Reactor”; Locul II: Alexandru Nițu, “Overview on the RATEN ICN Achievements on the Mechanical Testing in Liquid Lead”; Locul III: Ionuț Florea, “Effect of Various Environment on Mechanical Strength of Mortars”);
- ❖ Vizita reactorului TRIGA, a Laboratorului de Examinare Post-Iradieră și a Statiei de Tratare a Deșeurilor radioactive din cadrul RATEN ICN;
- ❖ Vizita infrastructurii “Extreme Light Infrastructure” (ELI), Măgurele, jud. Ilfov.

Tot în cursul anului 2017 RATEN ICN a mai organizat / participat la următoarele evenimente științifice:

- ♦ RER2013/002 - Regional Training Course on Evaluation of Cost-Effective Energy Technologies, including Nuclear Power, as Nationally Determined Contributions to Climate Change Mitigation (13-24 Martie 2017, Pitești);



- ♦ Ședința tehnică de lucru în cadrul proiectului FP7 MAXSIMA, 25 – 27 mai;
- ♦ Participarea RATEN ICN la “Bursa Națională a Invențiilor Românești”, 20 iunie 2017, Palatul Parlamentului - București;



- ♦ Cursul național de pregătire cu tema "Evaluarea periodică a securității nucleare - standarde și bune practici - inclusiv pentru reactoarele de cercetare", 10 – 14 iulie 2017 (organizat de CNCAN, găzduit de RATEN ICN)



- ♦ Salonul Cercetării Românești "CONCEPUT ÎN ROMÂNIA", 25 – 27 octombrie 2017, Palatul Parlamentului - București;



Specialiștii din RATEN și RATEN ICN au participat la buna desfășurare a unor vizite pentru promovarea activității din RATEN, a capacității și competenței de a iniția noi colaborări, pentru dezvoltarea de programe de studiu și activități de cercetare în domeniul energiei și tehnologiilor nucleare, cu instituții din domeniu sau cu universități din țară și străine, pentru pregătirea tinerilor absolvenți, astfel:

Vizite de documentare

- ♦ Vizită de documentare în domeniul cercetării nucleare, Ambasada Franței, Serviciul Nuclear regional al Ambasadei Franței la Ankara, 24 ianuarie 2017;
- ♦ Vizită de documentare în domeniul cercetării nucleare, Universitatea Mansoura Egipt, Universitatea din Pitești, 18 mai 2017;
- ♦ Vizită de documentare în domeniul cercetării nucleare, Liceul Teoretic „Iulia Zamfirescu”, Școala „Liviu Rebreanu”, Școala „George Topârceanu”, 19 mai 2017 (foto 1);
- ♦ Vizită de documentare în domeniul cercetării nucleare, Colegiul Național „Dinicu Golescu” (CNDG) Câmpulung Muscel, 31 octombrie 2017;
- ♦ Vizită de documentare în cadrul unui program de masterat al Universității Cambridge din Marea Britanie, 4-5 decembrie 2017 (foto 2).



Vizite de informare

- ♦ Vizită de informare în domeniul cercetării nucleare, Nuclear Decommissioning Authority, Marea Britanie, 14 februarie 2018 (foto 1);
- ♦ Vizită de informare în domeniul cercetării nucleare, Universitatea di Corsica Pasquale Paoli, Franța, Ambasada Franței în România și Institutul Francez din România, 31 martie 2017 (foto 2);
- ♦ Vizită de informare pentru stabilirea unor posibilități de colaborare, National Science Foundation, SUA și Ambasada Statelor Unite la București, 25 octombrie 2017



Vizite oficiale

- ♦ *Vizită Oficială de lucru, NEA – OECD, ANDR, CNCAN, 29 august 2018*



Vizite tehnice

- *Vizită tehnică în cadrul unui program de doctorat al Imperial College London din Marea Britanie și participare la lucrări experimentale în Reactorul TRIGA și Laboratorul de Examinări Post Iradiere, 13-14 iunie 2017 (foto 1);*
- *Vizită tehnică de informare în domeniul cercetării nucleare AREN-Austrian Young Generation, 12 octombrie 2017 (foto 2);*



Vizite științifice

- *Vizită științifică în domeniul Siguranței Reactorilor de Cercetare în cadrul programului de cooperare tehnică IAEA, Nigeria, 16 iunie – 7 iulie 2017;*
- *Vizită științifică în cadrul Simpozionului Internațional pentru Energie Nucleară SIEN 2017, 4 octombrie 2017;*
- *Vizită cu caracter științific general, Universitatea Mansoura, Egipt și UPIT, 22 noiembrie 2017.*

În anul 2017 platforma nucleară Mioveni a fost vizitată de 199 specialiști din străinătate și 245 de vizitatori din România.

În cadrul acțiunilor de promovare a imaginii RATEN ICN, au fost organizate conferințe, seminarii și vizite în institut la care au participat un număr de 108 profesori, studenți și elevi de la facultăți tehnice și licee din țară și un număr de 137 vizitatori din străinătate în cadrul vizitelor științifice sau de documentare.

Diseminarea rezultatelor cercetării și transferul cunoașterii

În ceea ce privește diseminarea activității de CDIT din RATEN ICN aceasta s-a realizat prin:

- ◆ Publicarea în Proceedings-ul Conferinței Nuclear 2017 (ISSN 2066-2955) a 64 lucrări, elaborate de RATEN ICN și prezentate cu prilejul acestei manifestări (2 lucrări invitate la sesiunea plenară, 12 la secțiunile orale și 50 postere). Lucrările vor fi indexate în baza de date INIS a Agenției de la Viena iar cele mai valoroase vor fi publicate în revista RATEN ICN, Journal of Nuclear Research and Development.
- ◆ Publicarea de către RATEN ICN a următoarelor lucrări:
 - 9 lucrări științifice/tehnice cotate sau indexate de Institutul Internațional de Statistică (ISI);
 - 91 lucrări științifice/tehnice indexate în baze de date internaționale;
 - 18 lucrări științifice/tehnice în reviste, altele decât cele cotate sau indexate;
 - 62 comunicări științifice prezentate la conferințe cu participare internațională;
 - 3 cărți de specialitate sau capitole de carte publicată;
 - 1 brevet emis în 2017;
 - 2 cereri de brevete depuse la OSIM.
- ◆ RATEN ICN Pitești a editat numerele 13 și 14 ale revistei Journal of Nuclear Research and Development, ISSN 2247-191X; ISSN-L 2247-191X.

În domeniul transferului cunoașterii, cercetătorii și specialiștii din RATEN ICN, în calitate de coordonatori sau mentori, au asigurat la nivel național coordonarea absolvenților de învățământ superior, pentru finalizarea lucrărilor de licență și disertație și a doctoranzilor pentru finalizarea tezelor de doctorat.

În 2017, 24 studenți de la Universitatea Politehnică București (UPB) și Universitatea din Pitești (UPIT), au realizat lucrările de absolvire a studiilor universitare sau și-au definitivat stagiile de practică, în următoarele domenii de interes:

- Ingineria Mediului;
- Materiale si Tehnologii Nucleare;
- Electromecanică;
- Electronica Aplicată;
- Inginerie Economică;
- Inginerie Nucleară.

Și în anul 2017, grupuri de masteranzi și doctoranzi de la Imperial College London și Cambridge University din Marea Britanie au efectuat vizite de documentare în cadrul programelor de masterat și de doctorat la instalațiile nucleare de la Mioveni: Reactorul TRIGA, Laboratorul de Examinare Post-Iradieră și Departamentul de Fizica Reactorilor, Performanțe Combustibil și Securitate Nucleară. Studenții au participat la o serie de activități teoretice și experimentale, care au abordat subiecte specifice reactoarelor de cercetare și examinării post-iradiere. Lucrările s-au desfășurat la Reactorul TRIGA, Laboratorul de Examinare Post-Iradieră, LEPI, și la Laboratorul de spectrometrie gamma. S-a urmărit familiarizarea studenților cu aparatura specifică domeniului nuclear, însușirea metodelor de lucru, prelucrarea și interpretarea datelor, asimilarea tehnicilor experimentale, inclusiv participarea la desfășurarea unui experiment pulsant la reactorul TRIGA-ACPR, cu explicarea și urmărirea etapelor tehnice de realizare.

RATEN ICN este implicat și în acțiuni privind pregătirea unor bursieri străini. Astfel, în cadrul colaborării cu IAEA, în 2017 RATEN ICN a asigurat pregătirea bursierului de la:

- ◆ Nigeria Atomic Energy Commission (NAEC), Nigeria, în cadrul proiectului IAEA - "Supporting Planning and Development of Research Reactor for Multipurpose Applications (NIR/1/001): ADEDOYIN Oluwaseun William în perioada 16 iunie – 7 iulie 2017.

Reprezentarea RATEN ICN la manifestări științifice, evenimente naționale și internaționale

Referitor la participarea specialiștilor RATEN ICN la evenimente și manifestările organizate la nivel național trebuie amintite:

- ◆ International Symposium for Nuclear Energy (SIEN 2017), București, 1 – 4 octombrie 2018. Ediția din acest an a fost organizată într-un context european și național favorabil, marcat de evoluții în ceea ce privește dezvoltarea programelor nucleare și de cercetare și inovare atât în statele membre cât și în România, în contextul dezvoltării unor proiecte nucleare naționale de anvergură: re tehnologizarea Unității 1 CNE Cernavodă – cel mai mare proiect energetic din sistemul energetic național, Proiectul Unităților 3 și 4 CNE Cernavodă, proiectul laserului ELI-NP și al demonstratorului de generație IV răcit cu plumb – ALFRED.
- ◆ The 8th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM 2017), București, 19 – 21 octombrie 2017. Tema centrală a conferinței a fost „Energy Saved Today is Asset for Future”.
- ◆ The 9th International Conference on Electronics Computers and Artificial Intelligence (ECAI 2017), Tîrgoviște, 29 iunie - 01 iulie 2017;
- ◆ Cea de-a VIII-a ediție a workshop-ului național cu participare internațională “Managementul Tritiului”, organizat sub egida Ministerului Cercetării și Inovării, având ca principal obiectiv prezentarea celor mai noi realizări științifice în domeniul energiei nucleare, ICSI Rm. Vâlcea, 8 septembrie 2017;
- ◆ Simpozionul „Chimie și dezvoltare”, Pitești, 26 mai 2017;
- ◆ Conferința proiectului SUPERMAT “The Virtual Center for Integration and Innovative Synthesis and Processing Methods for Sustainable Advanced materials Operating under Extreme Conditions”, București, 15-16 noiembrie 2017;
- ◆ Conferința “Energia nucleară - sigură, sustenabilă și competitivă în România” organizată de CMR-CME și UPB, 9 noiembrie 2017;
- ◆ Workshop on Energy for Sustainable Science, București, 23-24 noiembrie 2017;
- ◆ The 5th International Conference on Powder Metallurgy & Advanced Materials, Cluj Napoca, 17-20 septembrie 2017;
- ◆ A XVII-a Conferință internațională multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”, Sebeș – Alba, 2-3 iunie 2017;
- ◆ RER2013/002 - Regional Training Course on Evaluation of Cost-Effective Energy Technologies, including Nuclear Power, as Nationally Determined Contributions to Climate Change Mitigation, Pitești, 13 - 24 Martie 2017;
- ◆ Cursul național de pregătire cu tema "Evaluarea periodică a securității nucleare - standarde și bune practici - inclusiv pentru reactoarele de cercetare", Mioveni, 10 – 14 iulie 2017;
- ◆ Seminarul național cu tema “Analize și evaluări de Securitate nucleară – abordări actuale cu privire la evaluarea condițiilor de extindere a bazelor de proiectare”, București, 22 –24 noiembrie 2017.

În anul 2017 specialiștii RATEN ICN au participat la 84 de evenimente internaționale, misiunile salariaților RATEN ICN evidențiind următoarele priorități:

I. Participarea la manifestările sub egida CE în cadrul Proiectelor aflate în derulare și a celor viitoare:

- a. ședințe de lucru și întâlniri anuale ale Proiectelor europene contractate cu CE în cadrul Programului EURATOM FP-7, H2020, pentru prezentarea și raportarea stadiului lucrărilor angajate, definitivarea responsabilităților viitoare corelate obiectivelor proiectelor;
- b. activități în cadrul Rețelelor și Platformelor tehnologice: Depozitare geologică IGD-TP, Alianța europeană de cercetare EERA, Asociația europeană NUGENIA dedicată reactorilor de generație III și III+;

- c. întâlniri în cadrul Consorțiului FALCON;
- d. susținerea activităților și promovarea demonstratorului ALFRED;
- e. consolidarea și promovarea activităților din RATEN ICN pentru lansarea de noi proiecte în cadrul Programului Horizon 2020.

II. Participările la acțiunile organizate de IAEA privind:

- a. proiectele de cercetare coordonată, CRP;
- b. ședințele grupurilor tehnice și a celor de lucru;
- c. întâlnirile consultative în calitate de experți, membri în Grupurile de lucru, observatori.

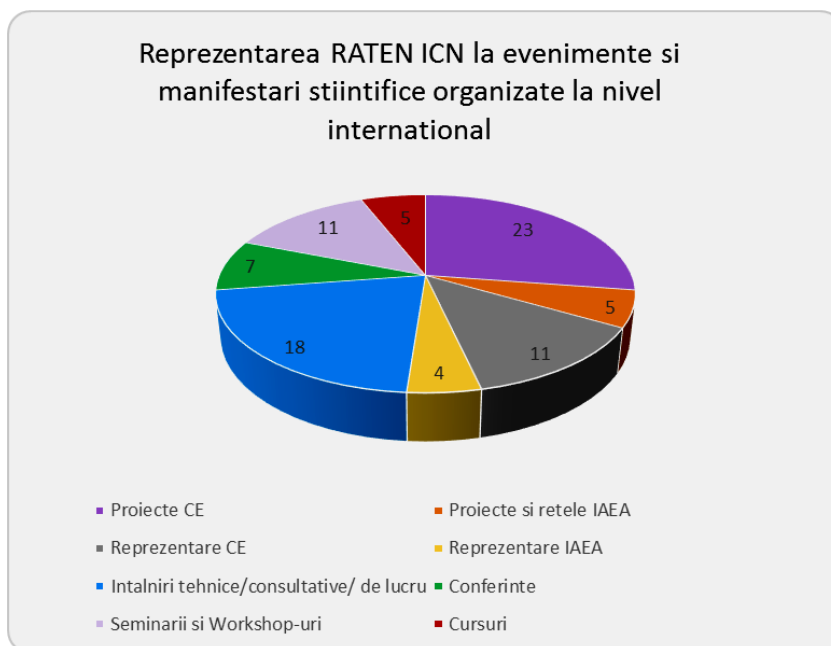
III. Reprezentarea RATEN ICN la Conferința Generală IAEA Viena;

IV. Participările la seminarii, workshop-uri, întâlniri tehnice, vizite de lucru. Aceste acțiuni au contribuit la perfecționarea profesională a personalului, la armonizarea cunoștințelor cu acelea pe plan internațional, cunoașterea și însușirea noilor practici și tehnologii din domeniul de activitate;

V. Participările la conferințe, acțiuni prin care s-au diseminat rezultatele de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică din RATEN ICN la nivel internațional, delegații susținând lucrări de specialitate;

VI. Participarea la acțiunile de formare profesională (burse, training-uri, mobilități).

Diagrama următoare evidențiază ponderea participărilor în străinătate a delegațiilor RATEN ICN.



SITUAȚIA ECONOMICĂ ȘI FINANCIARĂ

Activitatea principală a RATEN ICN, de cercetare-dezvoltare, aplicații și inginerie tehnologică, aferente suportului tehnic național și cooperării internaționale, finanțată conform OUG 144/1999, este desfășurată în cadrul Programului Anual de Cercetare RATEN, privind *Dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energia nucleară*.

În detaliu, defalcarea cheltuielilor Programului Anual de Cercetare RATEN ICN 2017 este următoarea:

Program	Denumire	Executant	Lucrări programate		Lucrări realizate		Lucrări decontate	
			Nr.	Valoare (lei)	Nr.	Valoare (lei)	Nr.	Valoare (lei)
1	Securitate nucleară	RATEN ICN	35	4,090,308.00	31	3,691,000.00	31	3,691,000.00
2	Canal de combustibil	RATEN ICN	20	1,727,872.00	17	1,601,000.00	17	1,601,000.00
3	Combustibili nucleari	RATEN ICN	31	4,071,924.00	27	3,278,474.00	27	3,278,000.00
4	Sistem de manevrare combustibil	RATEN ICN	14	2,173,956.00	12	1,739,532.36	12	1,675,000.00
5	Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară	RATEN ICN	41	7,650,100.00	36	6,287,599.15	36	6,278,000.00
6	Protecția mediului	RATEN ICN	38	4,271,124.00	30	3,191,020.43	30	3,112,000.00
7	Generator de abur	RATEN ICN	19	2,144,680.00	17	1,734,562.56	17	1,711,000.00
8	Sisteme de proces și echipamente	RATEN ICN	21	2,451,272.00	18	1,773,411.31	18	1,737,000.00
9	Chimie circuite	RATEN ICN	16	1,572,256.00	14	1,266,108.04	14	1,246,000.00
10	Instrumentație și control	RATEN ICN	27	3,932,106.00	24	3,293,519.89	24	3,232,000.00
11	Analize de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare a CNE	RATEN ICN	18	3,352,127.00	16	2,673,899.30	16	2,630,000.00
12	Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil	RATEN ICN	28	3,957,747.00	23	3,181,920.48	23	3,060,000.00
13	Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN	RATEN ICN	60	22,950,849.00	53	19,677,752.40	53	18,950,000.00
14	Tehnologii de iradiere și radioizotopi	RATEN ICN	11	1,620,688.00	9	1,383,398.41	9	1,381,000.00
15	Informatizare activități nucleare	RATEN ICN	7	772,387.00	6	643,196.46	6	640,000.00
16	Apă grea și tritii	RATEN ICN	3	412,892.00	2	245,004.25	2	245,000.00
17	Aplicații ale tehnicilor nucleare	RATEN ICN	9	1,180,784.00	7	865,000.00	7	865,000.00
18	Suport pentru cooperarea internațională	RATEN ICN	17	1,972,928.00	16	929,676.44	16	893,000.00
TOTAL RATEN ICN PITEȘTI			415	70,306,000.00	358	57,456,075.48	358	56,225,000.00

Activitatea de cercetare a fost completată cu prestarea de servicii în cadrul unor contracte și comenzi economice, în conformitate cu obiectul de activitate și competențele RATEN ICN.

Din ianuarie 2017, RATEN ICN Pitești este singurul producător de surse închise de radiații nucleare și radioizotopi cu aplicații în industrie, agricultură și medicină din România.

RATEN ICN asigură în totalitate piața din România având aproximativ 100 de beneficiari. De asemenea, RATEN ICN Pitești este singura instituție autorizată pentru verificarea și întreținerea instalațiilor de radiografie industrială tip SENTINEL, SENTRY pentru surse închise de Se-75, Ir-192, Co-60 și Yb-169.

În 2017 RATEN ICN Pitești a avut în derulare contracte de prestări servicii în domeniul energiei nucleare și serviciilor de proiectare încheiate cu SNN-FCN Pitești, cu SNN-CNE Cernavodă și cu alți clienți interni și externi, după cum urmează:

- Contracte încheiate cu SNN-FCN Pitești pentru servicii de tratare a deșeurilor solide provenite din activitățile desfășurate;
- Contract privind servicii de verificare a etanșetății subansamblor HFD/VDF prin metoda spectroscopiei de masă (He) de la CNE Cernavodă;
- Contract încheiat cu Sandia Corporation SUA și RATEN ICN Pitești privind asigurarea demontarea, ambalarea și transportul la RATEN ICN a mai multor unități de teleterapie localizate în locații diferite din România;
- Contracte încheiate cu Uniunea Europeană pe programele dedicate energiei nucleare FP7, H 2020;
- Contracte ce au ca obiect serviciile de preluare deșeurii radioactive aflate sub control de garanții nucleare;
- Contracte/comenzi cu diverși clienți interni ce au ca obiect livrarea de surse închise de Ir 192;
- Contracte/comenzi cu diverși clienți interni ce au ca obiect verificarea instalațiilor de gamagrafiere SENTINEL;
- Contracte privind serviciile de etalonare metrologică debitmetre;
- Contracte de servicii prestate pentru pregătirea / instruirea masteranzilor, bursierilor (University of Cambridge, Bursier Nigeria, Imperial College London).

Principalii beneficiari ai acestor servicii și produse, în 2017, au fost:

- Societatea Națională Nuclearelectrică, CNE Cernavodă, Fabrica de Combustibil Nuclear Pitești, Agenția Națională și pentru Deșeurii Radioactive, ICSI Râmnicu Vâlcea, INFLPR Măgurele, S.C. REMAT SA Călărași, ICCO Medical Brașov, Imperial College London, University of Cambridge, SANDIA National Laboratories, SE Turceni, SC TITAN Echipamente Nucleare București (TEN), SC SAEM ENERGOMONTAJ SA București, SC WALTER TOSTO WTB SRL București, SC SANEX SA Craiova, DSP Dolj, UM 02433 București, Trustul de instalații Montaj și Construcții SA, etc.

Piața și clienții		Procent din venitul total
1. Principalele colaborări pe piața externă	Sandia SUA	19.49%
	SCK-CEN Mol Belgia, ctr. 3554 MAXSIMA	4.45%
	Institute de Radioprotection et Surete Nucleaire Franta, ctr. 3584 ASAMPSPA	1.64%
	Institute de Radioprotection et Surete Nucleaire Franta, ctr. 3693 FASTNET	1.01%
	IAEA Viena	0.74%
	VTT Finlanda, ctr. 3686 NUGENIA	0.39%
	Alții	0.08%
2. Principalii clienți pe piața internă	SNN – FCN Pitești	49.11%
	SNN – CNE Cernavodă	1.60%
	ANDR București	2.00%
	ICSI Vâlcea	0.46%
	NDT TESTINF Focșani	0.37%
	NUCLEAR NDT București	0.30%
	RAC Năvodari	0.66%
	Alții	17.71%

INDICATORI DE PERFORMANȚĂ. GRADUL DE REALIZARE

Realizarea indicatorilor de performanță

• *Indicatori Tehnico - Științifici*

	Indicator	Procent realizat
1	Numărul lucrărilor CDIT realizate și recepționate în cadrul Programului Anual de cercetare – dezvoltare RATEN ICN	100%
2	Numărul rapoartelor informative transmise la CNE-Cernavoda pentru asigurarea suportului tehnico-științific și susținerea tematicii de cercetare de interes în funcționarea centralei	100%
3	Numărul rapoartelor de stadiu transmise la Comisia Europeană în cadrul Programului EURATOM	100%
4	Numărul rapoartelor de stadiu transmise la IAEA Viena, în cadrul proiectelor tip CRP	100%
5	Numărul comenzilor / contractelor / serviciilor prestate de RATEN ICN	100%

Din analiza indicatorilor tehnico-științifici se pot concluziona următoarele:

- Au fost finalizate și recepționate 85% din numărul de lucrări de cercetare-dezvoltare, propuse și aprobate de Ministerul Energiei, în cadrul Programului Anual de cercetare-dezvoltare RATEN 2017, datorită lipsei de finanțare;
- Au fost respectate 100% angajamentele față de CNE-Cernavodă și organisme internaționale (IAEA Viena și Comisia Europeană);
- RATEN ICN și-a respectat toate angajamentele asumate pentru anul 2017 prin contractele de prestări servicii.

CONCLUZII

În 2017 activitățile RATEN ICN au fost concentrate pe operarea în condiții de siguranță și securitate nucleară a infrastructurii din dotare, cu respectarea normelor naționale, a acordurilor și tratatelor internaționale din domeniu precum și pe menținerea capacității și competenței de cercetare în domeniul energiei nucleare.

Astfel, se pot evidenția cele mai importante realizări:

- respectarea angajamentelor asumate în cadrul proiectelor naționale, europene și internaționale;
- predarea și recepția la termenele stabilite a lucrărilor de cercetare-dezvoltare, elaborate în cadrul Programului Anual de Cercetare RATEN 2017, privind dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energia nucleară;
- utilizarea infrastructurii din dotare și a competenței în domeniu pentru producerea de surse radioactive pentru uz medical/ industrial respectiv de dezafectare a celor ieșite din uz;
- consolidarea participării la cercetarea europeană și implicarea în proiecte majore (implementarea demonstratorului ALFRED în România);
- finalizarea la termen a serviciilor, contractelor și comenzilor angajate, cu respectarea cerințelor contractuale;
- creșterea vizibilității RATEN ICN, prin reprezentarea la acțiunile organizate la nivel național și internațional, la manifestări și evenimente științifice;
- implicarea activă în domeniul managementului și transferului cunoașterii în domeniul energiei nucleare;
- recunoașterea internațională a capacității RATEN ICN prin încheierea unui Acord tip PC (Practical Arrangement) între Agenția Internațională pentru Energie Atomică, IAEA Viena, și Institutul de Cercetări Nucleare, privind asigurarea suportului științific și tehnic al statelor membre în domeniul securității nucleare, prin susținerea și organizarea de cursuri în domeniul reactorilor nucleari.



REGIA AUTONOMĂ TEHNOLOGII PENTRU ENERGIA NUCLEARĂ
INSTITUTUL DE CERCETĂRI NUCLEARE

tel. +40 248 213 400; fax +40 248 262 449
CP 78, Pitești
Str. Câmpului, nr. 1, 115400, Mioveni, jud. Argeș
ROMÂNIA

<http://www.nuclear.ro>
e-mail: office@nuclear.ro