

MINISTERUL ENERGIEI



**REGIA AUTONOMĂ TEHNOLOGII
PENTRU ENERGIA NUCLEARĂ**

MINISTERUL ENERGIEI

RAPORT ANUAL 2021

APROBAT prin HCA – RATEN

Nr. 23 din 22 Iunie 2022

DIRECTOR GENERAL RATEN

Marian-Cătălin DUCU



DIRECTOR STRATEGIE și DEZVOLTARE RATEN

Alexandru TOMA



DIRECTOR ECONOMIC RATEN

Sorin APOSTOLICEANU



Document întocmit conform Anexei 6 la Memorandumul Ministerului pentru Consultare Publică și Dialog Civic
Creșterea transparenței și standardizarea afișării informațiilor de interes public.

Documentul a fost elaborat de RATEN, în baza informațiilor primite de la sucursalele RATEN ICN și RATEN CITON. Rapoartele Anuale ale celor două Sucursale sunt disponibile pe site-urile: www.nuclear.ro și www.citon.ro.

CUPRINS

DESPRE RATEN	1
Date de identificare.....	1
Structura organizatorică.....	2
Domenii de expertiză	2
Obiectul principal de activitate.....	3
Infrastructura.....	4
Resurse umane	5
OBIECTIVELE ȘI REALIZĂRILE RATEN ÎN 2021	8
Programe naționale de cercetare	8
Programul Anual de Cercetare-Dezvoltare RATEN	8
Programul Național de Cercetare-Dezvoltare-Inovare	21
Programul Operațional Competitivitate.....	22
Cooperare internațională	23
Cooperarea la nivelul Uniunii Europene	24
Colaborarea cu Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA).....	42
Colaborarea cu NEA/OECD	51
Acord de Colaborare Trilaterală (ACT) între Universitatea Mansoura (Egipt), Universitatea din Pitești (România) și RATEN ICN	57
Transferul cunoașterii și vizibilitate.....	57
Manifestări și evenimente științifice organizate de RATEN.....	57
Diseminarea rezultatelor cercetării și transferul cunoașterii.....	58
Reprezentarea RATEN la evenimente și manifestări științifice	65
SITUAȚIA ECONOMICĂ ȘI FINANCIARĂ	71
Piața și clienții	72
INDICATORI DE PERFORMANȚĂ. GRADUL DE REALIZARE	73
Realizarea indicatorilor de performanță	73
Identificarea și remedierea deficiențelor în 2020	74
CONCLUZII.....	76

DESPRE RATEN

Date de identificare

- Denumire: Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară
- Nr. de înmatriculare la Oficiul Registrului Comerțului: J3/1315/2013
- Codul unic de înregistrare (CUI): RO32306920
- Sediul social: Jud. Argeș, Localitatea Mioveni; Strada Câmpului Nr.1
- Cod Poștal: 115400;
- Tel: 0248-207031;
- Fax: 0248-207032;
- E-mail: office@raten.ro;
- Sectorul de activitate: CAEN 7219, CAEN 7112.

Statutul nostru

Regia Autonomă Tehnologii pentru Energia Nucleară (RATEN) s-a înființat la 1 octombrie 2013, prin OUG 54/2013, aprobată prin Legea 302/2013, ca urmare a divizării parțiale a Regiei Autonome pentru Activități Nucleare, Drobeta-Turnu Severin, în urma separării activităților de cercetare, dezvoltare, inginerie tehnologică și suport tehnic pentru energetica nucleară, desfășurate în fostele sucursale RAAN SCN și RAAN SITON. RATEN este persoana juridică română, aflată sub autoritatea Ministerului Energiei, care se organizează și funcționează ca regie de interes strategic, respectând regimul juridic al regiilor autonome, și în conformitate cu actele normative în vigoare, care guvernează activitatea de cercetare și dezvoltare în domeniul nuclear.

Misiune

Regia desfășoară activități suport pentru energetica nucleară, de menținere și dezvoltare a suportului științific și tehnologic pentru Programul Energetic Nuclear Național.

RATEN deține:

- **poziția de lider în domeniul cercetării dedicate energeticii nucleare în România;**
- **infrastructură de cercetare și testare unică în România și printre puținele de acest fel din lume;**
- **capitalul de cunoștințe specifice și experiență în domeniu;**
- **relații internaționale extinse.**

Structura organizatorică

RATEN este condusă de un Consiliu de Administrație (format din 7 membri) din care face parte Directorul General RATEN. Conducerea executivă este asigurată de RATEN Aparat Propriu (RATEN AP). Din structura RATEN fac parte două Sucursale. Conducerea Sucursalelor este asigurată de către un Comitet de Direcție condus de Directorul RATEN ICN, respectiv Directorul RATEN CITON.



RATEN ICN
Institutul de Cercetări Nucleare
Pitești
www.nuclear.ro



RATEN CITON
Centrul de Inginerie Tehnologică pentru
Obiective Nucleare București-Măgurele
www.citon.ro

Domenii de expertiză

RATEN ICN

- Fizica reactorilor, performanțe combustibil nuclear și securitate nucleară;
- Teste de iradiere, radioizotopi, examinare post-iradiere a materialelor și a combustibilului nuclear;
- Testarea materialelor nucleare în condiții termo-mecanice și de coroziune;
- Managementul deșeurilor radioactive;
- Teste și încercări de calificare pentru aparatură, componente și echipamente nucleare;
- Radioprotecție, protecția mediului;
- Proiectarea de echipamente nucleare;
- Dezvoltarea și aplicarea tehnologiilor nucleare în medicină, industrie sau agricultură.

RATEN CITON

- Proiectare, asistență tehnică și suport ingineresc pentru lucrări de construcții, instalații, punere în funcțiune, exploatare și întreținere, elaborare a documentației de autorizare și de securitate pentru centrale nucleare și alte obiective nucleare;
- Asistență tehnică în toate fazele implementării unui proiect, asistență tehnică permanentă pe șantier, conform cerințelor contractuale pentru lucrările ingineresti și de supraveghere a calității.

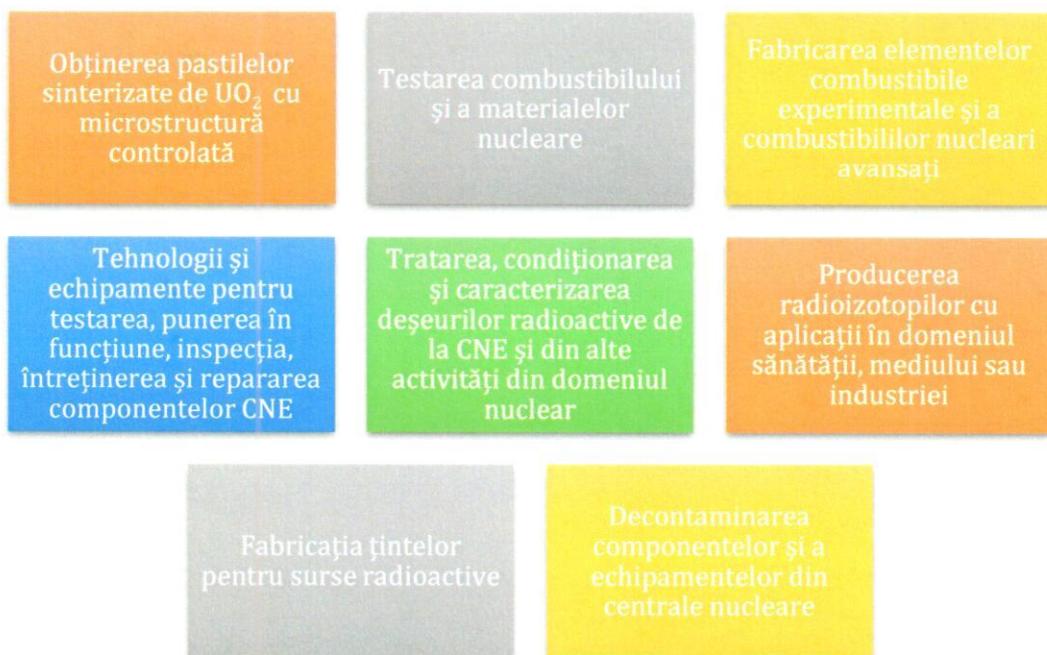
Obiectul principal de activitate

- Cercetare-dezvoltare în alte științe naturale și inginerie (cod CAEN 7219);
- activități de inginerie și consultanță tehnică legate de acestea (cod CAEN 7112).

Prin succursalele sale, RATEN se implică în:

- cercetarea științifică, proiectarea și ingineria tehnologică în domeniul energeticii nucleare;
- menținerea și dezvoltarea suportului științific și tehnologic pentru Programul Energetic Nuclear Național;
- dezvoltarea de tehnologii pentru asigurarea suportului științific și tehnic național în vederea funcționării în condiții de securitate nucleară a instalațiilor aferente domeniului, operarea în condiții de siguranță și competitivitate a Unităților 1 și 2 de la Cernavodă, finalizarea Unităților 3 și 4;
- dezvoltarea de tehnologii pentru noi tipuri de reactori nucleari energetici de generație IV;
- dezvoltarea de tehnologii pentru managementul combustibilului nuclear ars și al deșeurilor radioactive;
- producția de radioizotopi pentru medicină și industrie;
- operarea, dezvoltarea și utilizarea infrastructurii necesare pentru desfășurarea programelor de cercetare - dezvoltare;
- asigurarea suportului tehnico-științific, în calitate de organizație tehnică suport, pentru administrația publică centrală;
- educația și pregătirea specialiștilor în domeniu;
- cooperarea internațională susținută.

Tehnologii dezvoltate în RATEN ICN



Infrastructura

RATEN, prin RATEN ICN, deține o infrastructură caracterizată prin diversitate, performanță și fiabilitate, nivelul ridicat de securitate nucleară al instalațiilor aflate în exploatare fiind recunoscut de organizațiile naționale și internaționale, Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN) și Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA) Viena.

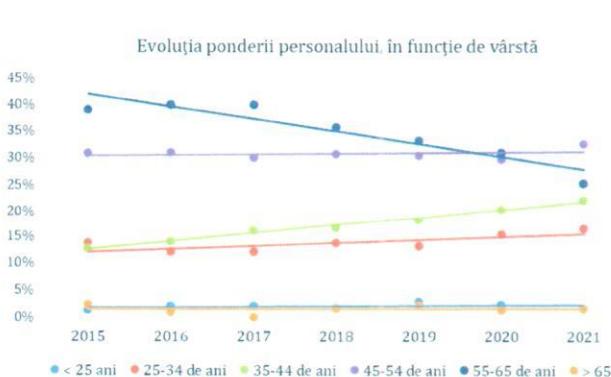
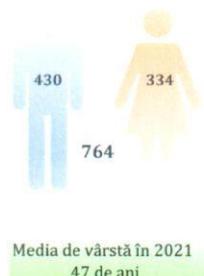


Resurse umane

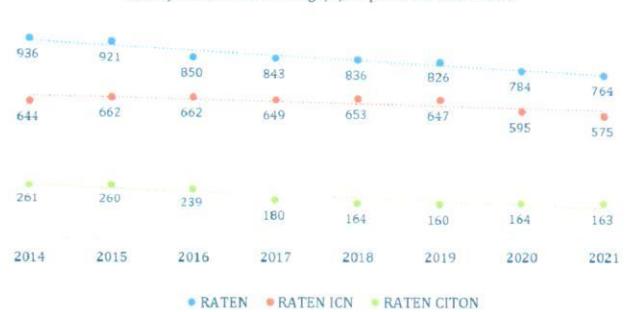
La sfârșitul anului 2021, în RATEN își desfășurau activitatea 764 de salariați, din care 75,4% la RATEN ICN, 21,3% la RATEN CITON și 3,3% la RATEN AP. Din totalul angajaților RATEN, 44% sunt femei care activează în domeniul cercetării sau domeniul administrativ.

Pentru anul trecut, media de vîrstă a salariaților a fost de 47 de ani. Ponderea cea mai mare este reprezentată de personalul cu vîrstă cuprinsă între 45 și 55 de ani, iar ponderea cea mai mică este dată de personalul cu vîrstă sub 25 de ani și de cel cu vîrstă peste 65 de ani. Se observă tendința crescătoare a ponderii personalului cu vîrstă cuprinsă între 25 și 54 de ani, în special după 2019, ca urmare a implementării strategiei de dezvoltare a resurselor umane. Pe de altă parte, datorită pensionării la limită de vîrstă, se observă scăderea pronunțată a ponderii personalului cu vîrstă cuprinsă între 55 și 65 de ani.

2021	%
Sub 25 de ani	1,7
Între 25 și 34 de ani	16,5
Între 35 și 44 de ani	22,1
Între 45 și 54 de ani	32,7
Între 55 și 64 de ani	25,4
Peste 65 de ani	1,7

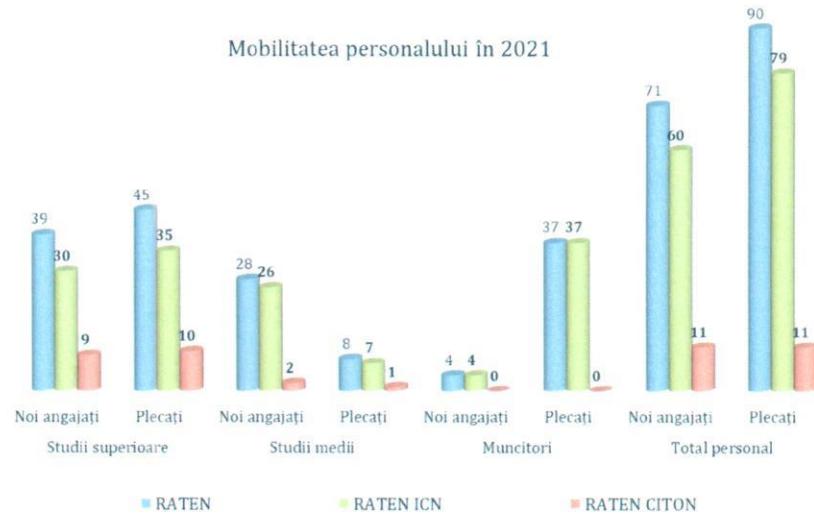


Evoluția numărului de angajați în perioada 2014-2021

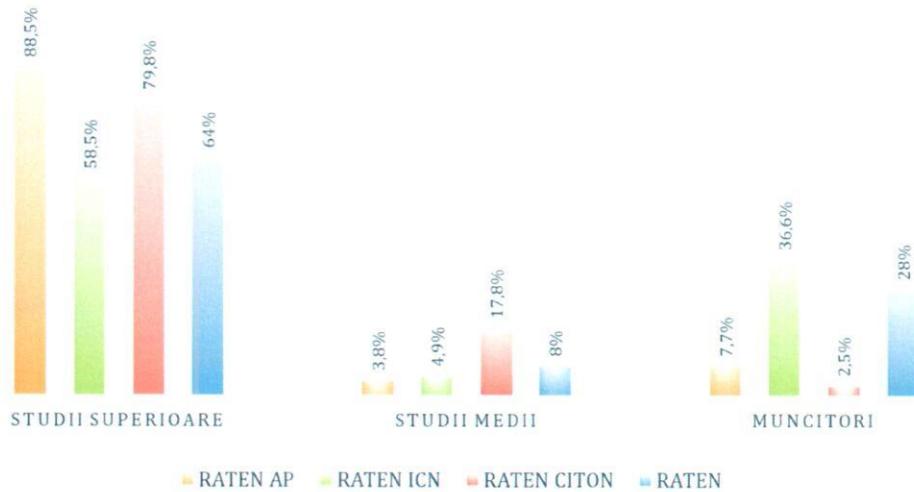


Se observă o tendință de scădere a numărului de angajați, încă de la înființarea RATEN. Cauzele principale sunt deficitul de personal calificat în domeniul nuclear la nivel național, lipsa de interes pentru domeniu, nivelul redus de salarizare, dar și vîrstă medie ridicată a salariaților. Reducerea numărului de angajați a fost cauzată, în special, de retragerea din activitate a angajaților care au îndeplinit condițiile de ieșire la pensie, cu reducerea vîrstei de pensionare.

În ciuda eforturilor depuse de administrație pentru motivarea și cointeresarea materială a angajaților, în raport cu importanța socială a muncii și a domeniului de activitate abordat, numărul noilor angajați ai RATEN, în urma concursurilor de angajare organizate la nivel de regie, nu a compensat numărul de salariați care au plecat din RATEN.



Structura de personal în cadrul RATEEN la 31 decembrie 2021



Din analiza structurii de personal, pe categorii de încadrare, se constată că la nivel RATEEN, ponderea personalului cu studii superioare a fost de 64%, a celui cu studii medii de 8% și a personalului muncitor de 28%.

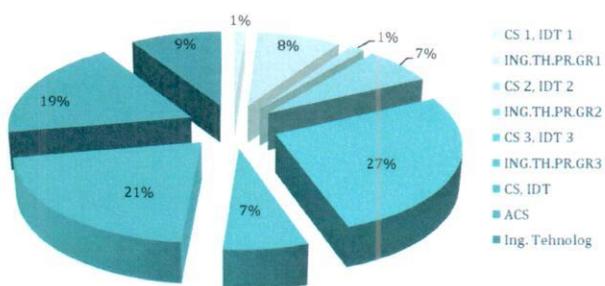
Dintre angajații cu studii superioare ai RATEEN, 36% au finalizat doar ciclul I universitar (licență), 53% au absolvit ciclurile II și III (41% ciclul II de masterat și 12% ciclul III de doctorat), restul fiind în etapa de finalizare a studiilor de masterat și doctorat.

Din totalul angajaților RATEEN, 79% au desfășurat activități de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică. De asemenea, au fost realizate activități administrative și pentru asigurarea suportului tehnic necesar activităților CDIT.

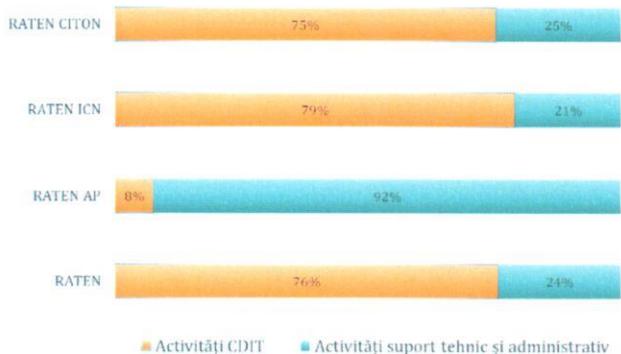
Structura de personal în cadrul RATEN la 31 decembrie 2021,
în funcție de nivelul de pregătire profesională



Structura personalului RATEN în funcție de gradul profesional și
atestarea științifică la 31.12.2021



Distribuția personalului în funcție de domeniul de activitate



Principalele forme de pregătire profesională pentru personalul angajat în RATEN în 2021

Cursuri organizate de sucursalele RATEN, de furnizorii de servicii de formare profesională sau de organizații internaționale la nivel național

Cursuri, seminarii, workshopuri organizate la nivel național și internațional

Schimb de experiență cu ocazia reprezentărilor în proiectele naționale și internaționale

Doctorate, masterate, studii aprofundate, organizate potrivit legii

În ceea ce privește pregătirea profesională, au fost susținute formele de pregătire profesională specifice, organizate anual la nivelul fiecărei entități din RATEN, cu participarea tuturor angajaților în domeniile: securitate nucleară, radioprotecție și protecția mediului, protecția informațiilor clasificate, managementul calității, mediului, sănătății și securitatei ocupaționale. Aceste forme de pregătire au fost finalizate cu testarea și evaluarea participanților.

OBIECTIVELE ȘI REALIZĂRILE RATEN ÎN 2021

În principal, finanțarea activităților CDIT ale sucursalelor RATEN ICN și RATEN CITON este susținută de la bugetul de stat.

Unul dintre obiectivele principale ale RATEN este să crească implicarea în proiectele naționale și internaționale câștigate prin competiție și să încheie acorduri de colaborare, urmărind creșterea veniturilor și, astfel, să poată dezvolta proiecte a căror realizare să nu depindă exclusiv de resursele alocate de la bugetul național.

În scopul creșterii autonomiei financiare, încheierea contractelor economice cu diverși beneficiari din țară este o prioritate pentru RATEN.

Programe naționale de cercetare

Programul Anual de Cercetare-Dezvoltare RATEN

Activitățile de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică s-au desfășurat în cadrul Programului Anual de Cercetare-Dezvoltare RATEN, privind Dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energia nucleară, elaborat în baza OUG 144/1999, aprobată prin Legea 198/2000, susținut de 18 Programe de Cercetare-dezvoltare și Inginerie Tehnologică (CDIT).

Cele 18 Programe CDIT 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.

Programul de Cercetare RATEN 2021 a fost realizat în procent de 100%, toate cele 360 lucrări CDIT finanțate de Ministerul Energiei fiind finalizate.

În anul 2021, obiectivele programului anual de cercetare-dezvoltare RATEN au vizat:

- Perfecționarea suportului tehnic-științific acordat CNE Cernavodă prin implementarea experienței și practicii operatorilor de centrale CANDU-6 (aplicarea programelor de cercetare CANDU Owners Group _COG), pentru operarea în condiții de siguranță și securitate nucleară a Unităților 1 și 2 de la CNE Cernavodă, extinderea duratei de viață și retehnologizarea U1 CNE Cernavodă. În acest sens, în baza Protocolului RATEN – CNE Cernavodă, au fost promovate cu prioritate temele de interes pentru centrala CANDU-6 și au fost transmise rapoarte informative către SNN-CNE Cernavodă;
- Intensificarea preocupărilor privind creșterea performanțelor în exploatare a reactorului de cercetare TRIGA-ICN, diversificarea tehnicilor de testare și investigare a combustibilului și materialelor structurale utilizate în reactoarele CANDU-CNE, TRIGA-ICN;
- Implementarea Strategiei Naționale de Securitate și Siguranță Nucleară (elaborată de CNCAN) și a Strategiei naționale pe termen mediu și lung privind gospodărirea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive (elaborată de ANDR);
- Promovarea pe termen mediu și lung a reactorilor avansați de generație IV, implementarea demonstratorului răcit cu plumb, ALFRED, în România, pe platforma Mioveni;
- Dezvoltarea studiilor și cercetărilor în domeniile materialelor și combustibililor nucleari, fizicii redactorilor, securității nucleare, echipamente, instrumentație și control pentru aplicații nucleare;
- Managementul, caracterizarea și tratarea deșeurilor radioactive, rezultate din activitățile nucleare de pe Platforma Mioveni, precum și din alte activități din țară (industria, medicină etc.);
- Radioprotecție, protecția mediului și protecție civilă;

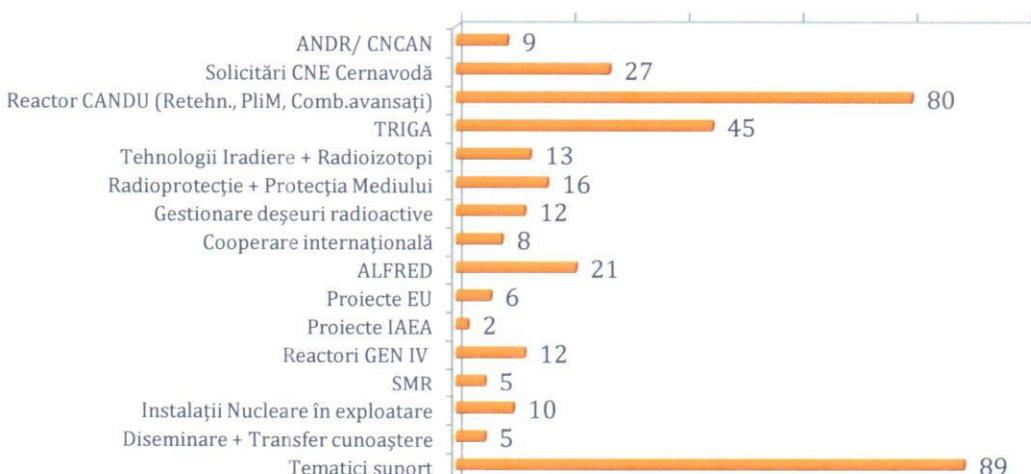
- Dezvoltarea infrastructurii, capacitatea de cercetare științifică și serviciilor de transfer tehnologic și inovare;
- Creșterea competitivității și alinierea la politicile specifice Uniunii Europene, prin dezvoltarea capacitatea de asimilare și aplicare a tehniciilor și tehnologiilor avansate;
- Dezvoltarea resurselor umane din sfera activităților de cercetare și inginerie tehnologică prin stimularea formării profesionale și dezvoltării capacitatea de cercetare ale tinerilor.

Structura Programelor CDIT RATEN în 2021

OBIECTIVE

<p><i>Asigurarea suportului tehnico-științific pentru operarea în condiții de siguranță și securitate nucleară a Unităților CNE-Cernavodă, prelungirea duratei lor de viață, punerea în funcțiune a Unităților 3 și 4.</i></p> <p><i>Implementarea Strategiei naționale de securitate și siguranță nucleară (CNCAN) și a Strategiei naționale pe termen mediu și lung privind gospodărirea în siguranță a combustibilului nuclear uzat și a deșeurilor radioactive (ANDR).</i></p> <p><i>Dezvoltarea filierelor de reactori rapizi, Gen IV (LFR)</i></p> <p><i>Asigurarea securității nucleare și creșterea performanțelor de operare a reactorului de cercetare TRIGA-ICN și dezvoltarea tehniciilor de producere de radioizotopi</i></p> <p><i>Suport și cooperare internațională</i></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 1</td><td>Securitate nucleară</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 2</td><td>Canal de combustibil</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 3</td><td>Combustibili nucleari</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 4</td><td>Sistem de manevrare combustibil</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 5</td><td>Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 6</td><td>Protecția mediului</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 7</td><td>Generator de abur</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 8</td><td>Sisteme de proces și echipamente</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 9</td><td>Chimie circuite</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 10</td><td>Instrumentație și control</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 11</td><td>Analiză de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 16</td><td>Apă grea și tritiu</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 12</td><td>Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 13</td><td>Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 14</td><td>Tehnologii de iradiere și radioizotopi</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 15</td><td>Informatizare activități nucleare</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 17</td><td>Aplicații ale tehniciilor nucleare</td></tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2e0;">Program 18</td><td>Suport pentru cooperare internațională</td></tr> </tbody> </table>	Program 1	Securitate nucleară	Program 2	Canal de combustibil	Program 3	Combustibili nucleari	Program 4	Sistem de manevrare combustibil	Program 5	Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară	Program 6	Protecția mediului	Program 7	Generator de abur	Program 8	Sisteme de proces și echipamente	Program 9	Chimie circuite	Program 10	Instrumentație și control	Program 11	Analiză de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare	Program 16	Apă grea și tritiu	Program 12	Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil	Program 13	Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN	Program 14	Tehnologii de iradiere și radioizotopi	Program 15	Informatizare activități nucleare	Program 17	Aplicații ale tehniciilor nucleare	Program 18	Suport pentru cooperare internațională
Program 1	Securitate nucleară																																				
Program 2	Canal de combustibil																																				
Program 3	Combustibili nucleari																																				
Program 4	Sistem de manevrare combustibil																																				
Program 5	Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară																																				
Program 6	Protecția mediului																																				
Program 7	Generator de abur																																				
Program 8	Sisteme de proces și echipamente																																				
Program 9	Chimie circuite																																				
Program 10	Instrumentație și control																																				
Program 11	Analiză de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare																																				
Program 16	Apă grea și tritiu																																				
Program 12	Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil																																				
Program 13	Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-ICN																																				
Program 14	Tehnologii de iradiere și radioizotopi																																				
Program 15	Informatizare activități nucleare																																				
Program 17	Aplicații ale tehniciilor nucleare																																				
Program 18	Suport pentru cooperare internațională																																				

Distribuția numărului de lucrări CDIT în funcție de tematicile de interes



Principalele rezultate tehnico-științifice ale lucrărilor CDIT realizate în cadrul Programului Anual de Cercetare-Dezvoltare RATEN

Programul 1: Securitate Nucleară

Lucrări realizate și recepționate: 26 (din care RATEN ICN = 23, RATEN CITON = 3)

- Extinderea programului de calcul MMOS pentru evaluarea performanțelor umane la diagnoza unui eveniment. Este prezentat și analizat conceptul sistemului socio-tehnic MMOS în care se găsește factorul uman la exploatarea instalațiilor nucleare. A fost realizat un model de analiză a performanțelor umane la diagnoza unui eveniment anormal, programul software MMOS-EXD ce permite interogarea bazei de date și analiza factorului uman și dezvoltată baza de date relațională (HUFAD-ED).
- Sistematizarea informațiilor referitoare la reactorul NUSCALE: descrierea reactorului NuScale, principiile de bază ale funcționării acestui tip de reactor, rezultatele evaluării probabilistice a riscului acestui reactor pentru nivelul 1 PSA (Probabilistic Safety Assessment), descrierea sistemelor și aspectelor de analiză probabilistă a securității nucleare. PSA se referă la funcționarea unui singur modul NuScale și sunt prezentate toate aspectele PSA începând cu identificarea și gruparea evenimentelor de inițiere interne până la secvențele de accident și contribuitorii care duc la deteriorarea zonei active.
- Aplicarea codului CATHARE la modelarea termohidraulică a reactorilor inovativi în condiții de tranzient pentru un reactor rapid răcit cu metal lichid. Au fost dezvoltate noi competențe privind analiza fenomenelor fizice specifice evenimentului de blocare a curgerii metalelor lichide printr-o configurație de referință a reactorului de demonstrație pentru tehnologia reactorilor rapizi răciți cu plumb, ALFRED.

Programul 2: Canalul de combustibil

Lucrări realizate și recepționate: 15 (din care RATEN ICN = 15, RATEN CITON = -)

- Mecanica deformării și mecanica ruperii pentru componente structurale din reactoarele nucleare energetice:
 - Stabilirea unei matrice de testare a materialelor structurale din reactoarele de Gen IV, utilizând expertiza de analiză și modelare dezvoltată în cadrul Programului Canal de Combustibil, precum și dezvoltarea facilităților experimentale pentru testarea în plumb topit;
 - Completarea bazei de date experimentale privind caracterizarea inițierii fisurării aliajului Zr-2.5%Nb prin fenomenul de oboseală la defectele complexe de pe tubul de presiune CANDU, precum și evaluarea DHC prin suprasolicitare mecanică;
 - Realizarea unui studiu experimental privind evaluarea comportării la rupere a aliajului Zr-2.5%Nb prin parametrii de mecanica ruperii (KIC sau integrala JIC), avându-se în vedere condițiile acumulării de hidrogen în peretele tubului de presiune;
 - Aplicarea metodei rețelelor neuronale artificiale (MFNN - Rețea Neuronala Multistrat Unidirecțională), dezvoltată în cadrul RATEN ICN pentru modelarea și predicția unor proprietăți de material ale tubului de presiune, importante pentru analizele de integritate structurală;
 - Actualizarea raportului de tip IAEA TEC DOC, care conține contribuția RATEN ICN în cadrul Proiectului de Cercetare de tip CRP cu AIEA Viena „Prediction of Axial and Radial Creep in CANDU 6 Pressure Tubes”, Nr. 17519/R0 (2011-2019).
- Integritatea structurală a canalului de combustibil CANDU
 - Perfectionarea analizelor cu metoda elementului finit în modelarea parametrilor de mecanica ruperii pentru aliajul Zr-2.5%Nb, prin determinarea parametrilor modelului de deformare și rupere ductilă de tip Gurson-Tvergaard-Needleman pentru probe de aliaj Zr-2.5%Nb, cu o comportare mecanică specifică unor concentrații de hidrogen de interes;
 - Dezvoltarea metodologiei de evaluare denumită „Zona de Proces”, în vederea predicției inițierii DHC, luând în considerare proprietăți de material iradiat pentru aliajul Zr-2.5%Nb, în conformitate cu standardul Canadian CAN/CSA N285.8;
 - Calificarea Code ASTER (open surse) pentru analize termomecanice prin metoda elementului finit pentru evaluări ale stărilor de tensiuni și deformații pe componente ale canalelor de combustibil de tip CANDU 600;

- Îmbunătățirea expertizei de evaluare a unor defecte de pe tuburile de presiune de la U1 sau U2 Cernavodă, prin analiza unor rapoarte COG în care au fost analizate defecte relevante în urma inspecțiilor periodice ale tuburilor de presiune CANDU de la reactorul Point Lepreau. Analizele au fost realizate cu Procedura Zonei de proces din standardul CAN/CSA N285.0.
- Evaluarea în LEPI a proprietăților tuburilor de presiune iradiate și înlocuite de la Cernavodă NPP
 - Investigarea probelor cu concentrații mari de hidrogen, utilizând-se metoda extracției, cu calorimetru cu scanare diferențială DSC Q2000;
 - Actualizarea și îmbunătățirea metodologiei de investigare prin teste de mecanica ruperii a probelor hidrurate de tip Compact-Tension din tub de presiune CANDU în celula de încercări mecanice de la LEPI;
 - Realizarea dispozitivului de sudare, destinat instrumentării probelor tip C supuse încercărilor mecanice în LEPI.

Programul 3: Combustibili nucleari

Lucrări realizate și recepționate: 20 (din care RATEN ICN = 20, RATEN CITON = -)

- Simularea prin calcul, utilizând codurile ROFEM, ELESIM și TRANSURANUS, a comportării la iradiere a fasciculului C37M;
- Simularea prin calcul, utilizând codul ROFEM a comportării la iradiere a fasciculului CN43 încărcat cu combustibil (Th,U)O₂;
- Adaptarea codului, FINIX, pentru evaluarea performanțelor în exploatare a combustibilului nuclear de tip CANDU iradiat în condiții reale;
- Îmbunătățirea metodei de examinare post-iradiere a elementelor combustibile iradiate în reactorii nucleari de la CNE Cernavodă, utilizând tehnica gamma-scanning;
- Analiza cu codul ANSYS a comportării tuburilor din Zy-4 de tip C43 și a tuburilor din 15-15Ti pentru Gen. IV supuse ciclajului mecanic, la temperatura camerei;
- Analiza comportării la oboseală a tuburilor de tip C37 și C43, oxidate în prealabil la temperatura de 330°C;
- Realizarea de teste preliminare pentru comportarea tuburilor de Zy-4 în condiții cât mai variate și cât mai apropiate de situațiile reale de accident postulat și efectuarea de analize microscopice pe probele testate;
- Estimări neutronice pentru fascicule de tip C37M (compoziție de UO₂) utilizând codul probabilist MCNP6.2 și date nucleare din biblioteca ENDF/B-VII.1. Evaluarea din punct de vedere neutronic și economic a performanțelor unei zone active CANDU, alimentate pe rând, cu fascicule C43, C37M1, C37M2, C52, C61 și CN43 (compoziție de UO₂), prin efectuarea de calcule de celulă cu programele WIMS și DRAGON, și de zonă activă cu programul DIREN;
- Investigarea comportării la iradiere, cu ajutorul codului de calcul ORIGEN-S, în condiții specifice reactorului CANDU a fasciculului combustibil C37M (compoziție (Th,U)O₂);
- Analiza comportării la iradiere, cu codurile SERPENT2.1.31 și MCNP6.2 a fasciculelor avansate CN43, C52 și C61 (compoziție de UO₂) a parametrilor neutronici. Caracterizarea radiologică a fasciculului C37 și combustibil ars pe bază de Uraniu (Uraniu natural, SEU, RU și NUE). Simularea arderii combustibilului s-a realizat cu ajutorul codului de calcul ORIGEN-S, iar calculele de protecție biologică au fost efectuate cu codul MONACO. Analiza comportării termohidraulice a reactorului CANDU6 încărcat cu fascicule avansate C37 (compoziție (Th,U)O₂), utilizând calcule cuplate DIREN-RELAP;
- Simularea comportării unor supercelule care folosesc geometria unui fascicul de tip C43, în care combustibilul utilizat are diverse îmbogățiri de uraniu în funcție de inelul din fascicul ocupat, utilizând codul DRAGON. Publicarea volumului intitulat "Caracterizarea materialelor nucleare prin spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv".

Programul 4: Sistem de Manevrare Combustibil

Lucrări realizate și recepționate: 12 (din care RATEN ICN = 12, RATEN CITON = -)

- Elaborarea unei metodologii eficiente de rezolvare a situațiilor în care dopul de protecție biologică rămâne blocat în canalul de combustibil, contribuind în acest fel la dezvoltarea unor metode, tehnologii și echipamente necesare intervenției pentru demontarea dopului de protecție biologică blocat în canalul de combustibil;

- Proiectarea unui dispozitiv specializat, destinat intervenției pe canalul de combustibil pentru reducerea timpului de execuție necesar golirii canalului de combustibil;
- Studiu preliminar în vederea dezvoltării unor tehnici de menenanță predictivă a componentelor Sistemului de manevrare combustibil (SMC), utilizând noi metode bazate pe termoviziune, folosind sistemele de achiziție Brüel&Kjaer aplicabile în exploatarea curentă a SMC CANDU600;
- Modernizarea echipamentului de automatizare al Buclei de alimentare a Standului MID, prin utilizarea unui automat programabil Advantech ADAM 5560KW, utilizat la controlul parametrilor de proces ai schimbătorului de căldură combinat al Buclei MID și achiziția de date pentru instalația tehnologică de alimentare a Standului MID, operarea acestui sistem realizându-se pe interfața ecranului tactil al camerei de comandă;
- Reabilitarea coloanelor cu schimbători de ioni pentru obținerea și menținerea parametrilor chimico-fizici impuși de cerințele de testare MID sistemului de alimentare cu apă degazată și demineralizată;
- Elaborarea unui manual de pregătire destinat personalului de operare și exploatare pentru instalația termohidraulică de alimentare a standului de testare MID, fiind emise și instrucțiuni de SSM/SU necesare operatorului din câmp / instalație, dar și operatorului din Camera de Comandă, atât în timpul explorației Standului de testare MID, cât și în vederea menenanței asigurate întregului Stand;
- Realizarea update-ului sistemului de dezvoltare MS-WINDOWS/IX86, la un sistem compatibil instalării ISA-Graf 6.1 și demararea portării aplicației software aferente driverului principal de conducere a testelor MID pe noul Sistem de Dezvoltare modernizat- subroutines dedicate monitorizării și conducerii cilindrilor împingători MID: Ram B, Ram C, respectiv, Ram Latch (Zăvor);
- Modernizarea și actualizarea schemelor electrice aferente instalației de automatizare a Standului de Testare Cilindri Telescopici, pentru testarea funcțională a împingătorilor MID în condiții de siguranță;
- Dezvoltarea unui sistem HW/SW generator de semnale, compatibil cu natura semnalelor de lucru din standul MID, cu aplicabilitate în testarea și calibrarea subansamblelor standului de testare MID și a componentelor SMC.

Programul 5: Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară
Lucrări realizate și recepționate: 27 (din care RATEN ICN = 23, RATEN CITON = 4)

- Tehnologii de pretratare/tratare și condiționare deșeuri radioactive. Pe baza studiilor multianuale realizate în cadrul temelor din protocolul de colaborare cu CNE Cernavodă au fost elaborate recomandări privind:
 - Optimizarea sistemului de filtrare de la baia ultrasonică utilizată la CNE Cernavodă pentru decontaminarea componentelor metalice. A fost propusă decontaminarea apelor reziduale folosind o instalație de filtrare prin schimb ionic, pentru care a fost elaborat proiectul tehnic și au fost întocmite instrucțiunile de lucru;
 - Optimizarea sistemului actual de decontaminare deșeuri lichide apoase (BSI 79210) pentru eficientizarea reținerii particulelor în suspensie și a radioizotopilor cesiului. Pentru creșterea capacitații de tratare, s-a propus soluționarea problemelor identificate la reținerea cesiului în filtrul schimbător de ioni 7921-FR1 prin suplimentarea cu un sorbent selectiv a materialului schimbător de ioni utilizat în prezent. Pe baza testelor la nivel de laborator și pilot, s-a recomandat utilizarea schimbătorilor de ioni selectivi pentru cesiu bazați pe chimia hexacianoferatului (HCF). În plus, pe baza datelor din literatura de specialitate, au fost identificați și recomandați schimbătorilor de ioni cu selectivitate mare pentru cesiu, precum CsTreat® sau IONSIV® IE-911, IONSIV® R9160 și R9120;
 - Condiționarea magnetitei radioactive, în vederea depozitării finale în DFDSMA. A fost făcute recomandări pentru: fluxul tehnologic de condiționare în mortar a magnetitei, compozitia mortarului și tipul de ciment folosit și raportul de înglobare a magnetitei în matricea de condiționare propusă. Recomandările au fost elaborate pe baza testelor de rezistență și timp de priză, cât și pe rezultatele testelor de lixiviere de lungă durată a radionucliziilor din matricea de magnetită condiționată în ciment;
 - A fost propus un flux tehnologic pentru tratarea și condiționarea șlamului radioactiv uscat, bazat pe tratarea în câmp de microunde și condiționarea acestuia în matrice de ciment. A fost recomandată o rețetă optimă de mortar pentru condiționarea și porționarea șlamului deshidratat în butoai standard, astfel încât să fie îndeplinite criteriile de acceptare la DFDSMA. Etapa de

tratare în câmp de microunde cu frecvență de 2450 MHz a probelor de șlam uscat, transferate de la CNE Cernavodă, a permis degajarea gazelor necondensabile, formate în aceste deșeuri ca urmare a fenomenului de degradare microbiană în prezență unei umidități suficient de mari (10% și 43%).

- Depozitarea combustibilului nuclear ars și a deșeurilor radioactive
 - A fost actualizat modelul hidrogeologic al zonei nesaturate a amplasamentului Saligny și a fost analizată performanța sistemului de depozitare;
 - A fost elaborat un set de criterii de selecție a rocilor gazdă pentru viitorul depozit geologic din România;
 - A fost selectată o arhitectură optimă pentru un depozit geologic generic amplasat în granit, arhitectură care a urmărit minimizarea amprentei depozitului și menținerea temperaturii maxime în depozit sub valoarea de prag de 100°C.
- Managementul deșeurilor radioactive generate în RATEN ICN
 - A fost elaborată strategia RATEN ICN de gestionare a deșeurilor radioactive și a combustibilului nuclear uzat;
 - A fost actualizat planul de dezafectare pentru STDR, în conformitate cu cerințele reglementărilor în vigoare (NDR-07).

Programul 6: Protecția Mediului

Lucrări realizate și recepționate: 27 (din care RATEN ICN = 23, RATEN CITON = 4)

- Evaluarea impactului activităților nucleare și convenționale asupra mediului, a personalului expus profesional și a populației
 - Evaluarea impactului activităților nucleare de pe platforma ICN/FCN asupra mediului înconjurător și populației;
 - Realizarea unui sistem pentru gestionarea eliberărilor de efluenți gazoși de la o instalație nucleară;
 - Dezvoltarea metodologiei pentru optimizarea controlului asupra eliberărilor de efluenți lichizi;
 - Punerea la punct a unor metode de epurare biologică a apelor uzate prin teste de laborator;
 - Realizarea unui studiu preliminar privind estimarea limitelor derivate de emisie în atmosferă pentru o instalație nucleară/radiologică.
- Dezvoltarea de metode de măsurare a radiațiilor cu aplicații în radioprotecție
 - Caracterizarea câmpurilor de neutroni în vecinătatea reactorului CANDU utilizând Spectrometria de neutroni cu sfere Bonner;
 - Optimizarea metodei de monitorizare a încorporării de materiale radioactive, prin contorizare de corp uman și dezvoltarea procedurilor tehnice;
 - Emiterea unor recomandări pentru îmbunătățirea performanțelor procedurilor de analiză utilizate la CNE Cernavodă pentru determinarea conținutului de C-14 în probe de mediu;
 - Dezvoltarea unei metodologii pentru mineralizarea probelor de mediu utilizând tehnici de digestie acidă în câmp de microunde;
 - Optimizarea și implementarea metodelor de conservare și prelucrare termică a probelor biologice, în scopul extinderii capabilităților analitice ale laboratorului în vederea lărgirii ofertei de servicii;
 - Identificarea metodelor de determinare a încorporării plumbului, aplicabile pentru supravegherea stării de sănătate a lucrătorilor implicați în dezvoltarea tehnologiilor LFR.
- Dezvoltarea bazei științifice, metodologice și practice pentru intervenția în caz de accident nuclear
 - Teste experimentale pentru îmbunătățirea performanțelor metodelor de determinare a activității alfa/beta globale a probelor;
 - Optimizarea procedurilor privind stabilirea și implementarea măsurilor de protecție a personalului în situații de accident nuclear;
 - Dezvoltarea de mijloace tehnice și de instruire necesare pentru unitățile de prim răspuns;
 - Dezvoltarea capabilităților tehnice pentru asigurarea răspunsului medical în situații de accident nuclear sau urgență radiologică;
 - Analiza consecințelor radiologice ale unui accident nuclear pentru un scenariu specific CNE Cernavodă.
- Dezvoltarea de metode, tehnici și tehnologii pentru asigurarea radioprotecției și protecției mediului la dezafectarea instalațiilor nucleare
 - Metodologie pentru evaluarea cantităților și compoziției radioactive a deșeurilor secundare rezultate la dezafectarea unei instalații nucleare;

- Implementarea unor metode de evaluare a contaminării radioactive a materialelor, utilizând radiometrul Nutronic NT200 și contaminometrele portabile din dotarea LRPMPC.
- Dezvoltarea și implementarea de mijloace de informare și educare a publicului în scopul cunoașterii și acceptării de către acesta a risurilor și beneficiilor asociate activităților din domeniul energetic nucleare
 - Dezvoltarea de mijloace metodologice pentru formarea inițială a lucrătorilor din domeniul nuclear;
 - Dezvoltarea elementelor unei infrastructuri pentru informare și educare a publicului în scopul cunoașterii și acceptării de către acesta a activităților nucleare;
 - Punerea la punct a metodologiei pentru evaluarea gradului de vizibilitate și a nivelului de acceptare publică a activităților RATEN ICN Pitești.
- Dezvoltarea unui sistem de pregătire și certificare a personalului în domeniul securității radiologice
 - Dezvoltarea unui ghid pentru selectarea și utilizarea mijloacelor și metodelor de monitorizare a expunerii individuale a personalului.

Programul 7: Generator de abur

Lucrări realizate și recepționate: 10 (din care RATEN ICN = 9, RATEN CITON = 1)

- Studiul experimental comparativ privind coroziunea aliajului Zy-4 în condiții normale de operare, prin investigarea unor cupoane extrase din sistemul de autoclave din circuitului primar de la U1 CNE Cernavodă după o expunere sub cinci ani și peste cinci ani și a unor probe testate în laborator, utilizând metode complementare de investigare (analiză vizuală, microscopie optică și difracție de raze X). Rezultatelor cercetării au fost incluse în IAEA-TEC-DOC-1942 "Coolant Chemistry Control and Effects on Fuel Reliability in Pressurized Heavy Water Reactors", Report of a Technical Meeting COG, International Atomic Energy Agency Vienna, 2021;
- Investigarea influenței proprietăților stratului de oxid format la suprafața tecii elementelor combustibile în condițiile din circuitul primar al unei centrale nucleare CANDU (Zy-4) asupra coroziunii materialului tecii, utilizând teste electrochimice.
- Studiul influența ionilor de Pb asupra susceptibilității la coroziune a materialului plăcii tubulare a generatorului de abur CANDU în mediu de crevasă acidă/neutră/bazică. Rezultatele obținute în urma testării electrochimice au evidențiat creșterea susceptibilității la coroziune în cazul prezenței ionilor de plumb și mediu de crevasă acidă, iar examinarea metalografică a probelor a permis observarea atât a unor deteriorări ale filmului de oxid (apariția piturilor, dizolvare de material), cât și precipitarea unor compuși din mediul de crevasă.
- Investigarea impactului impurităților prezente în crevase asupra coroziunii tuburilor generatorului de abur CANDU în teste de laborator. S-a constatat că oxiziile de cupru concentrații în crevasele generatorului de abur au accelerat viteza de coroziune a tuburilor din Incoloy 800, accelerând și inițierea coroziunii pitting. Datele experimentale obținute susțin necesitatea înlocuirii unor echipamente, cum ar fi schimbătoarele de căldură (inițial prevăzute cu tuburi din aliaje de cupru) cu echipamente fabricate din alte materiale (oțel inox, titan), în scopul minimizării transportului oxiziilor de cupru în circuitul secundar al generatorului de abur.

Programul 8: Sisteme de proces și echipamente

Lucrări realizate și recepționate: 22 (din care RATEN ICN = 10, RATEN CITON = 12)

- Dezvoltarea capacității de suport tehnico-științific pentru operarea în condiții de siguranță a unităților CANDU CNE-Cernavodă și extinderea timpului lor de viață, prin:
 - Dezvoltarea și validarea metodologiei RATEN ICN pentru modelarea și analiza tensiunilor remanente aferente proceselor de sudare aplicate specimenele sudate din oțel inoxidabil austenitic 316L(N);
 - Identificarea posibilităților de investigare experimentală, în cadrul RATEN ICN Pitești, a unora dintre factorii și mecanisme de degradare a structurilor nucleare din beton;
 - Dezvoltarea unei metode de obținere a acoperirilor pe aliajul Zr-2,5% Nb prin tehnica oxidării electrolitice în plasmă.
- Dezvoltarea capacităților de inginerie tehnologică și proiectare pentru menținerea și îmbunătățirea performanțelor, fiabilității și menenanței echipamentelor CNE:

- Simularea fenomenului de curgere a fluidului în mașinile cu palete rotative, determinarea momentului de apariție a cavitației și analiza parametrilor care influențează declanșarea fenomenului;
- Investigarea posibilității introducerii unui sistem pasiv de securitate care să interacționeze cu sistemele centralei și care să fie capabil să evacueze căldura reziduală a reactorului, produsă în zona activă în cazul sistării accidentale a alimentării cu energie electrică pe tot amplasamentul centralei, fără afectarea integrității combustibilului din zona activă;
- Evaluarea consecințelor unui accident de tip HELB (ruperea unei conducte MSLB - High Energy Line Break) asupra creșterii temperaturii sistemului de aer instrumental din clădirea turbinei (sistem vital pentru mecanismele de acționare armături), în scopul determinării depășirii valorii de proiectare la Unitățile 1 și 2 de la CNE Cernavodă și emiterea unor propuneri, recomandări, modificări care ar putea fi implementate în perioada retehnologizării Unității 1 de la CNE Cernavodă;
- Determinarea tensiunilor într-un sistem de conducte ca urmare a deschiderii bruște a unei supape (simularea fenomenului "lovitură de berbec") și optimizarea topologică a suporților sistemului de conducte ale liniei by-pass al turbinei folosind programele Bentley AutoPIPE, ANSYS-CFX, ANSYS-WORKBENCH și ANSYS-AUTODYN;
- Evaluarea performanței soluțiilor existente de izolație termică pe elementele de conductă la sistemele de apă răcită de la CNE Cernavodă Unitatea 1 și identificarea soluțiilor alternative de modernizare a izolației termice aferent acestor sisteme;
- Optimizarea metodelor de ancorare a SSC din centrala nucleară analiza posibilității modernizării instalațiilor de stins incendiu la CNE Cernavodă.
- Extinderea și îmbunătățirea participării în activitatea de cercetare europeană prin susținerea proiectelor PIACE și GEMMA.
- Dezvoltarea activităților de cercetare pentru reactorii de generație IV, prin dezvoltarea de metode de obținere de acoperiri pe suprafața titanului.
- Creșterea volumului de servicii și produse pentru partenerii interni și externi, prin:
 - Propunerea de soluții pentru modificarea sistemului de apă de alimentare pentru îmbunătățirea fiabilității sistemului.
- Formarea și dezvoltarea profesională a specialiștilor în domeniul CDIT nucleare, transferul cunoașterii, prin:
 - Elaborarea unor suporturi de curs care susțin activitățile de inginerie tehnologică din domeniul obținerii și caracterizării de materiale avansate de interes pentru reactorii de generație IV.

Programul 9: Chimie circuite

Lucrări realizate și receptionate: 14 (din care RATEN ICN = 14, RATEN CITON = -)

- Evaluarea susceptibilității la coroziunea microbiologică a conductelor din oțel carbon. Au fost emise soluții tehnice aplicabile în sistemele de alimentare cu apă brută de la CNE Cernavodă și au fost propuse materiale rezistente la coroziunea microbiologică, care pot să înlocuiască oțelul carbon, utilizat în prezent;
- Realizarea unei sinteze a rezultatelor obținute de-a lungul anilor în RATEN ICN privind coroziunea componentelor metalice din sistemul ECC/dousing în condiții normale și anormale de operare. Rezultatele obținute sunt foarte utile în evaluarea comportării la coroziune în condiții de iradiere gamma (post LOCA) a componentelor metalice din sistemul ECC și în luarea deciziilor privind înlocuirea hidrazinei utilizată în prezent în sistemul ECC CANDU;
- În urma testelor experimentale realizate în scopul identificării unor inhibitori care pot fi utilizați la conservarea circuitului secundar pe perioada retehnologizării U1, a fost selectată octadecilamina;
- Realizarea unui studiu experimental pentru evaluarea efectului straturilor subțiri de oxid de aluminiu pe suprafață componentelor din oțel 316L asupra rezistenței la coroziune a acestui material. S-a constatat că depunerile multistrat de NiCrAlY/Al₂O₃ conferă proprietăți mai bune aliajului 316L, ceea ce permite utilizarea lui în mediu specific reactoarelor LFR;
- Dezvoltarea unui program experimental care să permită evaluarea influenței depunerilor de straturi barieră de difuzie pe aliaje de grad nuclear asupra comportării la coroziune, în vederea utilizării lor în reactoare de GENIV (SCWR). Rezultatele investigațiilor (XRD, XPS, SEM, teste de polarizare potentiodinamică) au arătat că depunerile de CrN pe oțelul 310H, subțiri și aderente, conferă o rezistență sporită la coroziune în apă supercritică acestui tip de oțel.

- Diseminarea rezultatelor prin publicarea a 3 lucrări în reviste cotate ISI (Metals, Materials, Coatings) prezentarea a 5 lucrări la conferințe internaționale (ISSCWR-10, NUCLEAR, International Scientific Conference, "Applications of chemistry in nanosciences and biomaterials engineering - NanoBioMat").

Programul 10: Instrumentație și control

Lucrări realizate și recepționate: 28 (din care RATEN ICN = 18, RATEN CITON = 10)

- Realizarea modulului programabil pentru prelucrarea impulsurilor de la ansambluri de detecție a radiațiilor;
- Elaborarea unei structuri hardware pentru modernizarea Pupitru lui de control vizual al elementului combustibil;
- Elaborarea de configurații hardware specifice pentru modernizare MRSTC, utilizând arhitectura ADCAM (Analog to Digital Converter And Memory), ORTEC;
- Sinteză rezultatelor obținute la teste experimentale de analiză spectrală a fenomenelor acustice și de vibrație pentru detecția și localizarea fisurilor în instalații sub presiune, cu aplicabilitate în evaluarea îmbătrânirii componentelor unei centrale nucleare;
- A fost investigată posibilitatea de implementare a unor sisteme performante de detecție a scurgerilor de D₂O/H₂O la CNE Cernavodă, în perspectiva îmbunătățirii exploatarii centralei nucleare și creșterii siguranței în exploatare;
- A fost întocmită documentația de analiza de risc la explozii pentru partea nucleară a CNE Cernavodă, au fost evaluate consecințele și au fost recomandate măsuri de protecție pentru sănătatea personalului, pentru mediu și echipamente;
- Au fost analizate condițiile de apariție a arcului electric de mare energie High Energy Arcing Fault (HEAF) și modul cum acesta poate influența riscul de apariție al unui incendiu;
- Au fost evaluate sistemele de instrumentație care ar putea fi utilizate pentru monitorizarea evoluției unui accident sever dintr-o centrală nucleară.

Programul 11: Analiză Evenimente de Exploatare CNE, Îmbătrânire, Calificare la Mediu și Creșterea Duratei de Exploatare a CNE

Lucrări realizate și receptionate: 24 (din care RATEN ICN = 15, RATEN CITON = 9)

- Execuția și testarea dispozitivului de prelevare replici prin inundare, model experimental, pentru identificarea proceselor de degradare datorate îmbătrânirii suprafeței interioare a țevii de generator în zona mandrinată;
- Analiza procesului de formare a dopului de gheață în interiorul unei conducte orizontale cu DN 200, în scopul dezvoltării unui model de calcul numeric pentru estimarea inițială a necesarului de azot lichid și a duratei procesului de formare a dopului de gheață;
- A fost extinsă baza de date experimentale necesară dezvoltării tehnicii de izolare cu dop de gheață a conductelor orizontale străbătute de agent de lucru;
- A fost proiectat dispozitivul de formare controlată dop de gheață pentru conductă orizontală cu DN 400 mm;
- A fost realizat proiectul de execuție pentru setul de filtre necesar limitării pierderilor de pulbere ceramică în procesul de refacere a spațiului izolator termic din interiorul machetei ansamblu serpentine (Tanc moderator - SLCD);
- Au fost realizate studii tehnice utile în prevenirea și limitarea avarierii anvelopei din beton CANDU 6 și în pregătirea celor implicați în activități de menenanță predictivă pentru anvelopa reactorului;
- Au fost analizate anumite soluții de testare non-invazivă și non-contact care pot constitui suport pentru lucrătorii din cadrul centralei în operațiile de supraveghere și inspecție;
- A fost realizată o sinteză a rezultatelor privind dezvoltarea de metodologii și tehnici de analiză a îmbătrânirii cablurilor electrice, datele experimentale referitoare la proprietățile termice, dielectrice, fizice, chimice și mecanice fiind extrem de utile celor implicați în activități de menenanță predictivă a cablurilor electrice;
- Au fost realizate studii tehnice cu caracter aplicativ, necesare pentru: analiza sistemelor electrice cu funcții de securitate nucleară și a principiilor de securitate; implementarea programului de menenanță predictivă pentru sistemele tehnice ale Unității 1 de la CNE Cernavodă (pompelor, conductelor, sistemului de manipulare combustibil); retehnologizare, recalificare și reautorizare a

Echipamentelor Sistemului de Control Zonal cu Lichid pentru extinderea duratei de viață a Unității 1 de la CNE Cernavodă.

Programul 12: Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil

Lucrări realizate și recepționate: 34 (din care RATEN ICN = 28, RATEN CITON = 6)

Proiectele C&D realizate în 2021 au contribuit la creșterea capacitatei de cercetare-dezvoltare în domeniul reactorilor nucleari rapizi răciți cu plumb (LFR) prin dezvoltarea infrastructurii experimentale din RATEN ICN și prin îmbunătățirea competențelor și dezvoltarea de noi abilități privind analizele de securitate nucleară necesare optimizării, licențierii și implementării unui reactor nuclear inovativ. Aspectele cheie ale tehnologiei LFR abordate au fost:

- Îmbunătățirea dispozitivelor, sistemelor de testare și a instalațiilor de laborator, care să permită testarea materialelor structurale în condițiile de funcționare din reactorii răciți cu plumb;
- Implementarea metodelor de control al concentrației de oxigen din plumb și a metodelor de lucru cu echipamentele/instalațiile de măsură și reglaj al conținutului de oxigen;
- Realizarea unor teste mecanice în plumb topit în vederea determinării proprietăților mecanice a materialelor structurale din circuitul de răcire al reactorului ALFRED;
- Optimizarea tehnicii de măsurare ultrasonică în metale;
- Pe baza informațiilor din literatură privind chimia, monitorizarea și controlul gazului de acoperire din instalațiile cu metale lichide, a fost concepută o instalație experimentală pentru investigarea retenției produșilor de fisiune în plumb și/sau migrarea lor în gazul de acoperire. Rezultatele testelor experimentale vor fi utilizate pentru a confirma estimările efectuate de codurile de calcul și pentru a obține date experimentale privind retenția Po și Hg sau alte elemente volatile pe diferite materiale adsorbante care ar putea fi candidate pentru filtrarea Po volatilizat în gazul de acoperire;
- Asimilarea aspectelor operaționale ale instalațiilor experimentale cu metale lichide, în special pentru etapele principalele privind pregătirea, umplerea, pornirea pompelor, funcționarea, golirea, curățarea și mențenanța instalațiilor cu metale lichide grele (HLM), pe baza expertizei acumulate în infrastructurile experimentale existente și referitor la instalația ATHENA în curs de construire;
- Proiectarea unui debitmetru electro-magnetic prin curenți turbionari, realizarea unor simulări și testări experimentale;
- Realizarea unor experimente preliminare privind comportarea la hidrurare-nitrurare a uraniului metalic în vederea dezvoltării unei metode de obținere a pulberii de nitrură de uraniu utilizată pentru combustibilii nucleari de tip nitrură;
- Efectuarea de analize probabiliste de securitate de nivel 1 pentru sistemul DHR din noua configurație a reactorului ALFRED;
- Efectuarea de calcule neutronice de fizica reactorilor de proiectare de zonă activă pentru reactori modulari SCWR și benchmark pentru reactori răciți cu sodiu;
- Continuarea activităților suport privind procesul de autorizare a reactorului ALFRED.

Programul 13: Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA ICN

Lucrări realizate și receptionate: 59 (din care RATEN ICN = 59, RATEN CITON = -)

- Au fost efectuate analize în vederea reconfigurării zonei active TRIGA SSR 14MW, în scopul creșterii reactivității și asigurarea condițiilor necesare continuării testelor de iradiere a combustibilului experimental UZrH românesc. Pentru a respecta prevederile stabilite în Limitele și Condițiile Tehnice de Operare (LCTO) ale Reactorului, au fost efectuate măsurători dimensionale pentru 347 elemente combustibile;
- În cadrul proiectului de dezvoltare a tehnologiei de fabricație a elementelor combustibile UZrH românești au fost realizate numeroase lucrări de cercetare care au vizat optimizarea geometriei baghetelor, investigarea comportării baghetelor combustibile în atmosferă umedă, realizarea unor teste tehnologice de recuperare a uraniului din baghete neconforme și analiza etanșeității cu heliu a elementelor combustibile. A fost realizat un program de relocare, în apropierea liniei de fabricație a baghetelor de combustibil, a liniei de asamblare a elementelor combustibile, în cadrul același laborator;
- Au fost efectuate examinări post iradiere nedistructive a elementelor combustibile UZrH în LEPI: analize microstructurale pe probe prelevate din elementul combustibil R0004; măsurarea grosimii stratului de oxid de pe teaca elementului R0005, folosind metoda curenților turbionari;

- Au fost dezvoltate și aplicate un nou tip de teste de iradiere în scopul iradierii unor componente electronice în reactorul ACPR operat în regim staționar la putere mică (aproximativ 1kW), în cadrul proiectului NIEL;
- Au fost realizate calcule termohidraulice de investigare pentru proiectarea unei capsule de iradiere combustibil preiradiat în puls localizată în ACPR (canalele C34, C35 și D40) și a fost elaborată tema de proiectare;
- Reactorul staționar a fost operat în două campanii de iradiere, cumulând un total de 74 de zile la o putere medie de 12MW. A fost continuat experimentul de iradiere în Capsula C5 a probelor de Zr-Nb și iradierea a 30 de elemente combustibile UZrH românești (unul din ele fiind instrumentat cu termocouple, pentru estimarea proprietăților termice ale combustibilului sinterizat românesc). Au fost iradiate două casete de pastille de iridiu pentru obținerea surselor de Iridiu-192 (activitate totală de aproximativ 4500Ci);
- A fost modernizat sistemul de detecție defect de teacă (DRG), prin realizarea unei linii de achiziție a semnalului provenit de la detectorii de neutron și a proceselor asociate, softuri de afișare și înregistrare, în scopul continuării iradierilor în Bucla A.
- Au fost realizate progrese în procesul de obținere a autorizației de funcționare a capsulei C9;
- Redactarea unui sinteză privind procesul de fabricație a elementelor combustibile experimentale și testarea la iradiere în reactor, care poate constitui o sursă de informare pentru specialiștii din cercetare și industria nucleară sau suport de curs pentru facultățile de profil;
- Au fost elaborate planuri de dezafectare a două instalații de neutronografie (umedă și uscată) existente la reactorul TRIGA ICN. A fost întocmit și s-a trimis la CNCAN, spre aprobare, Planul final de dezafectare pentru instalația SIGMA (Stația de Iradiere Gamma);
- Pentru creșterea operării în siguranță a reactorului au fost realizate lucrări de modernizare pentru sistemul electric al: celulelor de alimentare a pompelor circuitului primar, tabloului de control comandă al podului rulant și tabloului principal de distribuție.

Programul 14: Tehnologii de iradiere și radioizotopi

Lucrări realizate și recepționate: 8 (din care RATEN ICN = 8, RATEN CITON = -)

- Dezvoltarea și diversificarea tehniciilor de producție radioizotopi
 - S-a continuat activitatea de asimilare a radioizotopului de interes medical ^{99}Mo și de eficientizare a activității de iradiere a țintelor destinate producției de radioizotopi în reactorul TRIGA SSR 14 MW;
 - Pentru îmbunătățirea și optimizarea infrastructurii de iradiere și extinderea producerii de surse de iridiu și pentru aplicații medicale, s-a realizat un studiu de optimizare a iradierii discurilor de iridiu pentru diferite geometrii de distribuire în locația XC1. De asemenea, s-a proiectat și urmează să fie executat un dispozitiv de iradiere tip capsulă cu descărcare subacvatică;
 - În ce privește infrastructura de celule fierbinți, în anul 2020 s-a pus accent pe modernizarea sistemelor care asigură securitate nucleară pentru celula de radiochimie (sistemele de etanșare, de ventilație și de monitorizare a depresiunii), iar în 2021 au fost stabilite materialele și caracteristicile echipamentelor necesare implementării procesului tehnologic de obținere a gelului de $^{99}\text{Mo-Zr}$, precum și poziționarea acestora în celulă pentru optimizarea spațiului și pentru a permite o manipulare eficientă cu mijloacele din dotarea celulei;
 - Pentru îmbunătățirea tehnologiei de obținere a generatorului de $^{99}\text{Mo-Zr}$ prin metoda activării cu neutroni, s-a elaborat o metodă de purificare a țintelor de trioxid de molibden de impuritățile de wolfram. Separarea impurităților de wolfram este necesară pentru că acest element are proprietăți comune cu molibdenul și îl însoțește în procesul de obținere a produsului farmaceutic.
- Dezvoltarea de noi tehnologii pentru obținerea de ținte destinate surselor închise de radiații
 - În 2021 obiectivul a fost eficientizarea procesului de fabricație al discurilor de iridiu utilizate pentru sursele închise de ^{192}Ir . Astfel, au fost prezentate sintetizat și analizate caracteristicile celor trei campanii de fabricație a discurilor de iridiu aferente perioadei analizate (2019, 2020, 2021). Pe baza acestor date au fost determinate caracteristicile dimensionale medii ale fiecărui lot de discuri fabricat și au fost calculate randamentele proceselor de fabricație, acestea având valori de peste 95%;
 - În urma experienței acumulate din fabricația discurilor de iridiu, au fost colectate informații/observații referitoare la eventualele dificultăți sau probleme întâlnite în fluxul de fabricație al discurilor de iridiu sau al surselor închise de ^{192}Ir .

- Dezvoltarea și autorizarea de metode și lanțuri de măsură și control a parametrilor caracteristici surselor de radiații
 - În anul 2021, activitatea s-a concentrat spre dezvoltarea infrastructurii de laborator și studii pentru implementarea metodelor de caracterizare a soluțiilor finale de molibdat de sodiu. O atenție specială a fost acordată dezvoltării și validării metodelor de analiză radiochimică și a fost implementată o metodă de determinare a purității radiochimice bazată pe cromatografia în strat subțire. Au fost realizate lucrări de modernizare a sistemului de control automat și achiziție de date al spectrometrului de masă cu termoionizare;
 - În 2021 au fost derulate două campanii de iradiere a câte 200 discuri de iridiu pe campanie, destinate producerii și vânzării de surse închise de radiații gama pentru gamagrafie industrială. S-au realizat și valorificat către utilizatori externi, surse închise de radiații gama totalizând 2950 Ci ^{192}Ir (între 25 și 100 Ci/sursă).

Programul 15: Informatizare activități nucleare

Lucrări realizate și recepționate: 9 (din care RATEN ICN = 5, RATEN CITON = 4)

- Realizarea sistemului informatic integrat pentru managementul resurselor organizației în cadrul CITON. Au fost analizate aplicațiile de tip management de activități economice, de asigurare a calității, de raportări, cu scopul integrării într-un sigur portal, pentru optimizarea utilizării. Au fost analizate bazele de date aparținând acestor aplicații, în scopul integrării și s-a realizat interfața WEB pentru Sistemul informatic integrat pentru managementul resurselor organizației. Scopul este de a crește eficiența managementului resurselor organizației și a activităților de planificare operațională și execuție.
- Realizarea proiectului unui sistem de management al informațiilor pentru sisteme nucleare inovative (ALFRED, generația a IV-a de reactoare, SMR) și a modelului experimental: a fost analizată structura informațiilor pentru sisteme nucleare inovative (ALFRED, generația a IV-a de reactoare, SMR) existente; s-a stabilit arhitectura bazei de date, a elementelor de conținut și a nivelelor de acces; s-a realizat modelul experimental.
- S-a realizat un studiu asupra situației existente a infrastructurii IT&C din cadrul sucursalei RATEN CITON în vederea îmbunătățirii acesteia pentru asigurarea securității cibernetice.
- Au fost procesate documentele care constituie contribuția RATEN ICN PITEȘTI la baza de date INIS-IAEA, în vederea introducerii lor în baza de date. Au fost create fișierele tip METADATA pentru articole JNRD și lucrările de la conferințe și au fost transmise la INIS-IAEA, contribuind astfel la creșterea vitezei de procesare a lucrărilor care sunt introduse în baza de date INIS.

Programul 16: Apa grea și Tritiul

Lucrări realizate și recepționate: 7 (din care RATEN ICN = 3, RATEN CITON = 4)

- Sinteza rezultatelor cercetărilor experimentale efectuate în scopul evaluării stabilității hidrurilor metalice (U-Zr) supuse la cicluri termice repetitive de absorbție/desorbție. Pentru aplicațiile practice, abilitatea hidrurilor metalice de a menține reversibilitatea capacitații de stocare în timpul absorbțiilor/desorbțiilor repetitive este un parametru luat în considerare, deoarece multe din aplicațiile practice necesită un număr diferit de cicluri absorbție/desorbție. Cercetarea experimentală privind materialele metalice utilizate în stocarea izotopilor de hidrogen se aliniază direcțiilor de cercetare stabilite la nivel internațional și generează o gamă largă de posibilități de utilizare a acestora;
- Evaluarea materialelor utilizate ca "getters" pentru manipularea și stocarea tritiului. Activitățile de cercetare privind necesitatea dezvoltării și identificării sistemelor de separare a tritiului care au ca obiectiv minimizarea permeației tritiului în reactorii de Generație IV se încadrează într-un domeniu de importanță deosebită, anume managementul tritiului în domeniul fuziunii/fisiunii nucleare. La temperaturi de interes pentru instalațiile nucleare de generație nouă, hidrurile metalice bazate pe Ti, Zr, Yt sunt luate în considerare pentru a fi utilizate. Acestea reacționează cu izotopii hidrogenului la temperatură ridicată și conduc la formarea unui produs stabil cu posibilitate de recuperare a izotopilor hidrogenului. Evaluarea sistemelor de captare a tritiului generat în instalațiile nucleare de generație nouă are un rol important în dezvoltarea unui control eficient al eliberării tritiului și în îmbunătățirea gestionării deșeurilor tritiate;

- S-a realizat o sinteză a informațiilor referitoare la analiza mecanismelor de generare a tritiului, a sistemelor de separare și a metodelor de atenuare a eliberării tritiului în scopul dezvoltării unor posibile soluții de minimizare a eliberării tritiului. Au fost identificate problemele majore privind gestionarea tritiului în cazul reactorilor de generație IV;
- Au fost dezvoltate competențe pentru a pregăti acțiuni viitoare referitoare la elaborarea de documentații tehnico-economice pentru tritium și a fost dezvoltată capacitatea în analizelor tehnico-economice pentru instalații noi de procesare fluide deuterate sau/si tritiate. S-a pus accent pe formarea și dezvoltarea profesională a noilor generații de specialiști în domeniul managementului tritiului;
- Au fost susținute activitățile suport pentru CNE Cernavodă prin abordarea temelor de interes.

Programul 17: Aplicații ale tehniciilor nucleare

Lucrări realizate și recepționate: 6 (din care RATEN ICN = 6, RATEN CITON = -)

- Tehnici nucleare aplicate în industrie sau domeniul nuclear
 - Realizarea unui aparat portabil multifuncțional ce poate măsura diferite mărimi dozimetrice prin cuplarea cu ansamblu adekvate de detecție a radiațiilor ionizante;
 - Identificarea problemelor de securitate cibernetică a sistemelor I&C bazate pe FPGA destinate centralelor nucleare, a tipurilor de atacuri precum și a metodelor de securitate folosite pentru contracararea acestora.
- Modernizarea/retehnologizarea instalațiilor și echipamentelor din domeniul nuclear
 - Îmbunătățirea funcției de încălzire a rezistențelor electrice prezente la cuptorul pentru tratament în He, folosind un algoritm de control al temperaturii PID optimizat;
 - Experimentarea soluțiilor tehnice privind modernizarea sistemului de control comandă al procesului de purificare Argon realizat de purificatorul SETARAM folosind platforma Siemens S7-1200;
 - Realizarea funcției de achiziție și stocare a valorilor de temperatură pentru a permite reluarea unei experimentări în aceleași condiții din cadrul unui experiment realizat în trecut;
 - Redimensionarea tabloului de control comandă și redistribuirea modulelor în vederea exploatarii în siguranță a instalației de sudură dop-teacă.
- Dezvoltarea de soluții software pentru instalații și echipamente din domeniul nuclear
 - Colectarea informațiilor referitoare la sistemele I&C dezvoltate pentru modernizarea diferitelor sisteme ale centralelor nucleare sau dezvoltate în scopul cercetării și al evaluării gradului de adekvare pentru industria nucleară;
 - Configurarea unui sistem de supraveghere cu cameră video protejată la acțiunea radiațiilor în vederea monitorizării echipamentelor SLCD;
 - Stabilirea unei modalități de implementare a monitorizării video a funcționării mecanice a instalației SLCD.

Programul 18: Cooperare internațională

Lucrări realizate și recepționate: 12 (din care RATEN ICN = 12, RATEN CITON = -)

- Activitatea desfășurată în cadrul temei "Parteneriate bilaterale" a urmărit susținerea punerii în aplicare a prevederilor acordurilor în vigoare încheiate de RATEN cu centre de cercetare din Europa (CEA – Franța, SCK CEN – Belgia), Canada (CANDU Energy, COG), SUA (DoE) și Egipt (Universitatea din Mansoura), precum și stabilirea de noi parteneriate, în vederea extinderii programului de cooperare internațională, utilizând oportunitatea oferită de tematica reactoarelor modulare mici (SMR).
- Au fost desfășurate activități dedicate participării RATEN în programele de cercetare europene și menținerei unei prezențe active a RATEN în cadrul structurilor europene ce stabilesc strategiile și agendele de cercetare la nivel european (SNETP, ESNII, GIF, ETSON, NUGENIA, EERA, IGD-TP, SET Plan, etc.). Consolidarea prezenței cercetării românești pe scena energeticii nucleare s-a realizat și în 2021, prin participarea la programe internaționale de cercetare, în special la programul de cercetare al Comisiei Europene și prin susținerea necesară realizării obiectivelor și contribuțiilor asumate de RATEN în proiectele H2020 în derulare. Participarea RATEN în competiția Horizon Europe 2021 ca partener în 10 propunerile de proiect, la una fiind chiar coordonator, reprezintă o realizare majoră.

- Activitățile privitoare la reprezentarea și participarea RATEN la activitatea organizațiilor internaționale din domeniul nuclear au fost susținute prin prezența activă a specialiștilor RATEN la programele de cercetare coordonate de IAEA și la activitățile grupurilor de experți NEA OECD.
- Au fost desfășurate activități pentru susținerea și promovarea proiectului ALFRED. În acest sens, reprezentanții RATEN ICN au contribuit la activitatea grupurilor de experți în cadrul consorțiului FALCON la promovarea proiectului pe plan extern, la realizarea activităților suport în vederea realizării demonstratorului și a infrastructurii suport de cercetare au fost elementele definitorii pentru lucrările de cercetare din cadrul temei în anul 2021. Susținerea și promovarea proiectului ALFRED s-a concretizat prin acțiuni la nivelul forumurilor internaționale, precum SNETP, ESNII, ENS, FORATOM, IAEA.
- În 2021 eforturile s-au concentrat pe dezvoltarea de competențe care să susțină activitățile necesare realizării infrastructurii ALFRED și activitățile din cadrul programelor de C&D, prin stimularea formării profesionale și dezvoltării capacitații de cercetare a personalului în domeniile specifice de activitate ale institutului.
- Organizarea Conferinței NUCLEAR 2021, publicarea a 3 numere ale revistei științifice JNRD și realizarea Raportului Anual al ICN (bilingv) reprezintă principalele activități dedicate atingerii obiectivului de promovare a potențialului de CD al RATEN. Acestea au fost completate de actualizarea paginii web a institutului și de editarea materialelor de promovare.

Programul Național de Cercetare-Dezvoltare-Inovare

În cadrul Programului Național de Cercetare-Dezvoltare și Inovare 2015-2020, cu prelungire în 2021, Programul 2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare, Subprogramul 2.1. Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare - "Proiect experimental demonstrativ", au fost depuse 6 proiecte la care RATEN, prin sucursalele RATEN ICN și RATEN CITON, participă în calitate de coordonator de proiect sau partener în proiect.

Proiectele PNCDI III depuse în 2021 în care RATEN este coordonator sau partener

Denumire	Cod proiect	Coordonator/ Partener
Dezvoltarea și testarea pompelor electrochimice de oxigen pentru atenuarea coroziunii în metale lichide pentru aplicații nucleare, energie solară și industriale	PN-III-P2-2.1-PED-2021-2892 Domeniu 3. Energie, mediu și schimbări climatice	RATEN ICN Coordonator
Metodologia de testare la fluaj în mediul de plumb lichid pentru materialele inovatoare structurale de Gen IV	PN-III-P2-2.1-PED-2021-1758 Domeniu 3. Energie, mediu și schimbări climatice	RATEN ICN Coordonator
Sistem de colectare a datelor de vibrații utilizat în scheme de menenanță predictivă pentru aplicații industriale și nucleare	PN-III-P2-2.1-PED-2021-2292 Domeniu 3. Energie, mediu și schimbări climatice	RATEN ICN Coordonator
Validarea interacțiilor azotului și deuteriului cu suprafetele wolframului prin studii in-situ XPS	PN-III-P2-2.1-PED-2021-3565 Domeniu 4. Eco-nano-tehnologii și materiale avansate	RATEN ICN Coordonator
Oxidarea în plasmă electrolitică a aliajelor de magneziu pentru obținerea de acoperiri ceramice compozite de culoare neagră	PN-III-P2-2.1-PED-2021-3804 Domeniu 4. Eco-nano-tehnologii și materiale avansate	RATEN ICN Partener UPIT Coordonator
Producția de materiale cu conținut de beriliu pentru studii ale divertotului reactoarelor de fuziune de tip Tokamak și investigarea ICPOES	PN-III-P2-2.1-PED-2021-4593, domeniul 4. Eco-nano-tehnologii și materiale avansate	RATEN ICN Partener INFLPR Coordonator

Programul Operațional Competitivitate



În luna ianuarie 2019 a fost depusă cererea de finanțare în vederea aprobării proiectului ALFRED – Etapa 1, Infrastructură de cercetare suport: ATHENA (instalație de tip piscină pentru experimente și teste termohidraulice) și ChemLab (laborator pentru chimia plumbului), în cadrul Programului Operațional Competitivitate, Cod apel: POC/448/1/1/Mari infrastructuri de CD, Componenta 1: Proiecte de infrastructuri de cercetare pentru instituții publice de CD/universități - pentru regiuni mai puțin dezvoltate – LDR. Contractul de finanțare a fost semnat în iulie 2020.

Obiectivul general al proiectului este dezvoltarea capacității științifice, tehnice și de inovare în domeniul de specializare intelligentă “Energie, mediu și schimbări climatice” în vederea consolidării performanțelor cercetării nucleare din România, prin realizarea infrastructurii experimentale dedicată dezvoltării tehnologiei reactorilor rapizi răciti cu plumb.

Rezultate preconizate la finalul proiectului:

- Proiectarea și construcția clădirilor pentru infrastructurile ATHENA și ChemLab. Clădirea principală va găzdui instalația experimentală ATHENA și laboratorul ChemLab, precum și spațiile de lucru pentru experimenteri. Clădirea auxiliară deservește în mod direct funcțional clădirea principală și este destinată serviciilor auxiliare și anexelor tehnice necesare instalațiilor experimentale ATHENA și ChemLab;
- Proiectarea, realizarea, punerea în funcțiune și testarea instalației ATHENA. Instalația este de tip multifuncțional, constând dintr-o piscina cu plumb topit, încalzită electric (cu o putere totală de 2.21MW), destinată investigării regimurilor termohidraulice și funcționării componentelor, sistemelor, echipamentelor reactorului ALFRED.
- Realizarea, dotarea, punerea în funcțiune și testarea Laboratorul ChemLab, dedicat susținerii implementării și dezvoltării controlului și monitorizării regimului chimic al agentului de răcire (în special controlul oxigenului), precum și investigării interacțiunii dintre plumbul lichid și materialele structurale pentru formularea strategiilor de protecție la nivelul demonstratorului ALFRED. Laboratorul ChemLab va avea două componente: (1) laborator experimental și (2) laboratorul de analize structurale.
- Dezvoltarea programului științific de investigare a aspectelor deschise ale tehnologiei reactorilor rapizi răciti cu plumb pe baza folosirii instalațiilor experimentale ATHENA și ChemLab

Rezultate în 2021

În cadrul procesului de implementare a proiectului ALFRED – Etapa 1, Infrastructură de cercetare suport: ATHENA (instalație de tip piscină pentru experimente și teste termohidraulice) și ChemLab (laborator pentru chimia plumbului), cofinanțat prin Programul Operațional Competitivitate, Axa Prioritară: Cercetare, Dezvoltare Tehnologică și Inovare (CDI) în srijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor, Operațiunea: Mari infrastructuri CD, în data de 6 octombrie 2021, RATEN, în calitate de beneficiar al proiectului, a semnat contractul aferent procedurii de achiziție publică pentru servicii de proiectare și execuție lucrările pentru elaborarea și furnizarea rezervației experimentale.



a instalației experimentale ATHENA. Contractul, în valoare de 100.111.122.08 lei, fără TVA, a fost atribuit companiei ANSALDO Nucleare S.p.A., în asociere cu Reinvent Energy S.R.L. Termenul de finalizare a contractului este 31.12.2023.

Şedința de lansare a contractului a fost organizată în data de 19.10.2021, la sediul RATEN. Au participat reprezentanții RATEN, Ansaldo Nucleare S.p.A. și ai Reinvent Energy S.R.L. Scopul întâlnirii a fost prezentarea echipelor de proiect ale Beneficiarului și ale Contractorului, stabilirea strategiei de comunicare în cadrul contractului și a modului de desfășurare a activităților din perioada imediat următoare. Activitățile principale ale contractului sunt:

- Realizarea proiectului tehnic aferent execuției lucrărilor pentru clădiri, instalații conexe clădirilor, rețelelor și sistemelor auxiliare care deservesc instalațiile care fac obiectul contractului;
- Construirea și dotarea clădirii principale și a clădirii auxiliare pentru ATHENA și ChemLab;
- Realizarea, punerea în funcțiune și testarea instalației ATHENA.



Cooperare internațională

Pentru RATEN, participarea la programele de cercetare internațională reprezintă o prioritate a programului de colaborare internațională. În acest sens, susținută prin asigurarea suportului necesar realizării obiectivelor asumate în proiectele aflate în derulare și menținerea unei prezențe active în cadrul Programului Cadru EURATOM al Comisiei Europene, programului de Cooperare Tehnică al IAEA și al Programului de colaborare al NEA/OECD. Au fost vizate următoarele direcții de acțiune:

- derularea acordurilor, înțelegerilor și contractelor internaționale în vigoare, conform angajamentelor asumate;
- creșterea continuă a participării RATEN la Programele de cercetare ale Comisiei Europene și ale Agenției Internaționale de Energie Atomică de la Viena;
- susținerea priorităților cercetării românești în domeniul energeticii nucleare la nivel european, creșterea continuă a vizibilității și a prestigiului său pe plan extern;
- menținerea unei colaborări active cu organizațiile internaționale din domeniu.

Colaborarea la nivelul Uniunii Europene

- Proiecte EURATOM (11 proiecte în derulare, 10 propunerile de noi proiecte)
- Consorțiul FALCON
- Platformele, rețelele și asociațiile profesionale UE: SNETP, IGD-TP, EERA, GIF, ETSON, APSA, NeT, Grupul SET-Plan

Acord de cooperare trilaterală între:

- RATEN ICN
- Universitatea din Pitești (România)
- Universitatea Mansoura (Egipt)

Colaborarea cu IAEA

- INPRO+ Proiecte colaborative
- Proiecte de țară (1), regionale (2) și CRP (3)
- Participare în grupuri tehnice
- Rețelele IAEA: ALMERA, RANET
- Contribuții la elaborare TEC DOC
- Practical Arrangement
- Activități în cadrul ICERR

Colaborarea cu NEA/OECD

Cooperarea la nivelul Uniunii Europene

Proiecte EURATOM

În decursul anului 2021, au fost respectate angajamentele contractuale în cele 11 proiecte aflate în derulare, incluse în Programul Cadru de Cercetare și Inovare al Uniunii Europene, H2020. Dintre proiectele finanțate în perioada 2017-2021, proiectul GEMMA a fost finalizat în anul 2021, iar proiectele CHANCE, MEACTOS și TRANSAT au fost prelungite cu 6 luni, ca urmare a întârzierilor în derularea activităților aferente proiectelor din cauza situației pandemice la nivel mondial. Au fost continue activitățile de cercetare în cadrul Proiectelor demarate în 2019 și 2020.

RATEN este partener în 10 proiecte depuse spre evaluare în octombrie 2021, la Competiția HORIZON EUROPE: ANSELMUS, ENNEN++, ECOSENS, FREDMANS, HARPERS, HARMONISE, INNUMAT, POEAM, SASPAM-SA și TITANS. Direcțiile de cercetare abordate în aceste proiecte acoperă tematicile majore ale domeniului nuclear: managementul deșeurilor radioactive, securitate nucleară și sisteme inovative, coroziune și materialele pentru reactoarele de generație IV.

Proiectele de cercetare finanțate de Comisia Europeană în 2021, în care RATEN este partener

GEMMA	Generation IV Materials Maturity	2017-2021	Finalizat
CHANCE	Characterization of Conditioned Nuclear Waste for its Safe Disposal in Europe		
MEACTOS	Mitigating Environmentally Assisted Cracking Through Optimisation of Surface Condition	2017-2021	Termen de finalizare prelungit cu 6 luni
TRANSAT	Transversal Actions for Tritium		
EURAD	European Joint Programme on Radioactive Waste Management	2019-2023	Continuă
PIACE	Passive Isolation Condenser		
ECC-SMART	Joint European-Canadian-Chinese Development of Small Modular Super-Critical Water-cooled Reactor Technology		
ORIENT-NM	Organisation of the European Research Community on Nuclear Materials		
PASCAL	Proof of Augmented Safety Conditions in Advanced Liquid-metal-cooled systems	2020-2024	Continuă
PATRICIA	Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action		
PREDIS	PRE-DISposal management of radioactive waste		

Proiectele de cercetare aflate în evaluare, în care RATEN este partener

ANSELMUS	Advanced Nuclear Safety Evaluation of Liquid Metal using Systems
ENNEN++	Building European Nuclear Competence through continuous Advanced and Structured Education and Training Actions
HARMONISE	Towards Harmonisation in Licensing of Future Nuclear Power Technologies in Europe
HARPERS	HARmonised PracticEs, Regulations and Standards in waste management and decommissioning
INNUMAT	Innovative Structural Materials for Fission and Fusion
SASPAM-SA	Safety Analysis of SMR with Passive Mitigation Strategy (SASPAM) - Severe Accident (SA)

FREDMANS	Fuel Recycle and Experimentally Demonstrated Manufacturing of Advanced Nuclear Solutions for Safety
ECOSENS	Economic and Social Considerations for the Future of Nuclear Energy in Society
POEAM	Prediction of the environmentally assisted crack initiation behaviour of materials produced by advanced manufacturing techniques for the safe long-term operation of light water reactors
TITANS	Tritium Impact and Transfer in Advanced Nuclear reactorS

- Proiecte finalizate în 2021

Titlul Proiectului	GEMMA (GEneration IV Materials Maturity)
Obiectivul Proiectului	Proiectul GEMMA se adresează acțiunii NFRP-5 a Competiției EU 2015 „Materials research for Generation – IV reactors”, care are scopul de a investiga domeniile în care cercetarea inovativă și de viitor este necesară pentru a atinge maturitatea tehnologică în cadrul dezvoltării de materiale pentru Generația IV de reactori (MYRRHA, ALFRED, ASTRID, ALLEGRO)
Contribuția RATEN	Contribuția RATEN ICN se încadrează în obiectivele generale ale proiectului GEMMA, care constau în calificarea și codificarea materialelor structurale selectate pentru construcția reactoarelor de Generație IV, așa cum sunt avute în vedere în interiorul ESNII (Inițiativa Europeană de Dezvoltare Nucleară Industrială Durabilă). Materialele structurale, ce au fost 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 reactoarelor. Calificarea lor înseamnă că aceste materiale trebuie să reziste la agresiunea condițiilor de lucru în reactoare de gen IV (temperaturi înalte, mediu înalt coroziv și flux intens de neutroni rapizi), această calificare fiind verificată experimental și modelată numeric. De asemenea, este necesar să fie testate materialele utilizate pentru sudurile relevante, protecțiile anticorozive. Au fost investigate rezistența la coroziune a noilor oțeluri de tip Alumina Forming Alloy și efectul tratamentelor de suprafață, în condiții reprezentative. Codificarea rezultatelor proiectului presupune ca să fie generată o mare cantitate de date experimentale care să poată fi transferată în norme utile pentru proiectanții de sisteme și componente, pentru a fi utilizată adevarat în codurile RCC-MRx Design Rules (Standard Francez pentru Gen IV).
Raportări 2021	<p>Elaborarea și livrarea Raportului „D1.3 GEMMA WP 1.3 Test Matrix, The results from the SSRT tests on the 15-15Ti and AFA steel”, în cadrul WP1 – Advanced corrosion mitigation strategies (Strategii avansate de diminuare a coroziunii), coordonat de KIT, <i>Task 1.3. Tratamente termice, caracterizarea structurală, microstructurală și mecanică în mediu aer și mediu inert</i>.</p> <p>Contribuții la elaborarea și revizia Raportului „D2.3 Characterization of mechanical properties and microstructure of reference welds in air”, în cadrul WP2 – Welding development and characterization, coordonat de JRC Petten, Task 2.2 Mechanical tests of welds in air & microstructural analyses</p> <p>Contribuția la revizia raportului „RATEN ICN Report: GEMMA WP2.3 Test Matrix - The results from the Qualification Tests”. Obiectivul lucrării I-a reprezentat determinarea proprietăților mecanice ale unor oțeluri candidate pentru reactoarele de generație IV supuse unor îmbinări prin sudare (de tip TIG – Tungsten Inert Gas și SAW – Submerged Arc Welding) și probe 15-15Ti.</p> <p>Contribuția la revizia raportului „GEMMA WP2 Task 2.2 D2.3 Weld Qualification Tests, Results from Bending Tests 316L (TIG&SAW)” în care au fost prezentate rezultatele testelor de încovoiere pe probe din sudurile 316L (TIG and SAW) conform standardelor: ASTM E290-14, „Standard test methods for bend testing of material for ductility”, 2014; BS EN ISO 5173:2010 ICS 25.160, +A1:2011, “Destructive tests on welds in metallic materials-Bend tests”.</p>

Task 2.4 Residual stress modelling (Modelarea tensiunilor reziduale).

Participare la elaborarea Raportului „D2.6 Report on residual stress simulations, benchmarking and validation.

Au fost realizate analize de modelare a tensiunilor reziduale după procesul de sudura și a livrat raportul **“RATEN ICN Report: Longitudinal RS distribution for butt welded plates - Literature review”**, împreună cu analize realizate cu „ANSYS mechanical” pe problematica pachetului de lucru.

- Proiecte în derulare

Titlul Proiectului	CHANCE (Characterization of conditioned nuclear waste for its safe disposal in Europe)
Obiectivul Proiectului	Proiectul CHANCE și-a propus să identifice, la nivel european, stadiile curente în metodologiile de caracterizare a deșeurilor radioactive condiționate și să dezvolte, testeze și valideze tehnici complementare, inovative de caracterizare nedistructivă care pot îmbunătăți cu siguranță caracterizarea deșeurilor radioactive condiționate.
Contribuția RATEN	RATEN ICN este implicat în pachetul de lucru WP2 <i>“Methodology for conditioned radioactive waste characterization: Problematic wastes and R&D proposal”</i> , coordonând task-ul 2.1. <i>„End-Users Requirements & Methodology for conditioned waste characterization”</i> .
Raportări 2021	Contribuție la actualizarea livrabilului finalizat în 2020 <i>“D2.3 R&D needs for conditioned waste characterization”</i> , pentru a ține cont de observațiile primite în urma revizuirii realizate de către reprezentanți CHANCE EUG.

Titlul Proiectului	MEACTOS (Mitigating Environmentally-Assisted Cracking Through Optimisation of Surface Condition)
Obiectivul Proiectului	Scopul proiectului MEACTOS este de a îmbunătăți siguranța și fiabilitatea centralelor nucleare de generația a II-a și a III-a, prin creșterea rezistenței la fisurarea asistată de mediu a componentelor critice, inclusiv a zonelor sudate, prin utilizarea unor metode optimizate de prelucrare a suprafețelor și perfecționarea 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. Va fi elaborată o foaie de parcurs pentru armonizarea ghidurilor și a codurilor utilizate în țările care dețin centrale nucleare.
Contribuția RATEN	Au fost realizate activități în cadrul WP6 - Testing for EAC resistance under LWR conditions. Au fost finalizate testele programate în task 6.1 și task 6.2. Reprezentantul RATEN a participat la întâlnirile tehnice organizate online (TM nr. 11, 14 și 17) și la ședința nr. 4 a Adunării Generale MEACOS. Rezultatele obținute în task 6.1 sunt cuprinse în raportul D 6.5.
Raportări 2021	D6.5 Effect of selected surface treatments on EAC initiation, screening test results (08.03.2021)

Titlul Proiectului	TRANSAT (TRANSversal Actions for Tritium)
Obiectivul Proiectului	Scopul proiectului TRANSAT este de a îmbunătăți cunoștințele privind managementul tritiului în domeniul fisiunii și fuziunii nucleare prin abordarea unor noi strategii de atenuare a emisiilor de tritium și îmbunătățirea gestionării deșeurilor tritiate.

Contribuția RATEN	RATEN este implicat în: WP1- Evaluare și propuneri în vederea dezvoltării de bariere împotriva permeației tritiului și pentru tratarea gazelor tritiate din operare. Activitățile realizate de către RATEN în cadrul proiectului au vizat: <ul style="list-style-type: none"> • analiza tipurilor de reactoare în operare, la nivel european inclusiv spațiul european extins, în vederea identificării termenului sursă sau a cantității de tritium estimată și a locului de generare în cadrul fiecărei instalații pentru a se obține fundamentarea datelor de intrare pentru WP2; • culegerea de date privind fluxurile de operare șidezafectare care pot avea implicații asupra inventarului de tritium considerat în cazul unei centrale de tip CANDU și discuții privind mecanismele potențiale de transport ale acestuia în mediu; • analiza evoluției generării de tritium în sistemele moderator și primar de transport al căldurii pentru cazul particular al CNE Cernavodă; se au în vedere descrieri constructive ale unor echipamente cu rol de interfață ponteșteală pentru permeația tritiului într-un reactor de tip CANDU, cu particularizare (în limita posibilităților) pentru CNE Cernavodă; • asigurarea suportul științific și tehnic, constând din activități de proiectare în colaborare cu IFIN HH și sub coordonarea KIT, pentru dezvoltarea și realizarea unui stand experimental la Karlsruhe Institute of Technology pentru studierea barierelor de permeație. Datele de intrare au fost identificate și transmise de beneficiar (KIT), în prima parte a anului 2018; • activități de integrare a contribuțiilor părții române (partenerii români implicați în WP1) în cadrul proiectului TRANSAT, în vederea transmiterii către coordonatorul WP1 și coordonatorul proiectului.
------------------------------	---

Raportări 2021

Contribuții la realizarea raportului final al proiectului

Titlul Proiectului	EURAD (EUropean Joint Programme on RADioactive Waste Management)
Obiectivul Proiectului	Acest program comun de cercetare (JP) va genera și va gestiona cunoștințele necesare susținerii statelor member UE în implementarea directivei 2011/70/Euratom, ținând cont de anvergura Programelor Naționale și stadiile lor de implementare, prin: <ul style="list-style-type: none"> • Susținerea statelor membre în dezvoltarea și implementarea programelor naționale de cercetare-dezvoltare asociate managementului pe termen lung a deșeurilor radioactive; • Consolidarea cunoștințelor existente pentru punerea în operare a primelor depozite geologice pentru combustibil ars, deșeuri înalt active și alte deșeuri de viață lungă și susținerea optimizării în implementarea etapizată a programului de depozitare geologică; • Management cunoștințelor și transferul acestora între organizații, state membre UE și generații. •
Contribuția RATEN	RATEN ICN participă în 2 pachete de cercetare (CORI și FUTURE) și în 2 pachete de networking (ROUTS și UMAN). FUTURE "Fundamental understanding of radionuclide retention"- RATEN ICN este implicat în Task-ul n°3: Redox, în cadrul căruia va investiga mecanismele de retenție ale ⁹⁹ Tc pe materiale argiloase, în condiții redox controlate (conținut de O și Eh). CORI "Cement-Organics-Radionuclides-Interactions"- RATEN ICN este implicat în Task-ul n°2: Organics-Cement-Interactions și Task-ul n°3: Radionuclide-Organics-Cement-Interactions, în cadrul cărora va investiga interacția compușilor organici cu C-14, generați din degradarea răšinilor ionice uzate, cu mediul de ciment în diferite stări de degradare, și efectul compușilor organici asupra mobilității Ni în mediu de ciment. ROUTS "Waste management routes in Europe from cradle to grave"- RATEN ICN va contribui la Taks n°2 "Identify challenging wastes to be tackled in collaborative way

within the Joint Program - Mapping and shared understanding at EU level of the practical issues on waste management routes" și Task n°4 "Identification of WAC used in EU Member States for different disposal alternatives in order to inform development of WAC in countries without WAC/facilities". În Task n°2, RATEN va furniza informații cu privire la situația actuală din România referitor la managementul deșeurilor radioactive instituționale și a celor generate la CNE Cernavodă și va identifica deșeurile radioactive generate în România care nu pot îndeplini criteriile de acceptare în depozitele de suprafață și geologic prevazute să fie construite în România. În Task n°4, RATEN va coordona sub-task-ul 4.1 "Current use of waste acceptance criteria", și va organiza (împreună cu ONDRAF/NIRAS and GSL).

UMAN "Uncertainty Management multi-Actor Network" – RATEN ICN coordonează Task-ul n°3 "Characterization and significance of uncertainties for different categories of actors", contribuind la identificarea diferitelor tipuri de incertitudini ce trebuie tratate în cazul de securitate asociat unui sistem de depozitare și va colecta și analiza informațiile relevante pentru incertitudinile legate de amplasament și geosferă.

Raportări 2021

FUTURE: S-au efectuat teste de sorbție în „batch” a Tc-99 (prin intermediul omologului său chimic stabil Re) pe probă de argilă pură (montmorilonit) și pe probă de montmorilonit cu adăos controlat de ioni de fier, teste derulate în condiții redox controlate.

CORI: S-au efectuat teste de solubilitate a Ni-63 în apă artificială (ACW), care simulează compoziția apei din porii pastelor de ciment hidratate, aflate în Stadiul I de degradare. S-au început testele de sorbție a Ni-63 (cinetică și izoterme) pe paste de ciment în stadiul I de degradare, în condiții controlate (atmosferă de N₂, cu conținut de O₂ și CO₂≤ 2 ppm).

ROUTS: Contribuții la realizarea deliverabilului D.9.5: „Overview of issues related to challenging wastes”, aflat în etapa de revizuire. În livrabil este prezentată sinteza privind managementul și depozitarea categoriilor de deșeuri radioactive considerate problematice de către respondenții la chestionarul ROUTES: șlamuri radioactive, rășini ionice uzate, deșeuri organice, deșeuri bituminante, deșeuri generate din dezafectare, surse închise uzate, deșeuri contaminate cu Ra/Th/U, deșeuri ce conțin metale reactive, deșeuri ce conțin substanțe chemotoxice. De asemenea, în livrabil sunt prezentate și acțiuni R&D propuse a se derula în comun pentru un management mai bun al deșeurilor problematice.

Titlul Proiectului	PIACE (Passive IsolAtion Condenser)
Obiectivul Proiectului	Scopul proiectului este de a realiza transferul de tehnologie din domeniul cercetării către industrie în domeniul securității instalațiilor nucleare. Va fi analizat și adaptat un sistem inovativ de evacuare a căldurii reziduale din reactorii nucleari răciți cu plumb, aflați în faza de validare tehnologică pentru reactorii (instalația SIRIO). Prototipul obținut va putea fi utilizat atât în sistemele nucleare de tip LFR/ADS, cât și pentru reactorii cu apă LWR.
Contribuția RATEN	<p>În 2021 au fost desfășurate activități în cadrul pachetelor de lucru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • WP2 – Definirea matricii de teste pentru instalația SIRIO (Task 2.5 Definirea matricii de teste pentru reactor PHWR (CANDU) (responsabil RATEN): <ul style="list-style-type: none"> - Au fost îndeplinite sarcinile care revin RATEN ICN constând în: analiza capabilității instalației SIRIO de a pune în evidență mărimele/parametrii de interes pentru CNE CANDU, elaborarea unui model termohidraulic al instalației SIRIO cu codul RELAP5/MOD 3.2 și analiza evoluțiilor parametrilor de interes; • WP5 – Diseminare, educație și training (coordonator RATEN): <ul style="list-style-type: none"> - Realizare Webinar cu titlul: "CANDU Overview and Isolation Condenser Upgrade" ce poate fi regăsit pe site-ul proiectului PIACE; - Realizare anunțuri și organizare (detalii pe pagina proiectului: piace.brasimone.enea.it): <ul style="list-style-type: none"> • Webinarii;

Raportări 2021	<ul style="list-style-type: none"> • Workshop ("Innovation in Nuclear Safety: Design, Experience and Lessons Learned") -online, conectat cu NUCLEAR 2022); • Pregatire profesională a 5-10 tineri (pe baza de competiție) în instalația experimentală SIRIO a organizației SIET (Italia). <p>Contribuții la:</p> <p>Livrabil 2.5. – Test Matrix Definition and Facility Upgrade for CANDU reference Reactor (15.02.2021)</p> <p>Livrabil 3.2. – Test Matrix Definition and Facility Upgrade for CANDU reference Reactor (15.07.2021)</p>
Titlul Proiectului	ECC - SMART (Joint European-Canadian-Chinese Development of Small Modular Super-Critical Water-cooled Reactor Technology)
Obiectivul Proiectului	<p>Proiectul este unul de colaborare între organizațiile de cercetare din Europa, China și Canada și își propune să furnizeze recomandări științifice privind problemele de securitate și standardele pentru construcția reactoarelor modulare răcite cu apă la temperaturi supercritice de tipul SCW-SMR (Supercritical Water Cooled Small Modular Reactors).</p>
Contribuția RATEN	<p>Proiectul este axat pe 4 direcții:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. identificarea și testarea materialelor selectate (aliaje comerciale și aliaje cu depunerile de straturi protectoare) în vederea realizării componentelor interne pentru reactoare de tipul SCW- SMR 2. analize termo-hidraulice relevante pentru mediul de apă la temperaturi supercritice 3. analize neutronice 4. studii de pre-licențiere care să demonstreze fezabilitatea acestui tip de reactor
	<p>RATEN ICN este implicat în 2 pachete de lucru:</p> <ul style="list-style-type: none"> - WP 2 (Identificarea și testarea la coroziune a materialelor candidate pentru realizarea componentelor interne ale SM -SCWR) și - WP 4 (Caracterizarea neutronică a proiectului conceptual SM-SCWR).
	<p>În cadrul pachetului de lucru 2, (WP 2) în anul 2021 s-au realizat următoarele activități:</p> <ul style="list-style-type: none"> - participare la toate întâlnirile online în cadrul proiectului (General Assembly și întâlnirile tehnice pe WP2); - s-a modernizat instalația de testare în apă la temperaturi supercritice prin instalarea unui sistem de monitorizare a presiunii și a unui panou electric nou; - s-au receptionat probele din Incoloy 800 și oțel 310 S trimise de CVR și s-au efectuat primele analize impuse pe probele netestate (determinarea rugozității suprafeteelor, a microdurițăii, analize metalografice); - s-au efectuat primele teste la temperatura de 380° C și 25 MPa timp de 1000 de ore și probele testate au fost investigate gravimetric, metalografic și prin microscopie electronică de baleaj.
	<p>Pachetul de lucru 4 (WP4) este responsabil de caracterizarea neutronică a proiectului conceptual SM-SCWR. WP4 își propune să studieze parametrii neutronici de proiectare și de siguranță, efectuând calcule preliminare ale zonei active, pentru a optimiza schema de încărcare a zonei active, și examinând impactul gradului de ardere al combustibilului.</p>
	<p>În 2021, principalele activități au vizat modelarea ansamblului FQT (Fuel Qualification Test) utilizând codul de tip Monte Carlo, MCNP6.2 și biblioteca de date nucleare ENDF/B.VII.1 pentru evaluarea parametrilor de interes: factorul de multiplicare, distribuția axială a puterii în combustibil, distribuția axială a fluxului de neutroni în canalele de apă pe trei grupe de energie și distribuția axială a depunerii de energie în componente ansamblului FQT. Rezultatele obținute au fost utilizate pentru îndeplinirea primului obiectiv al acestui pachet de lucru și anume "Selectarea codurilor de fizica reactorilor adecvate pentru modelarea comportamentului complex al SM-SCWR".</p>
Raportări 2021	<p>În anul 2021 nu s-au elaborat livrabile în cadrul RATEN ICN.</p> <p>Au fost contribuții pentru livrabilele D.2.2 și D 4.1.</p>

Titlul Proiectului	ORIENT - NM (ORganIsation of the EuropeaN Research CommuniTy on Nuclear Materials)
Obiectivul Proiectului	<p>Proiectarea unui plan pentru un program comun european (EJP) privind materialele nucleare, sub toate aspectele sale;</p> <p>Definirea tuturor celor de mai sus într-un dialog strâns cu statele membre (SM) și Comisia Europeană (CE), precum și cu toate celelalte părți interesate.</p>
Contribuția RATEN	<ul style="list-style-type: none"> Identificarea și analiza programelor naționale de cercetare; Evaluarea critică a valorii adăugate a unui EJP pentru materialele nucleare; Identificarea organizațiilor care urmează să fie mandatate și procedura relevantă și identificarea tuturor actorilor naționali care vor fi conectați; Pregătirea Agendei Strategice de cercetare (SRA); Planul de implementare, asigurarea calității și gestionarea datelor; Planuri pentru educație și formare și consolidarea competențelor, mobilitatea cercetătorilor și utilizarea infrastructurii, diseminarea și publicarea regulilor.
Raportări 2021	N/A
Titlul Proiectului	PATRICIA (Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action)
Obiectivul proiectului	Obiectivul proiectului PATRICIA este concentrat pe cercetări privind partaționarea pentru separarea eficientă a Am din combustibilul ars, experimente și dezvoltarea de coduri pentru studiul comportării combustibilului cu actinide și cercetări suport pentru licențierea reactorului MYRRHA.
Contribuția RATEN	<p>Pachetele de lucru în care este implicat RATEN ICN sunt:</p> <p>WP7 Fuel clad behaviour (Comportarea tecii elementului combustibil); Task 7.2 Mechanical properties of corroded fuel pins (Proprietatile mecanice ale elementelor combustibile):</p> <ul style="list-style-type: none"> Obiectivul acestei activități este testarea mecanică a segmentelor de tub 15-15 Ti, pentru care se cunoaște adâncimea de coroziune și compararea datelor obținute cu cele din Proiectele Pilot TASTE și TASTE+ EERA din JPNM. Testele preliminare de tip Ring Tensile Tests au fost realizate la RATEN ICN pe probe inelare similare cu cele tratate în mediul de metal lichid. Astfel, se poate determina proprietățile mecanice în condiții apropiate de testele clasice. <p>WP 8. Driver fuel safety (Teste de securitatea combustibilului). Este coordonat de RATEN; Task 8.1: PIE fuel transient test (Examinarea Post Iradiere a combustibilului supus tranziției termice)</p> <ul style="list-style-type: none"> În proiectul european anterior, MAXSIMA, în RATEN ICN au fost realizate experimente de tranziție de putere pentru elemente de combustibil cu UO₂ fabricate la SCK•CEN, care au o geometrie reprezentativă pentru elementele combustibile din MYRRHA. Scopul testelor a fost acela de a studia interacția combustibil – teacă în timpul tranziției termice și a obține condițiile de securitate în scopul licențierii. Se au în vedere examinări Post Iradiere în LEPI pentru obținerea profilometriei. Se vor face și modelări 3D și analize termomecanice cu codurile TRANSURANUS și ANSYS. Participare la întâlnirea de lansare a Proiectului „PATRICIA Virtual Meeting”, October 2021. Prezentarea activităților propuse în pachetul de lucru: „Patricia, WP8-Driver fuel Safety”.
Raportări 2021	N/A

Titlul Proiectului	PASCAL (Proof of augmented safety conditions in advanced liquid-metal-cooled systems)
Obiectivul Proiectului	Demonstrarea capacitatei sistemelor nucleare avansate răcite cu plumb topit de a asigura un nivel înalt de securitate nucleară
Contribuția RATEN	RATEN ICN este responsabil pentru Task 5.1 (Educație) și Task 5.3 (Diseminare și comunicare) din cadrul pachetului de lucru WP 5. RATEN ICN va beneficia de un program de educație și pregătire profesională în domeniul tehnologiei reactorilor rapizi răciți cu plumb (cursuri, training în organizațiile/laboratoarele europene cu expertiză în domeniu). A fost realizat livrabilul D6 – “Plan for Exploitation and Dissemination of PASCAL's Results”
Raportări 2021	

Titlul Proiectului	PREDIS (PRE-DISposal management of radioactive waste)
Obiectivul Proiectului	Dezvoltarea metodelor de tratare și condiționare a deșeurilor radioactive pentru care nu sunt disponibile în prezent soluții adecvate sau mature industrial, incluzând deșeuri metalice (WP4), deșeuri lichide organice (WP5) și deșeuri solide organice (WP6). Obiective specifice: <ul style="list-style-type: none">• dezvoltarea soluțiilor (metode, procese, tehnologii, demonstratori) pentru tratarea și condiționarea deșeurilor pentru care nu există soluții adecvate de management în anumite state membre EU, pentru a evita construirea de facilități noi de stocare pe amplasament;• îmbunătățirea soluțiilor existente cu procese alternative mai sigure, mai ieftine și mai eficiente, dacă acestea aduc beneficii măsurabile cătorva state membre EU;• analiza criteriilor, parametrilor și specificațiilor pentru materiale și ambalajele de deșeuri corelate cu criteriile de acceptare (WAC) pentru etapele de pre-depozitare și depozitare.
Contribuția RATEN	RATEN ICN participă în 2 pachete de lucru: <ul style="list-style-type: none">• WP4 “Innovations in metallic treatment and conditioning” RATEN ICN este implicat în studiul încapsulării metalelor reactive în matrici pe bază de fosfat de magneziu, coordonând Task-ul dedicat coroziunii aluminiului în mediul caracteristic lianților pe bază de fosfat de magneziu (MPC). RATEN ICN va studia coroziunea deșeurilor de aluminiu în MPC, în vederea evaluării ratei de generare a hidrogenului și optimizării acestei matrici pentru a putea fi utilizată la înglobarea deșeurilor de aluminiu generate din dezafectarea reactorului TRIGA. Deoarece, în general, deșeurile sunt condiționate în containere din oțel carbon, va fi studiată și coroziunea materialului. În 2021, au fost realizate teste preliminare de coroziune a aluminiului în soluție saturată în Portlandit și s-a realizat și testat un montaj experimental care permite măsurarea directă a volumului de hidrogen generat prin coroziunea aluminiului în soluție.• WP5 „Innovations in liquid organic waste treatment and conditioning” RATEN ICN este implicat în task-ul dedicat condiționării directe în geopolimeri a deșeurilor radioactive lichide organice și coordonează, împreună cu SOGIN, task-ul dedicat selectării, pe baza testelor de robustete, a 3 formule de referințe pentru geopolimeri, formule care vor fi optimizate și studiate de către partenerii acestui pachet de lucru. RATEN ICN a propus studierea unei matrici de geopolimer obținută prin activarea alcalină a zgurii granulate de furnal (de la Galați), cu și fără adiție de tuf vulcanic.
Raportări 2021	Contribuție la realizarea raportului intermediu “Screening study results & selection of reference formulations”, finalizat în iulie 2021 (MS33), în care este prezentată o siteză a rezultatelor experimentale obținute de partenerii implicați în realizarea Task-ului 5.3 (CIEMAT, KIPT, NNL, NUCLECO, POLIMI, RATEN, SCK-CEN, SOGIN) și sunt descrise

cele trei matrici de geopolimer pentru care se vor derula teste suplimentare de optimizare: o rețetă de geopolimer pe bază de metacaolin, o rețetă de geopolimer pe bază de zgură de furnal și o rețetă bazată pe amestecuri de materiale precursor precum: metacaolin, zgură de furnal și cenușă de termocentrală.

- Proiecte depuse la competiția HORIZON EUROPE din octombrie 2021, aflate în evaluare

Titlul Propunerii	ANSELMUS (Advanced Nuclear Safety Evaluation of Liquid Metal using Systems)
Obiectivul Proiectului	contribuții semnificative la evaluarea securității sistemelor HLM, în special ALFRED și MYRRHA
Contribuția RATEN	RATEN va fi implicat în următoarele activități: <ul style="list-style-type: none"> • analize PIRT pentru ALFRED • investigarea sensibilității metodei de detectare a defectării pin de combustibil (responsabil subtask) • inspecție NDT la temperaturi ridicate • analize de impact social al tehnologiei HLM (responsabil pachet lucru) • diseminare și comunicare (responsabil pachet de lucru și subtask-uri) Este prevazută construirea unei instalații mici de Pb pentru a investiga migrarea gazelor nobile către gazul de acoperire, inclusiv un sistem de control al gazului de acoperire.
Raportări 2021	N/A

Titlul Propunerii	ENEN++ (Building European Nuclear Competence through continuous Advanced and Structured Education and Training Actions)
Obiectivul proiectului	Atragerea de noi talente și dezvoltarea activităților de educație și formare (E&T), precum și a celor interculturale și interdisciplinare
Contribuția RATEN	RATEN ICN va desfășura activități în pachetele de lucru WP1 (Analiza resurselor umane în sectorul nuclear), WP2 (Informarea și atragerea tinerelor talente), WP3 (Îmbunătățirea competențelor în nuclear - programe de pregătire continuă), WP4 (Dezvoltarea pregătirii vocaționale), aducându-și contribuția la: <ul style="list-style-type: none"> • Analiza nevoilor de resurse umane în sectorul nuclear; • Analiza nevoilor de resurse umane în centrele de cercetare, agențiile de management pentru deșeurile radioactive și în organizațiile TSO; • Organizarea unor evenimente de carieră; • Acțiuni de sensibilizare a elevilor și profesorilor; • Revizuirea strategiei europene de E&T; • Dezvoltarea unei platforme europene de educație și formare vocațională (VET) care să centralizeze și să disemineze criteriile comune europene în vederea etichetării ofertelor VET. Efortul specialiștilor din RATEN ICN este de 8 pm (din totalul de 440.5pm). Bugetul total al proiectului este de 7,690,635.00 EUR, din care 43,750 EUR, revin RATEN ICN.
Raportări 2021	Nu este cazul, proiectul va începe în anul 2022

Titlul Propunerii	HARMONISE (Towards Harmonisation in Licensing of Future Nuclear Power Technologies in Europe)
Obiectivul Proiectului	Propunerea are ca obiectiv armonizarea bazei de reglementare pentru ca procesele actuale de licențiere să fie aplicabile și tehnologilor inovatoare de fisiune și fuziune.
Contribuția RATEN	<p>RATEN va contribui la:</p> <ul style="list-style-type: none"> • definirea rețelei de stakeholder (lider task) • investigarea cerințelor de licențiere pentru instalațiile inovative • investigarea dificultăților în aplicarea cadrelor de reglementare existente pentru licențierea reactorilor inovativi (lider task) • elaborarea conceptului cadru de reglementare bazat pe performanță, cu informare asupra riscurilor • identificarea cerințelor codurilor și standardelor pentru instalațiile inovative • diseminare și comunicare
Raportări 2021	Nu este cazul, proiectul va începe în anul 2022
Titlul Propunerii	Proiect HARPERS (HARmonised PracticEs, Regulations and Standards in waste management and decommissioning)
Obiectivul Proiectului	<p>Proiectul urmărește să stabilească și să clarifice beneficiile unor reglementări și standarde armonizate la nivel european în domeniul dezafectării, dar și în fazele inițiale de gestionare a deșeurilor radioactive.</p> <p>Proiectul are o abordare în două faze: în prima fază vor fi consultați principalii stakeholderi pentru a evalua necesitățile, argumentele pro și contra armonizării, dar și pentru identificarea domeniilor prioritare care vor fi abordate în faza a doua (WP2). A doua fază va urmări o implicare mai aprofundată a stakeholderilor pentru evaluarea domeniilor prioritare identificate în prima fază în ceea ce privește: servicii de cooperare transfrontalieră (WP3), economie circulară (WP4) și tehnologii avansate (WP5). De asemenea, vor fi analizate diferențele de reglementare între statele membre și se vor evalua punctele forte, punctele slabe, oportunitățile și amenințările asociate armonizării pentru identificarea beneficiilor reglementărilor armonizate și elaborarea unor metodologii de armonizare (WP6).</p>
Contribuția RATEN	<p>În acest proiect, RATEN ICN contribuie în pachetul de lucru WP3 "Cross border services / facilities" care și-a propus să identifice cele mai importante nevoi și oportunități pentru activitățile transfrontaliere actuale și viitoare în domeniul gestionării deșeurilor radioactive (caracterizare, tratare, condiționare și stocare) și să evaluateze obstacolele de reglementare în calea furnizării unor astfel de servicii. Rezultatele vor furniza statelor membre, CE și altor părți interesate îndrumări privind promovarea posibilităților de servicii/facilități transfrontaliere, sigure și eficiente, în gestionarea deșeurilor radioactive. De asemenea, RATEN ICN va fi implicat în pachetul de lucru WP7 "Engagement and Dissemination", în cadrul căruia va coordona Task-ul dedicat educației și pregătirii, dedicat materialelor de pregătire, axate pe perspectivele industriale și de reglementare, în strânsă colaborare cu partenerii de proiect din WP2-6. Cursurile de pregătire vor fi organizate în cooperare cu alte programe de formare/educație în domeniul managementului deșeurilor radioactive, ca de exemplu cele din cadrul proiectelor EURAD, PREDIS și ELINDER (The European Learning Initiatives for Nuclear Decommissioning and Environmental Remediation – program de pregătire în domeniul dezafectării facilităților nucleare). După finalizarea programului de formare, se va efectua o evaluare a instruirii pe baza unor criterii de evaluare definite anterior.</p> <p>Bugetul alocat RATEN ICN este de 40625 Euro.</p>
Raportări 2021	N/A

Titlul Propunerii	INNUMAT (Materiale structurale performante pentru reactoarele de fisiune și fuziune)
Obiectivul Proiectului	Obiectivele principale ale proiectului constau în dezvoltarea materialelor structurale inovatoare pentru aplicații nucleare și punerea la punct a procesului de calificare a acestor materiale pentru reactoarele de fisiune cu neutroni rapizi, răcite cu plumb și sare topită, precum și pentru reactoarele demonstrative de fuziune. Pentru aplicațiile de fisiune, aliajele cu entropie înaltă (HEA), o nouă clasă de materiale cu un potențial vast de dezvoltare și proprietăți foarte promițătoare, precum și oțelurile austenitice care formează aluminiu (AFA), au fost deja identificate ca materiale structurale potențiale pentru Gen IV și reactoare modulare mici. Aceste materiale sunt în centrul atenției în situația în care se impune adoptarea unor soluții performante cu privire la materialele pentru aplicații în domeniul reactoarelor de fisiune și fuziune. Un interes deosebit se acordă asamblării prin sudură și acoperirilor protectoare pentru 15-15Ti, destinate reactoarelor cu neutroni rapizi răciți cu plumb (LFR), printre care MYRRHA și ALFRED, precum și pentru Eurofer acoperit. Se are în vedere și un oțel cu dispersie de oxid (ODS) pentru demonstratorul de fuziune. Unele dintre aceste materiale structurale oferă posibilitatea aplicării și în afara domeniului nuclear, de exemplu oțelurile HEA și AFA pot fi folosite la instalațiile aferente obținerii energiei solare.
Contribuția RATEN	<p>WP2 Compatibilitatea cu fluidele de răcire</p> <p><i>Task 2.2: Teste pentru determinarea compatibilității în diferite medii</i></p> <p><i>Task 2.2.1.A: Compatibilitatea materialului cu Pb (Testarea AFA în Pb stagnant la diferite temperaturi).</i></p> <p><i>Task 2.2.1.B: Teste mecanice în Pb (teste SSRT în Pb).</i></p> <p>WP3 Caracterizare mecanică, stabilitate termică și modelare</p> <p><i>Task 3.2: Teste mecanice și examinare nedistructivă necesare în proiectarea și calificarea materialelor</i></p>
Raportări 2021	N/A

Titlul Propunerii	SASPAM-SA (Safety Analysis of SMR with Passive Mitigation Strategy (SASPAM) - Severe Accident (SA))
Obiectivul Proiectului	Obiectivul proiectului este de a transfera cunoșterea din domeniul analizei de accidente severe de la nivel de PWR, în domeniul SMR iPWR, împreună cu activități de dezvoltare metodologică și de simulare specific sistemelor SMR
Contribuția RATEN	<p>Proiectul este structurat în 7 pachete de lucru:</p> <p>WP1 – Coordonare,</p> <p>WP2 – Construcția datelor de intrare și dezvoltarea scenariilor SA,</p> <p>WP3 - Aplicabilitatea bazei de date experimentale SA existente pentru iPWR evaluare,</p> <p>WP4 - Evaluarea capacitaților codurilor de calcul în ceea ce privește simularea și evaluarea retenției coriumului într-o configurație iPWR,</p> <p>WP5 - Evaluarea eficienței măsurilor de atenuare pentru izolare și protejarea centralei, identificarea nevoilor de dezvoltare ale codurilor de simulare,</p> <p>WP6 - Caracterizarea zonei de intervenție la urgență,</p> <p>WP7 - Comunicare, diseminare și exploatare.</p> <p>Proiectul vizează o strânsă cooperare între dezvoltatorii de coduri de calcul, autoritățile de reglementare, organizațiile de suport tehnic, institutele de cercetare și industrie. Activitatea este orientată pentru transferul cunoștințelor dobândite în cazul reactorilor LWR de mari dimensiuni, în vederea acoperirii nevoilor de analiză pentru SA și EPZ necesare pentru sistemele de tip SMR iPWR. Proiectul va fi coordonat de ENEA, Italia. RATEN ICN va participa în următoarele activități: (1) analiza secvențelor de accident sever pentru concepțele iPWR, (2) estimarea inventarului de nuclizi pentru construirea unui termen sursă relevant pentru importanța radiologică, (3) revizia datelor experimentale existente, (4)</p>

realizarea unor analize conservative preliminare pentru scenariile de accident, (5) diseminare și exploatarea rezultatelor.

Raportări 2021

N/A

Titlul Propunerii	POEAM (Prediction Of the Environmentally Assisted crack initiation behavior of Materials produced by advanced manufacturing techniques for the safe long-term operation of light water reactors)
Obiectivul Proiectului	<p>Utilizarea tehnicilor de testare optimizate pentru a evalua inițierea fisurării asistate de mediu, în cazul oțelurilor inoxidabile și a aliajelor pe bază de Ni (Alloy 182/82) și în medii caracteristice LWR (BWR și PWR). Vor fi elaborate modele predictive pentru mecanismul de inițiere și vor fi dezvoltate linii directoare pentru industrie, în scopul îmbunătățirii rezistenței la inițierea fisurirării asistate de mediu a componentelor de interes pentru o funcționare sigură pe termen lung a centralelor nucleare.</p> <p>Cunoștințele asimilate vor fi disseminate prin organizarea unei școli de vară, a atelierelor de lucru și perfectarea bazei de date la care vor avea acces părțile interesate din industrie și cercetare.</p>
Contribuția RATEN	<p>În cadrul proiectului POEAM, RATEN va fi implicat în:</p> <ul style="list-style-type: none"> • WP3 "Materials & specimens", Task 3.2- Microstructural Characterization: <ul style="list-style-type: none"> • Investigații prin microscopie optică și microscopie electronică pentru a caracteriza înainte și după testare straturile de sub suprafață ale specimenelor; • Măsurători de micro și macro-duritate • WP5 "EAC initiation testing of AM material vs. "standard" material in BWR, PWR and advanced PWR water chemistry", Task 5.1 EAC initiation testing): <ul style="list-style-type: none"> • Efectuarea unor teste de inițiere a fisurilor asistate de mediu, în mediu BWR, conform planului proiectului, cu viteze nominale de deformare în intervalul $1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$. <p>Bugetul RATEN 75k€</p>
Raportări 2021	N/A

Titlul Propunerii	ECOSENS (Economic and Societal Considerations for the Future of Nuclear Energy in Society)
Obiectivul Proiectului	<p>Folosind o abordare deliberativă, ECOSENS va analiza punctele de vedere ale cetățenilor și percepția potențialelor riscuri și beneficii ale tehnologiilor nucleare actuale și noi, în contextul provocărilor majore ale societății (criză climatică, politici energetice durabile, securitate energetică). Acesta va revizui, dintr-o perspectivă socio-etică, adoptarea recomandărilor privind implicarea părților interesate și transdisciplinaritatea (în special integrarea științelor sociale și umaniste) în cercetarea nucleară și luarea deciziilor, elaborând recomandări pentru a depăși provocările existente. Părțile interesate ale societății (autorități, industrie, mediul academic și societatea civilă) vor fi angajate să exploreze și să construiască posibilul viitor energetic și să definească rolul energiei nucleare în acestea.</p>
Contribuția RATEN	<p>RATEN ICN este coordonatorul proiectului ECOSENS. Activitățile propuse pentru realizarea proiectului sunt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluarea durabilității tehnologiilor actuale de energie nucleară, luând în considerare întreaga durată de viață a investiției nucleare, inclusiv ciclul combustibilului nuclear; • Explorarea integrării noilor tehnologii (Gen. III+, IV, SMR) în contextul viitoarei piețe a energiei și al evoluțiilor societale pentru a identifica posibilele roluri ale

- energiei nucleare într-o economie neutră din punct de vedere climatic pentru 2050;
- Integrarea perspectivelor multiple (experți nucleari, experți sociali, oameni de știință, părți interesate, societate) în recomandările metodologice pentru evaluarea durabilității;
 - Dezvoltarea un model nou bazat pe abordarea sistemului de furnizare pentru a crea și calcula indicatori relevanți pentru o multitudine de părți interesate (consumatori, guverne, furnizori). Modelul va include „rata de actualizare socială” și va lua în considerare limitele planetei noastre, așa cum se reflectă în sistemul „economiei circulare”. O serie de studii de caz naționale vor evalua modelul și vor oferi recomandări relevante părților interesate;
 - Diseminarea și comunicarea rezultatelor și a activităților desfășurate în cadrul proiectului ECOSENS prin intermediul rețelei de părți interesate stabilite pentru a sprijini implicarea inovatoare, precum și prin facilități Open Access.

Raportări 2021 N/A

Titlul Propunerii	TITANS (Tritium Impact and Transfer in Advanced Nuclear reactorS)
Obiectivul Proiectului	TITANS este un proiect interdisciplinar care combină expertiza experților internaționali despre tritiu din domeniile: știință materialelor, ingineria proceselor, biologie, științe ale mediului și modelare. Proiectul combină activități de cercetare multidisciplinare pentru a găsi soluții la mai multe niveluri și pentru a putea oferi răspunsuri inovatoare și complete adecvate pentru provocările majore reprezentate de atenuarea eliberării și minimizarea surselor de tritiu.
Contribuția RATEN	RATEN participă în cadrul proiectul TITANS în WP1 – “Propunerii de îmbunătățire a barierelor împotriva permeatiei tritiului și managementului deșeurilor tritiate”. RATEN va colabora cu IFIN-HH în Task 1.2. “Atenuarea permeatiei tritiului în timpul scoaterii din funcțiune a sistemelor de procesare a tritiului, metode de quantificare și detritiere a inventarului de tritiu”. Activitatile RATEN presupun asigurarea suportului ingeresc pentru realizarea experimentelor in cadrul Laboratorului de Tritiu – IFIN-HH.
Raportări 2021	N/A

Activitatea RATEN în cadrul Consorțiului FALCON

Consorțiul FALCON (Fostering ALFRED Construction) a fost fondat în decembrie 2013, în continuarea proiectului de cercetare EURATOM “LEADER”, în cadrul căruia a fost conturată prima configurație ALFRED. În Consorțiul FALCON sunt prevăzute două niveluri de participare, în funcție de angajamentul asumat de fiecare organizație implicată. Astfel, Consorțiul FALCON este alcătuit din trei membri cu drepturi depline, printre care se numără și RATEN, și nouă parteneri asociați.

Activitatea de colaborare la nivelul parteneriatului FALCON include activități de cooperare între parteneri, precum și activități de cooperare cu organizații de cercetare care au semnat acorduri cu FALCON.

În decursul anului 2021, activitatea Consorțiului Falcon s-a bazat pe următoarele instrumente și metode de lucru principale: (1) Grupul de lucru, (2) Workspace, (3) Website, (4) Acorduri cu alte organizații, (5) Participarea în alte proiecte sau inițiative, (6) Videoconferință, (7) Consensul în promovarea LFR și luări de poziție, (8) Partajarea datelor (data sharing), (9) Stimularea efectului sinergic, (10) Contractarea.



În anul 2021 a continuat activitatea celor 8 grupuri de lucru: (GL1) Cercetare-dezvoltare și calificare (RD&Q), (GL2) Autorizare (LIC), (GL3) Proiectare (DES), (GL4) Implementare infrastructură suport (mP), (GL5) Educație și pregătire (E&T), (GL6) Extindere consorțiu FALCON (FLC), (GL7) Afaceri europene (EUA), (GL8) ALFRED ca proiect major (MP). Grupurile de lucru LIC, mP, E&T, EUA și MP sunt coordonate de RATEN ICN, grupurile DES și FLC sunt coordonate de Ansaldo Nucleare, iar grupul RD&Q este coordonat de ENEA.

Un aspect important al colaborării a fost reprezentat de construcția unei comunități de practică (CoP). Au fost stabilite elementele conceptuale ale construcției comunității de practică implicând personal de la organizațiile partenere FALCON și au fost stabilite elementele cadrului de funcționare. CoP este centrată pe crearea și schimbul de cunoștințe utile pentru introducerea în practicile de lucru curente. Aceasta implică o organizare a informațiilor partajate și a proceselor, concentrându-se pe umplerea lacunelor de cunoștințe. Totodată este vizată dezvoltarea, validarea și diseminarea celor mai bune practici pe care partenerii le dețin. O altă direcție pragmatică acoperă rezolvarea problemelor de interes comun, prin utilizarea resurselor partenerilor. CoP vizează și aspecte privind crearea unor situații favorabile stimulării diseminării rapide de idei și resurse noi.

Colaborarea în cadrul parteneriatului FALCON a implicat și o mai bună coordonare a programelor de cercetare în domeniul LFR, susținute prin fondurile naționale, în vederea folosirii mai eficiente a resurselor prin eliminarea paralelismelor, stimularea valorificării complementarităților existente, atingerea unei mase critice pentru unele subiecte și tematici, crearea de efecte sinergice, stimularea excelenței în cercetare, integrarea tinerilor cercetători și crearea unui mediu cu motivare ridicată.

Participarea în proiecte internaționale este un factor care contribuie la atragerea de resurse financiare și umane pentru dezvoltarea tehnologiei LFR, contribuind la rezolvarea unor aspecte deschise și stimulând colaborarea dintre diverse organizații, echipe și experți în domeniu. În acest sens, colaborarea dintre membrii FALCON, implicând în cele mai multe situații și participarea unor organizații care au semnat acorduri de colaborare cu FALCON, s-a concretizat în 7 propunerii: SASPAM-SA (accidente severe), ANSELMUS (evaluări de securitate pentru sisteme HLM), FREDMANS (soluții avansate de fabricație și reciclare a combustibilului nuclear), INNUMAT (materiale structurale inovative), HARMONISE (armonizarea proceselor de autorizare), ENEN++ (activități de educație și formare), ECOSENS (evaluări socio-economice și de sustenabilitate ale sistemelor nucleare).

Viziunea de implementare a demonstratorului ALFRED are în componență să și construcția unei infrastructuri experimentale dedicată, în special, activităților suport pentru procesul de autorizare, dar și realizării de activități CDI pentru dezvoltarea tehnologiei LFR sau activități de educație și pregătire. Implementarea acestei infrastructuri se bazează pe utilizarea unei scheme de finanțare prin fonduri

europene. În momentul de față, se află în implementare prima etapă pentru realizarea infrastrucurii, și anume ATHENA (instalație de tip piscină pentru experimente și teste termohidraulice) și ChemLab (laborator pentru chimia plumbului). Proiectul ALFRED –Etapa 1 este aprobat din punct de vedere al finanțării, iar activitățile de proiectare, construcție și realizare a instalațiilor experimentale au fost contractate. Activitățile pentru celelalte instalații experimentale (HELENA2, ELF, HandsON, MeltinPot) și pentru realizarea centrului de coordonare și pregătire (HUB) sunt în diverse faze de pregătire.

În anul 2021 au fost efectuate activități de identificare a unor noi posibilități de finanțare, căutare generată de lipsa unei noi competiții în POC. Între acestea se încadrează încercarea de a include infrastructura experimentală în Programul Național de Redresare și Reziliență (PNRR). Înțînd cont de obiectivele PNRR au fost adăugate două noi infrastructuri vizând o mai bună funcționare a unui sistem energetic bazat pe surse regenerabile și energie nucleară: (1) o instalație pentru studierea stocării termice, (2) o instalație pentru investigarea performanțelor producției de hidrogen prin electroliză.

Prezența RATEN în platformele, rețelele și asociațiile profesionale ale Uniunii Europene

Sustainable Nuclear Energy Technology Platform - SNETP

Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (SNETP) a fost înființată în septembrie 2007 ca o platformă de cercetare, dezvoltare și inovare pentru a sprijini și promova funcționarea sigură, fiabilă și eficientă a sistemelor nucleare civile de generațiile II, III și IV. Din mai 2019, SNETP funcționează ca o asociație internațională non-profit, în conformitate cu legislația belgiană, urmărind crearea unor rețele științifice și stabilirea unor obiective de cercetare. SNETP este recunoscută de către Comisia Europeană ca fiind o platformă europeană de tehnologie și inovare (European Technology and Innovation Platform -ETIP). Membrii platformei sunt actori industriali, organizații de cercetare și dezvoltare, instituții din mediul academic, organizații tehnice și de siguranță, IMM-uri, precum și organisme neguvernamentale.

Robustetea SNETP se bazează pe cei trei piloni ai săi: NUGENIA (Nuclear generation II and III Alliance), ESNII (European Sustainable Nuclear Industrial Initiative) și NC2I (Nuclear cogeneration industrial initiative) care au o structură organizatorică și programe de acțiune (mulțumită proiectelor dedicate finanțate de CE).

În anul 2021, Platforma tehnologică pentru energia nucleară a desfășurat o serie de activități și acțiuni semnificative pentru domeniul energetic nuclear European. Ca membru al platformei, RATEN ICN are reprezentanții la nivelul adunării generale a SNETP și în cadrul pilonilor ESNII și NUGENIA. Activitățile importante realizate în cadrul platformei sunt:

- Elaborarea documentului de poziție referitor la programul de cercetare EURATOM 2021-2025, în ianuarie 2021. Subliniind importanța și beneficiile tehnologiilor nucleare pentru sustenabilitatea producției de energie curate, securitatea aprovisionării și competitivitatea economică, documentul identifică prioritățile pentru cercetare, dezvoltare și inovare în domeniile construirii de noi unități de producție, operarea și întreținerea reactorilor nucleari, calificarea și examinarea nedistructivă a componentelor, reactori avansați de nouă generație sau reactori mici și modulari (SMR).
- Finalizarea și publicarea Agendei de Cercetare și Inovare a SNETP, ediția 2021. Agenda de cercetare menționează, în cadrul pilonului ESNII, progresele realizate în perioada 2010-2018 referitoare la tehnologia reactorilor rapizi răciți cu plumb, prin proiectul ALFRED în România și infrastructura suport pentru MYRRHA în Belgia. RATEN ICN a contribuit printr-o serie de acțiuni de sprijin realizate la nivelul parteneriatului FALCON, precum și prin activitățile de lobby, la evidențierea ALFRED în cadrul documentului. Tehnologia LFR este considerată ca alternativă pe termen scurt pentru tehnologiile de generație IV, cu demonstratorul ALFRED stabilit să se construi în România și cu un program de cercetare susținut la nivel European. De asemenea, se menționează faptul că tehnologia bazată pe plumb topit poate fi dezvoltată la nivel industrial, ca urmare a construirii demonstratorului european (ALFRED) care are caracteristici orientate către sistemele modulare mici (SMR).

- În luna ianuarie 2021 a fost finalizată și semnată (26 organizații europene) Carta ESNII care conține obiectivele, scopul, regulamentul de organizare și funcționare pentru ESNII și comitetul de conducere. În cadrul ESNII sunt reprezentate tehnologiile reactorilor rapizi răciti cu plumb, sodiu și gaz, tipuri de reactori care sunt de interes pentru industrie și pentru care sunt în curs de desfășurare proiecte avansate de cercetare, dezvoltare și demonstrare. Proiectele prioritare adoptate în cadrul ESNII sunt demonstratorul ALFRED (răcit cu plumb, demonstrație pentru comercializare, 2030-2040, caracteristici SMR), ALLEGRO (răcit cu heliu, demonstrarea viabilității tehnologice, după 2040) și proiectul de cercetare pentru reactorul răcit cu sodiu. Se urmărește rezolvarea provocărilor existente în perioada pre-comercială în spațiul vest-European, îmbunătățirea competitivității economice și a securității nucleare.
- În perioada 2-4 februarie 2021 s-a desfășurat Forumul SNETP, dedicat cercetării, dezvoltării și inovării în domeniul nuclear civil. Forum-ul s-a bucurat de participarea a peste 600 de specialiști din Europa, Japonia, Statele Unite, Canada, Ucraina și Argentina. Conferința a fost organizată on-line și a avut o sesiune plenară și 8 sesiuni tehnice. În cadrul sesiunii tehnice dedicată sistemelor avansate de reactoare au fost prezentate 9 lucrări referitoare la sistemele GENIV și la prioritățile din cadrul SNETP, astfel cum sunt definite în foaia de parcurs ESNII. După o introducere generală a sistemelor GenIV, au fost prezentate detaliate sistemele răcite cu metale lichide grele (MYRRHA și ALFRED), sodiu (ESFR), heliu (ALLEGRO), apă supercritică și săruri topite. În fiecare prezentare, au fost abordate planurile de dezvoltare pentru fiecare tip de reactor în viitorul apropiat, precum și prioritățile pentru cercetare. Stadiul proiectului ALFRED și activitățile planificate pentru perioada următoare au fost prezentate de către reprezentantul FALCON.
- A fost elaborat documentul de viziune ESNII, ediția 2021, care prezintă misiunea, strategia, stadiul proiectelor aflate în portofoliul ESNII, domeniile strategice de dezvoltare și modalitățile de acțiune. Prezentarea proiectului ALFRED a accentuat importanța cooperării internaționale, considerată un atu pentru implementarea proiectului. Structura consorțialui FALCON asigură o largă deschidere pentru orice organizație care împărtășește viziunea membrilor săi sau care dorește să contribuie pe teme de cercetare specifice.

European Technical Safety Organisations Network - ETSON

Rețeaua ETSON a fost fondată în 2006 și a devenit o entitate juridică independentă în 2011. Rețeaua organizațiilor europene de siguranță tehnică (ETSON) reprezintă o platformă comună pentru organizațiile sale membre.

În cadrul ETSON, activitățile de evaluare a securității sunt efectuate sub umbrela Consiliului tehnic pentru securitatea reactoarelor (Technical Board on Reactor Safety -TBRS), iar activitățile de cercetare și dezvoltare sunt gestionate de grupul de cercetare ETSON (ETSON Research Group - ERG).

De la obținerea calității de membru ETSON în 2017, RATEN ICN a contribuit activ la toate activitățile ETSON. Din cauza situației create de pandemia de COVID 19, în 2021 activitățile s-au desfășurat în mare parte în mediul on-line. Principalele activități desfășurate în cadrul ETSON au fost:

- Activități ale Consiliului Tehnic ETSON:
 - TBRS a constituit o „rețea TBRS” care poate fi activată în cazul în care un membru ETSON are nevoie să obțină informații despre o anumită problemă ridicată în cadrul analizelor sau evaluărilor sale de securitate, cu privire la modul în care problema este abordată de alte organizații. Chiar dacă sunt disponibile reglementări și îndrumări, o discuție cu alți TSO (Technical safety organisations) ajută la înțelegerea mai bună a rațiunilor și motivațiilor unui anumit subiect. Rețeaua TBRS contribuie astfel la un sprijin mai puternic, mai durabil și armonizat pentru autoritățile naționale de reglementare competente.
 - În contextul de dezvoltare de noi concepte de reactoare, în special reactoare modulare mici, TBRS a început să analizeze provocările ridicate de aceste noi concepte în ceea ce privește demonstrarea nivelului de securitate și revizuirea securității, cum ar fi de exemplu utilizarea intensivă a sistemelor pasive.

- A fost analizat stadiul privind cooperarea ETSON-WENRA (Western European Nuclear Regulators Association). Au fost urmărite două direcții:
 - 1 input privind specificații revizie periodică de securitate și analiza posibilităților de îmbunătățire a nivelor de referință;
 - 2 modalitățile de realizare a colaborării, care includ:
 - Analiza practicilor curente de realizare a reviziei de securitate;
 - Schimburi tehnice prin seminarii;
 - Colaborare deschisă cu identificarea livrabilelor specifice.
- Inițiative ale grupului de cercetare ETSON
 - ERG a considerat următoarele subiecte sunt relevante pentru organizarea de viitoarelor seminarii între membrii TSO:
 - Managementul în ultimii ani înainte de oprire finală; Implicațiile tehnologiei învechite de securitate pentru LTO;
 - Utilizarea inteligenței artificiale în evaluarea riscului; Utilizarea tehnicilor de învățare automată și știința datelor în aplicațiile de licențiere;
 - Chimia apei și efectele mediului asupra combustibilului și fiabilității.
 - Activitățile în derulare ale grupului ERG se referă la eforturile de actualizare a listei instrumentelor de calcul utilizate de membrii ETSON, de mapare a infrastructurilor experimentale și a echipelor de modelare și de revizuire a documentului de poziție ETSON privind necesitățile de cercetare.
- Buletin ETSON. Noul format al paginii web ETSON include acum ETSON News dezvoltate de trei TSO, conform noului program de rotație între membrii ETSON. RATEN ICN a pregătit articole pentru buletinele ETSON din ianuarie, iunie și decembrie, promovând activitățile institutului și proiectele în derulare.
- Grupul de comunicare ETSON (ETSON Communication Group - ECG) a elaborat conceptul și structura unui video de promovare a activității ETSON, într-o variantă scurtă și una mai detaliată. Videoul de promovare a fost lansat cu ocazia Forumului EUROSAFE și s-a bucurat de un real succes.
- Forum EUROSAFE a fost găzduit de IRSN, în perioada 22-23 noiembrie, la Beffroi de Montrouge. RATEN ICN a participat cu o lucrare la secțiunea "Nuclear installation safety research".

European Strategic Energy Technology Plan – SET-Plan

Planul Strategic European pentru Tehnologia Energetică (SET-Plan) este o piatră de temelie pentru a stimula tranziția către un sistem energetic neutru din punct de vedere climatic, prin dezvoltarea de tehnologii cu emisii scăzute de carbon într-un mod rapid și competitiv din punct de vedere al costurilor. SET-Plan este alcătuit din Grupul de coordonare al SET Plan (SET Plan Steering Group SG), Platformele Europene de Tehnologie și Inovare (European Technology and Innovation Platforms - ETIPs), Alianța Europeană pentru Cercetare Energetică (European Energy Research Alliance - EERA) și Sistemul Informațional al SET-Plan (SET Plan Information System - SETIS). Au fost organizate 13 Grupuri de lucru pentru implementarea Planului SET (SET Plan Implementation Working Groups - IWGs).

- În anul 2021 RATEN ICN a reprezentat România în cadrul grupului de lucru IWG 10 - Nuclear, iar alături de reprezentantul Ministerului Energiei, a reprezentat România în Grupul de coordonare al SET Plan și în cadrul Biroului SET Plan. Activitățile principale realizate în cadrul SET Plan au urmărit:
 - Coordonarea eforturilor naționale și europene în ceea ce privește politicile energetice, decarbonizarea și acțiunile climatice;
 - Monitorizarea activităților grupurilor de lucru și a stadiului de implementare al Planurilor Naționale pentru Energie și Schimbări Climatice (NECP);
 - Revizia planurilor de lucru ale grupurilor de implementare și stimularea creșterii cooperării între IWGs;
 - Adaptarea tranziției energetice la evoluțiile apărute, inclusiv creșterea rezilienței în cazul apariției unor crize precum cea pandemică;
 - Desfășurarea de acțiuni comune cu alte sectoare (decarbonizarea transportului, reducerea emisiilor în industria materialelor);

- Demararea unor noi grupuri de lucru (transport electricitate prin linii de curent continuu, HVDC).
- În 2021 a fost organizată conferința anuală SET Plan sub președinția Sloveniei, cu o marcă a importanței contribuției energiei nucleare la programul de decarbonizare și acțiuni pentru prevenirea/attenuarea schimbărilor climatice.

European Nuclear Society - ENS

În cursul anului 2021, ENS a depus eforturi considerabile pentru promovarea energiei nucleare în cadrul procesului de finalizare a taxonomiei europene pentru finanțarea investițiilor în tehnologii cu emisii scăzute de carbon. În scrisoarea transmisă de ENS către Președinta Comisiei Europene, semnată de 46 de organizații din domeniul protecției mediului, se solicită reconsiderarea deciziei referitoare la excluderea energiei nucleare din taxonomia activităților finanțabile. Se subliniază faptul că Uniunea Europeană este amenințată de dependență continuă de combustibili fosili, în timp ce evaluările științifice au clarificat faptul că energia nucleară este necesară pentru a aborda cauzele și provocările ridicate de amenințarea schimbărilor climatice. În finalul scrisorii se solicită ca toate sursele de energie cu emisii reduse de carbon să fie luate în considerare în mod egal în discuțiile în curs și viitoare la nivelul Comisiei Europene cu privire la taxonomia pentru investiții durabile.

FORATOM

Membrii FORATOM sunt 15 asociații nucleare naționale active în întreaga Europă și șase membri corporativi. Peste 3.000 de companii din Europa sunt reprezentate în FORATOM (cele mai mari utilități nucleare din lume și companii din ciclul combustibilului nuclear către întreprinderile implicate în transportul de energie nucleară materiale și gestionarea deșeurilor radioactive). FORATOM reprezintă industria nucleară europeană în discuțiile politice cu instituțiile UE și cu alte părți interesate cheie. RATEN este membru susținător al ROMATOM (Romanian Atomic Forum), una dintre cele 15 asociații nucleare naționale care activează ca membru al FORATOM.

În 2021, FORATOM (Asociația industriei nucleare europene) a depus eforturi remarcabile pentru promovarea energiei nucleare în cadrul procesului de elaborare a documentelor dedicate taxonomiei activităților sustenabile. Studiul privind rolul energiei nucleare pentru realizarea unei Europe cu emisii scăzute de carbon demonstrează contribuția energiei nucleare la o economie europeană cu emisii scăzute de carbon, ținând seama de cele 3 obiective cheie: decarbonizare și sustenabilitate, securitatea aprovisionării și accesibilitate/competitivitate.

În cadrul inițiativei FORATOM de a publica pe site-ul asociației o evidență a instalațiilor nucleare din Uniunea Europeană, Elveția, Ucraina și Marea Britanie (centrale nucleare și reactori nucleari de putere, instalații de cercetare, reactoare nucleare de cercetare, inclusiv cele aflate în curs de dezafectare, etc.), au fost transmise informațiile solicitate pentru infrastructura RATEN ICN. Site-ul, în curs de pregătire, este destinat înțelegerii și promovării sectorului nuclear în Europa în rândul specialiștilor și publicului interesat de probleme ale energiei fără emisii de carbon. Pentru infrastructura dedicată tehnologiei LFR, au fost transmise date referitoare la caracteristici generale, stadiu, termen de punere în funcțiune, domeniul de utilizare.

Începând din iunie 2021, RATEN ICN este reprezentat în grupul de lucru al FORATOM „Workforce, Skills&Education”. Aceasta acoperă trei piloni importanți: nevoia de creare de competențe în domeniul nuclear, necesitatea de a face acest domeniu mai atractiv pentru tineri și explorarea oportunităților de recalificare/reconversie. Obiectivul activității acestui grup de lucru dezvoltă un ghid de bună practică și modalități privind schimbul de experiență pentru furnizorii de servicii de educație și training și managerii de resurse umane din Europa. Totodată, își propune să dezvolte un program de schimb de experiență pentru tinerii profesioniști din sectorul nuclear, între companii din Europa, cu posibilitatea extinderii acestuia la organizații din afara Europei.

RATEN ICN este reprezentat în 2 subgrupuri: „Creșterea atraktivității domeniului nuclear” și „Necesitatea creării de competențe în domeniul nuclear”. Acțiunile și activitățile specifice vor fi discutate în cadrul întâlnirilor programate pentru anul 2022.

Rețeaua NeT

Obiectivul Rețelei europene pentru standardizarea tehniciilor bazate pe neutroni pentru asigurarea integrității structurale (NeT) este de a dezvolta și standardiza tehnici experimentale și numerice pentru caracterizarea sigură a tensiunilor remanente în structuri sudate.

În 2021 au avut loc două întreniri de lucru ale Comitetului de coordonare al NeT, desfășurate în sistem de videoconferință, cu participarea RATEN ICN. Au fost prezentate și analizate progresele înregistrate în diferitele grupuri de lucru, rezultate din proiecte internaționale cu participarea membrilor NeT, și au fost propuse activități viitoare.

Colaborarea cu Agenția Internațională pentru Energie Atomică (IAEA)

Programul INPRO (International Program for Innovative Reactors and Fuel Cycles)

INPRO este un proiect colaborativ prin care sunt sprijinite statele membre în planificarea pe termen lung pentru implementarea energiei nucleare durabile. Acesta oferă sprijin direct legat de modelarea, analiza și evaluarea sustenabilității sistemelor de energie nucleară avansate și inovatoare, folosind metodologia INPRO, precum și pentru facilitarea dialogului, cooperării și colaborării între statele membre, în rolurile lor respective de dezvoltatori, furnizori și clienți de tehnologie nucleară.

INPRO a demarat în 2000, iar scopul este de a promova energia nucleară ca o soluție viabilă pentru satisfacerea nevoilor globale de energie, până la sfârșitul secolului al XXI-lea. În prezent, sunt 43 de participanți în proiectul INPRO, și anume: 42 de state membre IAEA, printre care și România, și Comisia Europeană (CE). Activitățile INPRO sunt coordonate de secția INPRO din Departamentul Energie Nucleară din cadrul IAEA, în strânsă cooperare cu membrii INPRO și cu alte programe ale IAEA.

RATEN ICN participă activ la activitățile desfășurate în cadrul proiectului colaborativ INPRO, în cadrul:

- Task 1 „Global Scenarios”, proiectul colaborativ CENESO – „Comparative Evaluation of Nuclear Energy System Options” (Evaluare Comparativă a Opțiunilor de Sisteme Energetice Nucleare)
- Task 4 „Dialogue and Outreach”, activitatea „Update of e-learning and distance learning tools to support INPRO training” (Actualizare instrumente e-learning și educație la distanță - suport pregătire INPRO)

Titlul Proiectului	INPRO-CENESO (Comparative Evaluation of Nuclear Energy System Options)
Obiectivul proiectului	Aplicarea abordării KIND în studii de caz pentru evaluarea comparativă a opțiunilor/scenariilor de sisteme energetice nucleare (NES) ce vor fi realizate de Statele Membre INPRO interesate în aplicarea acestei abordări ca suport pentru analiza decizională și prioritizarea dezvoltării programelor nucleare.
Contribuția RATEN Raportări 2021	Revizuirea draft-ului raportului final al proiectului Draft-ul raportului final al proiectului, încărcat pe platforma IAEA în iunie 2021

Titlul Proiectului	INPRO ASENES SMR (Sustainable Deployment Scenarios for Small Modular Reactors: A Study supported by the INPRO Service ASENES)
Obiectivul proiectului	<p>Aplicarea serviciului IAEA ASENES în scopul susținerii dezvoltării capacităților și creșterii competențelor expertilor naționali pentru evaluarea de tehnologii nucleare alternative, precum și susținerii colaborării, în sprijinul planificării strategice pentru dezvoltarea sustenabilă a energiei nucleare.</p> <p>Studiul de caz al României urmărește investigarea unor scenarii de dezvoltare a sistemului nuclear în condițiile specifice mix-ului energetic, pe baza introducerii SMR (Small Modular Reactor), a creșterii nivelului de penetrare a regenerabililor, considerând documentele strategice naționale și politice climatice.</p>
Contribuția RATEN	<p>Specialiștii RATEN ICN au avut contribuții importante pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> Formularea de ipoteze solide asupra viitoarei dezvoltări a țării, estimarea cererii de electricitate națională și evaluarea celui mai probabil mix energetic; investigarea pieței de energie, cu scopul înțelegerea rolului sistemelor SMR la orizontul anului 2050; În acest sens, s-a propus o dublă analiză pe 3 niveluri (global, regional, și național): (1) analiză cantitativă bazată pe simulări cu programul MAED, set de ipoteze și estimări pentru structura demografică, PIB, structura și modelul de consum, energia necesară pe diferite sectoare, etc; (2) analiză calitativă, considerând impactul factorilor cum sunt tehnologiile disruptive, crizele posibile, acțiunile pentru schimbările climatice, etc. Propunerea și investigarea scenariilor de dezvoltare pe termen lung pentru sistemul energetic național, folosind programul MESSAGE. A fost inclus și scenariul de implementare a SMR și a fost analizată complementaritatea cu sursele de energie regenerabile. A fost realizată o analiză comparativă multicriterială asupra tehnologiilor SMR și reactorilor mari, inclusiv analize de sensitivitate, utilizând instrumentul KIND-ET.
Raportări 2021	Au fost realizate patru rapoarte de progres a activităților (iunie și decembrie 2021)

Titlul proiectului	Update of e-learning and distance learning tools to support INPRO training
Obiectivul proiectului	<p>INPRO asigură Statelor Membre interesate cursuri e-learning și educație la distanță, pe probleme importante vizând sustenabilitatea energiei nucleare, prin intermediul sistemului de conferințe Webex. Astfel, se contribuie la creșterea capacității statelor membre de a dezvolta sisteme energetice nucleare (Nuclear Energetic Systems – NES) inovative și la facilitarea tranziției către sustenabilitatea energiei nucleare, pe baza colaborării între țări. Obiectivul principal al acestor cursuri vizează familiarizarea cu activitățile INPRO prin comunicarea directă cu experți IAEA cu experiență în domeniu. Lecturile cuprind:</p> <p>(1) prezentarea generală a activităților INPRO, (2) Metodologia INPRO pentru evaluarea NES ca întreg și pentru arii specifice, (3) analiza NES utilizând cadrul analitic INPRO/GAINS, (4) rezultate privind SMR în activități INPRO, inclusiv centrale nucleare transportabile.</p>

Contribuția RATEN	Specialiștii RATEN ICN au actualizat și completat materialele de pregătire (prezentări, exerciții practice, seturi de întrebări/răspunsuri pentru examinare finală) pentru pregătirea on-line asistată de instructori în cadrul platformei IAEA Learning Management System (LMS). Materialele de pregătire au vizat experții din țările care urmează să înceapă programe nucleare; Modelarea sistemelor energetice nucleare (NES); Evaluarea comparativă a opțiunilor NES; Dezvoltarea mapelor pentru îmbunătățirea sustenabilității energiei nucleare.
Raportări 2021	Au fost actualizate, completate materialele de pregătire și au fost încărcate pe platforma IAEA Learning Management System, Modul: Newcomer countries, august 2021

Proiect de țară

În 2020 a fost finanțat proiectul național aferent ciclului de cooperare TC 2020 – 2021, „Improving the Capacity for Long Term Safe Management of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel” (ROM 9038), coordonat de RATEN, împreună cu ANDR. Principalele obiective vizează creșterea competențelor specialiștilor în domeniul caracterizării și depozitării deșeurilor radioactive, provenite din instalațiile nucleare aflate în operare (Reactori de tip CANDU, TRIGA), dar și a reactorilor inovativi, incluzând viitorul demonstrator răcit cu plumb, ALFRED.

În cadrul proiectului vor fi organizate cursuri de pregătire și vizite științifice în domeniile: managementului deșeurilor radioactive, dezafectarea reactorilor de cercetare, reactori rapizi inovativi, tehnici computaționale pentru estimarea și caracterizarea deșeurilor radioactive și pentru investigarea transmutării actinidelor minore în reactori rapizi, misiuni de experți și burse, dar și achiziția de către IAEA a unui cromatograf, care va fi utilizat de RATEN ICN pentru caracterizarea efectivă a deșeurilor radioactive și în evaluarea comportării coletelor de deșeuri radioactive în condiții de stocare și depozitare.

Titlul Propunerii	ROM9038 - Improving the Capacity for Long Term Safe Management of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel
Obiectivul Proiectului	Consolidarea capabilităților naționale în managementul deșeurilor radioactive și combustibilului ars generate la momentul actual în România, dar și cele asociate introducerii reactorilor rapizi.
Contribuția RATEN	Specialiștii RATEN vor participa la cursuri de pregătire și vizite științifice în domeniile: managementului deșeurilor radioactive, dezafectarea reactorilor de cercetare, reactori rapizi inovativi, tehnici computaționale pentru estimarea și caracterizarea deșeurilor radioactive și pentru investigarea transmutării actinidelor minore în reactori rapizi. Un ion cromatograf este propus să fie achiziționat în cadrul proiectului, pentru a fi utilizat în procesul de caracterizare a deșeurilor radioactive din RATEN ICN, dar și în evaluarea comportării coletelor de deșeuri radioactive în condiții de stocare și depozitare.
Raportări 2021	<ul style="list-style-type: none"> A fost achiziționat un spectrometru cu lichide de scintilație, care a fost instalat în STDR și au fost instruite 2 persoane privind utilizarea spectrometrului în măsurarea concentrației de activitate a emițătorilor beta și alfa.

- Au fost redactate documentele necesare pentru participarea a 6 tineri cercetători din RATEN ICN la activități de pregătire profesională în domeniul LFR cu finanțare integrală IAEA ce au ca scop dezvoltarea competențelor și abilităților, cu durata de 3 – 6 luni în următoarele organizații: PSI (Elveția), ENEA Brasimone și ENEA Bologna.

Documentele solicitate și transmise către IAEA au constat în:

- Redactarea termenilor de referință (ToR) pentru fiecare specializare;
- Redactarea Nominalizărilor pentru fiecare cercetător.

Proiecte Regionale

Enhancing Capacity Building Activities in the European Nuclear and Radiation Safety Organizations for Safe Operation of Facilities” – RER 0043

În perioada 2017-2021 s-a derulat Proiectul Regional „Enhancing Capacity Building Activities in the European Nuclear and Radiation Safety Organizations for Safe Operation of Facilities” – RER 0043, coordonat de România, prin RATEN ICN.

Obiectivul proiectului a fost dezvoltarea capacității în domeniul nuclear, în patru direcții: dezvoltarea resursei umane, educație și pregătire profesională, managementul cunoașterii și dezvoltarea de rețele științifice/educaționale. Scopul final este operarea în siguranță a facilităților nucleare și dezvoltarea/implementarea noilor sisteme nucleare inovative.

Proiectul s-a încheiat în anul 2021, iar rețeaua educațională regională în domeniul securității și siguranței nucleare (ERNSSEN), definită în cadrul acestuia, va lua parte la alte viitoare proiecte regionale.

Assessing the Role of Low Carbon Energy Technologies for Climate Change Mitigation - RER/2/017

În 2020 IAEA a aprobat lansarea Proiectului Regional „Assessing the Role of Low Carbon Energy Technologies for Climate Change Mitigation”- RER/2/017. Proiectul este de mare importanță pentru RATEN, în contextul strategiei europene privind schimbările climatice și reducerea emisiilor interne de gaze cu efect de seră cu cel puțin 40% până în 2030.

Obiectivul proiectului este schimbul de informații și expertiza în domeniul sistemelor energetice și crearea de competențe pentru evaluari economice, sociale și de mediu în vederea analizei privind contribuția alternativelor energetice la decarbonizare și prevenția/atențuarea schimbărilor climatice. De asemenea, proiectul a avut ca obiectiv secundar dezvoltarea unor studii de caz pe tema implementării sistemelor SMR.

Activitățile propuse sunt dedicate analizei și stabilirii rolului sistemelor de tip Small Modular Reactors (SMR) în contextul de piață energetică actuală și viitoare, al acțiunilor strategice prevăzute de planurile naționale pentru energie și schimbări climatice.

În cadrul proiectului, RATEN ICN a jucat roul de NCP (national counterpart), coordonând activitățile naționale pentru atingerea obiectivelor acestui proiect. În acest scop, au fost realizate o multitudine de întâlniri tehnice, seminarii și workshopuri având ca subiect: (1) dezvoltarea de competențe în privința folosirii programelor de analiză economică, socio-economică și de mediu, (2) înțelegerea metodologiilor existente în ceea ce privește analiza piețelor de energie, (3) prezentarea problemelor specifice ale statelor membre participante în proiect.

În 2021, RATEN ICN a finalizat studiul de caz al României privind potențialul de implementare al sistemelor SMR în cadrul viitoarei piețe energetice regionale, ținând cont de obiectivele și politicile climatice.

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

➤ Proiecte CRP în derulare

Cod proiect	CRP I31032
Domeniu	Neutronics Benchmark of CEFR Start-up Tests
Titlu contract RATEN	Neutronics Simulations of the CEFR Start-up Tests using Monte Carlo computer codes (SERPENT 2, MCNPX)
Obiectivul Proiectului	Calcule neutronice benchmark folosind codurile de calcul SERPENT 2 și MCNPX pentru reactorul experimental din China (CEFR).
Contribuția RATEN	RATEN ICN a efectuat modelarea/evaluarea tuturor experimentelor efectuate în reactorul CEFR contribuind la cele 6 pachete de lucru ale proiectului: WP1: Fuel loading and criticality WP2: Control rod worth measurements WP3: Temperature reactivity WP4: Sodium void reactivity WP5: Subassembly swap reactivity WP6: Foil activation measurements
Raportări 2021	Contribuții la redactarea și revizuirea documentului TECDOC al IAEA dedicat CRP I31032.

Cod proiect	CRP-T13017
Domeniu	Management of Wastes Containing Long-Lived Alpha Emitters: Characterization, Processing and Storage
Titlu contract RATEN	Radiochemical Characterisation Methods of Spent Resin Waste containing Long-Lived Alpha Emitters from Purification Systems of Cernavoda NPP
Obiectivul Proiectului	Dezvoltarea unor metodologii de caracterizare a rășinilor uzate care conțin ^{3}H , ^{14}C , ^{137}Cs , ^{241}Am , $^{239}/\text{240}\text{Pu}$; Dezvoltarea și realizarea unui dispozitiv pentru prelevarea rășinilor uzate din tancurile de stocare.
Contribuția RATEN	Principalele activități care se vor derula în cadrul proiectului sunt: <ul style="list-style-type: none">• caracterizarea radiochimică a rășinilor uzate care conțin ^{3}H, ^{14}C, ^{137}Cs, ^{241}Am, $^{239}/\text{240}\text{Pu}$ folosind metode nedistructive și distractive;• caracterizarea radiochimică a apei libere din tancurile de stocare a rășinilor uzate, folosind metode nedistructive și distractive;• proiectarea și fabricarea unui dispozitiv pentru prelevarea probelor de rășină din tancurile de stocare.
Raportări 2021	Raportare octombrie 2021 "Radiochemical characteristics of freestanding water from dewatering of IRN150 spent resins".

	În cadrul lucrării au fost prezentate metode de determinare a activității 3H , 14C , 137Cs , 241Am și 242Pu din apa ce însoțește răšinile uzate IRN150 în tancurile de stocare rășini uzate (freestanding water), folosind metode destructive și nedestructive, precum și rezultatele obținute în urma analizării probelor prin spectrometrie cu lichide de scintilație, spectrometrie gama și spectrometrie alfa.
--	---

Cod proiect	CRP 24320
Domeniu	Spent fuel characterization
Titlu contract RATEN	Characterization of spent CANDU type fuel in view of long term storage and final disposal
Obiectivul Proiectului	<p>Dezvoltarea de noi metode de caracterizare a combustibilului nuclear uzat și creșterea nivelului de încredere în rezultatele obținute prin validarea metodelor existente. De asemenea, proiectul are ca scop îmbunătățirea transferului de cunoștințe către cercetătorii tineri care participă la realizarea proiectului.</p> <p>Proiectul cuprinde trei etape de lucru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborarea unei metode nedestructive pentru măsurarea grosimii stratului de oxid bazată pe tehnica curenților turbionari și utilizarea acesteia pentru studierea distribuției grosimii stratului de oxid pe suprafața combustibilului nuclear uzat; • Realizarea de teste de tracțiune pe probe prelevate din tecile elementelor combustibile uzate pentru determinarea parametrilor mecanici ai materialului și corelarea rezultatelor cu microstructura, grosimea stratului de oxid și concentrația de hidruri din tecile elementelor combustibile; • Testarea de metode pentru determinarea conținutului de emițători beta în probe prelevate din combustibilul analizat și determinarea conținutului de carbon-14 organic și anorganic din teaca elementului combustibil.
Contribuția RATEN	<p>În anul 2021, RATEN ICN Pitești a participat la 3 întâlniri de lucru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Întâlnire pentru lansarea proiectului CRP T13018 "Spent Fuel Characterization", 16 februarie 2021; • Consultancy Meeting on the Coordinated Research Project on Spent Fuel Characterization, 28 iunie – 1 iulie 2021; • First Research Coordination Meeting on the Coordinated Research Project on Spent Fuel Characterization, 6-10 decembrie 2021.
Raportări 2021	Raportul anual care cuprinde stadiul lucrărilor realizate în cadrul proiectului și un document cu prezentarea detaliată a lucrărilor efectuate în primul an.

➤ Propunerii noi de proiecte CRP

În luna octombrie 2021, RATEN ICN a transmis către IAEA propunerea unui nou contract de cercetare de tip CRP, identificat cu codul I31038, în cadrul contractului cu titlul "Benchmark of Transition from Forced to Natural Circulation Experiment with Heavy Liquid Metal Loop – Cazuri de referință în termohidraulica reactorilor raciți cu metale lichide analizate cu coduri de calcul disponibile în RATEN ICN". Titlul proponerii de proiect este următorul: "Benchmarking available computer codes in RATEN-ICN Pitesti for thermal-hydraulic analysis of liquid-metals cooled reactors – Etalonare experimentală a tranziției de la circulație forțată la circulație naturală cu o buclă cu metal greu lichid". Scopul proiectului constă în urmărirea îmbunătățirii înțelegerii secvențelor de accidente în reactoarele rapide, validarea

instrumentelor informaticice deținute de institut și, în special, îmbunătățirea abilităților tehnice în domeniul analizei de securitate pentru sisteme inovatoare.

Participarea RATEN la rețelele și grupurile tehnice IAEA

ALMERA

În anul 2021, Laboratorul de Radioprotecție, Protecția Mediului și Protecție Civilă (LRMP) din cadrul RATEN ICN a participat la testul de performanță IAEA-TEL-2021-04 ALMERA, care a urmărit verificarea nivelului de implementare al metodelor de determinare a conținutului de radionuclizi naturali și antropogenici din probe de apă, bambus și frotiuri simulate pentru testarea contaminării suprafeteelor. De asemenea, LRPMPC a asigurat reprezentarea institutului la întâlnirea anuală de coordonare a rețelei ALMERA, care s-a desfășurat în perioada 22 – 26.11.2021, în sistem on-line.

RANET

În cadrul rețelei RANET, în cursul anului 2021, LRPMPC a participat la exercițiul table-top de tip ConvEx-2b, desfășurat în perioada 09 – 11.03.2021 și la exercițiului internațional de răspuns la urgență ConvEx-3, desfășurat în perioada 26-27.10.2021. Aceste exerciții au inclus și un test de intercomparare, care a fost stabilit ca acțiune de colaborare între ALMERA și RANET, vizând testarea capabilităților din cadrul laboratoarelor ALMERA de a acorda sprijin prin asistență la distanță, în situația unui accident nuclear, pe baza mecanismului RANET.

TWG FR (Technical Working Group on Fast Reactors)

Reprezentantul RATEN, în calitate de reprezentat al României în cadrul TWG FR, a prezentat un raport intitulat „Romania’s Current Activities in Support of ALFRED Infrastructure Implementation” privind stadiul actual al implementării infrastructurii experimentale ALFRED cu accent pe rolul instalațiilor ATHENA și ChemLab în demonstrarea aspectelor de securitate ale Demonstratorului ALFRED. Au fost evidențiate prioritățile de cercetare-dezvoltare ale tehnologiei LFR și rolul campaniilor experimentale programate a se desfășura în cele 2 infrastructuri.

Participare în cadrul ICERR

În data de 17.01.2020, în urma evaluării de către Agenția Internațională pentru Energie Atomică (International Atomic Energy Agency), Institutul de Cercetări Nucleare Pitești a fost desemnat ca “Centru Internațional bazat pe Reactori de Cercetare (International Centre based on Research Reactor - ICERR)” pentru domeniile „Educație și Pregătire (Education and Training)” și „Proiecte Comune de Cercetare – Dezvoltare (Joint Research and Development (R&D) Projects)”.

Evenimentele și activitățile importante care s-au desfășurat în cadrul ICERR în 2021 sunt:

- Actualizarea informațiilor referitoare la RATEN ICN pe site-ul IAEA;
- Directorul General IAEA a înmânat reprezentanților RATEN placăta desemnării RATEN ICN ca ICERR pentru domeniul „Educație și Pregătire” și „Proiecte Comune de Cercetare – Dezvoltare”. Evenimentul s-a desfășurat în



cadrul celei de a 65-a ediție a Conferinței Generale IAEA, organizată la sediul Agenției din Viena, Austria în 20 septembrie 2021;

- Bursa IAEA pentru pregătirea unui specialist din Iordania în domeniul Siguranței Reactorilor de Cercetare, în perioada 15 iunie – 14 iulie 2021. Vizita științifică în domeniul Siguranței Reactorilor de cercetare s-a derulat în baza proiectului de Cooperare tehnică JOR1009 “Developing Safe and Effective Operations and Utilization of the Research and Training Reactor” și s-a desfășurat în cadrul departamentului Reactor TRIGA, sub egida ICERR pentru domeniul “Educație și Pregătire (Education and Training)”.
- Desfășurarea unui program de instruire și pregătire profesională a unui doctorand al Universității Mansoura din Egipt, în care s-au realizat activități experimentale pentru caracterizarea radiologică și analiza prin activare a unor probe de mediu prelevate din arii de interes din zona lacului Manzala (Egipt), în perioada 15 – 26 februarie 2021, și a unor probe de rocă prelevate din arii de interes de pe teritoriul Republicii Arabe Egipt, în perioada 9 – 30 iunie 2021. Aceste activități au contribuit la definitivarea parții experimentale a tezei de doctorat.

Contribuții la elaborarea documentelor tehnice IAEA

În 2021, specialiștii RATEN ICN au contribuit la elaborarea unor documente tehnice IAEA-TECDOC (IAEA Technical Documents), care au abordat domenii de interes pentru industria nucleară.

Cod document	IAEA-TECDOC-1942 (ISSN 1011-4289 , nr. 1942; ISBN 978-92-0-133921-8 (pdf))
Titlu	Coolant Chemistry Control and Effects on Fuel Reliability in Pressurized Heavy Water Reactors Report of a Technical Meeting
Abstract	Oferind informații utile despre controlul chimic optimizat pentru reacțoarele cu apă grea sub presiune (PHWR), această publicație prezintă cunoștințe actualizate pe această temă, inclusiv fenomenele de coroziune observate în sistemul primar de transport al căldurii și efectele consecvente asupra fiabilității combustibilului în PHWR. Mai exact, descrie practicile naționale privind controlul chimiei fluidului de răcire în diferite condiții de funcționare și programe de cercetare și dezvoltare care vizează înțelegerea fenomenelor de coroziune (formare și transport) și controlul chimic aferent. Sunt luate în considerare depozitele de crud de pe teaca de combustibilului, influența lor asupra comportării combustibilului în sistemul primar de transport al căldurii, precum și baza tehnică pentru acțiunile de remediere pentru a asigura performanța fiabilă a combustibilului în PHWR.



**Coolant Chemistry
Control and Effects on
Fuel Reliability in Pressurized
Heavy Water Reactors**
Report of a Technical Meeting



Cod document	IAEA-TECDOC-1949 (ISSN 1011-4289 , nr. 1949; ISBN 978-92-0-104021-3 (pdf))
Titlu	Phenomenology, Simulation and Modelling of Accidents in Spent Fuel Pools: Proceedings of a Technical Meeting
Abstract	<p>Această publicație sintetizează rezultatele unei reuniuni tehnice a IAEA cu tema revizuirea și discuția rezultatelor analizelor, simulărilor și modelărilor evoluției accidentelor severe în bazinile de combustibil uzat. Accentul s-a pus pe obținerea unei mai bune înțelegeri a factorilor care conduc la minimizarea riscurile asociate cu accidentele în bazinile de combustibil uzat, cauzate de defecțiunea combustibilului uzat și eliberarea ulterioară a produselor de fiziune. Sesiunile de discuții au permis schimbul de informații cu privire la analiza accidentelor grave în bazinile de combustibil uzat, obținerea unei imagini de ansamblu asupra activităților curente de cercetare și dezvoltare și stabilirea unor direcții de cercetare viitoare. Întâlnirea tehnică a permis reprezentanților statelor participante de a face schimb de cunoștințe privind dezvoltarea codurilor și metodologiile curente și a celor noi, identificarea punctelor slabe în scopul îmbunătățirii acestora, dar și de a strânge informații pentru o colaborare eficientă cu privire la toate aceste aspecte.</p>

IAEA TECDOC SERIES

IAEA-TECDOC-1949

**Phenomenology, Simulation
and Modelling of Accidents
in Spent Fuel Pools**
Proceedings of a Technical Meeting



Cod document	IAEA-TECDOC-1978 (ISSN 1011-4289 , nr. 1978; ISBN 978-92-0-128721-2 (pdf))
Titlu	Structural Materials for Heavy Liquid Metal Cooled Fast Reactors, Proceedings of a Technical Meeting
Abstract	<p>Compatibilitatea materialelor structurale, cum ar fi oțelurile, cu plumbul și eutecticul plumb-bismut, reprezintă o provocare în dezvoltarea reactoarelor rapide răcite cu metale lichide grele (Heavy Liquid Metals - HLM). Factori precum temperaturile ridicate, fluxul rapid de neutroni și expunerea la iradiere, dar și factorii corozivi, implică expunerea materialelor structurale într-un mediu foarte sever în cazul acestor sisteme de reactoare. Compatibilitatea fluidului de răcire cu materialele structurale este esențială pentru dezvoltarea sistemelor inovatoare de energie nucleară. Pentru a înțelege stadiul actual al cercetării și dezvoltării în acest domeniu, precum și pentru a oferi un schimb de informații cu privire la materialele structurale care ar putea fi utilizate în reactorii răciți cu HLM existente la nivel național și internațional, IAEA a organizat o întâlnire tehnică. Rezultatele discuțiilor purtate în cadrul întâlnirii sunt sistematizate în publicația curentă, care cuprinde rezumatele sesiunilor tehnice și de grup, concluziile și recomandările, precum și lucrările prezentate la eveniment.</p>

IAEA TECDOC SERIES

IAEA-TECDOC-1978

**Structural Materials
for Heavy Liquid Metal
Cooled Fast Reactors**
Proceedings of a Technical Meeting



Colaborarea cu NEA/OECD

Agenția pentru Energie Nucleară (NEA) este o agenție interguvernamentală care facilitează cooperarea între țările cu infrastructuri avansate de tehnologie nucleară pentru a căuta excelență în securitatea nucleară, tehnologie, știință, mediu și drept. NEA operează în cadrul Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE).

Obiectivul NEA este acela de a sprijini țările membre în menținerea și dezvoltarea continuă a bazelor științifice, tehnologice și juridice necesare pentru o utilizare sigură, ecologică și economică a energiei nucleare în scopuri pașnice.

Participarea în comitete, grupuri de lucru și grupuri de experți ale NEA

În urmă admitterii României ca stat membru cu drepturi depline la Agenția Nucleară pentru Energie din cadrul Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (NEA/OECD) în 2017, RATEN are desemnați reprezentanți în:

- Management Board for the Development, Application and Validation of Nuclear Data and Codes (MBDAV);
- Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI), Committee on Radiation Protection and Public Health (CRPPH), Committee for Technical and Economic Studies on Nuclear Energy Development and the Fuel Cycle (NDC), Nuclear Law Committee (NLC), Radioactive Waste Management Committee (RWMC), Nuclear Science Committee (NSC), Committee on Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management (CDLM);
- Working Group on Integrity and Ageing of Components and Structures (WGIAGE), Working Group on Risk Assessment (WGRISK), Working Group on Analysis and Management of Accidents (WGAMA), Working Group on Human and Organisational Factors (WGHOF), Working Group on Fuel Safety (WGFS), Working Group on External Events (WGEV), Working Group on the Characterisation, the Understanding and the Performance of Argillaceous Rocks as Repository Host Formations (CLAY CLUB), Working Party on Decommissioning and Dismantling (WPDD), Working Party on Nuclear Emergency Matters (WPNEM), Working Party on Nuclear Energy Economics (WPNE), Integration Group for the Safety Case (IGSC), Working Party on Scientific Issues of the Fuel Cycle (WPFC), Working Party on Scientific Issues of Reactor Systems (WPRS), Working Party on Nuclear Criticality Safety (WPNCS); WPTES - Working Party on Technical, Environmental and Safety Aspects of Decommissioning and Legacy Management
- Expert Group on Advanced Reactor Systems and Future Energy Market Needs (ARFEM), Expert Group on Pre-disposal Management of Radioactive Waste (EGPMRW), Expert Group on Waste Inventorying and Reporting Methodology (EGIRM), Expert Group on Repositories in Rock Salt Formations (SALT CLUB), Expert Group on Geological Repositories in Crystalline Rock Formations – Crystalline Club (CRC), Expert Group on the Implications of Recommendations (EGIR), Expert Group on the Economics of Extended Storage of Spent Nuclear Fuel (EGEES), Expert Group on Improvement of Integral Experiments Data for Minor Actinide Management (EGIEMAM-II), Expert Group on Multi-physics Experimental Data, Benchmarks and Validation (EGMPEBV).

În 2021, RATEN a fost reprezentat în cadrul acțiunilor organizate de NEA/OECD de către specialiștii RATEN ICN în activitățile următoarelor grupuri de lucru:

WPNE - Working Party on Nuclear Energy Economics

Activitățile desfășurate în cadrul WPNE al NEA contribuie la promovarea și susținerea implicării RATEN ICN în colaborări internaționale vizând aspecte economice legate de dezvoltarea sistemelor energetice nucleare și a ciclului combustibil. De asemenea, informațiile obținute și activitățile planificate sunt

necesare pentru desfășurarea în bune condiții a colaborării cu OECD/NEA, în cadrul temei de cercetare dedicată acestei activități, temă aferentă programului ICN de cercetare nr.18.

Contribuții:

- Revizuirea studiului condus de experții NEA "Ensuring the Adequacy of Funding for Decommissioning and Spent-Fuel Disposal in NEA Countries".
- Revizuirea documentelor în cadrul activităților conduse de experții NEA: "The role of nuclear energy in sector coupling (hydrogen)", "Small Modular Reactors (SMR): Industrial and business cases".
- Participare la activitățile din agenda ședinței anuale a grupului de experți WPNE, organizată virtual de NEA, în perioada 18-19 februarie 2021.

WGRISK - Working Group Reliability and Risk

RATEN a fost reprezentat la întrunirea anuală a grupului de experți în fiabilitate și risc (WGRISK) din țările membre NEA OECD, organizată on-line în perioada 1-4 martie 2022. În cadrul prezentării de țară, au fost evidențiate următoarele aspecte:

- Îmbunătățirea cadrului de reglementare (revizie norme, dezvoltare de ghiduri);
- Revizia Strategiei Naționale pentru Securitate și Siguranță în Domeniul Nuclear;
- Studii PSA L1 /L2 și aplicații PSA (monitor de risc);
- Revizia periodică de securitate (PSR) pentru Cernavodă realizată pe baza celor 14 factori de securitate recomandați de IAEA.

RATEN este reprezentat în grupul de inițiativă pentru organizarea unui simpozion (în colaborare cu IAEA) pentru schimbul de experiență legat de provocările realizării unui studiu PSA pentru reactoare cu proiect unic (reactoare de cercetare, reactoare de demonstrație, reactoare prototip și reactoare FOAK). În urma întrunirilor membrilor grupului, s-a hotărât organizarea seminarului în iunie 2022 la Liverpool (UK).

WGAMA - Working Group on Analysis and Management of Accidents

Principalele activitățile desfășurate în cadrul acestui grup de lucru au fost:

- Participarea la cea de-a 24-a întâlnire a grupului WGAMA (13-15.09.2021). S-au purtat discuții referitoare la așteptările organizației în legătură cu activitățile grupului de lucru, la evoluția grupului și la clarificarea unor aspecte referitoare la raportul de țară.
- Raportul de țară al României a fost pregătit împreună cu reprezentantul CNCAN, respectând un template care a presupus acoperirea următoarelor elemente:
 - Stadiul energiei nucleare;
 - Provocări actuale și de viitor referitoare la mandatul WGAMA;
 - Activități noi de cercetare/planificate, pentru abordarea acestor provocări;
 - Poziția țării referitoare la noile tehnologii și preocupările legate de securitatea nucleară:
 - Tehnologiile vizate
 - Interesul și prioritatea în țară
 - Situația curentă
 - Metodele urmărite

Raportul de țară al României, împreună cu rapoarte din alte 24 de țări, reprezintă contribuții care pot dezvolta programul de lucru al grupului WGAMA.

- Completarea, împreună cu reprezentantul CNCAN, a chestionarului „Finite Element calculation recommendations”, în care au fost descrise experiența țării noastre referitoare la calculele pentru reținerea topiturii în interiorul vasului reactorului, metodologia despre calculele cu elemente finite,

comportarea materialului din care este realizat vasul reactorului, procesul de verificare și validare a modelului de calcul, proiectele referitoare la reținerea topiturii în interiorul vasului reactorului, cu referire la integritatea mecanică, etc.

- Revizia unor documente elaborate în cadrul grupului și activități de diseminare, au reprezentat aspecte importante ale participării reprezentantei RATEN ICN la acest grup.

WPTES - Working Party on Technical, Environmental and Safety Aspects of Decommissioning and Legacy Management

Pentru a aborda mai eficient activitățile Agenției pentru Energie Nucleară (AEN), Comitetul pentru dezafectarea instalațiilor nucleare și gestionarea patrimoniului (CDLM) a convenit să creeze organisme de al doilea nivel axate pe abordarea preocupărilor din domeniul dezafectării instalațiilor nucleare și al gestionării patrimoniului. Astfel, s-a decis înființarea grupului Working Party on Technical, Environmental and Safety Aspects of Decommissioning and Legacy Management (WPTES). WPTES va aborda aspecte tehnice, de mediu și de siguranță în ceea ce privește dezafectarea instalațiilor nucleare și gestionarea patrimoniului, în calitate de organism de nivel doi al NEA. Vor fi abordate domenii precum impactul risurilor (siguranța lucrătorilor, a publicului, a mediului), eşantionarea și caracterizarea, tehnologiile de decontaminare și dezafectare, dezafectarea fluxurilor de deșeuri, curățarea post-operatională, tehniciile inovatoare (de exemplu, robotică, digitalizare etc.).

Şedința de lansare a grupului, "Kick-off Meeting of the Working Party on Technical, Environmental and Safety Aspects of Decommissioning and Legacy Management (WPTES)", s-a desfășurat online, în perioada 27-28 mai, 2021. RATEN este reprezentat în acest grup de lucru. Principalele puncte ale agendei întâlnirii de lansare au fost:

- Prezentare generală a regulamentelor și procedurilor OECD în baza cărora există și își desfășoară activitatea WPTES. Prezentarea structurii de bază a NEA și a mandatelor fiecărui grup în parte, din cadrul NEA;
- Prezentarea Perspectivei CDLM (Committee on the Decommissioning of Nuclear Installations and Legacy Management) asupra existenței și a activităților grupului tehnic de lucru WPTES. Prezentarea mandatului și scopului WPTES;
- Prezentare generală a istoriei activităților NEA privind decomisionarea, începând cu anul 1978, inclusiv a programului de cooperare Exchange of Scientific and Technical Information on Nuclear Installation Decommissioning Projects (CPD).

EGPRS - Expert Group on Physics

Activitățile desfășurate în cadrul EGPRS al NEA contribuie la promovarea și susținerea implicării RATEN ICN în colaborări internaționale vizând aspecte de fizica reactorului, cu interes pentru modelarea radiației și a protecției biologice, asociate sistemelor energetice nucleare și ciclului combustibil nuclear. Informațiile obținute și activitățile planificate sunt necesare pentru desfășurarea în bune condiții a colaborării cu OECD/ NEA, în cadrul temei de cercetare dedicată acestei activități, în Programele de CD nr. 3, 12 și 18.

Contribuții:

- Revizuirea raportului "State of the art Radiation Transport and Shielding", activitate coordonată de experții NEA;
- Participare la activitățile din agenda ședinței anuale a grupului de experți EGPRS, organizată virtual de NEA, în 18 februarie 2021;
- Susținere interesului RATEN ICN pentru noua activitate benchmark propusă în cadrul EGPRS asupra fizicii LFR (calcule neutronice la nivel de celulă, ansamblu/supercelulă și zonă activă).

CLAY CLUB - Working Group on the Characterization, the Understanding and the Performance of Argillaceous Rocks as Repository Host Formations

Întâlnirile derulate în cadrul grupului Clay Club s-au desfășurat online, iar printre activitățile derulate merită menționate actualizarea mandatului Clay Club pentru 2023-2024, precum și discuțiile purtate pe baza propunerii de cooperare internațională în domeniul cercetării tehnice și al formării educaționale pentru dezvoltarea unui depozit geologic de adâncime în cadrul întreprinderilor comune NEA, propunere elaborată de către Agenția Japoneză pentru Energie Atomică (JAEA).

- Un nou proiect internațional comun NEA „Horonobe International Project (HIP)” este în prezent luat în considerare, cu scopul de a lansa până la sfârșitul anului 2022, începând cu o perioadă de implementare de trei ani și posibilitatea unei prelungiri cu încă patru ani într-o a doua fază.

Condițiile de participare au fost prezentate și discutate în cadrul întâlnirii de lucru virtuale Orientation Meeting on NEA Joint Project, din 1 septembrie 2021, care a avut ca obiectiv prezentarea de ansamblu a programului de cooperare internațională al NEA și a procedurilor necesare care trebuie luate în considerare la lansarea unui proiect comun NEA, precum proiectul HORONOBE.

În 27 octombrie 2021, NEA a lansat în mod oficial apelul de recrutare a partenerilor de colaborare pentru un nou proiect comun în Centrul de Cercetare Subteran Horonobe – Japonia.

În urma lansării apelului, RATEN ICN și-a exprimat interesul de a participa la Activitatea A a Proiectului Internațional HORONOBE cu teste experimentale privind migrarea radionuclizilor pe probe de rocă și activități de modelare a transportului radionuclizilor în roci de argilă fracturată, iar CITON s-a declarat interesat de rezultatele Activității C, privind modelarea termo-hidro-mecanică-chimică (T-H-M-C) a evoluției sistemului de bariere ingineresci.

Acest proiect va aborda provocările comune și subiectele de cercetare și dezvoltare de mare interes în rândul organizațiilor de gestionare a deșeurilor radioactive și autorităților de reglementare din țările care dezvoltă depozite geologice adânci și va promova colaborarea internațională prin utilizarea laboratoarelor de cercetare subterane.

- Un alt eveniment realizat în cadrul Grupului de lucru pentru investigarea argilei ca mediu geologic gazdă al depozitarii geologice a deșeurilor radioactive (Clay Club) a constat în aniversarea a 30 de ani de existență, la reuniunea sa din 17 noiembrie 2021. Astfel, a fost marcată evoluția înțelegerei mediilor argiloase pe parcursul a trei decenii de muncă. În ciuda spectrului larg de medii argiloase și a diferitelor etape ale dezvoltării programului de depozit în diferite țări, Clay Club continuă să abordeze probleme comune legate de caracterizarea fiabilă și rolul mediilor argiloase pentru siguranța depozitului. Cele opt rapoarte tehnice publicate de Clay Club de la înființarea sa au oferit o bază comună pentru un program de lucru concentrat, susținut prin ateliere de lucru, întâlniri regulate, conferințe comune ale industriei și rapoarte NEA.

Clay Club consiliază grupul Integration Group for the Safety Case-IGSC, cu privire la problemele majore și emergente legate de înțelegerea caracterizării la scară multiplă, simularea modelelor numerice și performanța barierei mediilor argiloase. Dintre diferitele formațiuni geologice considerate adecvate pentru găzduirea depozitelor geologice, rocile argiloase se evidențiază prin caracteristicile lor favorabile. Aceste caracteristici includ continuitate laterală semnificativă, conductivitate hidraulică a masei de rocă foarte scăzută, autoetanșare a fracturilor, migrarea substanțelor dizolvate dominată de procesele de transport difuzive, capacitatea de a întârzia chimic migrarea radionuclizilor și stabilitatea hidrogeologică.

SALT CLUB - Expert Group on Repositories in Rock Salt Formations

Evenimentul important desfășurat în cadrul SALT CLUB a fost a 11-a întâlnire anuală a NEA/OECD Salt Club, care s-a desfășurat online în perioada 11 – 12 mai, 2021.

În cadrul sesiunii tematice au fost audiate o serie de prezentări referitoare la: evoluția activităților NEA/RWMC; noutăți în evoluția activităților Salt Club; discuții referitoare la strategia Salt Club; eforturile de modelare a depozitelor în sare din Olanda, SUA, Germania; evoluția programelor de depozitare în sare din Olanda, Germania și Marea Britanie; lectii învățate din evenimentele de cedare a minelor convenționale de sare.

Principalele concluzii care s-au desprins în urma întâlnirii sunt reprezentate de:

- În 2021 va fi publicat un raport NEA (în seria R) referitor la baza de date FEP pentru sare și arhiva de cunoștințe referitoare la sare. Pe baza acestui raport vor fi dezvoltate aspecte metodologice ale dezvoltării de scenarii pentru depozitele în sare.
- Va continua seria workshop-urilor ABC Salt însă, din cauza pandemiei, întâlnirile în persoană nu pot avea loc mai devreme de 2022;
- În zona chimiei saramurii/actinidelor, Salt Club se va axa pe interacțiile actinide-substanțe organice, evaluarea necesarului de date și, pentru prima oară, pe evaluarea mai realistă a proceselor de generare a gazelor microbiene în sistemele saline;
- Reluarea activităților de selecție a amplasamentelor (siting) în UK și Germania, unde, în trecut – cel puțin în cazul Germaniei-, decizia politică de selecție a amplasamentelor a avut prioritate în fața celei susținute pe baze științifice.

Crystalline Club (CRC) - Expert Group on Geological Repositories in Crystalline Rock Formations

În cadrul grupului de experți CRC, evenimentul reprezentativ a fost a 4-a întâlnire anuală a NEA/OECD Crystalline Club, desfășurată în perioada 1 – 3 iunie 2021.

Respectând agenda de lucru, întâlnirea a fost împărțită în două parti, una în care s-au dezbatut problemele administrative și o sesiune tematică, în care a fost prezentat progresul activităților grupului:

- În partea dedicată problemelor administrative, au fost abordate următoarele aspecte: aprobarea unor documente și decizii referitoare la activitatea NEA CRC; obiectivele celei de-a 4-a ședințe plenare și a agendei de lucru; aprobarea raportului celei de a 3-a ședințe a comitetului tehnic al NEA Crystalline Club (care a avut loc în 2019, Krasnoyarsk, Federația Rusă); prezentarea noutăților din programele de depozitare geologică ale țărilor membre (Canada, Republica Cehă, Germania, Japonia, Korea, România, Rusia, Spania, Elveția, USA); prezentarea membrilor noi (Finlanda).
- Sesiunea tematică referitoare la modelarea depozitelor în roca cristalină, a inclus prezentări referitoare la: concluziile sesiunii tematice din cadrul CRC-3; rezumat al funcțiilor și caracteristicilor cheie, cu importanță majoră în evaluările de securitate în roca cristalină; integrarea datelor obținute din investigațiile in-situ, dezvoltarea SDM pe baza geosintezei datelor de curgere și abordare iterativă; integrarea proprietăților statistice ale diferitelor seturi de fracturi și generarea seturilor de realizări ale rețelelor de fracturi distribuite; prezentarea unui sistem integrat de evaluare a securității, la nivel de sistem, respectiv de proces, dezvoltat în Coreea de Sud; aspecte organizatorice, referitoare la programul de lucru în 2021 – 2022 și stabilirea locației și datei celei de-a 5-a întâlniri CRC.

Prezentarea situației naționale, susținută de reprezentantul RATEN, s-a axat pe informarea referitoare la evenimente care pot avea impact asupra programului de depozitare geologică (acordul de cooperare cu SUA pentru dezvoltarea energiei nucleare în România – construirea unităților 3 și 4 de la Cernavodă, Memorandumul de cooperare cu NuScale Power, pentru dezvoltarea reactoarelor modulare, proiectul ALFRED), respectiv noutăți din programul de cercetare al RATEN ICN, referitor la depozitarea geologică (calcule cuplante termo-mecanic pentru un concept generic de depozitare în roca cristalină).

FIDES - Framework for Irradiation Experiments

NEA a organizat o serie de seminarii, întâlniri de lucru, reunind participanți de la organisme de reglementare și control, institute de cercetare, producători de combustibili nucleari și producători din

industria nucleară. Discuțiile au confirmat că este necesar un cadru multinațional pentru a aborda nevoile experimentale actuale și viitoare. Drept urmare, comunitatea internațională se reunește acum, sub egida unei inițiative NEA, pentru a forma un nou cadru multinațional pentru testarea combustibililor nucleari și testarea materialelor denumită în continuare Programul Cadru pentru Experimente de Iradiere (Framework for Irradiation Experiments (FIDES)). Inițiativa a primit pe termen lung un sprijin puternic din partea țărilor membre NEA.

Astfel, în data de 20 aprilie 2021, reprezentantul RATEN a participat la întâlnirea experților din FIDES. Prezentările și discuțiile experților au evidențiat scopul FIDES (2021-2024), anume de a dezvolta anumite experimente în scopul testării combustibilului și al materialelor componente ale zonei active în instalații nucleare existente (reactori de cercetare). FIDES va utiliza structura grupurilor de lucru NEA și urmărește să acopere unele zone necunoscute privind comportarea combustibilului și a materialelor pentru reactorii viitorului, punând în comun datele și rezultatele experimentale, care vor fi disponibile pentru participanții la proiect. S-a făcut referire la necesitatea continuării ideii de experimente finanțate și derulate în comun, după modelul celor din reactorul de la Halden (închis în 2018), de această dată utilizând infrastructura diversă pusă la dispoziție de participanți. Au fost menționate o serie de propunerile de programe experimentale comune (Joint Experimental Programmes-JEEPs), implicând iradieri și activiți de examinare post-iradiere, în care RATEN ar putea participa.

Participarea RATEN la activitățile GIF (GEN IV International Forum) în colaborare cu IAEA

Înființat în 2001, GEN IV International Forum (GIF) a fost creat ca o tentativă de cooperare internațională care să dezvolte cercetările necesare pentru a testa fezabilitatea și performanța sistemelor nucleare de a patra generație și pentru a le pune la dispoziție pentru implementare industrială până în 2030. GIF-ul reunește 13 țări (Argentina, Australia, Brazilia, Canada, China, Franța, Japonia, Coreea, Rusia, Africa de Sud, Elveția, Regatul Unit și Statele Unite), precum și Euratom – reprezentând cei 27 de membri ai Uniunii Europene – să coordoneze cercetarea și dezvoltarea acestor sisteme. Secretariatul tehnic al GIF este Agenția pentru Energie Nucleară (Nuclear Energy Agency – NEA).

GIF a selectat șase tehnologii de reactoare pentru cercetare și dezvoltare ulterioară: reactorul rapid răcit cu gaz (GFR), reactorul rapid răcit cu plumb (LFR), reactorul cu sare topită (MSR), reactorul rapid răcit cu sodiu (SFR), reactorul răcit cu apă supercritic (SCWR) și reactorul de temperatură foarte înaltă (VHTR).

În anul 2021 RATEN ICN a participat la activitățile organizate de GIF în colaborare cu IAEA pentru analiza aspectelor de securitate ale reactorilor rapizi răciți cu metale lichide. În acest sens a avut loc o întâlnire tehnică (30.03-01.04 2021, 9th Joint IAEA-GIF Technical Meeting on the Safety of Liquid Metal Cooled Fast Reactors). Întâlnirea a fost structurată pe trei direcții principale:

1. discutarea activităților de cooperare IAEA-GIF în domeniul reactorilor rapizi răciți cu metale lichide (LMFR),
2. discutarea stadiului documentelor privind recomandările și standardele de securitate pentru tehnologiile SFR și LFR,
3. discutarea progresului de implementare al tehnologiilor LMFR în țările participante.

RATEN ICN a prezentat evoluția implementării proiectului ALFRED, cu accent pe pregătirea procesului de autorizare și construcția instalațiilor experimentale suport.

Acord de Colaborare Trilaterală (ACT) între Universitatea Mansoura (Egipt), Universitatea din Pitești (România) și RATEN ICN

Acordul de Colaborare Trilaterală (ACT) urmărește consolidarea și facilitarea schimburilor academice, științifice și juridice între cele trei părți semnatare, în domeniul Tehnologii Nucleare și Radiații, precum și în arii de interes specifice asociate. ACT este destinat facilitării pregătirii resurselor umane (studenți, absolvenți, personal didactic, tehnicieni, personal calificat și public) în domeniul Tehnologii Nucleare și Radiații, pe tematici specifice de interes, cum sunt: Securitate Nucleară, Protecția împotriva Radiațiilor, Fizica Reactorului, Caracterizare Materiale Nucleare, Management Activități care implică Materiale Radioactive, Management Riscuri Radiologice, precum și Modelare Sisteme Energetice Nucleare în cadrul Mixului Energetic Național. Colaborarea vizează, de asemenea, activități comune științifice și didactice, precum și organizarea în comun de manifestări științifice în domeniu. În anul 2020, în cadrul ACT au fost realizate următoarele activități:

- Coordonarea activității unui *masterand* de la Universitatea Mansoura, Egipt, pentru elaborarea lucrării de disertație și pregătirea susținerii publice și pentru transmitere lucrare științifică la Journal of Taibah University for Science, KSA (M. Sallah, C.A. Mărgeanu, N. Elbassiony, M. Mitwalli, A. Elgarayhi - "Radiobiological Impact Evaluation within Monte Carlo Shielding Calculations of CANDU Spent Fuel"). În perioada de pregătire a lucrării de disertație, au fost realizate calcule de ardere și de protecție biologică cu ajutorul programelor din pachetul SCALE5 (disponibil cu licență single-user).
- În cadrul Laboratorului de radioprotecție și protecția mediului, *doctorandul* Universității Mansoura din Egipt a realizat activități experimentale pentru caracterizarea radiologică și analiza prin activare a unor probe de mediu prelevate din arii de interes din zona lacului Manzala (Egipt) și a unor probe de rocă prelevate din arii de interes de pe teritoriul Republicii Arabe Egipt. Aceste activități au contribuit la definitivarea părții experimentale a tezei de doctorat.

Transferul cunoașterii și vizibilitate

Manifestări și evenimente științifice organizate de RATEN

NUCLEAR 2021 - The 13th Annual International Conference on Sustainable Development through Nuclear Research and Education, 26 – 28 mai 2021, online via platforma ZOOM, 202 participanți

Conferința NUCLEAR 2021, a fost organizată de RATEN ICN, în colaborare cu Universitatea din Pitești, Academia Oamenilor de Știință și Academia de Științe Tehnice, în anul în care se împlinesc 50 de ani de la înființarea Institutului de Cercetări Nucleare ca organizație de suport științific și tehnic pentru programul nuclear românesc.

Evenimentul a atras peste 200 de participanți din: Belgia, Italia, Franța, Austria, Suedia, Ucraina, Spania, Lituania, Germania, Egipt, Federația Rusă și Iran, reprezentând comunitatea de cercetare și mediul academic, industria nucleară, autoritățile din domeniul nuclear și factorii de decizie.

În cadrul sesiunilor tematice au fost prezentate progresele realizate în îmbunătățirea continuă a securității nucleare, dezvoltarea sistemelor nucleare avansate și a SMR-urilor, îmbunătățirea



managementului deșeurilor radioactive și radioprotecției, precum și în modernizarea procesului de educație și consolidarea colaborării în cercetarea nucleară, pentru o dezvoltare durabilă.

Conferința NUCLEAR 2021 s-a alaturat eforturilor naționale, europene și internaționale de promovare, susținere și creștere a gradului de conștientizare a părților interesate cu privire la contribuția energiei nucleare în atenuarea schimbărilor climatice, a rolului ei în mixul energetic și în asigurarea securității energetice.

Diseminarea rezultatelor cercetării și transferul cunoașterii

➤ Diseminarea activității CDIT în RATEN

Elaborarea și editarea a 360 de rapoarte interne CDIT (documente clasificate), în cadrul Programului Anual de Cercetare RATEN, privind dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energia nucleară.

Publicații

Lucrări științifice/tehnice WoS: 14
Lucrări științifice/tehnice indexate în baze de date internaționale: 36
Lucrări științifice/tehnice în reviste, altele decât cele cotate sau indexate: 2
Comunicări științifice prezentate la conferințe cu participare internațională: 67
Cărți de specialitate sau capitole de carte publicate: 5

Elaborarea și editarea a 24 de rapoarte tehnice informative pentru susținerea activității CNE-Cernavodă și abordarea tematicii de interes în funcționarea centralei.

Elaborarea documentelor tehnice:

În cadrul H2020 aflate în derulare și a celor lansate în 2021

Rapoartele IAEA, tip TECDOC, parte a Proiectelor CRP: 3

RATEN ICN Pitești a asigurat editarea numerelor 20 și 21 ale revistei „Journal of Nuclear Research and Development”, ISSN 2247-191X; ISSN-L 2247-191X.

Lucrări științifice/tehnice WoS:

M.R. Roman, D.V. Ionescu, Gh. Olteanu	<i>Comparison between FEMAXI-6 and TRANSURANUS predictions regarding MOX Fuels behavior</i>	EMERG – Energie Mediu Eficiență Resurse Globalizare, Volume VII, Issue 1/2021	ISSN: 2668-7003, ISSN-L: 2457-5011
V. Olaru, E. Matei, Al. Nițu, L. Stoica, D. Toma, M. Matei	<i>Mechanical Fatigue Tests of SEU-43 Fuel Bundle Cladding at 400°C</i>	EMERG Volume VII, Issue 1/2021	ISSN: 2668-7003, ISSN-L: 2457-5011
M. Dulama, M. Iordache, L. Samson, A. Nedelcu, V. Toboșaru	<i>Assessment of the treatment capability and options to enhance the performance of the decontamination system of aqueous radioactive waste from Cernavoda NPP</i>	EMERG Volume VII, Issue 1/2021	ISSN: 2668-7003, ISSN-L: 2457-5011
M. Constantin, G. Grasso, M. Tarantino, I. Turcu, C. Păunoiu, A. Toma, M. Caramello, M. Frignani , A. Alemberti, D. Diaconu, M. Nițoi, M. Apostol, D. Gugiu, P. Agostini	<i>The Development of the Research Infrastructure in Support of ALFRED Demonstrator Implementation in Romania</i>	EMERG Volume VII, Issue 1/2021	ISSN 2668-7003, ISSN-L 2457-5011
G. Glinatsis, M. Carta, D. Gugiu, A. Ikonomopoulos, I.Vișan	<i>An investigation of the JEFF 3.2 nuclear data library</i>	Annals of Nuclear Energy aprilie 2021	ISSN: 0306-4549, eISSN:1873-2100
M. Farcașiu, C. Constantinescu	<i>Evaluation of human factor engineering influence in nuclear safety using probabilistic safety assessment techniques</i>	KERNTECHNIK vol. 86, Nr.6/decembrie 2021	ISSN/eISSN: 0932-3902/2195-8580
C. Samarineanu, G. Tudorache	<i>The PbO concentration influence on oxides films developed on Incoloy 800 in CANDU secondary circuit conditions</i>	Journal of Engineering Sciences and Innovation, Volume 6, Issue 3 / 2021	ISSN 2606-6699
L. Stoica, V. Radu, Al. Nițu, I. Prisecaru	<i>Development of a model for the crack initiation and growth simulation of the structural materials under liquid metal embrittlement conditions</i>	Journal of Science and Arts, No.3(56)/2021, Physics Section	ISSN: 1844-9581

D. Diniasi, F. Golgovici, Al. Anghel, M. Fulger, C. C. Surdu-Bob, I. Demetrescu	<i>Corrosion behaviour of chromium coated Zy-4 cladding under CANDU primary circuit conditions</i>	Coatings, vol 11, issue 11, noiembrie 2021	eISSN 2079-6412
D. Diniasi, F. Golgovici, Al. Marin, A. D. Negrea, M. Fulger, I. Demetrescu	<i>Long-Term Corrosion Testing of Zy-4 in a LiOH Solution at High Pressure and Temperature Conditions</i>	Materials, Vol 14, Issue 16, august 2021	eISSN 1996-1944
A. E. Tudose, I. Demetrescu, F. Golgovici, M. Fulger	<i>Oxidation Behaviour of an Austenitic Steel (Fe, Cr and Ni), the 310 H, in a Deaerated Supercritical Water Static System</i>	Metals, 2021, 11, 571	eISSN: 2075-4701
Constantin M., Apostol M., Constantin A	<i>Source term investigation for a prolonged loss of cooling accident, for a typical CANDU spent fuel pool, during the refurbishment process</i>	Progress in Nuclear Energy, Vol.141, Noiembrie, 2021	ISSN: 0149-1970
V. Malinovschi, A. Marin, C. Ducu, V. Andrei, E. Coaca, Valentin Crăciun, Mihail Lungu	<i>Influence of sodium aluminate concentration and process duration on microstructure, mechanical and electrochemical behavior of PEO coatings formed on CP-Ti</i>	Surface and Coatings Technology	418 (2021), 127240, 2021
C. A. Mărgeanu	<i>Shielding Analyses for CANDU Spent Fuel Assemblies containing different U-based Fuels after the Intermediate Wet Storage</i>	accept. publ. in Journal of Radiation Research and Applied Sciences, Egypt	ISSN: 1687-8507

Lucrări științifice/tehnice indexate în baze de date internaționale

I. Nita, L. Nițulescu, R. Pancef	<i>A passive Safety System for CANDU 6</i>	Proceedings of The 13th Annual International Conference on Sustainable Development through Nuclear Research and Education- NUCLEAR 2021	26 -28 mai 2021
O. Ichim, O. Uță, M. Savu, A. Gănescu	<i>Gamma scanning examination of a low enriched uranium fuel element irradiated in the TRIGA SSR reactor</i>	NUCLEAR 2021	26 -28 mai 2021
V. Neculae, R. Dobrin, C. Dulama	<i>Study of the Self-Absorption Effect in Gross Alpha and Beta Activity Measurement by using GFPC Method</i>	NUCLEAR 2021	26 -28 mai 2021

D. Stanciu, M. Valeca, G. Zăvoianu	<i>Optimization of soil and sediment sample preparation methods used for natural uranium content determination</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
M. Mitwalli, C. Dulama, A. H. El-Farrash, D. Chirleşan, M. Sallah	<i>Determination of Environmental Radioactivity in Manzala Lake Sediment Samples by Gamma-Ray Spectrometry</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
G. Vlad, O. Hirica, M. Valeca	<i>Study of Radon concentration in drinking water from wells in the area of Mioveni town</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
A.M. Ivan, D. Gugiu	<i>Polonium evaporation in LFR and an experimental device for testing absorbent materials</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
C. Giuiu, M. Ungureanu, Ș. Valeca	<i>Instrumentation used in molten lead facilities</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
P. Dumitru	<i>The non-destructive evaluation technique for power cable ageing</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
V. Radu, L. Stoica, Al. Nițu, D. Toma, V. Olaru	<i>Study to assess the ductile fracture in Zr-2,5%Nb by J-Integral with the Finite Element Method using the Gurson-Tvergaard-Needleman Model</i>	NUCLEAR 2021	26 - 28 mai 2021
I. Prodea, M. Șerbănel, L. Aioanei	<i>Improving the WIMS-DIREN-RELAP Methodology to Model LOCA Transients in a CANDU Reactor</i>	Journal of Nuclear Research and Development (JNRD), no. 20	Mai 2021
G. Radu	<i>Applications of ASTEC Code in relation with Hydrogen Generation on a Generic CANDU 6 Reactor,</i>	JNRD no. 20	Mai 2021
C. A. Mărganeanu	<i>Evaluation of Spent Fuel Inventory and Radioactivity for CANDU type Fuel Bundles containing different U-based Compositions</i>	JNRD no. 20	mai 2021
A. C. Răduț, R. M. Roman, E. Matei, I. Prisecaru	<i>Thorium Fuel Bundle Behaviour under Irradiation Conditions. A Comparative Study</i>	JNRD no. 20	Mai 2021
N. Elbassiony, C. A. Mărganeanu, M. Sallah, A. ElGarayhi	<i>Application of Monte Carlo Techniques to Spent Fuel Shielding Calculations</i>	JNRD no. 20	Mai 2021
A. Vîlcu, A. Moise, R.M. Ion	<i>Thermal-Hydraulic Effects of Impurity Deposition on Steam-Generator Tubes of ALFRED Reactor</i>	JNRD no. 20	Mai 2021
B. Corbescu, D. Puiu, E. Matei, V. N. Panaitescu	<i>CFD Model for the Heat Transfer during the Ice Plugging Process of Large Diameter Pipes</i>	JNRD no. 20	Mai 2021
D. Petrescu, D. Diniaș, A.	<i>Experimental Study of Antimony Adsorption on Magnetite in Aqueous Solutions</i>	JNRD no. 20	Mai 2021

Tudose, C. Bucur				
I. Vlăduț, A. H. Marin, O. Rusu, E. Coacă, M. Pătrașcu, D. Diniasi	<i>X-Ray Photoelectron Spectroscopy Investigation of Plasma Modified 316L Stainless Steel Surface</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
L. Stoica, V. Radu, A. Nițu, V. Ionescu, D. Toma	<i>A New Approach to obtain Ramberg-Osgood Constitutive Equation for Materials used in Structural Components of Nuclear Reactors</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
D. Puiu, B. Corbescu, V. G. Ionescu, C. Cepisca	<i>Monitoring Techniques for NPP Electrical Cables Condition</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
C. Dulama, R. Dobrin, V. Neculae	<i>Optimization of the Smear Sampling Method for Evaluation of Tritium Contamination on Metallic Surfaces</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
M. Mincu, D. Miriță, A.M. Ivan, G.C. Lazăr, A. Gheorghe	<i>Irradiation Technologies and the Radioisotope Production at INR Pitesti</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
D. Lucan	<i>Key Elements of the R&D Activity Supporting the Steam Generator Ageing Management Program</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
I. Dobrin, N. Marinescu	<i>FHS Personnel Training, Examination and Knowledge Evaluation – SIPEC PRO E-Learning Informatics System</i>	JNRD no. 20	Mai 2021	
L.N. Stoica, V. Radu, A.I. Nițu, I. Prisecaru	<i>Study of the Structural Mechanical Behaviour in Liquid Lead Environment for the ALFRED Generation IV Reactor</i>	10th International Conference on Energy and Environment (CIEM)	14 – 15 octombrie 2021	
V. Radu, L. Stoica, D. Toma, V. Olaru	<i>Study on the Integration of the Creep Law from Artificial Neural Network Methodology in the Delayed Hydride Cracking Assessment of the CANDU Pressure Tubes</i>	Journal of Nuclear Research and Development (JNRD), no. 21	decembrie 2021	
A.C. Răduț, I. Prodea, I. Prisecaru, D.V. Ionescu	<i>Advanced CANDU Nuclear Fuel Elements Analysis</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021	
M. Apostol, M. Constantin, D. Diaconu, D. Chirleșan, S.C. Valeca, S. Fianu, G. Plăiașu, D. Dupleac, M. Tarantino, G. Firpo	<i>Competence Building Actions for ALFRED Infrastructure</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021	

M. Nițoi, M. Frignani, M. Caramello, G. Grasso	<i>ALFRED Licensing Preparatory Stage</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
D. Predescu, N. Marinescu	<i>The Experimental Model of Simulator for CANDU 600 Fuel Handling System</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
I. Pîrvu, C. Ivan, A. Florea	<i>Gamma Radiation Monitoring in the Primary Heat Transport Circuit</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
A.M. Ivan, D.E. Gugiu	<i>Estimation of Vapour Phase Concentrations of Volatile Products in the ALFRED Cover Gas</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
A.F. Bucșă, G.B. Soare	<i>Evaluation of Irradiated Environmetal Samples in the TRIGA Reactor usign the Neutron Activation Analysis Method</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
V. Ionescu, V. Cojocaru, A. Nițu, L. Stoica, V. Olaru, D. Toma	<i>Study to Set up the Experimental Facility for the Ultrasonic Measurements in the Liquid Lead</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021
C. Arsene	<i>Leaching Behaviour of Waste Form resulted by Radioactive Magnetite Embedding in Cement based Matrices</i>	JNRD no. 21	decembrie 2021

Lucrări științifice/tehnice în reviste, altele decât cele cotate sau indexate

M. Constantin, M. Nițoi	<i>Stepping forward for ALFRED infrastructure</i>	ETSON newsletter	iunie 2021
M. Nițoi	<i>International acknowledgement of the RATEN ICN research capacity</i>	ETSON newsletter	decembrie 2021

Cărți de specialitate/capitole de carte publicată

A. Andrianov, B. Aulimat, R. Barkouch, L. Benkovskyi, M. Chadraabal, C.D. Dang, B. Dixon, M. Fedorov, G. Fesenko, O. Godun, S. Golesorkhi, P.P. Grudev, A. Jalal, T. Kallala, N.M. Kojoouri, A. Kosilov, V. Kuznetsov, S. Kviatkovskiy, A. Marchenko, C.A. Mărganeanu, C. Martin del Campo, Sh. Naway, J.O. Odhiambo, B. Popov, Kh.Rahman, R.J. Raja Hedar, S.A.K. Sabry, V. Sargsyan. G. Shapovalenko, K. Silva, S. Sunarko, P. Trinuruk, A. Zherebilova, Z. Zhou	<i>Planning Enhanced Nuclear Energy Sustainability: An INPRO Service to Member States, Analysis Support for Enhanced Nuclear Energy Sustainability (ASENES)</i>	IAEA Nuclear Energy Series no. NG-T-3.19, IAEA, Viena, Austria, Iulie 2021	STI/PUB/1939, 978-92-0-105121-9
---	---	--	---------------------------------

C. A. Mărganeanu, M. Constantin	<i>Trial application of ROADMAPS template to Romania's Nuclear Energy System, incl. in Developing Roadmaps to Enhance Nuclear Energy Sustainability: Final Report of the INPRO Collaborative Project ROADMAPS</i>	IAEA Nuclear Energy Series, No. NG-T-3.22, IAEA, Viena, Austria, Septembrie 2021	STI/PUB/1941, 978-92-0-108221-3
S. C. Valeca, D. Lucan, C. Păunoiu	<i>Contribuția cercetării științifice la dezvoltarea domeniului nuclear în România, Capitol 5 în Industrii și domenii industriale de înaltă tehnicitate</i>	Seria "Pagini din Istoria Dezvoltării Industriei României", Editura AGIR, 2021	ISBN: 978-973-720-846-0
D. Lucan	<i>Primary Water Chemistry and Corrosion Management in a CANDU NPP, Capitol 5 in Advances in Chemistry Research. Volume 69 (ed. James C. Taylor)</i>	Nova Science Publishing, New York, Series: Advances in Chemistry Research, 2021	ISBN: 978-1-68507-014-4
I. Dumitrescu, M. Deaconu, M. Mihalache	<i>Characterization of nuclear materials by inductively coupled plasma mass spectrometry / Caracterizarea materialelor nucleare prin spectrometrie de masa cu plasma cuplata inductiv</i>	Delta Print Line, București, 2021	

➤ Transferul cunoașterii

Cercetătorii și specialiștii din RATEN, în calitate de coordonatori sau mentori, au asigurat coordonarea absvenților de învățământ superior, pentru finalizarea lucrărilor de licență și disertație, și a doctoranzilor pentru finalizarea tezelor de doctorat.

În 2021, 46 de studenți de la Universitatea Politehnică București (UPB), Universitatea din Pitești (UPIT), Academia Tehnică Militară „Ferdinand 1”, București și Universitatea Mansoura Egipt au urmat stagii de pregătire pentru realizarea lucrărilor de licență, disertație sau doctorat, definitivându-și stagiiile de practică în Sucursalele RATEN.

Universitatea/Organizația	Domeniul/Specializarea	Nr. absolenți/masteranzi /doctoranzi/bursieri
Universitatea Politehnică București	Chimie Aplicată și Știința Materialelor	1
	Energetică și Tehnologii Nucleare	1
	Inginerie Nucleară	1
Universitatea din Pitești	Energetică și Tehnologii Nucleare	19
	Materiale și Tehnologii Nucleare	21
Academia Tehnica Militară „Ferdinand 1”, București	Efectuare stagiu de cercetare și perfecționare	1
Universitatea Mansoura, Egipt	Elaborarea lucrării de disertație	1
Universitatea Mansoura, Egipt	Definitivarea părții experimentale a tezei de doctorat	1

Reprezentarea RATEN la evenimente și manifestări științifice

➤ Manifestări sub egida Comisiei Europene

Activități în cadrul organizațiilor, rețelelor și platformelor tehnologice europene, la care sunt afiliate sucursalele RATEN

Întrunirea grupului de cercetare ETSON	18 mai 2021	online
Întrunirea Consiliului Tehnic ETSON de Securitate a Reactorilor	25 mai 2021	online
16 th ECG-COMON Meeting 2021	7-8 iunie 2021	online
A 38-a Întrunire a Comitetului de coordonare a rețelei NeT	7-11 iunie 2021	online
Şedința Comitetului Științific și Tehnic STC Euratom	24-26 octombrie 2021	Bruxelles
Întrunirea Consiliului Tehnic ETSON de Securitate a Reactorilor	25 noiembrie 2021	online

Activități în cadrul proiectelor contractate cu CE în cadrul Programului H2020

A patra Întâlnire a Comitetului Executiv, a doua Întâlnire generală și a doua Întâlnire a Comitetului de Conducere din cadrul proiectului H2020 PIACE	19-20 ianuarie 2021	online
Întâlnirea tehnică în cadrul proiectului european "Joint European-Canadian-Chinese Development of Small Modular Super-Critical Water-cooled Reactor Technology"	8 februarie 2021	online
MEACTOS Technical meeting no.14	13 aprilie 2021	online
MEACTOS WP8 Technical Meeting	28 septembrie 2021	online

MEACTOS WP6 Technical Meeting	20 octombrie 2021	online
Harmonization Workshop in MEACTOS project	24-26 noiembrie 2021	online
MEACTOS Technical Meeting No.17	24-26 noiembrie 2021	online
3 rd Annual Work package Meeting EURAD-CORI	25-29 noiembrie 2021	online
PREDIS Whole Consortium Meeting	3 decembrie 2021	online

➤ **Acțiuni organizate de IAEA**

Proiectele de cercetare coordonată (CRP)

A treia Întâlnire tehnică a proiectului "Neutronics Benchmark of CEFR Start-Up Tests, CRP I31032	6-9 aprilie 2021	online
Consultancy Meeting on the Coordinated Research Project on Spent Fuel Characterization, CRP 24320	28 iunie-1 iulie 2021	online
First Research Coordinated Meeting on the Coordinated Research Project on Spent Fuel Characterization	6-10 decembrie 2021	online

Proiectele de cooperare tehnică

Regional Meeting on Stakeholder Involvement for SMRs, în cadrul proiectului Regional RER2017-1907817	18-22 ianuarie 2021	online
Virtual Regional Meeting on the Role o Small Modular Reactors in Future Energy Markets: The Business Case, în cadrul proiectului regional RER2017-1907817	15-19 februarie 2021	online
Regional Training Course on the Role of Power Systems and Markets for Achieving the Low-Carbon Transition, în cadrul proiectului regional RER2017-1907817	12-16 iulie 2021 27-28 iulie 2021	online
Regional Meeting on Social, Economic and Environmental Implications of Energy and Climate Strategies, în cadrul proiectului regional RER2017-1907817	8-12 noiembrie 2021	online

Programul INPRO

Forumul de dialog IAEA INPRO DF11 - Partnerships for Nuclear Development and Deployment	18-21 mai 2021	online
Technical Meeting on Sustainable Deployment Scenarios for Small Modular Reactors în cadrul INPRO-ASENES	8-11 iunie 2021	online
Joint Russian Federation - IAEA INPRO School for Managers and Decision-Makers in the Nuclear Sector and Government	8-12 noiembrie 2021	online
INPRO School on Methodology, Tools and Analysis for Enhanced Nuclear Energy Sustainability	22-26 noiembrie 2021	online
Consultants' Meeting of the INPRO ASENES Pilot Study on Sustainable Deployment Scenarios for SMRs	30 noiembrie-3 decembrie 2021	online

Seminarii, workshopuri, întâlniri tehnice

Regional Meeting on the Implementation of the Guidance on the Management of Disused Radioactive Sources	25-27 ianuarie 2021	online
EPR Matters for Radiological Assessment and Advice During Nuclear or Radiological Safety Related Emergency	9-11 februarie 2021	online
Technical Meeting on Management of Ageing and Obsolescence of Nuclear I&C Systems and Components through Modernization	2-5 martie 2021	online
Virtual Regional Training Course on Energy Technology Assessments for Energy & Climate Strategies	15-26 martie 2021	online
9 th Joint IAEA-GIF Technical Meeting on the Safety of Liquid Metal Cooled Fast Reactors	30 martie- 1 aprilie 2021	online
Technical Meeting on Waste Form Performance Testing for Low Level Waste Disposal, International Predisposal Network (IPN)	12-23 aprilie 2021	online
Workshop on Civil Liability for Nuclear Damage	27 aprilie 2021	online
Regional Workshop Romania-Moldova Transportation Security TTX	9-15 mai 2021	online
40 th Consultative Meeting of INIS Liaison Officers	10-12 mai 2021	online
Preparatory Seminar for the International Training Course on the Security of Radioactive Material in Use and Storage	18-19 mai 2021	online
Technical Meeting on Generic User Requirements and Criteria of Small Modular Reactor Technologies for Near Term Deployment	24-27 mai 2021	online
Technical Meeting on Research Reactor Ageing Management, Refurbishment and Modernization	31 mai-4 iunie 2021	online
Workshop on the Economics of Emerging Reactor Concepts	2-4 iunie 2021	online
Training Workshop of the IAEA's Network of Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity on Advanced Topics in Gamma Ray Spectrometry	7-11 iunie 2021	online
National Workshop on Nuclear Security Measures for Major Public Events	7-11 iunie 2021	Bucureşti
54 th Meeting of the IAEA Technical Working Group on Fast Reactors TWG-FR	22-25 iunie 2021	online
Regional Workshop on Status and Update of Storage Needs in Small Inventory Member States	7-22 iunie 2021	online
Training Course on Mathematical Modelling for Radiation Processing	6-8 iulie 2021	online
Workshop on Computational Nuclear Science and Engineering	12-16 iulie 2021	online
Technical Meeting on Advances in Post-Irradiation Examination Techniques for Power Reactor Irradiated Fuels and Innovative Fuels	21-27 iulie 2021	online

Technical Meeting on the Development of a Model Road Map for Radioactive Waste Storage for the Countries with Small Inventories	26-30 iulie 2021	online
Technical Meeting on Knowledge Management Assist Visit Methodology for Education and Training Providers	27-30 iulie 2021	online
Technical Meeting on Good Practices for the Operation and Maintenance of Research Reactors	2-5 august 2021	online
Pilot Training Course on Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency	16-20 august 2021	online
Technical Meeting on the Development of the Terms of Reference for the Denial of Shipment Working Group	17-19 august 2021	online
Regional Workshop for Transferring Experience with High Treatment Processing of Radioactive Waste Including Incineration, Plasma Treatment and Re-Melting	23-27 august 2021	online
International Worshop on Threat Assessment and Design Based Threat	14-17 septembrie 2021	online
Technical Meeting for the National Coordinators of the Incident Reporting System for Research Reactors	6-10 septembrie 2021	online
A 57-a Întâlnire anuală a grupului de lucru Hot Laboratories and Remote Handling HOTLAB2021	26 septembrie-1 octombrie 2021	Praga
Technical Meeting on Protection of Nuclear Installations Against External Hazards	5-8 octombrie 2021	Viena
Technical Meeting on Risk Informed In-Service Inspection and Decision Making for Research Reactors	4-10 octombrie 2021	online
Technical Meeting on the Role of Nuclear Cogeneration Applications Towards Climate Change Mitigation	11-13 octombrie 2021	online
Technical Meeting on the Management of Hazardous Waste Arising from the Operation and Decommissioning of Research Reactors and Other Nuclear Installations (IPN)	11-15 octombrie 2021	online
Technical Meeting on Human Resource Development for Nuclear Power Programmes	12-14 octombrie 2021	online
Technical Meeting on Management of Wastes Containing Long-lived Alpha Emitters	12-15 octombrie 2021	online
Interregional Training Course on Environmental Remediation Site Characterization	11-22 octombrie 2021	online
Technical Meeting on the Design, Fabrication and Irradiation Behaviour of Small Modular Reactor Fuels	18-22 octombrie 2021	online
Technical Meeting on Experiences and Lessons Learned for Effective Knowledge Management Programmes in Nuclear Organizations	18-22 octombrie 2021	online
Întrunirea IAEA de discutare a TECDOC "Further Enhancement of Methods, Approaches and Tools for Development and Application of PSA"	1-5 noiembrie 2021	online
Technical Meeting on Challenges and Options for the Disposal of Reactor Graphite	8-12 noiembrie 2021	online

Techincal Meeting on the Safety of Research Reactors under Project and Supply Agreements and Review of their Safety Performance Indicators	22-26 noiembrie 2021	online
Regional School of Nuclear and Radiological Leadership for Safety	21 noiembrie-4 decembrie 2021	Atena, Grecia
Technical Meeting on Advancing Human Resource Development and Competence Building for Decommissioning	28 noiembrie-4 decembrie 2021	Piacenza, Italia
Workshop on Dry Storage of Research Reactor Spent Fuel	29 noiembrie-1 decembrie 2021	online
Biennal Forum of the International Decommissioning Network	12-16 decembrie 2021	Viena, Austria

➤ Evenimente organizate de NEA/OECD

Sedințe ale grupurilor tehnice și alte evenimente		
A 21-a Întrunire a grupului de experți pe aspecte economice asociate energiei nucleare WPNE în țările membre NEA/OECD	18-19 februarie 2021	online
Prima Întrunire a grupului de experți pe fizica reactorilor EGPRS din țările membre NEA/OECD	18 februarie 2021	online
A 22-a Întâlnire Anuală grupului de experți în fiabilitate și risc WGRISK din țările membre NEA/OECD	2-4 martie 2021	online
Întâlnirea experților FIDES (NEA Framework for Irradiated Experiments)	20 aprilie 2021	online
2 nd Meeting of the International Generic Ageing Lessons Learned Programme - Working Group 1: Mechanical Components	6 mai 2021	online
A11-a Întâlnire anuală a grupului NEA-OECD Salt Club	11-12 mai 2021	online
Kick-off Meeting of the Working Party on Technical, Environmental and Safety Aspects of Decommissioning and Legacy Management (NEA-OECD-CDLM-WPTES)	27-28 mai 2021	online
A 4-a Întâlnire anuală a Crystalline Club NEA-OECD	1-3 iunie 2021	online
A 24-a Întâlnire a grupului de lucru NEA-OECD Working Group on Analysis and Management of Accidents WGAMA	13-15 septembrie 2021	online

➤ Conferințe naționale și internaționale

Acțiuni prin care s-au diseminat rezultatele de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică din RATEN, delegații susținând lucrări de specialitate		
A 8-a ediție a Conferinței APFB2020-Yamada Conference LXXII	1-5 martie 2021	online
10 th International Symposium on Supercritical Water Cooled Reactors, ISSCWR 10	15-19 Martie 2021	online
12 th International Symposium On Advanced Topics in Electrical Engineering	25-27 martie 2021	București
13 th Annual International Conference on Sustainable Development through Nuclear Research and Education	26-28 mai 2021	online

International Scientific Conference, "Applications of chemistry in nanosciences and biomaterials engineering – NanoBioMat"	25 - 26 iunie 2021	online
13 th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence - ECAI 2021	1 – 3 iulie 2021	online
SIREN – Simpozionul Român al Energiei 2021	6 – 8 septembrie 2021	online
A 65-a Conferință Generală IAEA	19-22 septembrie 2021	Viena
Conferinta Zilele Academiei de Științe Tehnice din România - ZASTR 2021	21-22 octombrie 2021	online
23 rd International Conference "New Cryogenic and Isotope Technologies for Energy and Environment"	26-29 octombrie 2021	online
EUROSAFE 2021 Forum	22-23 noiembrie 2021	

➤ **Acțiuni de formare profesională**

Cursuri de pregătire		
Cursul de specializare "QUANTIX User School" organizat de compania Bruker	04-05 mai 2021	online
Participare la cursurile Școlii de vară ""PATRICIA Heavy Metal Summer School"	3-9 octombrie 2021	Mol, Belgia
Seminarul "Tehnologii de sudare pentru sisteme de generație IV, calificarea acestora și modelarea tensiunilor remanente"	4-5 octombrie 2021	online
Short Course on Severe Accident Phenomenology - ENEA	25-29 octombrie 2021	online
Technical Meeting on Experiences and Lessons Learned for Effective Knowledge Management Programmes in Nuclear Organizations	18-22 octombrie 2021	

SITUAȚIA ECONOMICĂ ȘI FINANCIARĂ

În principal, finanțarea activităților CDIT ale sucursalelor RATEN ICN și RATEN CITON este susținută de la bugetul de stat.

Unul dintre obiectivele principale ale RATEN este să crească implicarea în proiectele naționale și internaționale câștigate prin competiție și să încheie acorduri de colaborare, urmărind creșterea veniturilor și, astfel, să poată dezvolta proiecte a căror realizare să nu depindă exclusiv de resursele alocate de la bugetul național.

În scopul creșterii autonomiei financiare, încheierea contractelor economice cu diversi beneficiari din țară este o prioritate pentru RATEN.

Activitatea principală a RATEN este de cercetare-dezvoltare și se desfășoară în cadrul Programului Anual de Cercetare RATEN privind Dezvoltarea suportului tehnic național și cooperarea internațională pentru energia nucleară. Activitatea de cercetare-dezvoltare a RATEN este finanțată conform OUG 144/1999 și a reprezentat 81.51% din cifra de afaceri în 2021. Programul pentru anul 2021 a avut valoarea de 94.416 mii lei și a fost finanțat prin Bugetul de stat integral.

Program	Denumire	Executant	Lucrări aprobată ME		Lucrări realizate		Lucrări decontate	
			Nr.	Valoare (lei)	Nr.	Valoare (lei)	Nr.	Valoare (lei)
1	Securitate nucleară	RATEN ICN	23	3,496,290	23	3,496,290	23	3,496,290
		RATEN CITON	3	815,703	3	815,703	3	815,703
2	Canal de combustibil	RATEN ICN	15	2,474,576	15	2,474,576	15	2,474,576
3	Combustibili nucleari	RATEN ICN	20	3,313,187	20	3,313,187	20	3,313,187
4	Sistem de manevrare combustibil	RATEN ICN	12	3,047,381	12	3,047,381	12	3,047,381
5	Gestionare deșeuri radioactive și combustibil ars în condiții de securitate nucleară	RATEN ICN	23	8,662,674	23	8,662,674	23	8,662,674
		RATEN CITON	4	1,202,792	4	1,202,792	4	1,202,792
6	Protecția mediului	RATEN ICN	23	5,534,531	23	5,534,531	23	5,534,531
		RATEN CITON	4	1,002,502	4	1,002,502	4	1,002,502
7	Generator de abur	RATEN ICN	9	1,874,423	9	1,874,423	9	1,874,423
		RATEN CITON	1	317,824	1	317,824	1	317,824
8	Sisteme de proces și echipamente	RATEN ICN	10	1,617,440	10	1,617,440	10	1,617,440
		RATEN CITON	12	3,600,015	12	3,600,015	12	3,600,015
9	Chimie circuite	RATEN ICN	14	2,793,819	14	2,793,819	14	2,793,819
10	Instrumentație și control	RATEN ICN	18	3,750,289	18	3,750,289	18	3,750,289
		RATEN CITON	10	2,798,282	10	2,798,282	10	2,798,282

11	Analize de evenimente de exploatare CNE, îmbătrânire, calificare la mediu și creșterea duratei de exploatare a CNE	RATEN ICN	15	4,461,836	15	4,461,836	15	4,461,836
		RATEN CITON	9	2,681,033	9	2,681,033	9	2,681,033
12	Reactori nucleari avansați și cicluri de combustibil	RATEN ICN	28	5,159,577	28	5,159,577	28	5,159,577
		RATEN CITON	6	1,704,946	6	1,704,946	6	1,704,946
13	Asigurarea și creșterea performanțelor reactorului TRIGA-SCN	RATEN ICN	59	25,396,860	59	25,396,860	59	25,396,860
14	Tehnologii de iradiere și radioizotopi	RATEN ICN	8	1,600,914	8	1,600,914	8	1,600,914
15	Informatizare activități nucleare	RATEN ICN	5	600,265	5	600,265	5	600,265
		RATEN CITON	4	898,483	4	898,483	4	898,483
16	Apa grea și tritiu	RATEN ICN	3	488,203	3	488,203	3	488,203
		RATEN CITON	4	651,420	4	651,420	4	651,420
17	Aplicații ale tehniciilor nucleare	RATEN ICN	6	995,797	6	995,797	6	995,797
18	Suport pentru cooperarea internațională	RATEN ICN	12	3,474,938	12	3,474,938	12	3,474,938
TOTAL		RATEN ICN	303	78,743,000	303	78,743,000	303	78,743,000
		RATEN CITON	57	15,673,000	57	15,673,000	57	15,673,000
		RATEN	360	94,416,000	360	94,416,000	360	94,416,000

Piața și clienții

Principalele colaborări pe piața externă				Procent din venitul total
RATEN ICN	COMUNITATEA EUROPEANĂ			17,82%
RATEN CITON	CANDU ENERGY Inc. - CANADA			13,90%
	ANSALDO Nucleare S.p.a			4,84%
	KHNP Korea Hidro & Nuclear Power			3,53%
	Sargent & Lundy			0,52%
	Swedish Radiation Safety Authority			4,05%
Principalii clienți pe piața internă				Procent din venitul total
RATEN ICN	SNN			77,95%
	Clienți din vânzări surse Ir și verificări instalații SANTINEL 880 ELITE			5,47%

	ANDR	1,39%
	Alții	10,10%
RATEN CITON	RATEN	61,26%
	SNN-CNE	11,86%

Principalele colaborări la nivel de RATEN		Procent din venitul total
Piața externă	CANDU ENERGY Inc. - CANADA	2,86%
	Comunitatea Europeană, Contracte încheiate cu Uniunea Europeană, Program Cadru EURATOM H2020	0,43%
	ANSALDO Nucleare S.p.a	1,36%
	Korea Hydro Nuclear Power	0,72%
	Swedish Radia	0,83%
Piața internă	Ministerul Energiei	81,51%
	SNN CNE Cernavodă	7,30%
	Clienți din vânzări surse Ir și verificări instalații SANTINEL 880	0,51%
	ELITE	

INDICATORI DE PERFORMANȚĂ. GRADUL DE REALIZARE

Realizarea indicatorilor de performanță

Indicatori Tehnico - Științifici

Indicator	Procent realizat
Numărul lucrărilor CDIT bugetate, contractate, realizate și recepționate în cadrul Programului Anual de cercetare-dezvoltare RATEN 2021 (= 360)	100%
Numărul rapoartelor informative transmise la CNE - Cernavodă pentru asigurarea suportului tehnico-științific și susținerea tematicii de cercetare de interes în funcționarea centralei	100%
Numărul rapoartelor de stadiu transmise la Comisia Europeană în cadrul Programului EURATOM	100%
Numărul rapoartelor de stadiu/documente tehnice finale transmise la IAEA Viena, în cadrul proiectelor de cercetare coordonate, regionale	100%
Numărul comenzilor/contractelor/serviciilor prestate de RATEN	100%

Indicatori Economiți

Indicator	31.12.2020 (lei)	31.12.2021 (lei)
Venituri totale	109.071.452	115.836.149
Cheltuieli totale	108.894.815	115.633.445
Cifra de afaceri	107.129.522	113.018.539
Rezultat de exploatare (+/-)	242.112	10.310
Rezultat brut (+/-)	176.637	202.704
Rezultat net (+/-)	176.637	202.704
Capitaluri proprii	44.340.591	44.383.295

Indicatori de personal

	31.12.2016	31.12.2017	31.12.2018	31.12.2019	31.12.2020	31.12.2021
Angajați RATEN	850	843	836	826	784	764

Identificarea și remedierea deficiențelor în 2021

➤ Identificarea deficiențelor:

- RATEN se confruntă cu anumite deficiențe legate de aspectele organizaționale interne și externe;
- Stagnarea cererii pentru tehnologia CANDU;
- Existenza unui număr relativ redus de beneficiari (SNN, CNE Cernavodă, CNMAG, ANDR, CNCAN, ICSI Rm. Vâlcea, IFIN-HH) și implicit a unui număr redus de contracte economice încheiate;
- Limitarea modernizării infrastructurii de cercetare, din motive financiare;
- Prelungirea termenelor de depunere/evaluare/finanțare a proiectelor, la competițiile naționale, cea ce împiedică finalizarea unor obiective prioritare;
- Vârsta înaintată a specialiștilor din RATEN cu experiență și necesitatea menținerii lor în activitate, din cauza posibilităților limitate de reîmprospătare a forței de muncă (există un număr redus de centre universitare care pregătesc studenți în domeniul energeticii nucleare, nu există licee de profil în domeniul nuclear);
- Migrarea specialiștilor către locuri de muncă din domeniul nuclear mai bine remunerate, din țară și străinătate;
- Situația pieței forței de muncă din România, în ceea ce privește necesitățile de refacere și dezvoltare a resurselor umane înalt calificate;
- Nivelul scăzut de salarizare din RATEN, comparativ cu alte entități din domeniul nuclear;
- Evoluția lentă a unui cadru legislativ, care să promoveze cercetarea în domeniul energeticii nucleare;
- Costurile mari ale activității de cercetare-dezvoltare comparativ cu ciclul lung de realizare și implementare.
- Scăderea capacitatei de diseminare datorită situației sanitare cu implicații asupra promovării

imaginii colectivelor de specialiști pe plan național și internațional.

➤ **Remedierea deficiențelor:**

- Menține și conservă capacitatele de cercetare-dezvoltare, proiectare și inginerie tehnologică;
- Susține activitățile pentru prelungirea duratei de viață a Unității 1 CNE-Cernavodă și asigură suportul tehnico-științific pentru retehnologizarea acesteia;
- Participă la competiții de cercetare-dezvoltare la nivel național și internațional;
- Contribuie la promovarea conceptului Small Modular Reactor, în contextul piețelor de energie regionale: evaluarea securității, sustenabilității și performanțelor economice;
- Intensifică și continuă pregătirile pentru punerea în funcțiune a Unităților U3 și U4 CNE-Cernavodă, în cazul finanțării acestor proiecte;
- Identifică noi surse de finanțare, pentru creșterea investițiilor și modernizarea infrastructurii existente, la standarde internaționale;
- Asigură stimularea și renumerarea personalului corespunzător gradului de calificare, în limita bugetului;
- Depune eforturi susținute pentru atragerea tinerilor spre activitățile de CDIT, în domeniul nuclear și formarea de personal înalt calificat;
- Asigură transferul cunoșterii către Tânără generație, prin coordonarea de lucrări de licență/masterat/doctorat, organizarea de stagii de practică, desfășurarea de activități didactice în universități;
- Asigură diseminarea rezultatelor activității CDIT prin participarea, inclusiv în on-line, la manifestări științifice naționale și internaționale, publicarea de articole, editarea de reviste, participarea în grupuri editoriale.

CONCLUZII

Domeniul cercetării, dezvoltării și ingineriei tehnologice:

- Au fost predate și recepționate, la termenele stabilite, cele 360 lucrări de cercetare contractate în cadrul Programului Anual de Cercetare RATEN 2021, conform bugetului alocat;
- Au fost respectate angajamentele asumate în proiectele și programele naționale, europene și internaționale (Comisia Europeană, IAEA-Viena) aflate în derulare sau cele nou finanțate;
- Au fost depuse eforturi, la nivel național și internațional, pentru implementarea demonstratorului ALFRED în România și declararea acestuia ca proiect major prin:
 - semnarea contractului aferent procedurii de achiziție publică pentru servicii de proiectare și execuție a lucrărilor pentru clădiri și instalații aferente clădirilor, rețele și sisteme auxiliare care deservesc instalațiile obiectivului de investiții "ALFRED – Etapa 1" infrastructura de cercetare suport: ATHENA, precum și de furnizare a instalației experimentale ATHENA;
 - participarea și promovarea proiectului ALFRED la manifestările naționale și internaționale, având ca tematică reactorii de Gen IV.
- Au fost finalizate la termen, cu respectarea cerințelor asumate, contractele, comenziile și serviciile pentru 2021;
- Au fost identificate noi surse de finanțare, pentru creșterea aportului serviciilor la bugetul RATEN, prin utilizarea infrastructurii din dotare și a competenței în domeniu:
 - producerea de surse radioactive pentru uz industrial, dezafectare celor ieșite din uz, verificarea unor instalații industriale de gamografie;
 - prestarea de servicii în domeniul radioprotecției, tratării și condiționării deșeurilor radioactive, managementului apei grele, criogeniei, metrologiei, ingineriei și proiectării, inclusiv domeniul preselecției de amplasament în vederea construirii de instalații nucleare de tip

Domeniul resurselor umane:

- S-a acționat pentru menținerea capacității și competenței de cercetare în domeniul energeticii nucleare, pentru operarea în condiții de siguranță și securitate nucleară a infrastructurii din dotare, în ciuda reducerii numărului de salariați prin pensionare/demisie, în ultimii cinci ani;
- Au fost organizate concursuri de angajare pentru a suplini deficitul de personal din RATEN;
- A fost susținută implicarea personalului înalt calificat în managementul și transferul cunoașterii, în domeniul energeticii nucleare.

Domeniul cooperării internaționale:

A fost confirmat aportul RATEN la cercetarea europeană și internațională prin:

- Desemnarea RATEN ICN ca ICERR, alături de alte 6 institute de marcă din SUA, Franța, Korea, Rusia și Belgia, ceea ce reprezintă o recunoaștere internațională a capabilității cercetării în domeniul energeticii nucleare românești reprezentate de RATEN;
- Nominalizarea și participarea specialiștilor în comitetele și grupurile de lucru ale organismelor și entităților internaționale: IAEA, NEA/OECD, Comisia Europeană, Consorțiul FALCON, platforme și asociații profesionale;
- Implicarea în promovarea noului concept de reactori modularesi (SMR).

REGIA AUTONOMĂ TEHNOLOGII PENTRU ENERGIA

Str. Câmpului Nr. 1, 15400 – Mioveni, Județul Argeș, România

Tel: +40 248 207030; +40 248 207031

Fax: +40 248 207032

office@raten.ro

www.raten.ro