

ROLUL LABORATORULUI DE METROLOGIA RADIONUCLIZILOR DIN IFIN-HH ÎN ASIGURAREA ECHIVALENȚEI INTERNAȚIONALE ȘI A TRASABILITĂȚII NAȚIONALE PENTRU ETALONUL UNITĂȚII DE ACTIVITATE*

ROLE OF THE RADIONUCLIDE METROLOGY LABORATORY FROM IFIN-HH IN THE ASSURANCE OF THE INTERNATIONAL EQUIVALENCE AND NATIONAL TRACEABILITY FOR ACTIVITY UNIT STANDARD**

Maria Sahagia, Aurelian Luca, Andrei Antohe, Constantin Ivan

INSTITUTUL NAȚIONAL DE C&D PENTRU FIZICĂ ȘI INGINERIE NUCLEARĂ HORIA HULUBEI, IFIN-HH BUCUREȘTI

HORIA HULUBEI NATIONAL INSTITUTE OF PHYSICS AND NUCLEAR ENGINEERING, IFIN-HH BUCHAREST

Rezumat: Această lucrare prezintă cele mai recente rezultate obținute de Laboratorul de Metrologia Radionuclizilor din IFIN-HH, în activitățile desfășurate în ultimii trei ani, în următoarele domenii: (i) echipamente de bază, infrastructură, personal; (ii) rezultate obținute în: etalonarea absolută și relativă, realizarea etalonului primar de ^{222}Rn , activitățile internaționale, acreditarea națională, livrarea de etaloane radioactive și ofertă de servicii de metrologie, lista publicațiilor recente.

Cuvinte cheie: IFIN-HH, Laborator de metrologia radionuclizilor, etalon primar de ^{222}Rn

Abstract: This paper presents the most recent results obtained by the IFIN-HH, Radionuclide Metrology Laboratory, in its activities during the last three years, in the following domains: (i) basic equipment, infrastructure, personnel; (ii) results obtained in: absolute and relative standardization, realization of the primary ^{222}Rn standard, international activities, national accreditation, delivery of radioactive standards and metrology services, list of recent publications.

Key words: IFIN-HH, Radionuclide Metrology Laboratory, primary ^{222}Rn standard

1. STATUTUL OFICIAL, INFRASTRUCTURA, PERSONALUL

1.1. Statutul oficial al Laboratorului

IFIN-HH, Laboratorul de Metrologia Radionuclizilor (LMR), este desemnat ca participant la Comitetul Internațional de Măsură și Greutăți - Aranjamentul de Recunoaștere Reciprocă (International Committee for Weights and Measures – Mutual Recognition Arrangement, CIPM-MRA) în domeniul radiațiilor ionizante, fiind membru al Comitetului Consultativ pentru Radiații

1. OFFICIAL STATUS, INFRASTRUCTURE, PERSONNEL

1.1. Official Status of the Laboratory

IFIN-HH, Radionuclide Metrology Laboratory (RML), is a designated participant at the International Committee for Weights and Measures – Mutual Recognition Arrangement (International Committee for Weights and Measures – Mutual Recognition Arrangement, CIPM-MRA) in the field of ionizing radiations, being a member of the CIPM – Consultative Committee for Ionizing Radiations, Section

*Raport prezentat la Sedința CIPM-CCRI (II) din 21 -23 iunie 2011, [http://www.bipm.org/cc/CCRI\(II\)/Restricted/WorkingDocuments.jsp/CCRI\(II\)/11-02](http://www.bipm.org/cc/CCRI(II)/Restricted/WorkingDocuments.jsp/CCRI(II)/11-02), completat cu ultimele rezultate obținute în anul 2011

** Report presented at the CIPM-CCRI(II), 21 -23 June 2011 Meeting, [http://www.bipm.org/cc/CCRI\(II\)/Restricted/WorkingDocuments.jsp/CCRI\(II\)/11-02](http://www.bipm.org/cc/CCRI(II)/Restricted/WorkingDocuments.jsp/CCRI(II)/11-02), completed with the latest 2011 results

Ionizante, Secțiunea a II-a – Măsurarea Radionuclizilor, [CIPM-CCRI (II)]; LMR este, deasemenea, membru asociat al EURAMET, Comitetul Tehnic pentru Radiații Ionizante (Technical Committee for Ionizing Radiations, IR-TC).

În anul 2010 a fost înregistrată la Biroul Român de Metrologie Legală (BRML), sub numărul 5397/18.05.2010, o documentație completă, întocmită în conformitate cu Procedura de Metrologie Legală, PML-1-01-06 (Etaloane Naționale – Atestare, Conservare, Utilizare, Perfecționare), pentru a fi supusă spre analiză Comisiei de Etaloane Naționale. Scopul acțiunii este de a obține calitatea de deținător al Etalonului Național de Activitate pentru IFIN-HH. Documentația tehnică asociată, intitulată “ Documentația tehnică a unității naționale de activitate Becquerel” este întocmită în conformitate cu procedura PML-1-02-06 (Etaloane Naționale. Documentație Tehnică). Documentația se afla în curs de evaluare la Comisie.

1.2. Infrastructură, echipamente

1.2.1 Infrastructură

LMR este situat în clădirea Departamentului de Radioizotopi și Metrologia Radiațiilor (DRMR) și dispune de 6 camere pentru: prepararea surselor radioactive, camere de balanțe, camere de măsură și camera etalonului de radon.

1.2.2 Echipamentele de baza

- **Instalații de etalonare absolută (directă):**

- (i) Sistemul de coincidențe $4\pi\text{PC}-\gamma$;
- (ii) Două variante de sisteme de scintilator lichid - raportul dintre coincidențe triple și duble (LSC-TDCR) bazate pe utilizarea a trei fotomultiplicatoare clasice (PMT) și, respectiv, 6 fotomultiplicatoare tip canal (CPM);
- (iii) Sistem de coincidențe foton-foton.

- **Instalații pentru etalonare relativă (indirectă):**

- (i) Contor proporțional multifilar de suprafață mare;
- (i) Sisteme de spectrometrie de radiații x și gama cu detectoare de Si(Li) și de GeHP de mare eficacitate;
- (ii) Sistemul cu cameră de ionizare CENTRONIC IG12/20A operat cu un electrometru Keithley E6517A.

II – Radionuclide Measurement [CIPM-CCRI (II)]; the Radionuclide Metrology Laboratory is also an associated member of EURAMET, Technical Committee for Ionizing Radiations (Technical Committee for Ionizing Radiations, IR-TC).

During 2010, a complete documentation, in compliance with the Legal Metrology Procedure, PML-1-01-06 (National Standards - Attestation, Preservation, Utilization, Improvement), was registered at the Romanian Bureau of Legal Metrology (BRML), under the number: 5397/18.05.2010, in order to be submitted to the analysis of the Commission of National Standards. It is intended to obtain the quality of owner of the National Activity Standard for IFIN-HH. The attached technical documentation, entitled “Technical documentation of the national activity unit Becquerel”, is in compliance with the procedure PML-1-02-06 (National Standards. Technical Documentation). The documentation is under the Commission’s evaluation.

1.2. Infrastructure, equipment

1.2.1 Infrastructure

Situated in the Radioisotopes and Radiation Metrology Department (DRMR) building, Radionuclide Metrology Laboratory disposes of 6 rooms for: preparation of radioactive sources, balance room, measurement rooms and the room of the radon standard.

1.2.2 Basic equipment

- **Installations for absolute (direct) standardization:**

- (i) $4\pi\text{PC}-\gamma$ coincidence system;
- (ii) Two variants of liquid scintillator - ratio of the triple and double coincidences (LSC-TDCR) systems, based on 3 classical photomultipliers (PMTs) and respectively 6 channel photomultipliers (CPMs);
- (iii) Photon-photon coincidence system.

- **Installations for relative (indirect) standardization:**

- (i) Large area, multiwire window proportional counter;
- (i) X and gamma-ray spectrometry system with Si(Li) detectors and high efficiency HPGe;
- (ii) CENTRONIC IG12/20A system operated with a Keithley E6517A Electrometer.

1.3. Personalul

În prezent LMR are cinci membri: trei doctori în fizică (Maria Sahagia, Aurelian Luca și Constantin Ivan, care îndeplinește și funcția de Director Tehnic al IFIN-HH). Un doctorand (Andrei Antohe), un tehnician (Constantin Teodorescu).

Dr. Constantin Ivan și-a finalizat studiile doctorale cu teza intitulată “Dezvoltarea unui contor cu scintilator lichid LSC-TDCR folosind noi fotodetectoare” sub conducerea Dlui. Dr. Enric Leon Grigorescu, fondatorul LMR.

2. PRINCIPALELE DOMENII DE CERCETARE

2.1 Etalonarea absolută

Etalonarea radionuclidului ^{64}Cu , în cadrul Proiectului EURAMET 1085, prin metoda coincidentelor $4\pi\text{PC}-\gamma$, extrapolarea eficacității de detecție, în două variante: (i) coincidențe pozitroni-radiații de anihilare, și (ii) numărarea tuturor radiațiilor emise și aplicarea de corecții suplimentare. Etalonarea ^{124}Sb , în cadrul Proiectului EURAMET 907, prin metoda coincidentelor $4\pi\text{PC}-\gamma$.

Noi direcții de dezvoltare a metodelor absolute. În acord cu interesul crescut pentru extinderea utilizării radionuclizilor în medicina nucleară, atât pentru diagnostic, cât și pentru terapia țintită cu radionuclizi, sunt propuși pentru studiu noi radionuclizi de uz medical.

- **Proiectul PN-II-ID-PCE-2011-3-0070, intitulat:** “Etalonarea absolută și studiul parametrilor schemei de dezintegrare pentru emițătorii de pozitroni folosiți în sisteme PET. Asigurarea trasabilității metrologice” **Ctr. 23/05.10.2011**, finanțat de ANCS-CNCS-UEFISCDI, având ca obiect dezvoltarea unui etalon primar de activitate pentru radionuclizii PET produși și/sau utilizați în România și studiul parametrilor schemelor lor de dezintegrare. Radionuclizii propuși a fi studiați sunt: ^{68}Ga , ^{18}F , ^{67}Cu și ^{124}I .

- **Proiectul Comun de Cercetare și Dezvoltare propus în cadrul Acordului General de Cooperare pentru Cercetare Științifică existent între Institutul de Fizică Atomică (IFA), România și Comisariatul de Energie Atomică (CEA), Franța, intitulat:**

”Crearea de etaloane naționale pentru noi radionuclizi farmaceutici în vederea asigurării radioprotecției pacienților și a personalului medical”. Radionuclizii propuși pentru a fi studiați sunt: ^{186}Re , ^{177}Lu , ^{82}Sr - ^{82}Rb și ^{90}Y . Acest proiect a fost depus și este în proces de evaluare.

1.3. Personnel

A total number of 5 staff members are presently working: 3 PhD (Maria Sahagia, Aurelian Luca and Constantin Ivan, serving also as the technical director of IFIN-HH). 1 PhD Student (Andrei Antohe), 1 Technician (Constantin Teodorescu).

Dr. Constantin Ivan finalized his doctoral studies, with the thesis, entitled: “Development of a TDCR-LCS using new photodetectors”, PhD Supervisor: Dr. E.L.Grigorescu, the founder of the RML.

2. THE MAIN RESEARCH AREAS

2.1 Absolute standardization:

Standardization of ^{64}Cu , within the EURAMET Project 1085, by the $4\pi\text{PC}-\gamma$ coincidence method, efficiency extrapolation, in two variants: (i) positron-annihilation coincidence, and (ii) the counting of all emitted radiations and applying supplementary corrections.

Standardization of ^{124}Sb , within the EURAMET Project 907, by the $4\pi\text{PC}-\gamma$ coincidence method.

Future development of absolute methods.

In line with the increasing interest for extension of radionuclides’ use in nuclear medicine, for diagnosis and targeted radionuclide therapy, new radionuclides of medical use are proposed to be studied.

- **The Project PN-II-ID-PCE-2011-3-0070, entitled:** “Absolute standardization and study of the decay parameters for positron emitters used in PET systems. Assurance of the metrological traceability” **Ctr. 23/05.10.2011**, financed by ANCS-CNCS-UEFISCDI, having as object the development of a primary activity standard for PET radionuclides produced and/or used in Romania and study of their decay scheme parameters. The radionuclides proposed to be studied are: ^{68}Ga , ^{18}F , ^{67}Cu and ^{124}I .

- **The proposed Joint Research and Development Project within the General Cooperation Agreement for Scientific Research existent between the Institute of Atomic Physics (IFA), Romania and Commissariat a l’Energie Atomique (CEA), France, entitled:**

”Creation of national standards for some emerging pharmaceutical radionuclides to ensure the radioprotection of patients and medical staffs”. The proposed radionuclides to be studied are: ^{186}Re , ^{177}Lu , ^{82}Sr - ^{82}Rb and ^{90}Y . This project was submitted and is under evaluation.

2.2 Etalonul primar de ^{222}Rn al României, Proiect Național 71-102/2007 – 2010

Proiectul a fost finalizat. A fost realizat și pus în funcțiune un sistem de generare a radonului, bazat pe utilizarea unei surse de ^{226}Ra tip Pylon și a unui circuit metalic, având nivelul presiunii complet monitorizat, pentru circulația și recuperarea radonului în recipiente din sticlă, atât absorbit în scintilator lichid (LS), cât și sub formă de gaz. Lanțul de trasabilitate metrologică a fost stabilit astfel: Sursele preparate prin absorbția/dizolvarea radonului în scintilator lichid au fost etalonate absolut prin metoda contorului cu scintilator lichid. Transferul cantitativ al radonului de la forma de gaz la cea de scintilator lichid și recuperarea controlată ne-au permis să transferăm unitatea de activitate de la etalonul primar LSC, la instalațiile etalon secundar: spectrometrul gama GeHP și camera de ionizare CENTRONIC IG12/20A. Aceste sisteme etalonate, pentru diferite tipuri de recipiente, conținând radonul sub forma de gaz și dizolvat în scintilator lichid, sunt folosite pentru măsurarea activității recipientilor care urmează a fi distribuiți la utilizatori și pentru măsurarea recipientilor cu radon în cursul participării la intercomparări. A fost, deasemenea, efectuat un studiu al influenței eficacității de detecție asupra măsurării radonului prin metoda scintilatorului lichid.

Dezvoltarea sistemului în viitor.

Se propun două tipuri de acțiuni.

- Participarea la compararea cheie CCRI(II).K2. Rn 222;
- Construcția unei camere de radon, pentru a fi utilizată la etalonarea echipamentelor folosite la măsurarea radonului. Aceasta constituie obiectul unui Proiect de Parteneriat, propus a fi realizat în colaborare cu Institutul Național de C&D pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice (ICSI) - Rm. Vâlcea și Universitatea București, Facultatea de Fizică.

2.3 Măsurări relative

2.3.1 Spectrometria radiațiilor gama

Sistemul GeHP a fost etalonat pentru răspunsul la lanțul de dezintegrare al ^{222}Rn . El a fost folosit, deasemenea, pentru determinarea intensităților de emisie ale radiațiilor de anihilare, și ale emisiilor slabe de radiații gama de energii înalte ale ^{64}Cu și pentru măsurarea intensităților de emisie de radiații gama ale ^{124}Sb .

Măsurări ale conținutului radioactiv au fost făcute în cadrul comparării interlaboratoare

2.2 The Primary Romanian ^{222}Rn standard, National Project 71-102/2007 - 2010

The project was finalized. A system for generation of radon, based on a Pylon ^{226}Ra source, and a metallic circuit, with the pressure level control fully monitorized, for circulation and recovery of radon in glass recipients, both adsorbed in liquid scintillator (LS) and as gas, under liquid nitrogen temperature, was set. The metrological traceability chain was established as follows: The sources prepared by adsorption / dissolving of radon in Liquid Scintillator were absolutely standardized by the Liquid Scintillator counting. The quantitative transfer of radon from gas to Liquid Scintillator and the controlled recovery allowed us to transfer the activity unit from primary - LSC, to the secondary standards: HPGe-gamma-ray spectrometer and CENTRONIC IG12/20A ionization chamber. These calibrated systems, for various types of recipients, containing radon as gas and dissolved in Liquid Scintillator, are used for measuring the activity of recipients to be delivered to the users and to measure radon recipients during our participation at intercomparisons. The study of the influence of detection efficiency on the measurement of radon by the liquid scintillation counting was also performed.

Future development of the system.

Two actions are proposed

- Participation at the CCRI(II).K2. Rn 222 key comparison
- Construction of a radon chamber, to be used for the calibration of the equipment used for radon measurement. This is the object of a Partnership Project, proposed to be accomplished in collaboration with the National R&D Institute for Cryogenic and Isotopic Technologies (ICSI) - Rm. Valcea and the Bucharest University, Physics Faculty.

2.3 Relative measurements

2.3.1 Gamma –ray spectrometry

The HPGe system was calibrated for the ^{222}Rn decay chain. It was also used for the determination of the emission intensities of annihilation quanta and high energy weak gamma-ray emissions of ^{64}Cu and for the measurement of the gamma-ray emission intensities of ^{124}Sb .

Measurements of the radioactive content were performed within the frame of the ILC “CCRI(II)-S8 Supplementary Comparison on ^{40}K ,

(ILC) "CCRI(II)-S8 Supplementary Comparison on ^{40}K , ^{137}Cs and ^{90}Sr activity content in dried bilberry material", desfășurată în cadrul BIPM, organizată de JRC-IRMM, Belgia.

2.3.2 Camera de ionizare CENTRONIC IG12/20°

Au fost determinați noi factori de etalonare pentru radionuclizii: lanțul de dezintegrare al ^{222}Rn și ^{64}Cu . A mai fost determinată perioada de înjumătățire a ^{64}Cu .

2.4 Participarea la Proiectele de Date Nucleare de Dezintegrare

- A fost făcută evaluarea de date nucleare de dezintegrare în cadrul proiectelor: Proiectul Coordonat de Cercetare al Agenției Internaționale pentru Energia Atomică [International Atomic Energy Agency - Coordinated Research Project (IAEA - CRP) F42006 and Decay Data Evaluation Project (DDEP)] pentru radionuclizii: ^{234}Th , ^{228}Ra , ^{211}Bi , ^{211}Po și ^{113}Sn .

- S-au măsurat intensitățile de emisie pentru radionuclizii: ^{64}Cu (proiect EURAMET 1085), ^{124}Sb (EURAMET 907) și ^{113}Sn (în cooperare cu CEA/Laboratoire National Henri Becquerel, Franța).

3. AFILIEREA INTERNAȚIONALĂ ȘI ACTIVITĂȚILE INTERNAȚIONALE

3.1 Afiliari

IFIN-HH este membru al organismelor:

- Comitetul Internațional de Metrologia Radionuclizilor [International Committee for Radionuclide Metrology (ICRM)], participând activ cu lucrări științifice la conferințele bienale, cea mai recentă fiind cea organizată de Institutul Național de Metrologie al Japoniei (NMIJ), Tsukuba, 19 – 23 septembrie 2011;

- Membru al CIPM-CCRI(II); în această calitate prezintă rapoarte la întâlnirile bienale și liste actualizate ale publicațiilor științifice din ultimii cinci ani și participă la alte ateliere de lucru specializate;

- Proiectul de Evaluare de Date de Dezintegrare [Decay Data Evaluation Project (DDEP)], condus de către Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB), Franța;

- Membru Asociat al EURAMET, Comitetul Tehnic (CT) de Radiații Ionizante (TC-IR) și parte a CT de Calitate (TC-Q).

3.2 Participarea la Comparări Internaționale

- Compararea cheie privind tritiul, CCRI(II)-K2.H-3, organizată de BIPM, laborator pilot: LNHB, Franța.

- Compararea cheie privind ^{177}Lu , CCRI(II)-K2.Lu-177, organizator BIPM,

^{137}Cs and ^{90}Sr activity content in dried bilberry material", BIPM comparison, organized by JRC-IRMM, Belgium.

2.3.2 Ionization chamber CENTRONIC IG12/20A:

New calibrations factors were determined for the radionuclides: ^{222}Rn decay chain and ^{64}Cu . The half life of ^{64}Cu was also determined.

2.4 Participation at Nuclear Decay Data Projects

- The evaluation of nuclear decay data, within the projects: International Atomic Energy Agency - Coordinated Research Project (IAEA - CRP) F42006 and Decay Data Evaluation Project (DDEP) for radionuclides: ^{234}Th , ^{228}Ra , ^{211}Bi , ^{211}Po and ^{113}Sn .

- Measurement of photon emission intensities for radionuclides: ^{64}Cu (EURAMET project 1085), ^{124}Sb (EURAMET 907) and ^{113}Sn (in co-operation with CEA/LNHB, France).

3. INTERNATIONAL AFFILIATION AND INTERNATIONAL ACTIVITIES

3.1 Affiliations

IFIN-HH is a member of:

- International Committee for Radionuclide Metrology (ICRM), and participates actively, presenting scientific papers at the biennial conferences, the most recent being organized by the National Metrology Institute of Japan (NMIJ), Tsukuba, 19 – 23 September 2011;

- CIPM-CCRI(II) member, presenting reports at the biennial meetings and updated, lists of scientific publications from the past five years, and participating at other specialized workshops;

- Decay Data Evaluation Project (DDEP), conducted by the Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB)-France

Associated member at EURAMET, TC-IR and part of TC-Q.

3.2 Participation at International Comparisons

- Key comparison regarding tritium, CCRI(II)-K2.H-3, organized by BIPM, pilot laboratory: LNHB, France.

- Key comparison regarding ^{177}Lu , CCRI(II)-K2.Lu-177, organizer BIPM, pilot

laborator pilot: NIST, SUA.

- Compararea suplimentară privind conținutul de activitate de ^{40}K , ^{137}Cs și ^{90}Sr în material constând din fructe de pădure uscate, CCRI(II)-S8, organizator BIPM, laborator pilot JRC-IRMM, Belgia.

- Compararea suplimentară privind evaluarea și raportarea bugetului de incertitudini la aplicarea metodei coincidentelor $4\pi\text{PC}-\gamma$ pentru etalonarea unei soluții de ^{60}Co , CCRI(II)-S7, organizator BIPM, laboratoare pilot: NPL, Regatul Unit și IRA-METAS, Elveția.

3.3 Participarea la EURAMET-EMRP, A169.

- **Proiectul Comun de Cercetare [Joint Research Project (JRP – Contract: Metrologia pentru centrale nucleare din noua generație. Metrofisiune, numărul ENG08, coordonator – Dr. Lena Johansson, NPL-UK. Data de început: septembrie 2010.**

Responsabil din IFIN-HH: Dr. Aurelian Luca, participare la Programul de Lucru (WP)8. Tânărul fizician Andrei Antohe a primit un grant de mobilitate de șase luni, EURAMET [Mobility Grant (EMR)] la ENEA, INMRI, Italia, în anii 2011-2012, în cadrul contractului ENG08.

- **JRP IND04 – Metrologia Radiațiilor Ionizante pentru Industria Metalurgică. MetroMETAL, Coordonator: Dr. Jose Maria Los Arcos, CIEMAT - Spania. Data de început: decembrie 2011.**

Responsabil din IFIN-HH: Dr. Maria Sahagia, participare la programele de Lucru WP2, WP3 și WP5.

3.4 Colaborări bilaterale

- Acordul de colaborare cu Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB) – Franța, reînnoit în anul 2010, este operant. Dr. A. Luca a lucrat o perioadă de 21 zile la LNHB în 2010 la tematica: măsurarea și evaluarea schemei de dezintegrare a ^{113}Sn .

3.5 Capabilitățile de Etalonare și Măsurare

- În 2010 au fost transmise 3 noi CMC-uri, pentru soluții mononclid, care au fost aprobate la nivelul EURAMET și se află în analiza Organizațiilor Regionale de Metrologie (RMO).

- Sistemul de Calitate al IFIN-HH Laboratorul de Metrologia Radiațiilor Ionizante, în conformitate cu standardul EN ISO/IEC 17025:2005, a fost raportat și reconfirmat anual de către EURAMET TC-Q, ca bază tehnică pentru acoperirea CMC-urilor.

laboratory: NIST, USA.

- The supplementary Comparison on ^{40}K , ^{137}Cs and ^{90}Sr activity content in dried bilberry material, CCRI(II)-S8, organizer BIPM, pilot laboratory JRC-IRMM, Belgium

- Supplementary comparison regarding the evaluation and reporting of uncertainty budget in the application of the $4\pi\text{PC}-\gamma$ coincidence method for standardization of a ^{60}Co solution, CCRI(II)-S7, organizer BIPM, pilot laboratories: NPL, UK and IRA-METAS, Switzerland.

3.3 EURAMET-EMRP, A169 participation.

- **Joint Research Project (JRP) – Contract: Metrology for new generation nuclear power plants. Metrofission, number ENG08. Coordinator – Dr. Lena Johansson, NPL-UK. Start date: September 2010**

IFIN-HH responsible: Dr. Aurelian Luca, participation in the Working Programme 8. The young physicist Andrei Antohe was awarded a 6 months EURAMET Mobility Grant (EMR) at ENEA, INMRI, Italy, 2011-2012, within the frame of ENG08.

- **JRP IND04 – Ionizing radiation Metrology for Metallurgical Industry. MetroMETAL, Coordinator: Dr. Jose Maria Los Arcos, CIEMAT - Spain. Start date: December 2011**

IFIN-HH responsible: Dr. Maria Sahagia, participation in Working Programme 2, Working Programme 3 and Working Programme 5.

3.4 Bilateral collaboration

- The collaboration accord with Laboratoire National Henri Becquerel (LNHB) - France, renewed in 2010, is under operation. Dr. A. Luca worked for a 21 days period at LNHB in 2010 on the topic: measurement and evaluation of ^{113}Sn decay scheme.

3.5 Calibration and Measurement Capabilities (CMC) and the Quality System

- A number of new 3 CMCs, for mono-nuclide solutions were submitted in 2010; they were approved at the EURAMET level and are under the other Regional Metrology Organisations' analysis.

- The Quality System of the IFIN-HH Ionizing Radiations Metrology Laboratory, according to the EN ISO/IEC 17025:2005, was reported and reconfirmed annually by the EURAMET TC-Q, as a basis for CMCs coverage.

4. ACREDITAREA NAȚIONALĂ

4.1 Desemnări

Laboratorul de Metrologia Radionuclizilor este desemnat ca laborator de etalonare pentru unitățile românești, care operează în domeniul nuclear, în conformitate cu standardul SR ISO/IEC 17025:2005, prin Notificarea Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN), LE05/2009.

4.2 Acreditarea de către organismul național, RENAR.

Laboratorul a obținut în anul 2009 acreditarea RENAR, în conformitate cu standardul SR EN ISO/IEC 17025:2005, pentru două tipuri de operații:

- Laborator de Etalonare în domeniul măsurării activității, Certificat nr. LE013/22.07.2009;
- Laborator de Încercare, în domeniul măsurării activităților joase prin spectrometrie gama, Certificat nr. LI804/22.07.2009

În martie 2010 și martie 2011 au fost desfășurate acțiuni de supraveghere de menținere a acreditării de către echipe RENAR, având în componență experți internaționali.

5. ETALOANE RADIOACTIVE ȘI SERVICII DE METROLOGIE

5.1 Livrarea de etaloane radioactive

Au fost preparate și livrate surse și soluții etalon pentru diverși utilizatori. Cei mai semnificativi utilizatori au fost laboratoarele care aparțin lanțului de control al produselor alimentare (de origine animală) acreditate, sau în curs de acreditare. Cele mai solicitate etaloane au constat din surse solide etalon de activitate volumică, conținând radionuclizii: ^{134}Cs , ^{137}Cs și ^{152}Eu , sau amestecuri de radio-nuclizi, în matrici echivalente apă, zeolit și sol.

5.2 Servicii de etalonare și măsurări de înaltă precizie

- Au fost etalonate și certificate un număr semnificativ de surse etalon, produse de laboratorul nostru, sau importate din străinătate, pentru diferiți utilizatori, cel mai important fiind Centrala Nucleară Cernavodă.

- Au fost etalonate calibratoarele de radioizotopi aparținând spitalelor, cu soluții etalon din radionuclizii: ^{131}I și $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

- Au fost etalonate și alte echipamente de măsură, cum ar fi: spectrometre de radiații gama, contoare de măsurare a activității alfa-beta globale, contoare cu scintilator lichid.

- Au fost analizate diferite probe cu

4. NATIONAL ACCREDITATION

4.1 Designations

The Radionuclide Metrology Laboratory is designated as a calibration laboratory for the Romanian laboratories operating in the nuclear field, according to the SR ISO/IEC 17025:2005 standard, through the Notification of the National Nuclear Authority (CNCAN) LE05/2009.

4.2 Accreditation by the national body, RENAR.

The laboratory obtained in 2009 the RENAR accreditation, according to SR EN ISO/IEC 17025:2005, for two types of operations:

- Calibration laboratory in the field of activity measurement, Certificate no. LE013/22.07.2009
- Testing laboratory, measurement of the low level activities by gamma-ray spectrometry, Certificate no. LI804/22.07.2009

The annual accreditation maintaining surveys were deployed in March 2010 and March 2011, by RENAR teams, including international experts.

5. RADIOACTIVE STANDARDS AND METROLOGY SERVICES

5.1 Radioactive standards delivery

Standard sources and solutions were prepared and delivered to various users. The most significant users were the Laboratories belonging to the food chain (animal products) survey, accredited, or in process of accreditation. The most required standards consisted from solid volume standard sources, containing radionuclides: ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{152}Eu or radionuclide mixtures, in water equivalent, soil, zeolyte matrix.

5.2 Calibration services and high precision measurements

- A significant number of standard sources, produced by our laboratory, or imported from abroad, were standardized and certified for various users, the most important being the Cernavoda Nuclear Power Plant.

- Hospitals' radioisotope calibrators were calibrated with standard solutions of the radionuclides I-131 and Tc-99m.

- Other measurement equipment, such as gamma-ray spectrometers, gross alpha-beta counters, liquid scintillation counters, were also calibrated

- Various samples with low radioactive

conținut radioactiv scăzut de radionuclizi naturali și artificiali, cum sunt pulberile alimentare și metalice.

5.3 Intercomparări naționale și teste de competență

- A fost organizat un test de competență, la solicitarea Autorității Naționale Sanitar-Veterinare și pentru Siguranța Alimentelor (ANSVSA), în vederea evaluării laboratoarelor acreditate care efectuează analize ale conținutului radioactiv al probelor alimentare. Testul a constatat din distribuția unor surse solide de activitate volumică cu matrice echivalent apă, conținând un amestec de ^{134}Cs de ^{137}Cs , cu activitatea nominală de 1000 Bq și evaluarea rezultatelor. 13 laboratoare din rețea acreditate au luat parte la exercițiu.

- Testul a fost repetat cu laboratoarele acreditate/notificate din IFIN-HH, care efectuează analize prin metoda spectrometriei gama, folosind o sursă din set, care a fost circulată prin toate laboratoarele participante.

- Au fost organizate două comparații bilaterale, privind probe alimentare, respectiv pulberi metalice, cu două laboratoare românești.

Rapoartele comparațiilor au fost finalizate și distribuite participanților, în toate cazurile.

6. LISTA PUBLICAȚIILOR

Este prezentată lista lucrărilor publicate în perioada 2010-2011, așa cum este prezentată în Baza de Date a CIPM-CCRI(II), din categoriile: Cotate în Baza Thomson Reuters (ISI), Reviste românești din categoria B+, Conferințe Internaționale, Rapoarte Internaționale BIPM, CEA-LNHB.

a). Articole publicate în Reviste Internaționale, cotate Thomson Reuters (ISI), Philadelphia, SUA.

1. M. Sahagia, A. Luca, A. C. Wätjen, A. Antohe, C. Ivan, C. Varlam, I. Făurescu, P. Cassette. *Establishment of the ^{222}Rn traceability chain with the Romanian Standard System*. Nuclear Instruments and Methods A 631 (2011) 73-79

2. M. Sahagia, A. Luca, A.C. Watjen, A. Antohe, C. Ivan, D. Stanga, C. Varlam, I. Făurescu, L. Toro, M. Noditi, P. Casette. *Results obtained in measurements of ^{222}Rn with the Romanian standard system*. Rom. Journ. Phys. 56, 5-6 (2011) 682-691

3. A. Stochioiu, S. Bercea, M. Sahagia, C. Ivan, I. Tudor, A. Celarel. *The measurement of the natural radiation background in a salt mine*. Rom. Journ. Phys. 56, 5-6 (2011) 757-

content, such as foodstuff or metallic powders were analyzed, for the content of natural or artificial radioactive content.

5.3 National intercomparisons, proficiency tests

- One proficiency test was organized, on the requirement of the National Sanitar-Veterinary and Aliment Control Authority (ANSVSA), serving for the evaluation of the accredited laboratories performing the analysis of the radioactive content of the foodstuff samples. It consisted from the preparation and distribution of volume sources, with a water equivalent matrix, containing a mixture of ^{134}Cs and ^{137}Cs , with a nominal activity of 1000 Bq and evaluation of results. 13 accredited laboratories of the network took part in the exercise.

- The test was repeated among the accredited/notified laboratories from IFIN-HH, performing analyses by the gamma-ray spectrometry method, using a source from the set, circulated by the round robin method.

- Two bilateral comparisons, regarding alimentary samples, respectively metallic powders, were organized with two Romanian laboratories.

The comparison reports were finalized and distributed to the participants in all cases.

6. PUBLICATION LIST

The 2010-2011 list of published papers, such as presented on the Data Base of the CIPM-CCRI(II), are presented, by the categories: Thomson Reuters (ISI) quotation, B+ Romanian Journals, International Conferences, International BIPM, CEA-LNHB reports.

a). Articles published in International Journals, Thomson Reuters (ISI), Philadelphia, USA, Quoted

1. M. Sahagia, A. Luca, A. C. Wätjen, A. Antohe, C. Ivan, C. Varlam, I. Făurescu, P. Cassette. *Establishment of the ^{222}Rn traceability chain with the Romanian Standard System*. Nuclear Instruments and Methods A 631 (2011) 73-79

2. M. Sahagia, A. Luca, A.C. Watjen, A. Antohe, C. Ivan, D. Stanga, C. Varlam, I. Făurescu, L. Toro, M. Noditi, P. Casette. *Results obtained in measurements of ^{222}Rn with the Romanian standard system*. Rom. Journ. Phys. 56, 5-6 (2011) 682-691

3. A. Stochioiu, S. Bercea, M. Sahagia, C. Ivan, I. Tudor, A. Celarel. *The measurement of the natural radiation background in a salt mine*. Rom. Journ. Phys. 56, 5-6 (2011) 757-

4. B. Chauvenet, M-M. Be, M-N. Amiot, C. Bobin, M-C. Lepy, T. Branger, I. Laniece, A. Luca, M. Sahagia, A.C. Watjen, K. Kossert, O. Ott, O. Nahle, P. Dryak, J. Sochorova, P. Kovar, P. Auerbach, T. Altizoglou, S. Pomme, G. Sibbens, R. Van Ammel, J. Paepen, A. Iwahara, J.V. Delgado, R. Poledna, C.J. da Silva, L. Johansson, A. Stroak, C. Bailat, Y. Nedjadi, P. Spring. *International exercise on Sb-124 activity measurement*. Appl. Rad. Isotopes. 68 (2010) 1207-1210.

5. A. Luca, A.C. Wätjen, E.L. Grigorescu, M. Sahagia, C. Ivan. *Conclusions from the Participation at Proficiency Tests for Gamma-Ray Spectrometry Measurements*. Romanian Journal of Physics. Vol 55, 7-8 (2010) 724-732.

6. M. Sahagia, A.C. Wätjen, A. Luca, C. Ivan. *IFIN-HH ionization chamber calibration and its validation; electrometric system improvement*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1266 – 1269.

7. A. Luca. *Evaluation of Th-234 nuclear decay data*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1591-1594.

8. M-M. Be, B. Chauvenet, M-N. Amiot, C. Bobin, M-C Lepy, T. Branger, I. Laniece, A. Luca, M. Sahagia, A.C. Watjen, K. Kossert, O. Ott, O. Nahle, P. Dryak, J. Sochorova, P. Kovar, P. Auerbach, T. Altizoglou, S. Pomme, G. Sibbens, V. Van Ammel, J. Paepen, A. Iwahara, J.U. Delgado, R. Poledna. *International exercise on Sb-124 photon emission intensities determination*. Appl. Radiat. Isotopes. 68, 10 (2010) 2026-2030

9. M. Sahagia, A. Cristina Wätjen, A. Luca, C. Ivan, A. Antohe. *National and International Comparisons on Radiopharmaceuticals' activity measurement*. Rom. J. Phys. 55, 7-8 (2010) 733-740.

10. V. Olsovcova, A. Iwahara, P. Oropesa, L. Joseph, A. Ravindra, M. Ghafoori, H-K Son, M. Sahagia, S. Tastan, B. Zimmerman. *National Comparisons of I-131 measurement among nuclear medicine clinics of eight countries*. Appl. Radiat. Isotopes. 68 (2010) 1371-1377.

11. C. Ivan, A. C. Wätjen, P. Cassette, M. Sahagia, A. Antohe, E.L. Grigorescu. *Participation in the CCRI(II)-K2.H-3 comparison and study of the new TDCR-LS counter with 6 CPMs*. Appl. Radiat. Isotopes. 68 (2010) 1543-1545.

12. M. Sahagia, D. Stanga, A.C. Wätjen, A. Luca, P. Cassette, C. Ivan, A. Antohe. *The ²²²Rn standard system established at IFIN-HH, Romania*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1503 -

4. B. Chauvenet, M-M. Be, M-N. Amiot, C. Bobin, M-C. Lepy, T. Branger, I. Laniece, A. Luca, M. Sahagia, A.C. Watjen, K. Kossert, O. Ott, O. Nahle, P. Dryak, J. Sochorova, P. Kovar, P. Auerbach, T. Altizoglou, S. Pomme, G. Sibbens, R. Van Ammel, J. Paepen, A. Iwahara, J.V. Delgado, R. Poledna, C.J. da Silva, L. Johansson, A. Stroak, C. Bailat, Y. Nedjadi, P. Spring. *International exercise on Sb-124 activity measurement*. Appl. Rad. Isotopes. 68 (2010) 1207-1210.

5. A. Luca, A.C. Wätjen, E.L. Grigorescu, M. Sahagia, C. Ivan. *Conclusions from the Participation at Proficiency Tests for Gamma-Ray Spectrometry Measurements*. Romanian Journal of Physics. Vol 55, 7-8 (2010) 724-732.

6. M. Sahagia, A.C. Wätjen, A. Luca, C. Ivan. *IFIN-HH ionization chamber calibration and its validation; electrometric system improvement*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1266 – 1269.

7. A. Luca. *Evaluation of Th-234 nuclear decay data*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1591-1594.

8. M-M. Be, B. Chauvenet, M-N. Amiot, C. Bobin, M-C Lepy, T. Branger, I. Laniece, A. Luca, M. Sahagia, A.C. Watjen, K. Kossert, O. Ott, O. Nahle, P. Dryak, J. Sochorova, P. Kovar, P. Auerbach, T. Altizoglou, S. Pomme, G. Sibbens, V. Van Ammel, J. Paepen, A. Iwahara, J.U. Delgado, R. Poledna. *International exercise on Sb-124 photon emission intensities determination*. Appl. Radiat. Isotopes. 68, 10 (2010) 2026-2030

9. M. Sahagia, A. Cristina Wätjen, A. Luca, C. Ivan, A. Antohe. *National and International Comparisons on Radiopharmaceuticals' activity measurement*. Rom. J. Phys. 55, 7-8 (2010) 733-740.

10. V. Olsovcova, A. Iwahara, P. Oropesa, L. Joseph, A. Ravindra, M. Ghafoori, H-K Son, M. Sahagia, S. Tastan, B. Zimmerman. *National Comparisons of I-131 measurement among nuclear medicine clinics of eight countries*. Appl. Radiat. Isotopes. 68 (2010) 1371-1377.

11. C. Ivan, A. C. Wätjen, P. Cassette, M. Sahagia, A. Antohe, E.L. Grigorescu. *Participation in the CCRI(II)-K2.H-3 comparison and study of the new TDCR-LS counter with 6 CPMs*. Appl. Radiat. Isotopes. 68 (2010) 1543-1545.

12. M. Sahagia, D. Stanga, A.C. Wätjen, A. Luca, P. Cassette, C. Ivan, A. Antohe. *The ²²²Rn standard system established at IFIN-HH, Romania*. Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1503 -

1506.

13. B.E. Zimmerman, T. Altitzoglu, D. Rodrigues, R. Broda, P. Cassette, L. Mo, G. Ratel, B. Simpson, W. van Wyngaardt, C. Watjen. *Comparison of triple-to-double coincidence ratio (TDCR) efficiency calculations and uncertainty assessment for ^{99}Tc* . Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1477-1481.

Alte Reviste Românești

1. M. Sahagia, A. Luca, A.C. Watjen, A. Antohe, C. Ivan, D. Stanga, C. Varlam, I. Făurescu, L. Toro, M. Noditi, Ph. Cassette. *The primary Romanian radon standard, a common project: IFIN-HH, Bucharest; ICSI, Rm.Valcea; ISP, Timisoara; CEA/LNE-LNHB, Saclay (France)*. Progress of Cryogenics and Isotopes Separation 63,1 (2010) 113-129, ISBN: 978-973-750-192-9

2. M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, C. Ivan. *Role of the radionuclide metrology in quality assurance of the environmental physics measurements*. Journal of Science and Arts, nr. 15,2 (2011) 223-230. ISSN 1844-9581; eISSN 2068-3049

3. A. Antohe, B. Neacșu, A. Stochioiu, A. Luca, M. Sahagia. *Methods for the realization of radioactive standards and environmental radioactivity measurement*. Journal of Science and Arts, no. 15, 2 (2011) 231-235. ISSN 1844-9581; eISSN 2068-3049

b) Lucrări prezentate la Conferințe Internaționale, Ateliere de Lucru

- 18-th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications, ICRM2011, Tsukuba, Japan, September 19-23, 2011

1. M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, C. Ivan. *Standardization of ^{64}Cu and ^{68}Ga by the $4\pi\text{PC-}\gamma$ coincidence method and calibration of the ionization chamber*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

2. A. Luca, M. Sahagia, A. Antohe. *Measurements of ^{64}Cu and ^{68}Ga half-lives and gamma-ray emission intensities*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

3. A. Luca, M.-C. Lépy. *Measurements of relative photon emission intensities and nuclear decay data of Sn-113*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

4. M.-M. Bé, P. Cassette, M.-N. Amiot, M.C. Lépy, C. Bobin, K. Kossert, O.J. Nahle, O. Ott, C. Wanke, P. Dryak, G. Ratel, M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, L. Johansson, J. Keightley, A. Pearce. *Standardization, decay data measurements and evaluation of ^{64}Cu* 18-th International Conferene on Radionuclide

1506.

13. B.E. Zimmerman, T. Altitzoglu, D. Rodrigues, R. Broda, P. Cassette, L. Mo, G. Ratel, B. Simpson, W. van Wyngaardt, C. Watjen. *Comparison of triple-to-double coincidence ratio (TDCR) efficiency calculations and uncertainty assessment for ^{99}Tc* . Appl. Radiat. Isot. 68 (2010) 1477-1481.

Alte Reviste Românești

1. M. Sahagia, A. Luca, A.C. Watjen, A. Antohe, C. Ivan, D. Stanga, C. Varlam, I. Făurescu, L. Toro, M. Noditi, Ph. Cassette. *The primary Romanian radon standard, a common project: IFIN-HH, Bucharest; ICSI, Rm.Valcea; ISP, Timisoara; CEA/LNE-LNHB, Saclay (France)*. Progress of Cryogenics and Isotopes Separation 63,1 (2010) 113-129, ISBN: 978-973-750-192-9

2. M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, C. Ivan. *Role of the radionuclide metrology in quality assurance of the environmental physics measurements*. Journal of Science and Arts, nr. 15,2 (2011) 223-230. ISSN 1844-9581; eISSN 2068-3049

3. A. Antohe, B. Neacșu, A. Stochioiu, A. Luca, M. Sahagia. *Methods for the realization of radioactive standards and environmental radioactivity measurement*. Journal of Science and Arts, no. 15, 2 (2011) 231-235. ISSN 1844-9581; eISSN 2068-3049

b) Papers presented at International Conferences, Workshops

- 18-th International Conference on Radionuclide Metrology and its Applications, ICRM2011, Tsukuba, Japan, September 19-23, 2011

1. M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, C. Ivan. *Standardization of ^{64}Cu and ^{68}Ga by the $4\pi\text{PC-}\gamma$ coincidence method and calibration of the ionization chamber*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

2. A. Luca, M. Sahagia, A. Antohe. *Measurements of ^{64}Cu and ^{68}Ga half-lives and gamma-ray emission intensities*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

3. A. Luca, M.-C. Lépy. *Measurements of relative photon emission intensities and nuclear decay data of Sn-113*, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

4. M.-M. Bé, P. Cassette, M.-N. Amiot, M.C. Lépy, C. Bobin, K. Kossert, O.J. Nahle, O. Ott, C. Wanke, P. Dryak, G. Ratel, M. Sahagia, A. Luca, A. Antohe, L. Johansson, J. Keightley, A. Pearce. *Standardization, decay data measurements and evaluation of ^{64}Cu* 18-th International Conferene on Radionuclide

Metrology and its Applications, ICRM 2011, Tsukuba, Japan, 19 - 23 September 2011, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

- 3-rd International Proficiency Testing Conference, Iași, Romania, September 28-30, 2011

1. M. Sahagia, A. Antohe, A. Luca. *Results of a proficiency test on the measurement of volume radioactive sources from the mixture: ^{134}Cs and ^{137}C* , Rom. Reports in Phys. Vol. 63, Supplement. 1195-1204, 2011

2. A. Luca, M. Sahagia, A. Antohe, C. Șulea, R. Berenștain. *Recent participations of the Radionuclide Metrology Laboratory from IFIN-HH to proficiency tests and interlaboratory comparisons*, transmis la AQUAL

- Joint International IMEKO TC1 + TC7 + TC13 + TC19 Symposium Jena, Germany. August 31st – September 2nd, 2011

1. A. Stochioiu, A. Luca, M. Sahagia, I. Tudor. *Quality assurance for measurements of the radioactivity in the area of the “Horia Hulubei” National Institute for Physics and Nuclear Engineering, IFIN-HH.*

- LSC 2010, Advances in Liquid Scintillation Spectrometry, Conference, Paris, France, September 6-10, 2010

1. A. Antohe, M. Sahagia, A. Luca, Ph. Cassette, C. Ivan. *Influence of detection efficiency on the measurement of radon by liquid scintillation counting*. P-76. RADIOCARBON, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA, ISBN 978-0-9638314-7-7. Conference Proceedings , 2011. Editor Philippe Cassette. pag. 189-196.

- Third European IRPA Congress, Helsinki, Finland, 14-18 June 2010

1. S. Bercea, C. Cenuță, A. Celarel, M. Sahagia, A. Stochioiu, I. Tudor, C. Ivan. *An extrapolation ionization chamber for alpha-rays detection and measurement*. P-12-28. Proc.

- Workshop DDEP 2010: Training sessions of the Decay Data Evaluation Project, Madrid, Spain, 9-11 June 2010

1. A. Luca, *Evaluation of Ra-228 nuclear decay data.*

2. A. Luca, *Sn-113, measurement of gamma ray emissions and data evaluation*

3. V. Chiste and A. Luca, *How to handle incomplete decay scheme*

- International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND 2010), Jeju Island, Korea, April 26-30, 2010

1. M.A. Kellett, M.-M. Bé, V. Chechev, Huang Xiaolong, F.G. Kondev, A. Luca, G. Mukherjee, A.L. Nichols, A. Pearce. *New IAEA Actinide Decay Data Library.*

Metrology and its Applications, ICRM 2011, Tsukuba, Japan, 19 - 23 September 2011, acceptat la Appl. Radiat. Isotopes, 2012

- 3-rd International Proficiency Testing Conference, Iași, Romania, September 28-30, 2011

1. M. Sahagia, A. Antohe, A. Luca. *Results of a proficiency test on the measurement of volume radioactive sources from the mixture: ^{134}Cs and ^{137}C* , Rom. Reports in Phys. Vol. 63, Supplement. 1195-1204, 2011

2. A. Luca, M. Sahagia, A. Antohe, C. Șulea, R. Berenștain. *Recent participations of the Radionuclide Metrology Laboratory from IFIN-HH to proficiency tests and interlaboratory comparisons*, transmis la AQUAL

- Joint International IMEKO TC1 + TC7 + TC13 + TC19 Symposium Jena, Germany. August 31st – September 2nd, 2011

1. A. Stochioiu, A. Luca, M. Sahagia, I. Tudor. *Quality assurance for measurements of the radioactivity in the area of the “Horia Hulubei” National Institute for Physics and Nuclear Engineering, IFIN-HH.*

- LSC 2010, Advances in Liquid Scintillation Spectrometry, Conference, Paris, France, September 6-10, 2010

1. A. Antohe, M. Sahagia, A. Luca, Ph. Cassette, C. Ivan. *Influence of detection efficiency on the measurement of radon by liquid scintillation counting*. P-76. RADIOCARBON, The University of Arizona, Tucson, Arizona, USA, ISBN 978-0-9638314-7-7. Conference Proceedings , 2011. Editor Philippe Cassette. pag. 189-196.

- Third European IRPA Congress, Helsinki, Finland, 14-18 June 2010

1. S. Bercea, C. Cenuță, A. Celarel, M. Sahagia, A. Stochioiu, I. Tudor, C. Ivan. *An extrapolation ionization chamber for alpha-rays detection and measurement*. P-12-28. Proc.

- Workshop DDEP 2010: Training sessions of the Decay Data Evaluation Project, Madrid, Spain, 9-11 June 2010

1. A. Luca, *Evaluation of Ra-228 nuclear decay data.*

2. A. Luca, *Sn-113, measurement of gamma ray emissions and data evaluation*

3. V. Chiste and A. Luca, *How to handle incomplete decay scheme*

- International Conference on Nuclear Data for Science and Technology (ND 2010), Jeju Island, Korea, April 26-30, 2010

1. M.A. Kellett, M.-M. Bé, V. Chechev, Huang Xiaolong, F.G. Kondev, A. Luca, G. Mukherjee, A.L. Nichols, A. Pearce. *New IAEA Actinide Decay Data Library.*

c) Rapoarte Internaționale

1. M.-M. Bé, V. Chisté, C. Dulieu, X. Mougeot, E. Browne, V. Chechev, N. Kuzmenko, F. Kondev, A. Luca, M. Galán, A. Arinc, X. Huang. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Vol. 5 – A=22 to 244)”**, Ed. Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France, 2010, ISBN-13 978-92-822-2234-8.

2. M.-M. Bé et al. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Comments on evaluation)”**, Vol. 1-5, Ed. BIPM, Sevrès, France, 2010

1. M.-M. Bé, V. Chisté, C. Dulieu, X. Mougeot, E. Browne, V. Chechev, N. Kuzmenko, F. Kondev, A. Luca, M. Galán, A. Arinc, X. Huang. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Vol. 5 – A=22 to 244)”**, Ed. Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France, 2010, ISBN-13 978-92-822-2234-8.

2. M.-M. Bé et al. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Comments on evaluation)”**, Vol. 1-5, Ed. BIPM, Sevrès, France, 2010

7. CONCLUZII

- Laboratorul de Metrologia Radionuclizilor din IFIN-HH a continuat eforturile de asigurare a echivalenței internaționale și a trasabilității metrologice naționale a etalonului primar al unității de activitate, prin dezvoltarea de noi și precise metode și instalații de etalonare absolută și prin participarea la comparări cheie și comparări suplimentare.

- Numărul și calitatea lucrărilor originale sunt reflectate de lista de publicații științifice și de contribuțiile prezentate la conferințe internaționale.

- Este în proces de extindere participarea la proiecte internaționale conduse de BIPM, EURAMET, DDEP sau proiecte bilaterale.

Despre autori:

Maria Sahagia, doctor IFIN-HH, autor pentru corespondență, e-mail: msahagia@nipne.ro

Aurelian Luca, doctor IFIN-HH, e-mail: aluca@nipne.ro

Andrei Antohe, doctor IFIN-HH, e-mail: aantoe@nipne.ro

Constantin Ivan, doctor IFIN-HH, e-mail: civan@nipne.ro

c) International Reports

1. M.-M. Bé, V. Chisté, C. Dulieu, X. Mougeot, E. Browne, V. Chechev, N. Kuzmenko, F. Kondev, A. Luca, M. Galán, A. Arinc, X. Huang. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Vol. 5 – A=22 to 244)”**, Ed. Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France, 2010, ISBN-13 978-92-822-2234-8.

2. M.-M. Bé et al. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Comments on evaluation)”**, Vol. 1-5, Ed. BIPM, Sevrès, France, 2010

1. M.-M. Bé, V. Chisté, C. Dulieu, X. Mougeot, E. Browne, V. Chechev, N. Kuzmenko, F. Kondev, A. Luca, M. Galán, A. Arinc, X. Huang. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Vol. 5 – A=22 to 244)”**, Ed. Bureau International des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France, 2010, ISBN-13 978-92-822-2234-8.

2. M.-M. Bé et al. **“Monographie BIPM-5: Table of Radionuclides (Comments on evaluation)”**, Vol. 1-5, Ed. BIPM, Sevrès, France, 2010

7. CONCLUSIONS

- The Radionuclide Metrology Laboratory from IFIN-HH continued the efforts for the assurance of the international equivalence and national metrological traceability of the primary activity unit standard, by developing new and precise installations and methods for absolute standardization and participation at key and supplementary comparisons.

- The number and quality of original works is reflected in the list of scientific publications and contributions presented at international conferences.

- The participation at international projects, conducted by BIPM, EURAMET, DDEP or bilateral projects, is under extended development.

About the authors:

Maria Sahagia, doctor IFIN-HH, corresponding author, e-mail: msahagia@nipne.ro

Aurelian Luca, doctor IFIN-HH, e-mail: aluca@nipne.ro

Andrei Antohe, doctor IFIN-HH, e-mail: aantoe@nipne.ro

Constantin Ivan, doctor IFIN-HH, e-mail: civan@nipne.ro