



Eötvös Loránd Fizikai Társulat
Sugárvédelmi Szakosztály

***XLVI. Sugárvédelmi
Továbbképző
Tanfolyam
Kivonatok***

***46th Annual Meeting
on Radiation
Protection
Book of Abstracts***

2021. szeptember 14-16. Zalakaros

XLVI. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam Absztrakt könyv

A SUGÁRVÉDELEM című online folyóirat különszáma

A SUGÁRVÉDELEM című online folyóirat impresszuma:

Kiadó: az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakosztálya

Kiadásért felelős: Pesznyák Csilla, a Szakosztály elnöke

Szerkesztő: Antus Andrea

Szerkesztőbizottság tagjai:

Antus Andrea,
Bujtás Tibor,
Déri Zsolt,
Katona Tünde,
Pázmándi Tamás,
Pesznyák Csilla,
Petrányi János,
C. Szabó István,
Szűcs László,
Taba Gabriella

Elérhetőség:

Szerkesztőség címe: 1539 Budapest, PF. 676.

E-mail: svszakcsop@gmail.com

HU ISSN 2060-2391

Lektorálta: Deme Sándor, Vincze Árpád

A konferencia tudományos és szervező bizottságának tagjai a szerkesztőbizottság tagjai is egyben.

Szeptember 14., kedd (Szekció-1)

Homoki Zsolt, Szigeti Ágnes

AZ ORSZÁGOS RADON PROGRAM ELŐREHALADÁSA

Sóki Erzsébet, Gyila Sándor, Csige István

KONCEPCIONÁLIS MODELL A KOVÁSZNAI BARDÓCZ- ÉS BENE-MOFETTÁBAN MEGFIGYELT RADONANOMÁLIÁK ÉRTELMEZÉSÉRE

September 14., Tuesday (Section-1)

Zsolt Homoki, Ágnes Szigeti

ACHIEVEMENT IN REALIZATION OF NATIONAL RADON PROGRAM

Erzsébet Sóki, Sándor Gyila, István Csige

CONCEPTUAL MODEL FOR THE INTERPRETATION OF RADON ANOMALIES OBSERVED IN THE BARDÓCZ- AND BENE-MOFETTE, COVASNA

Szeptember 15., szerda (Szekció-1)

Deme Sándor

A DÓZISOKRÓL EGYSZERŰEN - ELEKTRONOK ÉS FOTONOK

Deme Sándor

A DÓZISOKRÓL EGYSZERŰEN - NEUTRONOK

Osváth Szabolcs

„ÖNÖKNÉL MEKKORA A FELEZÉSI IDŐ?”

September 15., Wednesday (Section-1)

Sándor Deme

ABOUT DOSES SIMPLY - ELECTRONS AND PHOTONS

Sándor Deme

ABOUT DOSES SIMPLY - NEUTRONS

Szabolcs Osváth

„AT YOUR PLACE, HOW MUCH IS THE HALF-LIFE?”

Szeptember 15., szerda (Szekció-2)

Szilágyi Zsófia, Kubinyi Györgyi, Szabó Erika, Pintér Bertalan,
Thuróczy György

**UV ÉS WIFI SUGÁRZÁS KOMBINÁLT HATÁSÁNAK *IN VITRO*
GENOTOXICITÁS VIZSGÁLATA HUMÁN KERATINOCITA
SEJTEKEN**

Pintér Bertalan

AZ UVB ÉS UVC SUGÁRZÁS HATÁSA A SARS-COV-2 VÍRUSRA

Szabó Erika

**A KÖRNYEZETI RÁDIOFREKVENCIÁS ELEKTROMÁGNESES
EXPOZÍCIÓ HATÁSA A MÉZELŐ MÉHEKRE ÉS MÁS
ROVAROKRA**

Necz Péter Pál

**DRÓNNAI VÉGZETT SZÉLESSÁVÚ ÉS FREKVENCIASZELEKTÍV
RÁDIOFREKVENCIÁS MÉRÉSEK 5G BÁZISÁLLOMÁSOK
KÖRNYEZETÉBEN**

Thuróczy György

**AZ ÖTÖDIK GENERÁCIÓS (5G) MOBILTELEFON RENDSZEREK
SUGÁREGÉSZSÉGÜGYI KIHÍVÁSAI**

September 15., Wednesday (Section-2)

Zsófia Szilágyi, Györgyi Kubinyi, Erika Szabó, Bertalan Pintér,
György Thuróczy

**GENOTOXICITY ASSESSMENT OF COMBINED EXPOSURE TO
UV AND WIFI RADIATION ON HUMAN KERATINOCYTES *IN
VITRO***

Bertalan Pintér

**THE EFFECT OF UVB AND UVC RADIATION ON THE SARS-
COV-2 VIRUS**

Erika Szabó

**THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL RADIOFREQUENCY
ELECTROMAGNETIC EXPOSURE ON HONEY BEES AND OTHER
POLLINATING INSECTS**

Péter Pál Necz

**BROADBAND AND BAND-SELECTIVE MEASUREMENTS OF
RADIOFREQUENCY EM FIELD WITH DRONE SYSTEM**

György Thuróczy

**CHALLENGES FOR RADIATION AND HEALTH OF FIFTH
GENERATION (5G) MOBILE PHONE SYSTEMS**

Szeptember 15., szerda (Szekció-3)

<p>Déri Zsolt, Anyiszonyan Artúr, Lajos Máté, Mihályi Dávid, Salik Ádám, Szarkáné Németh Ágnes</p> <p>A MAGYARORSZÁGI NORM TEVÉKENYSÉGEK FELMÉRÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE</p>
<p>Hargitai Rita, Kis Enikő, Balázs Katalin, Persa Eszter, Szatmári Tünde, Sáfrány Géza, Lumniczky Katalin</p> <p>A NEMZETKÖZI BIODOZIMETRIAI ÖSSZEMÉRÉSEK CÉLJAI ÉS EREDMÉNYEI</p>
<p>Jónás Jácint, Garai Zoltán, Blázsovcics Péter, Eszenyi Gergely, Petrányi János, Zsitnyányi Attila</p> <p>SZCINTILLÁCIÓS DETEKTORBA INTEGRÁLT ALGORITMUSOK FEJLESZTÉSE</p>
<p>Molnár Anita, Janovics Róbert, Veres Mihály, Molnár Mihály</p> <p>MÓDSZERFEJLESZTÉS A VÍZBEN OLDOTT SZERVES ¹⁴C MINTAELOKÉSZÍTÉSÉNEK AMS MÉRÉSÉHEZ</p>
<p>Papp István, Janovics Róbert, Nemes Zoltán, Czébely Andrea, Veres Mihály</p> <p>RADIOIZOTÓPOK KIOLDÓDÁSÁNAK MODELLEZÉSE CEMENTKŐ MÁTRIXBÓL</p>

September 15., Wednesday (Section-3)

<p>Zsolt Déri, Artúr Anyiszonyan, Máté Lajos, Dávid Mihályi, Ádám Salik, Ágnes Szarkáné Németh</p> <p>ASSESSING THE SURVEY OF NORM ACTIVITIES IN HUNGARY</p>
<p>Rita Hargitai, Enikő Kis, Katalin Balázs, Eszter Persa, Tünde Szatmári, Géza Sáfrány, Katalin Lumniczky</p> <p>AIMS AND RESULTS OF THE INTERNATIONAL BIODOSIMETRY COMPARISONS</p>
<p>Jácint Jónás, Zoltán Garai, Péter Blázsovcics, Gergely Eszenyi, János Petrányi, Attila Zsitnyányi</p> <p>DEVELOPMENT OF ALGORITHMS INTEGRATED IN SCINTILLATION DETECTORS</p>
<p>Anita Molnár, Róbert Janovics, Mihály Veres, Mihály Molnár²</p> <p>DEVELOPMENT OF THE ¹⁴C WATER SAMPLE PREPARATION OF DISSOLVED ORGANIC CARBON FOR AMS MEASUREMENTS</p>

Papp István, Janovics Róbert, Nemes Zoltán, Czébely Andrea, Veres Mihály

**RADIOIZOTÓPOK KIOLDÓDÁSÁNAK MODELLEZÉSE
CEMENTKŐ MÁTRIXBÓL**

Szeptember 15., szerda (Szekció-4)

Petrányi János

**HELYZETJELENTÉS A 2022-ES BUDAPESTI IRPA
KONGRESSZUS SZERVEZÉSÉRŐL**

Katona Tünde

**RADIOAKTÍV ANYAGOK BIZTONSÁGOS SZÁLLÍTÁSÁRA
VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK VÁLTOZÁSA**

September 15., Wednesday (Section-4)

János Petrányi

**PROGRESS REPORT ON THE ORGANISATION OF THE 2022
IRPA CONGRESS IN BUDAPEST**

Tünde Katona

**AMENDMENTS IN THE LEGISLATIONS REGARDING
TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS**

Szeptember 16., csütörtök (Szekció-1)

Kári Béla, Máthé Domokos, Taba Gabriella, Milecz-Mitykó Richárd, Seres László, Bagaméry István, Györke Tamás, Kellermayer Miklós

EGYEDI MULTI-MODALITÁSÚ LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSON ALAPULÓ KUTATÓHELY A SEMMELWEIS EGYETEM ORVOSI KÉPALKOTÓ KLINIKÁN

Tóth Nikolett, Mihályi Dávid, Váradi Csaba, Elek Richárd, Porubszky Tamás

AZ ÁTVÉTELI ÉS AZ ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK HELYZETE

Milecz-Mitykó Richárd, Czibor Sándor, Taba Gabriella, Bánsághi Zoltán, Györke Tamás

TAPASZTALATAINK AZ Y-90-EL VÉGZETT MÁJ EMBOLIZÁCIÓS TERÁPIÁVAL A SEMMELWEIS EGYETEMEN

Sarkadi Margit

A RA-223 ALFA-SUGÁRZÓ IZOTÓPPAL VÉGZETT TERÁPIA SUGÁRVÉDELMI KÖVETELMÉNYEI AZ OAH ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSAIBAN

September 16., Tuesday (Section-1)

Béla Kári, Domokos Máthé, Gabriella Taba, Richárd Milecz-Mitykó, László Seres, István Bagaméry, Tamás Györke, Miklós Kellermayer

UNIQUE MULTI-MODALITY IMAGING PROCEDURE BASED RESEARCH LABORATORY AT MEDICAL IMAGING CENTER OF SEMMELWEIS UNIVERSITY

Nikolett Tóth, Dávid Mihályi, Csaba Váradi, Richárd Elek, Tamás Porubszky

STATE OF ACCEPTANCE AND STATUS TESTS

Richárd Milecz-Mitykó, Sándor Czibor, Gabriella Taba, Norbert Szabó, Bánsághi Zoltán, Tamás Györke

EXPERIENCES WITH Y-90 LIVER RADIOEMBOLIZATION THERAPY AT SEMMELWEIS UNIVERSITY

Margit Sarkadi

RADIATION PROTECTION REQUIREMENTS IN HAEA AUTHORIZATION PROCEDURES FOR ISOTOPE THERAPY EFFECTUATED WITH RA-223 ALPHA RADIATED ISOTOPE

Szeptember 16., csütörtök (Szekció-2)

Vajda Nóra RADIOANALITIKA AZ ATOMREAKTOROK LESZERELÉSÉNEK ELLENŐRZÉSÉBEN
Répánszki Réka NEMZETKÖZI KITEKINTÉS, LESZERELÉSI TAPASZTALATOK
Osváth Szabolcs, Per Roos, Nikola Markovic, Gunnar Jakobs, Jixin Qiao, Xiaolin Hou ⁹³MO ÉS ⁹⁴NB MEGHATÁROZÁSA NUKLEÁRIS REAKTOR LESZERELÉSI HULLADÉKÁBAN
Fehér Ákos, Fülöp Nándor, Galyas-Szepes Zsófia, Jónás Gábor, Stefánka Zsolt RADIOAKTÍV ANYAGOK ÉS RADIOAKTÍV HULLADÉKOK NYILVÁNTARTÁSÁNAK MEGÚJÍTÁSA
Lajos Máté, Osváth Szabolcs LU-176 D-ÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA
Hajdú Dávid, Zagyvai Péter HOSSZÚ FELEZÉSI IDEJŰ NEUTRONAKTIVÁCIÓS TERMÉKEK SZIMULÁCIÓJA BETONOKBAN

September 16., Tuesday (Section-2)

Nóra Vajda

**RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF NUCLEAR REACTORS
IN ORDER TO CONTROL DECOMMISSIONING**

Réka Répánszki

**INTERNATIONAL OUTLOOK, DECOMMISSIONING
EXPERIENCES**

Szabolcs Osváth, Per Roos, Nikola Markovic, Gunnar Jakobs, Jixin Qiao, Xiaolin Hou

**DETERMINATION OF ^{93}MO AND ^{94}NB IN DECOMMISSIONING
WASTE FROM A NUCLEAR REACTOR**

Ákos Fehér, Nándor Fülöp, Zsófia Galyas-Szepes, Gábor Jónás, Zsolt Stefánka

**RENEWAL OF REGISTRATION OF RADIOACTIVE MATERIALS
AND RADIOACTIVE WASTE**

Máté Lajos, Szabolcs Osváth

CALCULATION OF D-VALUE OF LU-176

Dávid Hajdú, Péter Zagyvai

**SIMULATIONS OF LONG-LIVED NEUTRON ACTIVATION
PRODUCTS IN CONCRETE STRUCTURES**

AZ ORSZÁGOS RADON PROGRAM ELŐREHALADÁSA

Homoki Zsolt^{1,2}, Szigeti Ágnes¹

¹Nemzeti Népegészségügyi Központ

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

²Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki és Anyagtudományok Doktori Iskola

Az országos radon program tervének előkészítése 2015-ben kezdődött el a hazai szakmai szervezetek bevonásával. A radon program koncepcióterve, azaz a Nemzeti Radon Cselekvési Terv (NRCsT) 2017-ben véglegesült, és a 1114/2019. Korm. határozat hirdette ki. Időközben kidolgoztuk az NRCsT-ben meghatározott feladatok részletes végrehajtási tervét, amely az Országos Reprezentatív Radonvizsgáló Program (ORRP) nevet kapta. A feladatok megvalósításhoz anyagi támogatást 2021-ben kapott az NNK, így az érdemi munka ekkor kezdődhetett el.

Korábban több, országos volumenű radon felmérést szervezett már az OSSKI (az NNK jogelőd intézete): először a '90-es, majd a 2000-es években. Az ezeknél használt infrastruktúra mostanra elavult, és a személyi állomány is a töredékére csökkent. Ezért 2021 első feléve a fejlesztések jegyében telt. Új kollégákat kerestünk, megkezdtük a felkészítésüket, közben új irodai és laboratóriumi munkakörnyezetet alakítottunk ki. Kidolgoztuk a munkatervet a közeljövőre. Megállapítottuk, hogy először a passzív beltéri és a talaj radon-koncentráció mérésekbe tudunk belefogni. Elkezdtük a kapcsolódó kommunikációs stratégia és az adatkezelő programok kialakítását. Kiválasztottuk a vizsgálatokhoz használni kívánt műszereket és elindítottuk ezeknek a beszerzését.

Az első műszerek 2021 nyarán érkeztek. A többségük leszállítása ősszel várható, ennél fogva a mérési kampány megvalósításának kezdete is ez év végére várható. A feladatok volumene a fejlesztések mellett is szükségessé teszi együttműködő szervezetek bevonását, ezért terveink szerint a vizsgálatok elvégzésében a Pannon Egyetem is részt vesz.

ACHIEVEMENT IN REALIZATION OF NATIONAL RADON PROGRAM

Zsolt Homoki^{1,2}, Ágnes Szigeti¹

¹National Public Health Center

²Department of Radiobiology and Radiohygiene

University of Pannonia

Chemical Engineering and Material Sciences Doctoral School

The preparation of the national radon program was started in 2015 involving other scientific organisations. The conception of the radon program - named National Radon Action Plan (RAP) – was finalised in 2017 and adopted by the 1114/2019 Govt. decision. Simultaneously, it was needed to work out the detailed implementation plan of tasks defined by RAP. It is named as National Representative Radon Examination Program. Financial support was provided only in 2021; therefore we could start the real work in this year.

Several nationwide surveys were organized by our institute formerly: in 90's and in 2000's years. The technical infrastructure used by these surveys became obsolete and the number of workers decreased significantly with the time. The first half year spent with general development. Search for new colleagues was the first priority and we started to educate and involve them into the work. New office and laboratory environment had to be created. Detailed work schedule was worked out for the near future. It was obvious that we should start with the organization of passive indoor and soil gas radon concentration measurements. We have started to develop a communication strategy connecting to the measurements and a data management platform. We have selected the required type of instruments and devices and initiated their purchase.

The first instruments were arrived in Summer. The main part will be delivered in Autumn. Hence the real measuring campaign will start in Winter. The volume of tasks makes the collaboration with other organisations necessary. Therefore the University of Pannonia will also be participated in the execution of measurements hopefully.

KONCEPCIONÁLIS MODELL A KOVÁSZNAI BARDÓCZ- ÉS BENE-MOFETTÁBAN MEGFIGYELT RADONANOMÁLIÁK ÉRTELMEZÉSÉRE

Sóki Erzsébet¹, Gyila Sándor², Csige István^{1,3}

¹Atomki - Izotóp Klimatológiai és Környezetkutató Központ, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

²Dr. Benedek Géza Szívkórház, Kovászna, Eminescu u. 160. Románia

³Debreceni Egyetem – Atomki Környezetfizikai Tanszék, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

Radamon típusú maratottonyom-detektorokkal végzett méréseink során a ²²²Rn-aktivitáskoncentráció anomális térbeli eloszlását figyeltük meg az Erdélyi Kovászna városában található Bardócz- és Bene-mofetták (széndioxid szárazfürdők) légterében. Sok más mofettával ellentétben a ²²²Rn-aktivitáskoncentráció itt a medence aljától felfelé haladva nem csökkenő tendenciát, hanem ellenkezőleg, növekvő tendenciát mutat.

Ebben a munkában kidolgoztunk egy, a Kovászna környéki mofettaágazok transzportját leíró olyan koncepcionális földtani és fizikai-matematikai modellt, amellyel sikeresen értelmezhetővé váltak a két mofettában mért radonkoncentrációk anomális tér- és időbeli változásai. A koncepcionális modelltől következő hidro- és gázdinamikai transzportmodellt kvantitatíve is összevetettük a mérési eredményekkel. A modellezés során a "trial and error" módszert alkalmaztuk a modellszámítási eredmények mérési adatokra való legmegfelelőbb illeszkedés megtalálása érdekében.

CONCEPTUAL MODEL FOR THE INTERPRETATION OF RADON ANOMALIES OBSERVED IN THE BARDÓCZ- AND BENE-MOFETTE, COVASNA

Erzsébet Sóki¹, Sándor Gyila², István Csige^{1,3}

¹Atomki - Isotope Climatology and Environmental Research Centre, H-4026 Debrecen, Bem tér 18/c

²Dr. Géza Benedek Hospital of Cardiology, RO-525200 Covasna

³University of Debrecen – Atomki, Department of Environmental Physics, H-4026 Debrecen, Bem tér 18/c

During our measurements with Radamon type etched track radon detectors, we observed an anomalous spatial distribution of ²²²Rn activity concentration in the airspace of Bardócz- and Bene Mofettes (dry carbon dioxide spas) in Covasna, Transylvania. Unlike many other mofettes, here the ²²²Rn activity concentration does not show a decreasing trend from the bottom of the basin upwards, but on the contrary, indicates an increasing tendency.

In this work, we developed a conceptual geological and physical-mathematical model describing the transport of mofette gases surrounding Covasna, with which the spatial and temporal variation of radon concentrations measured in the two mofettes could be successfully interpreted. The hydro- and gas dynamics model resulting from the conceptual model was also quantitatively compared with the measurement results. In order to find the most appropriate fit of model calculation results to measurement data we used the "trial and error" method during modelling.

A DÓZISOKRÓL EGYSZERŰEN – ELEKTRONOK ÉS FOTONOK

Deme Sándor

*Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út
29–33.*

Egy 1966-os kiadványban a következő dózisok szerepeltek: elnyelt dózis (rad), közölt dózis (kerma), besugárzás (röntgen), egyenérték dózis (rem).

A megengedett maximális dózis akkor 5 rem/év (50 mSv/év) volt. Ma már a megengedett maximális dózis helyett dóziskorlátot alkalmazunk, ez jelentősen szigorodott, értéke évi 20 mSv.

2010-ben megmaradt az elnyelt dózis, kerma (Gy), egyenértékdózis, effektív dózis (16 súlytényezővel), környezeti dózisegyenérték, irány szerinti dózisegyenérték, személyi dózisegyenérték sievert (Sv) egységben.

Dózismérők sorát dolgozták ki: zseb-ionizációs kamra, filmdózismérő, lumineszcens dózismérők, nyomdetektorok, elektronikus dózismérők. Mindegyik egy adott pontban mér, jelzése a dózismérő válasza, ami általában esetben a dózismérő dózisa. Speciális alkalmazás a kézdózis, a bőrdózis vagy a szemdózis mérése.

A cél, hogy a dózismérő az effektív dózist mérje. Ennek érdekében vezették be a személyi dózisegyenértéket mérő dózismérőket, de ezek jelzéséből csak nagyon áttételesen lehet következtetni az effektív dózisra. Ugyanakkor elegendő a személyi dózisegyenértéket mérő dózismérő, mert a jogszabály kimondja, hogy "A sugárterhelés kiértékelésekor külső gamma-dózis esetén a dóziskorlátozásban szereplő effektív dózis a $H_p(10)$ személyi dózisegyenértékkel azonosnak tekintendő."

ABOUT DOSES SIMPLY – ELECTRONS AND PHOTONS

Sándor Deme

Centre for Energy Research, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29–33.

In a 1966 publication, the following doses were included: absorbed dose (rad), kerma, irradiation (R), equivalent dose (rem).

The maximum permissible dose at that time was 5 rem/year (50 mSv/year). Today, we use a dose limit instead of the maximum permissible dose, which has been significantly decreased to 20 mSv per year.

In 2010, the absorbed dose, kerma (Gy), equivalent dose, effective dose (16 weighting factors), environmental dose equivalent, directional dose equivalent, personal dose equivalent sievert (Sv) were defined.

A series of dosimeters have been developed: pocket ionization chamber, film dosimeter, luminescent dosimeters, track detectors, electronic dosimeters. Each measures at a specific point, indicated by the response of the dosimeter, which is better the dose of the dosimeter. Special application was introduced for measuring hand dose, skin dose or eye dose.

The goal is for the dosimeter to measure the effective dose. To this end, personal dose equivalent dosimeters have been introduced, but the indication of their effective dose can only be inferred very indirectly. However, a dose meter measuring the personal dose equivalent is sufficient because the legislation states that "When evaluating radiation exposure for an external gamma dose, the effective dose in the dose constraint shall be considered to be the same as the personal dose equivalent $H_p(10)$."

A DÓZISOKRÓL EGYSZERŰEN – NEUTRONOK

Deme Sándor

*Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út
29–33.*

A neutronok dozimetriája a dozimetria egyik legösszetettebb feladata. A neutronok esetében nincs egy egykomponensű dózismérőből álló személyi doziméter, csak dózismérők kombinációjával becsülhető a neutrondózis, az is csak akkor, ha a neutronok energiaspektruma legalább közelítőleg ismert.

Ennek a helyzetnek fő oka az, hogy a neutronok energiatartománya 0,025 eV-tól a napi gyakorlatban 14 MeV-ig terjed, ez több mint 8 nagyságrend. A neutronok többféle mechanizmussal okoznak dózist, emellett a keltett szekunder részecskék sugárzási súlytényezője akár 20 is lehet.

A neutronok személyi doziméterei valójában neutron indikátorok. A filmdozimetria korában a filmek csak a termikus neutronok kimutatására voltak alkalmasak egy kadmium konverter lapocska révén. A gyorsneutronokat fotoemulziós nyomszámlálással lehetett kimutatni. A későbbiekben az eszköztár a maratásos nyomdetektorokkal bővült, ezek a gyorsneutronokat közvetlenül, a termikus neutronokat bór konverter révén detektálják.

A jelenleg széleskörűen használt ${}^6\text{LiF}$ és ${}^7\text{LiF}$ jelzésén alapuló albedo doziméterek esetében a mérendő neutrontérben történő kalibrálásra van szükség.

A kalibráló tér dózisteljesítményét a viszonylag jó energiafüggésű műszerekkel lehet megmérni, ezek a műszerek azonban nagy méretük és tömegük miatt személyi dozimetriai célra nem alkalmasak.

ABOUT DOSES SIMPLY - NEUTRONS

Sándor Deme

Centre for Energy Research, 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29–33.

Neutron dosimetry is one of the most complex tasks in dosimetry. In the case of neutrons, there is no personal dosimeter consisting of a one-component dosimeter, the neutron dose can only be estimated with a combination of dosimeters, even if the energy spectrum of the neutrons is at least approximately known.

The main reason for this situation is that the energy range of neutrons ranges from 0.025 eV to 14 MeV in daily practice, which is more than 8 orders of magnitude. Neutrons cause a dose by a variety of mechanisms, and the emitted secondary particles can have a radiation weighting factor of up to 20.

Personal dosimeters for neutrons are actually neutron indicators. In the age of film dosimetry, films were only capable of detecting thermal neutrons through a cadmium converter blade. Fast neutrons could be detected by photoemulsion track counting. Later, the toolbox was expanded with etching track detectors, which detect fast neutrons directly and thermal neutrons via a boron converter.

Albedo dosimeters based on the currently widely used ^6LiF and ^7LiF response require calibration in the neutron field to be measured.

The dose rate of the calibration space can be measured with instruments with relatively good energy response, but these instruments are not suitable for personal dosimetry due to their large size and weight.

„ÖNÖKNÉL MEKKORA A FELEZÉSI IDŐ?”

Osváth Szabolcs

Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK)

A címben szereplő kérdést a BME NTI Oktatóaktorába látogató középiskolás csoport kísérőtanára tette fel (aki remélhetőleg nem fizika-kémia szakos). A kérdés jól mutatja, hogy a közgondolkodás a „felezési idő” fogalmát a nukleáris szakmához kapcsolja, bár a jelentésével és a tulajdonságaival nincs igazán tisztában, azokat legfeljebb felületesen ismeri.

A felezési idő kémiai és nukleáris fogalmának tisztázása után bemutattunk néhány kutatási eredményt a közelmúltból, melyek a radionuklidok felezési idejének változó volta mellett szólnak, továbbá ismertetjük ezek cáfolatát is.

Noha jelenlegi tudásunk szerint az egyes nuklidok felezési idejei állandó értékek, számos (jellemzően hosszú élettartamú) nuklid felezési idejét csak jelentős bizonytalansággal ismerjük. Ennek számos oka lehet (pl. a kevés vizsgálat, a műszerek pontatlansága és instabilitása, más radionuklidok szennyező jelenléte), de a gyökérok minden bizonnyal az érdektelenség: ha egy nuklidnak (és nukleáris adatainak) nincsen komoly gyakorlati jelentősége, akkor nem sok ember lát fantáziát a kutatásában. Ezt a helyzetet változtathatja meg az atomreaktorok leszerelésére irányuló lassan, de biztosan növekvő figyelem. A leszerelési hulladékok kezelése kapcsán ugyanis olyan hosszú élettartamú radionuklidokkal is számolni kell, melyekkel korábban nem sokan törődtek. Bemutattunk néhány ilyen radionuklidot, és összefoglaljuk, amit a felezési idejükről jelenleg tudunk.

Végül röviden szót ejtünk azokról a radiometriai és tömegspektrometriás technikákról, amelyek együttes alkalmazásával meg lehet határozni egy radionuklid felezési idejét. Felhívjuk a figyelmet, hogy mindkét mérésnek természetesen előfeltétele a tiszta minta, amely mentes minden olyan szennyezőtől, ami akár a sugárzás, akár a tömeg mérését meghamisítaná; ehhez pedig hatékony radiokémiai elválasztásokra van szükség.

„AT YOUR PLACE, HOW MUCH IS THE HALF-LIFE?“

Szabolcs Osváth

National Public Health Center

That question in title was asked by a high school teacher, when accompanying their pupils during their visit to the Training Reactor of the Institute of Nuclear Technologies, Budapest University of Technology and Economics. This example shows, that most people connects half-life with nuclear sciences, without understanding its proper meaning.

After clarifying the importance of „half-life” in chemistry and nuclear science, some publications will be discussed about stability of half-lives of some radionuclides. Some researchers challenged that the nuclear decay constants are constant, while others disproved this.

Although half-lives of radionuclides are (according to our up-to-date knowledge) constants, half-lives of many (typically long-life) nuclides are known with high uncertainty. This can be explained by the low number of experiments, instability of measurement devices, presence of contaminations, and – most important – the lack of interest. Very few researchers are interested in determination of half-lives without practical importance. But this might be changed by the increasing interest in decommissioning of nuclear reactors, as some of the „almost forgotten” long half-life radionuclides have also to be taken into account. Some radionuclides, whose half-lives are intensively studied nowadays, will be presented.

Finally, radiometric and mass spectrometric techniques will be mentioned. By combining them, half-lives of radionuclides can be determined. However, the basic of both measurements is a pure sample, being free of any contaminants. To prepare such samples, effective radiochemical separation methods are required.

UV ÉS WIFI SUGÁRZÁS KOMBINÁLT HATÁSÁNAK *IN VITRO* GENOTOXICITÁS VIZSGÁLATA HUMÁN KERATINOCITA SEJTEKEN

**Szilágyi Zsófia, Kubinyi Györgyi, Szabó Erika, Pintér Bertalan,
Thuróczy György**

Nemzeti Népegészségügyi Központ, Nem-ionizáló Sugárzások Osztálya

Az elmúlt évtizedekben a vezeték nélküli eszközök által kibocsátott, rádiófrekvenciás (RF) sugárzásnak való kitettség megemelkedett az emberi környezetben, ami aggodalmat váltott ki az emberi egészségre gyakorolt hatásaival kapcsolatban. A Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (IARC) a rádiófrekvenciás sugárzást "lehetséges rákkeltő" (2B csoport), az ultraibolya (UV) sugárzást pedig "rákkeltő" (1. csoport) kategóriába sorolja.

Jelen kutatás célja ennek a két sugárzás együttes hatásának vizsgálata volt. Megvizsgáltuk, hogy az UV és a WiFi sugárzás egymást követő expozíciójának van-e bármilyen hatása a humán bőrre. Keratinocita sejteket 1 SED UV-sugárzásnak tettük ki, amelyet egy 24 órás, 20 percenként váltakozóan ki-/bekapcsolódó, 2450 MHz-es, 4 W/kg-os RF-expozíció követett. A sejteken történő változást, klasszikus *in vitro* módszerekkel értékeltük (Alkaline Comet Assay, Cytokinesis-block Micronucleus Assay, γ H2AX Assay). A Comet Assay módszer eredményei alapján megállapítottuk, hogy az RF sugárzás nem növeli az UV sugárzás által generált károsodást. A Micronucleus és γ H2AX Assay a kombinált kezelés hatására enyhe, de nem szignifikáns genotoxikus károsodást mutatott.

Összességében nem találtunk meggyőző bizonyítékot a kombinált sugárzás DNS-károsodás indukálására, de néhány esetben enyhe tendenciát figyeltünk meg a WiFi sugárzás károsító hatására. A közeljövőben bevezetésre kerülő 5G és 6G mobiltelefon technológiák elterjedése miatt az együttes UV és RF sugárzás genotoxikus hatásaival foglalkozó kutatások fontosak lehetnek, ugyanis mindkét sugárzás elsősorban a bőrben nyelődik el.

Kutatásunk a francia ANSES által finanszírozott SKIN-RF projekt támogatásával készült.

GENOTOXICITY ASSESSMENT OF COMBINED EXPOSURE TO UV AND WIFI RADIATION ON HUMAN KERATINOCYTES *IN VITRO*

**Zsófia Szilágyi, Györgyi Kubinyi, Erika Szabó, Bertalan Pintér,
György Thuróczy**

National Public Health Center, Non-ionizing Radiation Unit

In the last decades the exposure to radiofrequency (RF) radiation emitted by wireless devices has increased in the human environment, whereupon has raised concerns about its health effects. The International Agency for Research on Cancer classifies RF radiation as “possible carcinogenic” (Group 2B), and the ultraviolet (UV) radiation as “carcinogenic” (Group 1) respectively.

Here, we investigated these two radiations in combination. We tested whether consecutive exposures of UV radiation and WiFi field have any effect on human keratinocytes. The cells were exposed to 1 SED UV irradiation (as first exposure), which was followed immediately by a 24-hour of 20 min switched ON/OFF intermittent 2450 MHz RF exposure with 4 W/kg, as consecutive exposure. Genotoxic evaluation was carried out by classical *in vitro* methods (Alkaline Comet Assay, Cytokinesis-block Micronucleus Assay, γ H2AX Assay). Comet Assay assessment showed that RF radiation did not induce any additional effect to the damage caused by UV radiation. A slight but not significant increase of the genotoxic damage was assessed by Micronucleus and γ H2AX Assay.

Overall, we found no conclusive and coherent evidence for the induction of DNA damages, but in some cases we reported slight tendency of the adverse effect of WiFi irradiation. Comparative studies like our approach of consecutive exposure to UV and RF may be important in the future, concerning the upcoming 5G and 6G technologies, where the radiation will be absorbed mainly in the skin.

This study was carried out as part of the SKIN-RF project, funded by ANSES.

AZ UVB ÉS UVC SUGÁRZÁS HATÁSA A SARS-COV-2 VÍRUSRA

Pintér Bertalan

Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) Nem-Ionizáló Sugárzások Osztálya

A COVID-19 légúti, légzőszervi megbetegedés terjedését – melyet a SARS-CoV-2 vírus okoz – 2020. május 11-én a WHO világvilágjárványnak minősítette. A vírus megjelenése óta közel 4,5 millióan estek áldozatul a fertőzésnek. A SARS-CoV-2 egy lipidburokkal körbevett, egyszálú RNS örökítőanyaggal rendelkező vírus.

Mint minden biológiai organizmus a vírusok is érzékenyek a környezetükben előforduló ultraibolya (UV) sugárzás bizonyos tartományaira. A földi atmoszférán a Napból érkező UV sugárzásnak csak az UVA és UVB tartománya képes áthatolni, az UVC sugárzást teljes mértékben kiszűri a Föld ózonrétege. A nukleinsavak elnyelési maximuma az UVC tartományba esik, de jelentős elnyelés van még az UVB tartományban is. Az örökítőanyag az UV sugárzás elnyelése során jelentős mértékű károsodást szenved un. fotodimerek keletkeznek, melyek károsan befolyásolják annak replikációját és transzkripcióját. Az UVC sugárzást széles körben használják fertőtlenítésre. A kereskedelmi forgalomban kapható germicid fénycsővek 254 nm hullámhosszú UVC sugárzást bocsájtanak ki, mely hatásosan inaktíválja a kórokozókat. A SARS-CoV-2 stabilitása eltérő különböző felületeken megfigyelve egyéb fizikai vagy kémiai behatás nélkül is. Jelentős különbségek tapasztalhatók különböző fémfelületeken, fán és műanyagban a SARS-CoV-2 fertőzőképességét tekintve. Szimulált napsugárzás (UVA, UVB) hatására jelentős mértékben csökken a SARS-CoV-2 fertőzőképessége, mely lényeges tényező lehet a COVID-19 megbetegedés szezonálisában. Fontos kérdés lehet, hogy bizonyos felületeken UVC, illetve UVB besugárzás hatására mennyi idő alatt veszíti el fertőzőképességét a SARS-CoV-2 vírus. Továbbá érdekes kérdés lehet, hogy milyen mértékben képes inaktíválni a nagyobb hullámhosszú UVB sugárzás a SARS-CoV-2 vírust.

THE EFFECT OF UVB AND UVC RADIATION ON THE SARS-COV-2 VIRUS

Bertalan Pintér

National Public Health Center - Non-Ionizing Radiation Unit

The spread of COVID-19 respiratory disease – which was caused by SARS-CoV-2 virus – the 11th March of 2020 was declared pandemic by the WHO. Nearly 4.5 million people have fallen victim to the infection since the virus appeared. SARS-CoV-2 is a lipid-coated virus, with a single-strand RNA genome.

Like any biological organisms, the viruses are sensitive to certain ranges of ultraviolet (UV) radiation in their environment. Only UVA and UVB from the Sun can penetrate the Earth's atmosphere, while the UVC radiation is completely filtered by the Earth's ozone layer. The maximum absorption of the nucleic acid is in the UVC range, but there is also significant absorption in the UVB range. The genetic material suffers significant damage during the absorption of UV radiation, photodimers are formed which adversely affect its replication and transcription. The UVC radiation is widely used for disinfection. Commercially available germicidal fluorescent lamps emit UVC radiation at 254 nm, which effectively inactivate pathogens. The stability of SARS-CoV-2 is different when observed on different surfaces without any physical and chemical treatment. There are significant differences in the infectivity of SARS-CoV-2 on different surfaces such as metal, wood and plastic. Simulated solar radiation (UVA, UVB) significantly reduces the infectivity of SARS-CoV-2, which may be an important factor in the seasonality of COVID-19 disease. An important question may be how long it takes for SARS-CoV-2 virus to lose its infectivity when exposed to UVC or UVB radiation on a certain surface. In addition, the extent to which longer wavelength UVB radiation can inactivate the SARS-CoV-2 virus may be an interesting question.

A KÖRNYEZETI RÁDIOFREKVENCIÁS ELEKTROMÁGNESES EXPOZÍCIÓ HATÁSA A MÉZELŐ MÉHEKRE ÉS MÁS ROVAROKRA

Szabó Erika

*Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) Nem-Ionizáló
Sugárzások Osztálya*

A távközlési hálózatok illetve a széles körben elterjedt ún. feltörekvő technológiák a vezeték nélküli kommunikációhoz rádiófrekvenciás elektromágneses mezőt (RF- EMF) használnak. A jelenlegi mobiltelefon hálózatok a 0,1 GHz és 6 GHz közötti frekvenciákon működnek. Ezek az elektromágneses terek az élőlényekben elnyelődhetnek, és dielektromos felmelegedést okozhatnak. Ez a dielektromos felmelegedés bármely élő szervezetben, így a rovarokban is előfordulhat. A távközlési hálózatok ötödik generációja (5G) olyan magasabb frekvenciatartományban is fog működni, mely korábban nem volt használatos, megváltoztatva az élővilág elektromágneses hullámoknak való kitettségét. A háziméhek számának világszerte tapasztalható hanyatlása olyan fontos probléma. Okai többek között a növényvédő szerek és rovarölő szerek használata, a növényi sokféleség csökkenése és a méhek parazitái. Fenti veszélyekhez társulhat az ember által létrehozott elektromágneses sugárzás, mint potenciális károsító tényező. Feltételezhető, hogy a méhek érzékenyek a mesterségesen keltett elektromágneses terekre, amely az emberi települések, a mobil átjátszóállomások és a távvezetékek számának növekedése miatt folyamatosan emelkedik. A jelenség megismeréséhez és megértéséhez több olyan ökológiai tanulmányra lenne szükség, amely az EMF rovarpopulációkra gyakorolt hatásait méri. Különösen értékesek lennének azok a tanulmányok, amelyek hosszú távon, ideális esetben az expozíció előtt és után mérik a beporzó rovarok reakcióit, valamint olyan kísérletek, amelyek az EMF-expozíció valamint a táplálkozás ökológiáját befolyásoló egyéb stresszorok (pl. kórokozók, környezetszennyező vegyületek) közötti lehetséges kölcsönhatást vizsgálják. Az előadásban összefoglaljuk a jelenleg elérhető, ezen a területen történt korábbi nemzetközi kutatások fontosabb eredményeit.

THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC EXPOSURE ON HONEY BEES AND OTHER POLLINATING INSECTS

Erika Szabó

National Public Health Center - Non-Ionizing Radiation Unit

Telecommunication networks and emerging technologies use radio frequency electromagnetic fields (RF-EMF) for wireless communication. The current networks rely on frequencies between 0.1 GHz and 6 GHz. These EMFs can be absorbed in dielectric media and can cause dielectric heating. This dielectric heating can occur in any living organism, including insects. The fifth generation of telecommunication networks (5G) will operate at frequencies that were not commonly used in previous generations, changing the exposure of wildlife to these waves. The decline of domestic bees all over the world is an important problem still not well understood by scientists and beekeepers, and far from being solved. Its reasons are numerous: among others, the use of pesticides and insecticides, the decrease of plant diversity, and bee's parasites. These hazards are compounded by the potential harmful effects of man-made electromagnetic radiation. Bees are sensitive to electromagnetic radiation, which is nowadays greatly increased by human settlements, and the increase in the number of mobile base stations and power lines. More ecological studies measuring the effects of EMF on insect populations would be needed to learn and better understand this phenomenon. Studies which measure the community responses long-term and ideally pre- and post-exposure would be especially valuable. Studies evaluating chronic effects would also be needed, as well as experiments investigating the possible interaction between EMF exposure and other stressors (e.g. pathogens, environmental pollutants) affecting the ecology of nutrition. The presentation will summarize the main results of previous international research currently available in this area.

DRÓNNAI VÉGZETT SZÉLESSÁVÚ ÉS FREKVENCIASZELEKTÍV RÁDIÓFREKVENCIÁS MÉRÉSEK 5G BÁZISÁLLOMÁSOK KÖRNYEZETÉBEN

Necz Péter Pál

*Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) Nem-Ionizáló Sugárzások
Osztálya*

A kutatás célja drónnal végezhető mérési módszer fejlesztése volt kültéren telepített rádiófrekvenciás források elektromágneses terének és sugárzási mintázatának meghatározásához. Ezt megelőzően, 2018-ban már készült egy megvalósíthatósági tanulmány és tesztmérés a módszerről 2G/3G/4G bázisállomás környezetében. A célunk az volt, hogy egy 5G bázisállomás környezetében megvizsgáljuk a rádiófrekvenciás (RF) expozíciós értékeket drónra helyezett mérőrendszerek segítségével. Emellett azt is teszteltük, hogy hogyan lehet a gyakorlatban egy hordozható adatgyűjtő expoziméter és spektrumanalizátor segítségével ilyen jellegű méréseket végrehajtani.

2020 szeptemberében drónhoz rögzített RF térerősség mérő műszerek segítségével vizsgáltuk több repülési sorozatban egy bázisállomás körül az RF expozíciót. A drónra egy Narda SRM-3006 spektrumanalizátort izotróp mérőfejjel és egy ExpoM-RF expozimétert rögzítettünk. A drón a bázisállomás környezetében három különálló oszlopban, oszloponként 3-36 méter magasságban repült, minden oszlop mentén 3 méterenként megállva 1-1 perces időtartamra. A vizsgált bázisállomás 5G technológiát használt a 3.5 GHz-es frekvenciasávban. Egy közelben lévő mobiltelefon tesztkészülék biztosította a folyamatos kommunikációt és sugárzást.

Az eredmények az mutatják, hogy egy-egy mérés („repülési oszlop”) során a talajtól emelkedve a 3.5 GHz-es sávban a térerősség növekszik, majd ismét csökken. Ennek oka, hogy a fő sugárnyaláb a bázisállomástól a föld felé irányul, így a drón emelkedésével a sugárnyalábhöz közeledve növekszik, majd sugárnyalábon történő áthaladást követően ismét csökken az RF térerősség.

BROADBAND AND BAND-SELECTIVE MEASUREMENTS OF RADIOFREQUENCY EM FIELD WITH DRONE SYSTEM

Péter Pál Necz

National Public Health Center - Non-Ionising Radiation Unit

The aim of our study was to develop the method of measuring the RF electromagnetic field and exposure patterns of fixed outdoor RF sources by a drone system. Previous study was taken in 2018 around 2G/3G/4G base station in order to check the feasibility of the method. Our present trial was to use the drone system to perform RF exposure measurements in the vicinity of fifth generation (5G) mobile system base station. Other aim was to check how to use a lightweight personal exposimeter with data logger and a spectrum analyzer in the study.

In September 2020 environmental RF exposure around a 5G base station was investigated during series of flights by RF field meters attached to a drone. The drone carried on a Narda SRM-3006 spectrum analyzer with three-axis isotropic antenna and an ExpoM-RF personal RF exposure meter. The drone was to fly from 3 m to 36 m above ground level in three distinct columns around a rooftop mounted base station. The investigated 5G base station worked at 3.5 GHz. A test 5G mobile device nearby was forced to communicate with the base station continuously.

The results show that in a single measurement ("flight column") the field strength increases in the 3.5 GHz band rising from the ground, and then decreases again as it approaches the peak. This is because the main beam from the base station is directed towards the ground, so as the drone path through this beam the RF field strength increases and then decreases again as it moves away from the beam.

AZ ÖTÖDIK GENERÁCIÓS (5G) MOBILTELEFON RENDSZEREK SUGÁREGÉSZSÉGÜGYI KIHÍVÁSAI

Thuróczy György

*Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) Nem-Ionizáló Sugárzások
Osztálya*

Az ötödik generációs (5G) mobiltelefon-rendszer, hasonlóan a korábbi mobiltelefon-, illetve az ún. vezeték nélküli (wireless) telekommunikációs technológiákhoz (pl. 2G, 3G, 4G, WiFi), működéséhez elektromágneses hullámokat használ. A bevezetendő 5G szolgáltatás részben a korábban már használt rádiófrekvenciás (RF) sávokban történik, illetve nemzetközi egyezmények alapján új frekvenciasávokat is kijelöltek. A szolgáltatás Európában, így hazánkban is elsőként az 3,6 GHz-es, majd a későbbiekben a 26 GHz-es frekvenciasávokban indul. Az 5G telekommunikációs rendszerek bevezetésének lehetséges egészségügyi vonatkozásai a lakosság és a szakemberek körében számos kérdést vetnek fel.

A jelenlegi modellezések, illetve mérések alapján az 5G technológia alkalmazásával a lakosság napi átlagos személyi RF expozíciója várhatóan érdemben nem fog növekedni. A nagyobb átviteli sebességnek köszönhetően jelentősen csökken az adatátvitelhez szükséges idő, ami csökkenti a felhasználók elektromágneses kitettségét. A sűrűbb hálózatban a jobb rádiós kapcsolatnak köszönhetően a mobil telefonok alacsonyabb teljesítménnyel működnek, a felhasználás módja is változik, ami tovább csökkentheti a készülékekből eredő emberi expozíciót. Az 5G technológiában alkalmazott nyalábformáló és ún. MIMO (Multiple Input Multiple Output) technológia alkalmazásával, illetve az optimalizált szolgáltatással az ellátottság, ezzel együtt a környezeti RF expozíció jellege megváltozik, a pillanatnyi expozíció nagyobb lehet, de az átlagos környezeti RF expozíció az egészségügyi határérték alatt marad.

Jelenleg még nem állnak rendelkezésre egyértelmű tudományos bizonyítékok, de az 5G technológia egészségre gyakorolt várható hatásai részben megbecsülhetők a korábbi 4G, 3G, 2G technológiák által alkalmazott frekvenciák azonosított hatásai alapján.

CHALLENGES FOR RADIATION AND HEALTH OF FIFTH GENERATION (5G) MOBILE PHONE SYSTEMS

György Thuróczy

National Public Health Center - Non-Ionising Radiation Unit

The fifth generation (5G) mobile system, similarly to previous mobile phone (or wireless) telecommunication technologies (e.g. 2G, 3G, 4G, WiFi), uses electromagnetic (EM) waves. The 5G service to be introduced will partly use the same radio frequency (RF) bands as the previous technologies, while new frequency bands have also been designated on the basis of international conventions. In Europe, including Hungary, the service will be launched in the 3.6 GHz frequency band, and later, in the 26 GHz frequency band.

Based on current modelling and measurements, the average daily personal RF exposure of the population is not expected to increase significantly with the deployment of 5G technology. Due to the higher data transfer speeds, the time required for data transmission will be significantly reduced, and this will also reduce the electromagnetic exposure of users. In a denser network, better radio connectivity will allow mobile phones and other devices to operate at lower power levels, and the way they are used will change (less talk, more data traffic), which could further reduce human exposure from portable devices. With the use of beamforming and MIMO (Multiple Input Multiple Output) technology in 5G technology and optimised service, the nature of coverage, and therefore ambient RF exposure, will change, the peak exposure could be increased, but average ambient electromagnetic exposure will remain below the exposure limit.

At present, there is no clear scientific evidence or counter-arguments on the adverse health effects of different technologies (e.g. 2G, 3G, 4G) using electromagnetic fields in their intended manner and further comprehensive research is needed. However, the expected health effects of 5G technology can be partially estimated on the basis of the identified effects of frequencies used by previous 4G, 3G, 2G technologies.

A MAGYARORSZÁGI NORM TEVÉKENYSÉGEK FELMÉRÉSÉNEK ÉRTÉKELÉSE

**Déri Zsolt¹, Anyiszonyan Artúr², Lajos Máté²,
Mihályi Dávid², Salik Ádám², Szarkáné Németh Ágnes²**

1 Országos Atomenergia Hivatal

2 Nemzeti Népegészségügyi Központ

Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály

A Nemzeti Népegészségügyi Központ az Országos Atomenergia Hivatal megbízásából helyszíni méréseket végzett annak érdekében, hogy felmérje a NORM által okozott sugárzási helyzetet, az anyagok mennyiségét és minőségét, és átfogó képet kapjon a haza NORM felhasználásról.

A felmérés a világhálón való információgyűjtésből és helyszíni kiszállásokból állt. A felmérésben segítségünkre volt a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, akik a helyszínről rendelkezésre álló térképekkel és előismeretekkel segítettek munkánkat. Teljesítettük a hazai kijelölt bányaterületek és üzemek mérését, meghatároztuk a legtöbb minta aktivitáskoncentrációját gamma-spektrometriás módszerrel. Az információkat értékelve megbecsültük a lakosság lerakott NORM-ból származó sugárterhelését, és bizonyos esetekben a dolgozók sugárterhelését a használt, természetes eredetű radionuklidot tartalmazó anyagokból.

Az egységes adatfelvétel végrehajtásához frissítettük az intézetünk MS Access-ben írt adatrögzítő programját, ami egységes kritériumrendszert állít fel a különböző TENORM tevékenységek leírásához, nyilvántartásához. Ez az adatrögzítő program lehet az alapja a hazai NORM/TENORM-os tevékenységek leltárának.

javaslatot készítettünk a magyarországi NORM/TENORM helyzet sugárzási szintek és aktivitáskoncentrációk, valamint nemzetközi tapasztalatok alapján történő besorolására.

A tevékenység és a radioaktív anyag jogszabályi szempontból helyes besorolásához (bejelentés, engedélyezés) dózisbecslésre is szükség van.

ASSESSING THE SURVEY OF NORM ACTIVITIES IN HUNGARY

**Zsolt Déri¹, Artúr Anyiszonyan², Máté Lajos²,
Dávid Mihályi², Ádám Salik², Ágnes Szarkáné Németh²**

1 Hungarian Atomic Energy Authority

2 National Public Health Center

Department of Radiobiology and Radiohygiene

The Institute of Public Health carried out on-the-spot measurements commissioned by the Hungarian Atomic Energy Authority in order to survey the radiological situation caused by NORM, the amount and quality of the materials to have a comprehensive review about the national usage of NORM.

The survey consisted of gathering information on the World Wide Web and on-site visits. The survey was supported by the Mining and Geological Survey of Hungary, who assisted with their maps available and knowledge about the scene. We have completed the measurement of the designated Hungarian mining areas and factories, the activity concentration of most samples have been investigated using gamma spectrometry. Assessing the information we estimated the doses of the public arising from the disposed NORM and in some cases the doses of the workers arising from the used naturally occurring radionuclide containing materials.

To perform the unified data survey we have updated the data acquisition program of our institute written in MS Access, which program sets up unified system of criteria to describe and register the different TENORM activities. This data acquisition program can be the base of the Hungarian NORM/TENORM inventory.

We have prepared a proposal for the classification of the NORM/TENORM situation in Hungary based on radiation levels and activity concentrations as well as international experience.

The dose estimation is also necessary in order for the right classification of the activity and the radioactive material, legislation point of view (notification, licensing).

A NEMZETKÖZI BIDOZIMETRIAI ÖSSZEMÉRÉSEK CÉLJAI ÉS EREDMÉNYEI

Hargitai Rita, Kis Enikő, Balázs Katalin, Persa Eszter, Szatmári Tünde, Sáfrány Géza, Lumniczky Katalin

Nemzeti Népegészségügyi Központ, Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály, Sugárorvostani Osztály

A retrospektív biológiai dozimetriai módszerek rendkívül fontos eszközök ahhoz, hogy fizikai doziméter hiányában az ionizáló sugárzással járó expozíciót kimutassuk és a megfelelő orvosi kezelést kiválaszthassuk. Jelenleg a standard biodozimetriai módszer a dicentrikus kromoszómák vizsgálata (DCA) a vérsejtekben. Ez a módszer specifikus az ionizáló sugárzásra, részleges test besugárzást is képes kimutatni, illetve az expozíció után több hónappal is használható. Azonban a minták kiértékelése rendkívül időigényes és nagy gyakorlatot igényel, amely nagyszámú minta esetében hátrányt jelent. A RENE/ EURADOS nemzetközi összemérések keretében ionizáló sugárzásnak kitett vérminták dózisbecsléseit végezték el különböző laboratóriumok világszerte többféle módszerrel, melyben a mi laboratóriumunk is részt vett. Az összemérések célja az egyes módszerek nemzetközi harmonizációja, validálása és továbbfejlesztése annak érdekében, hogy egy gyors és megbízható biológiai módszereken alapuló dózismeghatározó eljárást dolgozzunk ki, amely tömegbalesetek esetében is alkalmazható. Az összemérések során a dózisbecslés a standard DCA mellett más módszerek (génexpresszióban bekövetkező változások elemzése valós idejű polimeráz láncreakcióval (qPCR), mikronukleusz vizsgálat, kettős-láncú DNS törések elemzése gamma H2AX teszttel) alkalmazásával is történt. Az összemérés következtetéseként elmondhatjuk, hogy a résztvevők sikeresen meg tudták becsülni a dózist többféle biodozimetriai módszerrel is, ugyanakkor a vizsgálatok felhívták a figyelmet az egyes módszerek korlátjaira is. Jelen prezentációban a nemzetközi összemérésekben végzett munkánkat szeretnénk röviden bemutatni.

AIMS AND RESULTS OF THE INTERNATIONAL BIODOSIMETRY COMPARISONS

**Rita Hargitai, Enikő Kis, Katalin Balázs, Eszter Persa, Tünde Szatmári,
Géza Sáfrány, Katalin Lumniczky**

*Radiation Medicine Unit, Department of Radiobiology and Radiohygiene,
National Public Health Centre*

Retrospective biological dosimetry methods are crucial tools to detect exposure to ionising radiation and to aid medical decision making in the absence of physical dosimeters. Currently, the gold standard method in biodosimetry is the detection of dicentric chromosomes (DCA) in blood cells. This method is specific to ionising radiation, it is able to detect partial body exposure, and the assessment can be carried out months after irradiation. However, it is time-consuming and requires well-trained personnel for scoring, that is a limitation in case of a large number of samples. During the RENE/EURADOS international comparisons, the dose estimations of blood samples exposed to ionising radiation were carried out in several laboratories worldwide with various methods, and our laboratory participated in these studies. The aims of the comparisons were the international harmonization, validation and improvement of the methods in order to develop a rapid and reliable biological assay for dose estimation, which could be used in large-scale accidents too. In addition to the DCA, dose estimation was performed using other methods as well (changes in gene expression based on real-time polymerase chain reaction (qPCR), micronucleus assay, detection of double-stranded DNA breaks using gamma H2AX assay) during the comparisons. To conclude, the participants were able to successfully estimate the doses applying various biodosimetry methods, but limitations of some techniques were also revealed. In this presentation, we will briefly show our work in the international comparisons.

SZCINTILLÁCIÓS DETEKTORBA INTEGRÁLT ALGORITMUSOK FEJLESZTÉSE

**Jónás Jácint, Garai Zoltán, Blázsovcics Péter, Eszenyi Gergely, Petrányi
János, Zsitnyányi Attila**
GAMMA Zrt.

A szcintillációs detektorok az atommag sugárzások mérésének egyik legrégebbi eszköze. Crookes, Elster és Geitel (1903) még a sötétséghez szoktatott szemükkel észlelték a ZnS rétegben keletkező fény felvillanásokat. Azonban az ionizáló sugárzásokat mérő műszerek által szolgáltatott információ minőségével szemben a mai napig folyamatosan nő az elvárás. Többek között ezen kihívásokra is választ ad az új generációs RadNDI, intelligens szcintillációs detektor. Az ionizáló sugárzások energia eloszlásának mérésének lehetősége jelentős előrelépés volt, amely kiértékelése a személyi számítógépek megjelenésével nagy mértékben egyszerűsödött. A detektorok által mért értékek feldolgozása jellemzően külső számítógépekkel történik, viszont az általunk fejlesztett detektorban megtalálható nagy teljesítményű mikrokontrollernek köszönhetően a bonyolult algoritmusok (így az izotópazonosítás is) már a detektorban, valós időben végrehajthatóak.

A sugárzásmérő detektorok egyik alkalmazási területe a sugárkapu rendszerek. Ezen rendszerekre folyamatosan növekvő igény mutatkozik mind szármosságban, mind új képességek tekintetében. Ezen képességek egy része csak a detektorba integrált számítási kapacitás növelésével érhető el. A szigorodó sugárkapu szabványok miatt folyamatosan csökkennek a riasztási aktivitás szintek és új igényként megjelent az izotópazonosítás is. Az izotópazonosítási követelmény, laboratóriumi körülmények között könnyedén teljesíthető félvezető típusú (pl.: HPGe) detektorral, valamint a nagyobb érzékenységet megkövetelő riasztási elvárás kielégíthető drága és nagy térfogatú plasztik detektorral. Munkánk során NaI(Tl) szcintillátorral szerelt detektorhoz fejlesztettünk riasztási és izotópazonosító algoritmusokat, ezzel elérve, hogy a plasztik detektorok alacsony riasztási aktivitását, és a félvezető detektorok izotópazonosító képességét is egy detektorba integráltuk, külső számítógép felhasználása nélkül.

Modellszámításaink alapján, a sugárkapu, amibe 2 db, 50x200 mm-es NaI(Tl) kristállyal szerelt RadNDI kerül beépítésre, már 250 kBq Cs-137 izotóp (100 nSv/h háttér és 1,2 m/s sebesség mellett) áthaladása esetén riaszt. Számításainkat mérésekkel is igazoltuk, melyek alapján, a kifejlesztett algoritmust és RadNDI-t használó sugárkapu teljesíti az IEC 62244:2019 szabvány riasztásra vonatkozó követelményét. Ugyanezen sugárkapu azonosított 250 kBq Cs-137, 500 kBq Am-241 és 200 kBq Co-60 izotópokat, ezzel teljesítette az IEC 62484:2010 szabvány, izotópazonosításra vonatkozó követelményét. További érzékenység növelés érhető el a sugárkapuban lévő detektorok által felvett spektrumok összegzésével, melyhez szükséges energiastabilizálást optikai szálal LED vezérléssel érjük el. Az előadás ismerteti az elért eredményeket, az elvégzett vizsgálatok részleteit, valamint igazolja az új sugárzásmérő detektor létjogosultságát. Az új képességeknek köszönhetően az intelligens szcintillációs detektorok válhatnak a sugárkapu rendszerek alap építőegységeivé.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS INTEGRATED IN SCINTILLATION DETECTORS

**Jácint Jónás, Zoltán Garai, Péter Blázsovics, Gergely Eszenyi,
János Petrányi,
Attila Zsitnyányi**

GAMMA Zrt.

Scintillation detectors are one of the earliest techniques in the field of measurement of nuclear radiation. Crookes, Elster and Geitel (1903) detected the light flashes occurring in the layer of ZnS with their eyes adapted to darkness. The expectation of the quality of information collected from instruments measuring ionizing radiation is continuously growing. Technological advancement gives a reason and possibility for this. The new generation RadNDI, intelligent scintillation detector gives an answer for these challenges among others. The measurement of the energy distribution of ionizing radiation was a significant advancement and the evaluation of the results was greatly simplified by the appearance of personal computers. Processing the data measured by radiation detectors is usually done on external computers, but the high-performance microcontroller built in the detectors developed by us, makes possible the running of complex algorithms (isotope identification as well) even in real time.

One possible application of scintillation detectors is the integration into radiation portal monitor systems, there is a growing demand in both the numbers and in new capabilities of these systems. Some of the new abilities are only achievable with the integration of higher computing power into the detector. Because of the increasingly strict requirements of radiation portal monitor standards, the activity of the radiation source that needs to be detected is becoming smaller, and also the requirement of isotope identification is appeared as a new demand. Isotope identification in a laboratory condition is easily achievable with semiconductor based (eg.: HPGe) detector as well as the requirement for higher detection sensitivity and therefore lower alarming source activity is achievable with expensive and large-volume plastic-based

scintillators. During our work we developed isotope-identifying and alarming algorithms for a detector based on NaI(Tl) scintillator, using these, we integrated the isotope-identifying capability of HPGe detectors and the low alarming activity of plastic scintillator based detectors into a single detector without the need for external computer.

Based on model computations, a radiation portal monitor containing two RadNDI detectors, each built with 50x200 mm NaI(Tl) crystal, can alarm for a 250 kBq Cs-137 source passing through (with background 100 nSv/h and passage speed 1.2 m/s), which meets the requirements for isotope detection of standard IEC 62244:2019. Also, the portal monitor in the same conditions could identify 250 kBq Cs-137, 500 kBq Am-241 and 200 kBq Co-60 isotopes, which meets the requirements for isotope identification of standard IEC 62484:2010. Further increase in sensitivity can be achieved with the summing of the spectrum of multiple detectors in the same radiation portal monitor, we accomplish the required energy stabilisation with an optical fiber and LED based control.

The presentation describes the achieved results, the details of research done and demonstrates the viability of the new radiation detector. Thanks to the new abilities, the intelligent scintillation detectors may become a basic building block of radiation portal monitor systems.

MÓDSZERFEJLESZTÉS A VÍZBEN OLDOTT SZERVES ¹⁴C MINTAELŐKÉSZÍTÉSÉNEK AMS MÉRÉSÉHEZ

Molnár Anita^{1,2}, Janovics Róbert¹, Veres Mihály¹, Molnár Mihály²

¹Isotoptech Zrt., Debrecen

²Debreceni Egyetem, Fizikai Tudományok Doktori Iskola, Debrecen

A ¹⁴C (radiokarbon) izotópnak kiemelt szerepe van a nukleáris környezet- és vízbázisvédelemben, illetve a hidrogeológiai víz-kor meghatározásban egyaránt. Ennek magyarázata, hogy gyorsan terjed mind oldott szerves, mind oldott szerves vegyületek formájában a felszíni vizekben, talajban, valamint a felezési ideje (5700 ± 30 év) jelenleg szinte egyedülként teszi alkalmassá a 100-40000 év közötti tartózkodási idők mérésére.

A gyakorlatban az oldott szerves komponens (Dissolved Inorganic Carbon: DIC) ¹⁴C mérése meghatározó jelentőséggel bír, többek között a környezeti vizsgálatok során. Ennek oka, hogy a mintaelőkészítési technika és mérési módszer rutinszerű, gyors eljárássá vált, valamint a DIC mennyisége általában több, mint 100-szorosa a DOC (Dissolved Organic Carbon: DOC) frakciónak. Az oldott szerves frakció mérése azonban gyakran nehézségekbe ütközik a víz-kor, illetve víz tartózkodási idő értelmezése tekintetében, ugyanis a vízben oldott DIC több forrásból is származhat: mélységi CO₂ feláramlásból, illetve az alapkőzet beoldódásából is, nem csak a leszivárgáskori felszíni, biogén környezetből. Ebből kifolyólag a DO¹⁴C mérése egyre inkább teret nyer nukleáris létesítmények környezetében is az érzékenysége, illetve amiatt, mert ennél a kémiai formánál egyértelműen elkülöníthető az antropogén hatás.

A szerves formájú ¹⁴C mérése azonban körülményes, időigényes feladat és jelenleg nem rendelkezünk kidolgozott, rutinszerű eljárással annak végrehajtására. Mivel a szerves széntartalom anyagmennyisége gyakran µg-os tartományban mozog, a minták nehezen kezelhetőek, és az is

előfordulhat, hogy jelentős mértékű fajlagos aktivitással bírnak. A módszer érzékenyebb a preparálás során bevihető modern és fosszilis szénszennyezők jelenlétére egyaránt.

A DO^{14}C mintaelőkészítés egyik alternatív megoldása a nedves oxidációs módszer alkalmazása, mely során az oldott szerves komponenseket vegyszeresen roncsoljuk el, ezáltal szén-dioxid gázt nyerünk ki. A vizek alacsony oldott szerves széntartalma miatt a kiindulási mintatérfogat 600-700 ml, melyből első lépésként sav adagolásával szervesetlen széntartalmat kiűzzük egy bepárló-vákuumdesztilláló rendszeren, majd a roncsoló oldatot hozzáadva a mintához a szerves széntartalmat feltárjuk.

Az alkalmazott vegyszerek szén és esetleges radiokarbon tartalma alapvetően befolyásolják a módszer analitikai teljesítőképességét, például az alsó méréshatárt és ronthatják a kinyert minta tisztaságát és használhatóságát. Ezen zavaró hatások és effektusok kiküszöbölésére különböző tesztekre került sor annak érdekében, hogy az esetlegesen bevitt szennyezések forrását detektáljam és optimalizáljam a bevitt vegyszerek mennyiségét és minőségét, hogy a módszer ne csupán a nukleáris környezetvédelemben állja meg a helyét, hanem teret nyerjen az idős vizek korának meghatározására is.

„AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM KOOPERATÍV DOKTORI PROGRAM DOKTORI HALLGATÓI ÖSZTÖNDÍJ PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT.”

DEVELOPMENT OF THE ^{14}C WATER SAMPLE PREPARATION OF DISSOLVED ORGANIC CARBON FOR AMS MEASUREMENTS

Anita Molnár^{1,2}, Róbert Janovics¹, Mihály Veres¹, Mihály Molnár²

¹Isotoptech Zrt., Debrecen

² University Of Debrecen, Doctoral School of Physics, Debrecen

The importance of C-14 is paramount in water dating and water base protection, as it transports quickly in dissolved inorganic and organic form in surface water and soil, furthermore, its half-life (5700 ± 30 years) makes it almost the only isotope currently suitable for measuring residence times between 100 and 40,000 years.

Dissolved organic carbon (DIC) has great importance in practical application. The reason for this is that the sample preparation technique and measurement method have become a routine, as well as the amount of DIC fraction is usually more than 100-times the Dissolved Organic Carbon (DOC). However, it is often difficult to interpret water date and water residence time by measurement of dissolved inorganic fraction, because DIC dissolved in water can come from several sources: deep CO_2 uptake and bedrock dissolution, not only from the surface biogenic environment at the time of seepage. Therefore, the measurement of DOC component gets more importance around nuclear facilities because of its efficiency in detection of anthropogenic effect. The extraction of DO^{14}C component is a very time-consuming and difficult task and it currently is still an undeveloped method. The amount of dissolved organic carbon in water is often only a few μg , so the treatment of samples is difficult and, in some cases, they have large specific radioactivity. The method is more sensitive to modern and fossil carbon contamination. One of the solutions for DO^{14}C sample preparation is an application of wet oxidation method. In this case the organic components are oxidized by acid and CO_2 is extracted. Due to the low dissolved organic carbon content of the waters 600-700 mL

water is needed, and as first step we remove inorganic components in vacuum distillation system, then we use a mixture of dichromate and sulphuric acid to oxidize the organic components.

The carbon content of used chemicals affects the efficiency of chemical recovery, the limit of detection, and it can lower the purity and usability of the extracted carbon sample. The main aim of the tests is to identify the source of contamination and to optimize the quality and quantity of chemicals so that the method can be applicable not only for nuclear environment protection but also for determining the radiocarbon age of older waters.

„PREPARED WITH THE PROFESSIONAL SUPPORT OF THE DOCTORAL STUDENT SCHOLARSHIP PROGRAM OF THE CO-OPERATIVE DOCTORAL PROGRAM OF THE MINISTRY OF INNOVATION AND TECHNOLOGY FINANCED FROM THE NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION FUND“

RADIOIZOTÓPOK KIOLDÓDÁSÁNAK MODELLEZÉSE CEMENTKŐ MÁTRIXBÓL

**Papp István, Janovics Róbert, Nemes Zoltán, Czébely Andrea,
Veres Mihály**

A radioaktív hulladékok végleges elhelyezése során kiemelt szempont, hogy a radioaktív izotópok ne, vagy csak megfelelő visszatartás, késleltetés után, a hidrogeológiai környezet által meghatározott koncentrációban/fluxussal juthassanak ki a hulladékcsomagokból, majd a mérnöki gátakon keresztül a környezetbe. Ennek eredményeképp a lakosság kritikus csoportjának sugárterhelése ne lépje át a dóziskorlátokat, sőt ne érje el a hatóság által jóváhagyott megszorítási dózisszintet. A folyékony radioaktív hulladékok immobilizálásának egyik módja a megfelelő hulladékcsomagok előállítása, jelen koncepció szerint a cementálás. A jól optimalizált cementmátrix számos fémiont oldhatatlan formában megköt. A radioaktív hulladékok egyéb komponensei (pl. szerves komplexképzők, szervesetlen sók) azonban a radioizotópok mobilitását megváltoztathatják, mind a hulladékcsomagon belül, mind pedig a környezetben. Ennek tanulmányozása céljából modellezett körülmények között fél-dinamikus standard gyorsított kioldódási kísérleteket végeztünk inaktív nyomjelzőkkel (klór, cézium, nikkel; a technéciumot réniummal, az ameríciumot neodímiummal modelleztük), az ASTM C-1308-08 szabvány szerint.

A kioldódás-vizsgálatok előzetes értékelése során megállapítottuk, hogy a nem-komplexképző nyomjelzők (Cl, Cs, Re) kioldódása függ a hőmérséklettől (magas hőmérséklet – nagyobb mértékű kioldódás); a komplexképzésre hajlamos nyomjelzők közül a Nb és a Nd gyakorlatilag nem oldódott ki. A nikkel esetében a kioldódás mértéke a várttól eltérően nem arányosan növekszik a komplexképző-koncentrációjával, hanem egy bizonyos komplexképző koncentráció fölött csökken. A jelenség okát a további értelmezés során vizsgáljuk és elemenként meghatározzuk az effektív diffúziós együtthatókat.

HELYZETJELENTÉS A 2022-ES BUDAPESTI IRPA KONGRESSZUS SZERVEZÉSÉRŐL

Petrányi János¹

¹GAMMA Zrt.

2022-ben Magyarország fog otthont adni a 6. Európai IRPA Kongresszusnak. Ez a kongresszus a sugárvédelemmel foglalkozó szakemberek legnagyobb tudományos eseménye, amelyet négyévente rendeznek meg. A kongresszus 2022. május 30-án kezdődik, és június 3-ig várja az érdeklődőket. Az esemény házigazdája az ELFT Sugárvédelmi Szakosztálya. Jelen előadás tájékoztatást ad arról, hogy hol tart a kongresszus megszervezése és ismerteti a még előttünk álló feladatokat.

A legfontosabb dátumok:

2021. szeptember 30. szóbeli és poszter prezentációk kivonatainak leadási határideje.

2021. december 31. a kivonatok elfogadásáról határozatok kiküldésének utolsó napja.

2022. május 1 cikkek és közlemények leadási határideje.

A kongresszus témái a következők lesznek: Nem ionizáló sugárzások, oktatás és képzés, orvosi alkalmazások, mérés és szabványosítás, radioökológia, személyi dozimetria, NORM és radon, radioaktív hulladékok kezelése és elhelyezése, radioaktivitás-mérés és vészhelyzeti monitoring, szabályozás, sugárbiológia, ipar és atomerőművek, egyéb sugárvédelem.

A kongresszuson fiatal kutatók, startup cégek és gyakorlati ötletek versenyezhetnek értékes díjakért.

A résztvevők szakmai látogatást tehetnek Magyarország és Ausztria jelentősebb sugárvédelemmel foglalkozó intézményeiben, valamint részt vehetnek különböző továbbképzéseken és megismerkedhetnek a sugárvédelem területének legnagyobb szaktekintélyeivel.

PROGRESS REPORT ON THE ORGANISATION OF THE 2022 IRPA CONGRESS IN BUDAPEST

János Petrányi¹

¹*GAMMA Zrt.*

In 2022 Hungary will host the 6th European IRPA Congress. This congress is the largest scientific event for radiation protection professionals. This congress is held every four years. The congress will start on 30 May 2022 and will close on 3 June. The event will be hosted by the Roland Eötvös Physical Society's Health Physics Section. This presentation will provide information on where the preparation of the congress is standing and outline the tasks ahead.

Important dates:

30 September 2021 is the deadline for the submission of abstracts for oral and poster presentations.

31 December 2021 is the deadline for sending out the acceptance notification for abstracts.

1 May 2022 is the deadline for the submission of full papers.

Congress topics will include: non-ionising radiation, education and training, medical applications, measurement and standardisation, radioecology, personal dosimetry, NORM and radon, radioactive waste management and geological disposal, radioactivity monitoring and emergency monitoring, regulation, radiobiology, industry and nuclear power plants, other radiation protection.

Young researchers, start-up companies and practical clever ideas will compete for valuable prizes.

Participants will have the opportunity to visit the most important radiation protection institutions in Hungary and Austria. Visitors can participate in various training courses and meet some of the most eminent experts in the field of radiation protection.

RADIOAKTÍV ANYAGOK BIZTONSÁGOS SZÁLLÍTÁSÁRA VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK VÁLTOZÁSA

Katona Tünde

Országos Atomenergia Hivatal

A radioaktív anyagok szállítását és fuvarozását a veszélyes áruk - ezen belül a radioaktív anyagok (7. osztály) - nemzetközi szállítására és fuvarozására vonatkozó módozatfüggő egyezmények (rövidítéseik közötti szállítási módozatra: *ADR*, vasúti szállítási módozatra: *RID*, belvízi szállítási módozatra: *ADN*) előírásai szabályozzák, melyek két évente módosulnak. A 2021-es *ADR/RID/ADN* előírásai Magyarországon 2021. július 1. óta kötelezően alkalmazandók az új, 387/2021.(VI.30.), 388/2021.(VI.30.) és 386/2021.(VI.30.) számú kormányrendeletek értelmében. A tengeri és légi szállítás során a globálisnak tekinthető előírások (*IMDG Code, ICAO TI*) alkalmazandók, a változások ezekben a módozatokban is lényegében ugyanazok radioaktív anyagok esetében, mivel a szabályozások alapjául szolgáló, a radioaktív anyagok biztonságos szállításának módozatfüggetlen előírásait tartalmazó NAŰ kiadvány (IAEA SSR-6 (Rev.1) 2018) változásai most kerültek átültetésre az összes szállítási módozat esetében.

A nemzetközi szállításbiztonsági előírások belföldi alkalmazásának eltéréseit miniszteri rendeletek rögzítik, ezek közül kettő, a *RID*-re és az *ADN*-re vonatkozó módosult (62/2013.(X.17.) és 26/2017.(VII.5.) NFM rendeletek), az *ADR*-re vonatkozó esetében új jogszabályt bocsátottak ki (39/2021.(VII. 30.) ITM rendelet).

Az előadás a legfontosabb jogszabályi változások bemutatása mellett általános összefoglalást is ad a radioaktív anyagok szállításához szükséges, az OAH hatáskörébe tartozó szállításbiztonsági engedélyezési eljárásokról.

AMENDMENTS IN THE LEGISLATIONS REGARDING TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS

Tünde Katona

Hungarian Atomic Energy Authority

The transport of radioactive materials is regulated by the provisions of the mode-specific conventions for the international transport of dangerous goods, including radioactive materials (Class 7) (abbreviations for road transport mode: ADR, rail mode of transport: RID, inland waterway mode: ADN), which are amended in every two years. The provisions of the latest ADR/RID/ADN (2021) have been mandatory in Hungary since 1 July 2021 under the new government regulations No. 387/2021(VI.30.), 388/2021(VI.30.) and 386/2021(VI.30.). Global standards (IMDG Code, ICAO TI) which should be applied to maritime and air transport have practically the same changes regarding radioactive materials as in the above mentioned ones. It is resulted by the changes in the IAEA SSR-6 (Rev.1) 2018 requirements, which are the basis for the regulations for all modalities regarding the transport of radioactive materials. These amendments have now been transposed for all modes of transport.

Differences in the domestic application of international transport safety standards are laid down in ministerial decrees, two of which have been amended for RID and ADN, No. 62/2013(X.17) and 26/2017(VII.5.) NFM Decrees. A new decree has been issued for the ADR, No. 39/2021(VII.30.) ITM Decree.

In addition to explaining the most important legislative changes, the presentation also provides a general summary of the transport safety authorisation procedures necessary for the transport of radioactive materials within the competence of the OAH.

EGYEDI MULTI-MODALITÁSÚ LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSON ALAPULÓ KUTATÓHELY A SEMMELWEIS EGYETEM ORVOSI KÉPALKOTÓ KLINIKÁN

¹Kári Béla, ⁴Máthé Domokos, ³Taba Gabriella, ¹Milecz-Mitykó
Richárd, ⁵Seres László, ⁵Bagaméry István, ¹Györke Tamás,
²Kellermayer Miklós

¹Semmelweis Egyetem Orvosi Képző Klinika, ²Semmelweis Egyetem
Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, ³Semmelweis Egyetem
Sugárvédelmi Szolgálat, ⁴CROMed Kft. Budapest, ⁵Mediso Ltd.
Budapest

A Semmelweis Egyetemen az utóbbi években nagy átalakulások valósultak meg a non-invazív, multi-modalitású képi diagnosztika területén. 2019 őszén a Radiológiai Klinika, Nukleáris Medicina Intézet és az MRKK (**MR** Kutató **Központ**) képi diagnosztikai intézetekből megalakult az **Orvosi Képző Klinika (OKK)**, ahol az egyes diszciplínák tanszéki formában működnek tovább. Ez év folyamán (2021 április 08.-án) [1] történt meg a hivatalos átadása a VEKOP pályázat keretében uniós és hazai támogatással elnyert és beszerzett AnyScan™ PET/CT-nek, amelyhez a gyártóval (Mediso Ltd. Budapest) történt együttműködési megállapodás eredményeként egy egyedülálló háromdetektoros SPECT modul is hozzáillesztésre került, kialakítva ezzel az AnyScan TRIO tripple modality SPECT/CT/PET non-invazív leképező rendszert. E leképező rendszer az alapja az „Innovatív nagyállatmodellek a klinikai terápiás kutatás szolgálatában” projektnek a Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet vezetésével, amely az OKK Nukleáris Medicina Tanszékén valósul meg. Ezáltal teljessé válik az egyetemen az új terápiás készítmények és képi diagnosztikus eljárások alkalmazása a pre-klinikai kísérletektől az emberig azaz a **M³ (Molecule-Mouse-Man)**.

A kutatási tevékenység számos más interdiszciplináris területre is kiterjed, hogy a kitűzött céljainkat minél megalapozottabban elérhessük, azaz minél pontosabb kvantitatív leképezés a képminőség továbbfejlesztése mellett. Ilyen területek a multi-modalitású multi-

dimenziós rekonstrukciós algoritmusok kutatása fejlesztése (4D recon.), új képfelvételi technikák kidolgozása (4D – dinamikus, LIST mód), valamint a leképezett képi adatok jel/zaj viszony analízise. Ez utóbbi igen komoly jelentőséggel bír a páciens dozimetria kérdésében, hisz a hatékony zajeliminációs eljárások, valamint a detektálás érzékenységfelbontóképesség reláció komoly hatással van a sugárterhelés mértékére. A TRIO-SPECT/CT szervorientált (agy és szív) **MPH (Multi-PinHole)** kollimátorral ~ 1 mm nagyságrendű voxel-mérettel igen jó, konzisztens és műtermékmentes leképezést szolgáltatott mind fizikai fantomok, mind páciens mérések vonatkozásában. Előzetes eredményként ugyancsak a TRIO-SPECT vonatkozásában a paralel vetítéshez alkalmazott LEHRHS (**L**ow **E**nergy **H**igh **R**esolution **H**igh **S**ensitivity) kollimátor a vetítési geometriának is köszönhetően közel háromszoros érzékenységgel rendelkezett a hagyományos két-detektoros LEHR leképezéssel összevetve nem rosszabb mélység-élesség mellett.

A kutatóhely igen magas szintű képi alapú kutatási feladatok, egyedi leképezési eljárások megtervezésére, megvalósítására alkalmas, mely biztosítja a kapcsolódó társ-tudományok magas szintű kutatási, fejlesztési lehetőségeit is.

[1] BETEGÁGY MELLETT HASZNOSULÓ TRANSZLÁCIÓS KUTATÁST SEGÍTŐ

PET-CT-T ADTAK ÁT A SEMMELWEIS EGYETEMEN

Semmelweis Hírek /Tudomány, Kutatás, Innováció/ 2021 április 14.

**UNIQUE MULTI-MODALITY IMAGING PROCEDURE BASED
RESEARCH LABORATORY AT MEDICAL IMAGING
CENTER OF SEMMEWEIS UNIVERSITY**

**¹Béla Kári, ⁴Domokos Máthé, ³Gabriella Taba, ¹Richárd Milecz-
Mitykó, ⁵László Seres, ⁵István Bagaméry, ¹Tamás Györke, ²Miklós
Kellermayer**

*¹Semmelweis University Medical Imaging Center, ²Semmelweis
University Department of*

*Biophysics and Radiation Biology, ³Semmelweis University Radiation
Protection Service,*

⁴CROMed Ltd. Budapest, ⁵Mediso Ltd. Budapest

In the past years significant reorganization have been realized at the Semmelweis University on the field of imaging diagnostic. There has been founded the **Medical Imaging Center (MIC)** during 2019 fall by integrating with the following imaging diagnostic institutes: Radiology Clinic, Nuclear Medical Center and MR Research Center, where the individual disciples continued their activity in department organization. An AnyScan™ PET/CT (Mediso Ltd. Budapest) imaging system was formal handed over during this year - exact date: 08. April 2021 - [1]. The system was financed by VEKOP program to be supported by both EU and domestic funds. AnyScan™ PET/CT multimodality imaging system has been extended by an advanced triple detector SPECT system as well, as a result of collaboration with the manufacturer in order to create a unique AnyScan™ TRIO triple modality SPECT/CT/PET non-invasive research imaging system. Consequently, the system turned into the fundament of the „Innovative large animal models for clinical therapeutic research” project to be implemented at the Department of Nuclear Medicine of MIC under the leadership of the Department of Biophysics and Radiation Biology. Hereby become entirely completed at the university the application of new therapeutic products and diagnostic procedures from pre-clinical trials into human use i.e. the **M³** (**M**olecule-**M**ouse-**M**an).

This research activity is extended to several other disciplines' field in order to achieve our goal even more well-founded, i.e. obtaining more precise quantitative imaging through improved image quality. Such fields, are the research and development of multimodality, multi-dimensional image reconstruction algorithms (4D recon.), working out novel image acquisition techniques (4D – dynamic, LIST mode), as well as the analysis of signal/noise ratio in the imaged data set. The latter has serious significance on the point of patient dosimetry, since the efficient noise elimination procedures, as well as the detection sensitivity-resolution relations have large influence to the degree of irradiation. TRIO-SPECT/CT by organ specific (brain, cardiac) **MPH (Multi-PinHole)** collimator set provided ~1mm measure of order of voxel-size with excellent, consistent and artifact free imaging for both physical phantoms and human cases. As a preliminary result regarding TRIO-SPECT/CT with parallel projection **LEHRHS (Low Energy High Resolution High Sensitivity)** collimator set has approximately three times higher sensitivity due to the projection geometry than the conventional double detector SPECT system by LEHR collimators with comparable depth dependent PSF (**P**oint **S**pread **F**unction) distortion.

The research laboratory may serve very high level image based research tasks, as well as it is suitable for designing and implementing unique imaging procedures assuring the outstanding research and development circumstances of the related disciplines' field as well.

[1] HIGH-END PET-CT DEVICE INSTALLED AT SEMMELWEIS UNIVERSITY

SUPPORTING TRANSLATIONAL RESEARCH

Semmelweis News /Science/ April 14. 2021.

AZ ÁTVÉTELI ÉS AZ ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK HELYZETE

**Tóth Nikolett, Mihályi Dávid, Váradi Csaba,
Elek Richárd, Porubszky Tamás**

*Nemzeti Népegészségügyi Központ,
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály*

A diagnosztikai célú röntgenberendezések átvételi és állapotvizsgálatát a Nemzeti Népegészségügyi Központ és jogelődjeinek munkatársai 2002 óta végzik akkreditált Sugárvédelmi Laboratóriumi keretek között. Jelenleg ezt a feladatot az egészségügyi szolgáltatások nyújtása során ionizáló sugárzásnak nem munkaköri kötelezettségük keretében kitétt személyek egészsége védelmének szabályairól szóló 21/2018. (VII. 9.) EMMI rendelet szabályozza.

Az átvételi vizsgálatokat évek óta két fő végzi teljes munkaidőben, ami közel 3.700 munkaórát jelent számukra évente, kb. 230 helyszíni kiszállással. Ide kell érteni még a vizsgálatokat kiegészítő tevékenységeket is, úgymint azok megszervezése, illetve a dokumentációs, adminisztrációs feladatok ellátása.

Már az említett rendelet hatálybalépése előtt számos próbálkozása volt a Főosztálynak, hogy eleget tudjon tenni a rendelet által honosított 59/2013 Euratom irányelvnek, így az állapotvizsgálatok elvégzésének is. Becsléseink szerint ez évi több mint 4.000 berendezés vizsgálatát jelentené, ami a jelenlegi működési keretek között kivitelezhetetlen. Az anyagiakon túl, akadályt jelent az elegendő státusz hiánya, a közszférában való elhelyezkedési hajlandóság, valamint az utóbbi évek átszervezései is.

Mindezek ellenére terveink között szerepel, hogy 3 fő felvételével (az eredetileg tervezett 28 helyett) egyes modalitásokon (CT, mammográfia, intervenció) 2022-ben elinduljanak az állapotvizsgálatok.

Az előadás a vizsgálatok helyzetét és nehézségeit ismerteti.

STATE OF ACCEPTANCE AND STATUS TESTS

**Nikolett Tóth, Dávid Mihályi, Csaba Váradi,
Richárd Elek, Tamás Porubszky**

*National Public Health Center,
Department of Radiobiology and Radiohygiene*

At the National Public Health Center and its predecessors in title, fellows perform acceptance and status tests since 2002 on diagnostic X-ray equipment in the framework of the accredited Radiation Protection Laboratory. This task is currently regulated by the decree 21/2018 EMMI (Min. of Human Capacities) on the health protection of people exposed to ionising radiation not related to their course of work during the provision of healthcare services.

Now for years two staff members perform acceptance tests in full-time, which means almost 3700 work hours per year, and about 230 field-days. This includes the complementary tasks related to the tests as well, namely their organisation, furthermore their documentation and administration.

Even before the cited decree became effective, the Department made several attempts to fulfil the requirements of the 59/2013 Euratom directive, including the performance of status tests.

According to our estimates, this means the testing of more than 4 000 machines, which is unreal under the present operational circumstances. Not regarding financial issues, the availability of vacant positions in sufficient numbers, the willingness to work in the public sector and the past years' reorganisations affect this issue.

Contrary to the conditions we plan to start the status testing of several modalities (CT, mammography, interventional X-rays) in 2022 by employing 3 further staff members (instead of the originally planned 28).

The presentation demonstrates the status and difficulties of testing.

**TAPASZTALATAINK AZ Y-90-EL VÉGZETT MÁJ
EMBOLIZÁCIÓS TERÁPIÁVAL A SEMMELWEIS EGYETEMEN**
**Milecz-Mitykó Richárd ¹, Czibor Sándor ¹, Taba Gabriella ², Bácsághi
Zoltán ³, Györke Tamás ¹**

*¹Semmelweis Egyetem Orvosi Képző Intézet, Nukleáris Medicina
Tanszék, ²Semmelweis Sugárvédelmi Szolgálat, ¹Semmelweis Egyetem Orvosi
Képző Intézet, Radiológia Tanszék*

Az Y-90-es máj radioembolizáció az 1960-as évek óta kutatás tárgya. A mikrogyöngy technológia az 1990-es években klinikai teszteken esett át, amit 2002-ben az Élelmiszer- és gyógyszerfelügyelet forgalmazást megelőző jóváhagyása követett.

Hazánkban a Semmelweis Egyetem többszakmás kollaborációjában a SIRT („Selective Internal Radiation Therapy”) megszervezésre és engedélyeztetésre került, mint orvostechnológiai eszköz 2017-ben, amit 2018-ban az első kezelés követett.

Maga az Y-90 mint nagy energiájú β - bomló, aránylag rövid felezési idejű izotóp, ezért jól használható terápiás és teranosztikai célokra.

A módszer során a mikrogyöngyök beadása intervenció radiológiai beavatkozással történik, a részecskék frakcionáltan a májdaganatot ellátó artériába kerülnek katéter segítségével. Az így bejuttatott, radioaktív partikulumok a prekapilláris arteriolákban elakadva lokálisan fejtik ki a daganatellenes hatásukat.

A várható, illetve a terápiát követő izotóp terjedés meghatározására és a dóziseloszlás becslésére nukleáris medicinai, főként PET/CT és SPECT/CT képalkotó eljárásokat alkalmazunk.

Az izotóp bejuttatására használt orvostechnikai eszköz előkészítése és használata komoly sugárvédelmi figyelmet igényel az anyag nagy aktivitás koncentrációja, a sugárzás nagy energiája, ill. a másodlagos sugárzások, az előkészítés nehézségei, továbbá a bejuttatás módja miatt. A terápia több mint 2 éves alkalmazása során a védelem fokozására, továbbá a sugárbaesetek valószínűségének csökkentése érdekében a gyártó által javasolt technológiát kiegészítve a védőfelszerelések és az ellenőrzési technika is fejlesztésre került.

EXPERIENCES WITH Y-90 LIVER RADIOEMBOLIZATION THERAPY AT SEMMELWEIS UNIVERSITY

Richárd Milecz-Mitykó¹, Sándor Czibor¹, Gabriella Taba², Norbert Szabó², Bánsághi Zoltán MD³, Tamás Györke¹

¹Semmelweis University Medical Imaging Centre, Department of Nuclear Medicine²Semmelweis Radiation Protection Service,¹Semmelweis University Medical Imaging Centre, Department of Radiology

Y-90 liver radioembolization has been the subject of research since the 1960s. The microsphere technology underwent clinical trials in the 1990s, followed by premarket approval by the Food and Drug Administration in 2002.

In our country, in a multidisciplinary collaboration of Semmelweis University, SIRT ("Selective Internal Radiation Therapy") was organised and approved as a medical device in 2017, followed by the first treatment in 2018.

Y-90 itself, as a high-energy β -decaying isotope with a relatively short half-life is well suited for therapeutic and theranostic applications.

The method involves the delivery of microspheres by interventional radiology, fractionated into the artery supplying the liver tumour via a catheter. The radioactive particles thus injected become lodged in the pre-capillary arterioles and exert their anti-tumour effect locally.

Nuclear medicine imaging techniques, mainly PET/CT and SPECT/CT, are used to determine the expected and post-therapy isotope spread and to estimate the dose distribution.

The preparation and use of the medical device for isotope delivery requires considerable radiation protection attention due to the high activity concentration of the material, the high energy of the radiation and secondary radiation, the difficulties of preparation and the mode of delivery. During more than 2 years of use of the therapy, protective equipment and control techniques have been improved to increase protection and reduce the likelihood of radiation accidents, in addition to the technology recommended by the manufacturer.

A RA-223 ALFA SUGÁRZÓ IZOTÓPPAL VÉGZETT TERÁPIA SUGÁRVÉDELMI KÖVETELMÉNYEI AZ OAH ENGEDÉLYEZÉSI ELJÁRÁSAIBAN

Sarkadi Margit

Országos Atomenergia Hivatal, Budapest

A nukleáris medicina területén a hazai gyakorlatban az izotópterápiákhoz több évtizeden keresztül a béta bomló izotópokat használták. A terápiás hatás minden esetben a béta sugárzásnak volt köszönhető. 2014 óta egy alfa sugárzó izotóppal, a Ra-223-al végzett, új terápia került bevezetésre hazánkban. A Ra-223 dikloridot tartalmazó készítmény az első olyan radiogyógyszer, amely használata esetén a terápiás hatást az alfa bomló radioizotóp alfa sugárzásával éri el. Kezdetben csak 4 nukleáris medicina osztályon, és kis számú páciens esetében alkalmazták ezt az új terápiás módszert. Napjainkban hazánkban már 9 nukleáris medicina osztályon végzik a NEAK által már finanszírozott kezeléseket.

Az előadás áttekinti nukleáris medicina intézetek/osztályok sugárvédelmi kialakítását, az alfa sugárzó izotóppal végzett terápia sugárvédelmi feltételeit, környezeti kihatásait. Foglalkozunk az adott intézmények engedélyezésének sugárvédelmi szempontjaival, valamint az OAH sugárvédelmi ellenőrzéseinek mérési és egyéb tapasztalataival.

Előadásomban bemutatom a Ra-223 radionuklid jellemzőit, hatásmechanizmusát, farmakokinetikai tulajdonságait, és sugárvédelmi paramétereit, valamint biztonságos használatát. Bemutatásra kerülnek a páciensek, a hozzátartozók és a terápiát végző személyzet dozimetrai adatai, valamint a sugárvédelmi követelmények.

**RADIATION PROTECTION REQUIREMENTS IN HAEA
AUTHORIZATION PROCEDURES FOR
ISOTOPE THERAPY EFFECTUATED WITH Ra-223 ALPHA
RADIATED ISOTOPE**

Margit Sarkadi

Hungarian Atomic Energy Authority Budapest

In the field of nuclear medicine, beta decomposing isotopes have been used for isotope therapies in Hungarian practice for several decades. The therapeutic effect was due to beta radiation in all cases. Since 2014, a new therapy with an alpha-emitting isotope, Ra-223, has been introduced in Hungary. The formulation containing Ra-223 dichloride is the first radiopharmaceutical to achieve a therapeutic effect by alpha radiation. Initially, only 4 nuclear medicine departments and a small number of patients used this new therapeutic method. Nowadays, the treatments already financed by NEAK are performed in 9 nuclear medicine departments in Hungary.

The lecture reviews the radiation protection design of nuclear medicine institutes / departments, the radiation protection requirement and environmental effects of alpha radiation isotope therapy. We deal with the radiation protection aspects of the licensing of the given institutions, as well as the measurement and other experiences of the HAEA radiation protection inspections.

I will cover the characteristics, mechanism of action, pharmacokinetic properties, and radiation protection parameters of the radionuclide Ra-223, as well as its safe use. Dosimetry data of patients, relatives and treatment staff, as well as radiation protection requirements, are presented.

RADIOANALITIKA AZ ATOMREAKTOROK LESZERELÉSÉNEK ELLENŐRZÉSÉBEN

Vajda Nóra

*RADANAL Kft., 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33.
vajdanor@gmail.com*

A világon ez idáig 178 energiatermelő atomreaktort állítottak le véglegesen. Ez az üzembe helyezett reaktoroknak több mint egy negyede. A paksi blokk leállítására előreláthatólag 2032-től kezdődően kerül sor. Még korábban várható a budapesti kutató- és oktatóreaktor végleges leállítása 2023-ban illetve 2027-ben. A leállított reaktoroknak a végső biztonságos kezelése a leszerelés.

A nemzetközi irodalom alapján röviden fölvezetjük a leszerelés tervezésének és megvalósításának főbb szempontjait, majd bemutatjuk a radiológiai jellemzés (Radiological Characterization – RCh) helyét és szerepét a leszerelésben. Ismertetjük

- a leszerelést támogató radiológiai jellemzés célját,
- a vizsgált radioizotópok körét, csoportosításukat aktivációs és kontaminációs eredetű nuklidokra, ezek főbb jellemzőit,
- a nuklidok meghatározására alkalmazott módszereket, melyek magukba foglalják az elméleti számításokat, az üzemeltetés alatt összegyűjtött (történeti) adatokat, az in-situ méréseket, valamint a mintavételezéssel egybekötött radioanalitikai módszereket.

Összefoglaljuk a főbb hazai analitikai módszereket, a meglévő kapacitásokat és megmutatjuk az eredményes leszereléshez szükséges legfontosabb analitikai fejlesztéseket.

Jelen kutatást „Az atomenergia biztonságos alkalmazásának hatósági ellenőrzését szolgáló műszaki megalapozó tevékenység (ABA MMT)” program keretében az Országos Atomenergia Hivatal támogatja.

RADIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF NUCLEAR REACTORS IN ORDER TO CONTROL DECOMMISSIONING

Nóra Vajda

*RADANAL Kft., 1121 Budapest, Konkoly-Thege M. út 29-33.
vajdanor@gmail.com*

So far 178 nuclear power reactors have been finally shut down around the world totaling with about one quarter of the total number of reactors. The final shutdown of the reactors of Paks I NPP will start presumably in 2032. The shutdown of the Budapest research reactor and the training reactor will be accomplished even sooner, presumably in 2023 and 2027, respectively. The safe treatment of shutdown reactors is decommissioning.

According to the literature the major aspects of planning and realization of decommissioning will be briefly discussed, then the role of radiological characterization (RCh) will be outlined. The following topics will be mentioned:

- goal of RCh to support decommissioning,
- radionuclides of interest, their types as activation products and contamination sources and their major characteristics,
- methods applied for the analyses including theoretical calculations, historic data collected during operation of the reactors, in situ measurements, radioanalytical methods used in combination with sampling techniques.

Major analytical techniques and available capacities in Hungary will be reviewed, the most important R&D&I in radioanalysis to support decommissioning will be revealed.

The present work was funded within the ABA MMT program (Technical Activities Supporting Authorization of the Safe Application of Nuclear Energy) by the Hungarian Atomic Energy Authority.

NEMZETKÖZI KITEKINTÉS, LESZERELÉSI TAPASZTALATOK

Répánszki Réka

Országos Atomenergia Hivatal

2019. októberében 2 hetet töltöttem Japánban, NAÜ-tanulmányúton, melynek alapja a 2018. év végén kiadott INSAG 27-jelentés volt. A jelentés a Fukushima Dai-ici Erőmű balesetét és annak következményeit, tanulságait dolgozza fel. Az események után Fukushima prefektúra vezetése úgy döntött: leszereli a sérült, valamint a rendben leállt és lehűtött Dai-ici erőműveket. A tartomány szennyezett területeinek dekontaminálásához és a települések helyreállításához külön hulladéklerakót hoztak létre, míg az erőművek leszerelését a telephelyeken belüli hulladékkezelő és tároló létesítményekben oldják meg. Előadásomban szeretném bemutatni a Fukushima Dai-ici Erőműben eddig végrehajtott intézkedéseket, a leszerelési munkálatokat, a további terveket, kutatási eredményeket, továbbá a médiából is ismert problémák kezelését, egy dózistérképet és a sérült reaktorok jelenleg ismert állapotát.

Az előadás második felében, az ukrán hatóság jóvoltából, a Csernobili Atomerőmű leszerelési stratégiáját és ütemtervét mutatom be. 2000-ben állították le az utolsó blokkot, mellyel elmondható, hogy mára az atomerőmű összes blokkja már hideg, hűtött leszerelésre váró állapotban van. A "szoviet hagyaték" a nem hétköznapi problémák és a költségek óriási hátránnyal indították el az ukrán hatóság legkomolyabb feladatát. Szeretném bemutatni hol járnak most, illetve milyen további tervek vannak a leszerelés utáni telephelyre.

INTERNATIONAL OUTLOOK, DECOMMISSIONING EXPERIENCES

Réka Répánszki

Hungarian Atomic Energy Authority

In October 2019, I spent 2 weeks in Japan on an IAEA workshop which was based on the INSAG 27 report (issued at the end of 2018). The report deals with the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident and its consequences and lessons learned. After the accident, the leadership of Fukushima Prefecture decided to decommission the damaged Dai-ichi and the shut down and cooled down Dai-ichi NPP. Separate radioactive waste repository had been set up for processing and storing waste from the decontamination of contaminated sites in the prefecture, while the waste from decommissioning of power plants will be treated in on-site waste management and storage facilities. In my presentation, I would like to present the actions that have been carried out up to now at the Fukushima Dai-ichi Power Plant, the decommissioning work, further plans and research results. In addition, the management of other issues well known from the media, a dose map, and the current state of damaged reactors.

In the second half of the presentation, thanks to the Ukrainian Authority, I will present the strategy and timetable for the decommissioning of Chernobyl Nuclear Power Plant. The last unit was shut down in 2000, which means that by now all units of the nuclear power plant are already in a cold, cooled-down state. The "Soviet heritage", with its extraordinary problems and costs, gave the Ukrainian authorities' most serious task at a huge disadvantage. Photographic report and where they are now, with further plans for a post-decommissioning site will be presented.

⁹³Mo ÉS ⁹⁴Nb MEGHATÁROZÁSA NUKLEÁRIS REAKTOR LESZERELÉSI HULLADÉKÁBAN

**Osváth Szabolcs*, Per Roos, Nikola Markovic, Gunnar Jakobs,
Jixin Qiao, Xiaolin Hou**

DTU Nutech (DTU Risø Campus), Dánia

**Jelenlegi munkahely: Nemzeti Népegészségügyi Központ*

Módszert fejlesztettünk ki leszerelés alatt álló nukleáris reaktorokból származó fém- és felületi minták ⁹³Mo- és ⁹⁴Nb-aktivitáskoncentrációjának meghatározására. A fémmintákat teljesen feloldottuk királyvízben és HF-ban, míg a felületi mintákról (többnyire primerkörü acélokról) addig oldottuk a rajtuk lévő lerakódást, amíg a maradék gamma-aktivitása az eredeti érték 10%-a alá esett.

A Mo-t és Nb-ot egy kombinált kromatográfiás eljárással választottuk el a mátrixtól és a zavaró radionuklidoktól. Először az aktivitás zömét (a fémionok többségét) kötöttük meg kationcserélő oszlopon.

A Zr, a Nb, a Mo és a Sb különböző mértékben kötődik meg TEVA oszlopon, ezt használtuk ki a Mo izolálására. Mivel ez a lépés a ⁹⁴Nb-ot megtisztította a legtöbb gamma-sugárzó nuklidtól, lehetővé vált a mérés HPGe detektoros gamma-spektrométerrel. Ugyanakkor a ⁹³Mo-t még egy alumina (Al₂O₃) töltetű oszlopon tovább kellett tisztítanunk, mielőtt LSC-vel megmértük.

A Mo és a Nb kémiai visszanyerését stabil hordozók hozzáadásával és ICP-OES mérésekkel határoztuk meg. A fontosabb zavaró radionuklidok (⁶⁰Co, ⁵⁵Fe, ^{59,63}Ni, ⁵⁴Mn, ⁹⁹Tc, ¹²⁵Sb) dekontaminációs tényezői 10⁵-nél nagyobbak bizonyultak. A módszert sikeresen alkalmaztuk egy atomerőmű leszerelési hulladékainak az elemzésére.

DETERMINATION OF ^{93}Mo AND ^{94}Nb IN DECOMMISSIONING WASTE FROM A NUCLEAR REACTOR

**Szabolcs Osváth*, Per Roos, Nikola Markovic, Gunnar Jakobs,
Jixin Qiao, Xiaolin Hou**

DTU Nutech (DTU Risø Campus), Denmark

**Present workplace: National Public Health Center*

A method was developed for determination of ^{93}Mo and ^{94}Nb in metal and crust samples that were taken from a nuclear power plant being under decommissioning. The metals were completely dissolved using aqua regia and HF, while the crusts deposited on the construction materials (mainly alloys of steel) were dissolved until the remaining gamma-radioactivity was lower than 10% of the original.

A combined chromatographic separation procedure was applied to separate Mo and Nb from the matrix and interfering radionuclides. At first, the majority of activity was removed using cation exchange chromatography, as most metallic activation products were retained as cations.

The different affinities of Zr, Nb, Mo and Sb to TEVA resin were utilized to perform a nearly clean isolation of Mo from Zr, Sb and Nb. Due to the removal of the main gamma emitters at this stage, ^{94}Nb in the effluent could be directly measured via gamma spectrometry using HPGe detector. Before measurement of ^{93}Mo using LSC, a final purification using an alumina (Al_2O_3) column was applied.

Chemical yields of Mo and Nb in the separation procedure were determined using stable Mo and Nb carriers and ICP-OES measurements. The decontamination factors for the key interfering radionuclides (^{60}Co , ^{55}Fe , $^{59,63}\text{Ni}$, ^{54}Mn , ^{99}Tc , ^{125}Sb) were higher than 10^5 . The developed method has been successfully applied for the analysis of samples from a nuclear power plant for characterization of the decommissioning waste.

RADIOAKTÍV ANYAGOK ÉS RADIOAKTÍV HULLADÉKOK NYILVÁNTARTÁSÁNAK MEGÚJÍTÁSA

**Fehér Ákos¹, Fülöp Nándor¹, Galyas-Szepes Zsófia¹, Jónás Gábor²,
Stefánka Zsolt¹**

¹Országos Atomenergia Hivatal, ²UniOffice Rendszerház Kft.

A radioaktív anyagok és radioaktív hulladékok helyi- és országos nyilvántartásának megújításán dolgozunk, melynek célja, hogy:

- a jelenlegi rendszerhez hasonlóan megfeleljen a radioaktív anyagok helyi nyilvántartását meghatározó jogszabályoknak;
- megfeleljen az információbiztonsági előírásoknak;
- az engedélyesek nyilvántartási feladatait egyszerűsítse;
- egyszerűsítse a helyi nyilvántartások és a központi nyilvántartás közötti adatcserét;
- illeszkedjen a Hivatal HCL Notes/Domino alapú rendszereihez.

A fejlesztés eredményeként a korábbi RÁDIUM és RÁHEL, illetve a központi nyilvántartási feladatokat ellátó RADON program kiváltására a tervek szerint ebben az évben elkészül az új Országos Radioaktív Anyagok Nyilvántartása (ORANY) program.

Ez a program:

- teljeskörűen ki fogja váltani a régi programok funkcionalitását,
- a felhasználóknak olyan böngészővel elérhető, platformfüggetlen megoldást fog kínálni, ami lényegesen egyszerűsíti a dokumentációs kötelezettségeiket,
- az Engedélyesek és egyúttal az OAH számára is olyan megoldást ad, ami csökkenti a manuális feladatok körét, összevonja a korábban széttagolt adatbázisokat, egyesíti a helyi és a központi nyilvántartást.

RENEWAL OF REGISTRATION OF RADIOACTIVE MATERIALS AND RADIOACTIVE WASTE

**Ákos Fehér¹, Nándor Fülöp¹, Zsófia Galyas-Szepes¹, Gábor Jónás²,
Zsolt Stefánka¹**

*¹Hungarian Atomic Energy Authority, ²UniOffice Systems
House Ltd.*

We are working on the renewal of registration of local and nationwide radioactive materials and radioactive waste. The objectives are:

- like the present system, the new system must comply with the rules and regulations that apply to the registration of local radioactive materials
- it must comply with the regulations of information security
- it must simplify the registration-related procedures of licence holders
- it must simplify the reconciliation of the local and central registration
- it must be adjusted to the currently used HCL Notes/Domino-based systems that are used in HAEA

As a result of the development, the new National Registration of Radioactive Materials (ORANY) will render the earlier used RÁDIUM, RÁHEL and RADON programmes unnecessary.

The new programme will:

- make the earlier used programmes redundant
- provide cross-platform-based solutions that are substantially simplify the users' obligations of documentation
- provide solutions for the HAEA that reduce the necessity of manually recorded data, merge the earlier used databases as well as the local and central registrations.

LU-176 D-ÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Lajos Máté, Osváth Szabolcs

*Nemzeti Népegészségügyi Központ
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály*

A Nemzeti Népegészségügyi Központ az Országos Atomenergia Hivatal felkérésére elvégezte a Lu-176 radionuklid D-értékének meghatározását.

A 11/2010. (III. 4.) KHEM rendelet szerint a D-érték (D aktivitás) a sugárforrások veszélyességének meghatározásához használt, radionuklidonként eltérő értékű normalizáló tényező, melyet számos helyen (pl. a fizikai védelemben is) alkalmaznak. Ez a D-érték nem minden radionuklidra áll rendelkezésre, a vizsgált lutéciumizotópra sem található D-érték se hazai, se nemzetközi irodalomban.

A Lu-176 D-értékének meghatározásához a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által 2006-ban publikált „Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values)” című dokumentumot (továbbiakban: NAÜ Publikáció) használtuk.

Minden radionuklidhoz két értéket kell meghatározni: a D_1 -érték felügyelet nélküli zárt sugárforrásokra, a D_2 -érték felügyelet nélküli nyitott (vagy azzá vált) sugárforrásokra vonatkozik. A D-érték a D_1 és D_2 értékek közül a kisebbik.

A NAÜ Publikáció szerint valamennyi korábban vizsgált Lu-izotóp esetében a D_1 -érték bizonyult kisebbnek, így – tekintettel a Lu izotópjainak hasonló magfizikai tulajdonságaira (közepes energiájú béta- és gamma-sugárzás kibocsátása), továbbá azonos kémiai és biológiai viselkedésére – Főosztályunk is a D_1 -érték meghatározását végezte el, és ennek alapján javasolt D-értéket. A NAÜ Publikáció 6. fejezetében ismertetett „expert” és „risk” módszerek közül az „expert”, számításokon alapuló módszert használtuk.

CALCULATION OF D-VALUE OF LU-176

Máté Lajos, Szabolcs Osváth

*National Public Health Center
Department of Radiobiology and Radiohygiene*

On the request of Hungarian Atomic Energy Authority the National Public Health Center determined the D-value of Lu-176.

According to the Decree 11/2010. (III. 4.) KHEM the D-value (D-activity) is a normalizing factor with different values for each radionuclide used to determine the hazards of radiation sources and applied in several cases (e.g. physical protection). This D-value is not available for all radionuclides, nor is the D-value found for the studied lutetium isotope in either the domestic or international references.

For the determination of the D-value of Lu-176 the following publication was used: „Dangerous Quantities of Radioactive Material (D-Values)” (furthermore IAEA Publication) issued by the International Atomic Energy Agency in 2006.

Two values have to be determined for each radionuclide: D_1 -value for uncontrolled sealed sources and D_2 -value for uncontrolled unsealed (or became unsealed) sources. The D-value is the lower-value of the D_1 - and D_2 -values for a radionuclide.

For all Lu isotope cases listed in Table 1 of the IAEA Publication the D_1 value was found to be lower so – having regard to the similar nuclear properties of Lu isotopes (emission of medium-energy beta and gamma radiation) and the same chemical and biological behavior – our Department also determined the D_1 -value and proposed a D-value based on it. Among the „expert” and „risk” methods described in Chapter 6 of the IAEA Publication, the „expert” calculation-based method was used.

HOSSZÚ FELEZÉSI IDEJŰ NEUTRONAKTIVÁCIÓS TERMÉKEK SZIMULÁCIÓJA BETONOKBAN

Hajdú Dávid^{1,2}, Zagyvai Péter¹

¹*ELKH Energiatudományi Kutatóközpont,
1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.*
²*PE Radiokémiai és Radioökológiai Intézeti Tanszék,
8200 Veszprém, Wartha Vince utca 1.*

A kutatásban atomreaktorok körüli biológiai védelmi betonok felaktiválódását, mint potenciálisan radioaktív hulladék keletkezéséhez vezető folyamatot vizsgáltuk. Először összeállítottuk egy felaktiválódás vizsgálatát célzó kutatás fontosabb lépéseit, feladatait és az ezekkel kapcsolatos szakirodalmi adatokat, mint például a legfontosabb hosszú felezési idejű radioizotópok listáját.

Ezt követően esettanulmány jelleggel megkísérletük saját szimulációkkal reprodukálni a szakirodalomban található mérési- és szimulációs eredményeket, mintegy validálva a modellünket. A modellt MCNPX és Cinder1.05 szimulációs környezetben építettük fel és futtattuk.

Bár a szakirodalomban található mérési eredmények egy részét megfelelő közelítéssel sikerült reprodukálni a szimulációkkal, néhány izotóp (pl. ⁵⁴Mn, ¹³³Ba) esetén meglehetősen nagy eltérések adódtak. Ennek háttere ez lehet, hogy a publikációk alapján készített, szimulációinkban alkalmazott neutron spektrumokban a neutronok energia szerinti eloszlása jelentősen eltért a tényleges, utólag már nem reprodukálható helyzettől.

SIMULATIONS OF LONG-LIVED NEUTRON ACTIVATION PRODUCTS IN CONCRETE STRUCTURES

Dávid Hajdú^{1,2}, Péter Zagyvai¹

*¹ELKH Centre for Energy Research,
29-33. Konkoly-Thege Miklós St., 1121 Budapest, Hungary*

*²University of Pannonia, Institute of Radiochemistry and Radioecology,
1. Wartha Vince St., 8200 Veszprém, Hungary*

In this study, neutron activation of shielding concretes of nuclear reactors was investigated as a potential process of radioactive waste generation. First, the most important steps of an activation study were compiled, and the currently available related data of the scientific literature were reviewed - e.g. the list of the most important long-lived radioisotopes.

Then, attempts were made to reproduce the measurement- and simulation results of the literature with our own simulations to validate our models. Models were created in MCNPX and Cinder1.05 environments.

Though the difference between our results and that of the literature were reasonably low in case of some radioisotopes, other isotopes (e.g., ⁵⁴Mn, ¹³³Ba) showed remarkable differences. The reason of this phenomenon is probably that the energy distribution of the literature-based neutron spectra that were applied in our simulations were not identically the same as neutron spectra in reality.

Névmutató

Index of authors (family name, surname)

Név	Oldal
Anyiszonyan Artúr	29, 30
Bagaméry István	48, 50
Balázs Katalin	31, 32
Bánsághi Zoltán	54, 55
Blázsovcics Péter	33, 35
Csige István	11, 12
Czebely Andrea	41
Czibor Sándor	54, 55
Deme Sándor	13, 14, 15, 16
Déri Zsolt	29, 30
Elek Richárd	52, 53
Eszenyi Gergely	33, 35
Fehér Ákos	64, 65
Fülöp Nándor	64, 65
Galyas-Szepes Zsófia	64, 65
Garai Zoltán	33, 35
Gyila Sándor	11, 12
Györke Tamás	48, 50, 54, 55
Hajdú Dávid	68, 69
Hargitai Rita	31, 32
Homoki Zsolt	9, 10
Hou, Xiaolin	62, 63
Jakobs, Gunnar	62, 63
Janovics Róbert	37, 39, 41
Jónás Gábor	64, 65
Jónás Jácint	33, 35
Katona Tünde	46, 47
Kári Béla	48, 50

Név	Oldal
Kellermayer Miklós	48, 50
Kis Enikő	31, 32
Kubinyi Györgyi	19, 20
Lajos Máté	29, 30, 66, 67
Lumniczky Katalin	31, 32
Markovic, Nikola	62, 63
Máthé Domokos	48, 50
Mihályi Dávid	29, 30, 52, 53
Milecz-Mitykó Richárd	48, 50, 54, 55
Molnár Anita	37, 39
Molnár Mihály	37, 39
Necz Péter Pál	25, 26
Nemes Zoltán	41
Osváth Szabolcs	17, 18, 62, 63, 66, 67
Papp István	41
Persa Eszter	31, 32
Petrányi János	33, 35, 44, 45
Pintér Bertalan	19, 20, 21, 22
Porubszky Tamás	52, 53
Qiao, Jixin	62, 63
Répánszki Réka	60, 61
Roos, Per	62, 63
Salik Ádám	29, 30
Sarkadi Margit	56, 57
Sáfrány Géza	31, 32
Seres László	48, 50
Sóki Erzsébet	11, 12
Stefánka Zsolt	64, 65
Szabő Erika	19, 20, 23, 24
Szarkáné Németh Ágnes	29, 30
Szatmári Tünde	31, 32
Szigeti Ágnes	9, 10

Név	Oldal
Szilágyi Zsófia	19, 20
Taba Gabriella	48, 50, 54, 55
Thúróczy György	19, 20, 27, 28
Tóth Nikolett	52, 53
Vajda Nóra	58, 59
Várad Csaba	52, 53
Veres Mihály	37, 39, 41
Zagyvai Péter	68, 69
Zsitnyányi Attila	33, 35