



Eötvös Loránd Fizikai Társulat  
Sugárvédelmi Szakosztály

***XLIX. Sugárvédelmi  
Továbbképző Tanfolyam  
Kivonatok***

***49th Annual Meeting  
on Radiation Protection***

***Book of Abstracts***

**2024. április 16–18. Szeged**

**A XLIX. 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

Elek Richárd

Katona Tünde

Kristóf Krisztina

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: Vincze Árpád

A Továbbképző Tanfolyam tudományos és szervező bizottságának tagjai a szerkesztőbizottság tagjai.

**A XLIX. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam  
2024. április 16–18.**

Április 16., kedd (Szekció-1)

Gonter Katalin, Lőrincz Hajnalka, Tatai Katalin <b>RADIOAKTÍV ANYAGOK HELYI NYILVÁNTARTÁSÁVAL KAPCSOLATOS TAPASZTALATOK ISMERTETÉSE A HATÓSÁG SZEMPONTJÁBÓL</b>
Machula Gábor, Déri Zsolt, Hum Gábor <b>AZ OAH INTEGRÁLT SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉSEINEK TAPASZTALATAI: A KÓRHÁZAKBAN ALKALMAZOTT RÖNTGENBERENDEZÉSEK</b>
Kőnig-Szücs Panna <b>INEX-6 NEMZETKÖZI NUKLEÁRIS-BALESETELHÁRÍTÁSI GYAKORLAT MAGYARORSZÁGON</b>

April 16., Tuesday (Section-1)

Katalin Gonter, Hajnalka Lőrincz, Katalin Tatai <b>DESCRIPTION OF EXPERIENCES RELATED TO LOCAL REGISTRY OF RADIOACTIVE MATERIALS FROM THE AUTHORITY POINT OF VIEW</b>
Gábor Machula, Zsolt Déri, Gábor Hum <b>EXPERIENCES OF THE OAH'S INTEGRATED RADIATION PROTECTION CHECKS: X-RAY EQUIPMENT USED IN HOSPITALS</b>
Panna Kőnig-Szücs <b>THE INEX-6 INTERNATIONAL NUCLEAR EMERGENCY EXERCISE IN HUNGARY</b>

Április 16., kedd (Szekció-2)

Homoki Zsolt, Szigeti Ágnes, Csordás Anita, Kovács Tibor <b>AZ ORSZÁGOS RADON PROGRAM 2023. ÉVI EREDMÉNYEI</b>
Zömbikné Peka Anita, Finta Viktória, Gáspár Lilla Flóra, Szűcs László, Nagyné Szilágyi Zsófia, Szögi Antal <b>BIOSPHERE, AZAZ METROLÓGIA A FÖLD BIOSZFÉRÁJÁHOZ PROJEKT ELŐREHALADÁSA A BFKH RÉSZVÉTELÉVEL</b>
Gulyás Attila, Dósa Gergely, Csalótzky Zsolt, Völgyesi Péter <b>FORRÁSAKTIVITÁS MÉRÉS SZCINTILLÁCIÓS KRISTÁLY ALAPÚ DETEKTOROKKAL TEREPI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT</b>

April 16., Tuesday (Section-2)

Zsolt Homoki, Ágnes Szigeti, Anita Csordás, Tibor Kovács <b>THE RESULTS OF THE NATIONAL RADON PROGRAM IN 2023</b>
Anita Zömbikné Peka, Viktória Finta, Lilla Flóra Gáspár, László Szűcs, Zsófia Nagyné Szilágyi, Antal Szögi <b>METROLOGY FOR EARTH BIOSPHERE PROJECT PROGRESS WITH BFKH</b>
Attila Gulyás, Gergely Dósa, Zsolt Csalótzky, Péter Völgyesi <b>SOURCE-ACTIVITY MEASUREMENT WITH SCINTILLATION CRYSTAL BASED DETECTORS UNDER FIELD CONDITIONS</b>

Április 16., kedd (Szekció-3)

Kocsis Erika, Bárányné Frucht Éva, Tóth Szabolcs <b>A BEZÁRT NYUGAT-MECSEKI URÁNÉRCBÁNYA HÉTKÖZNAPJAI – ÚJRAHASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEK, KIHÍVÁSOK, JÖVŐKÉP</b>
Tóth Szabolcs, Horváth Ákos, Sajó-Bohus László, Kocsis Erika, Bárányné Frucht Éva <b>RADON IDŐSOR ANALÍZIS A FELHAGYOTT KŐVÁGÓSZŐLŐSI URÁNBÁNYA TERÜLETÉN</b>
Bodor Károly, Csalótzky Zsolt, Völgyesi Péter, Gulyás Attila, Pető János, Pál Károly <b>A FIZIKAI VÉDELEM ÚJABB DIMENZIÓJA: UAGMV TÍPUSÚ TÁMADÁSOK ELHÁRÍTÁSA</b>

April 16., Tuesday (Section-3)

Erika Kocsis, Éva Bárányné Frucht, Szabolcs Tóth <b>WEEKDAYS OF THE CLOSED WEST MECSEK URANIUM MINE – RECYCLING OPPORTUNITIES, CHALLENGES, FUTURE VISION</b>
Szabolcs Tóth, Ákos Horváth, László Sajó-Bohus, Erika Kocsis, Éva Bárányné Frucht <b>STUDIES ON RADON TIME SERIES IN VARIOUS UNDERGROUND ENVIRONMENTS: CASE OF KŐVÁGÓSZŐLŐS INACTIVE URANIUM MINE</b>
Károly Bodor, Zsolt Csalótzky, Péter Völgyesi, Attila Gulyás, János Pető, Károly Pál <b>A NEW DIMENSION OF PHYSICAL PROTECTION: PREVENTING UAGMV TYPE ATTACKS</b>

Április 17., szerda (Ismeretfelújító képzés)

Szűcs László, Nagyné Szilágyi Zsófia <b>A SUGÁRVÉDELMI MŰSZEREK HITELESÍTÉSE</b>
Kocsonya András <b>KÖRNYEZETI MINTÁK GAMMA-SPEKTROMETRIÁS VIZSGÁLATA</b>
Sarkadi Margit <b>A NUKLEÁRIS MEDICINA LABOROK SUGÁRVÉDELMI KIALAKÍTÁSA, ALKALMAZOTT RADIONUKLIDOK ÉS KÉPALKOTÓ BERENDEZÉSEK, MINŐSÉGELLENŐRZÉS</b>

April 17., Wednesday (Refreshing training)

László Szűcs, Zsófia Nagyné Szilágyi <b>VERIFICATION OF THE RADIATION PROTECTION INSTRUMENTS</b>
András Kocsonya <b>ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL SAMPLES BY GAMMA-SPECTROMETRY</b>
Margit Sarkadi <b>NUCLEAR MEDICINE LABORATORY RADIATION PROTECTION DESIGN, RADIONUCLIDES AND IMAGING EQUIPMENT USED, QUALITY CONTROL</b>

Április 17., szerda (Szekció-4)

Kövendiné Kónyi Júlia, Glavatszkih Nándor, Homoki Zsolt, Kerekes Irén, Lóránt Györgyné, Orosz Péter, Osváth Szabolcs, Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna, Szigeti Ágnes, Szarkáné Németh Ágnes <b>AZ ERMAH KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI ELLENŐRZÉSÉNEK EREDMÉNYEI</b>
<u>Osváth Szabolcs</u> , Homoki Zsolt, Kerekes Irén, Kövendiné Kónyi Júlia, Lóránt Györgyné, Orosz Péter, Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna, Szigeti Ágnes, <b>AZ ERMAH ÉLELMISZERMINTÁINAK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI</b>

April 17., Wednesday (Section-4)

Júlia Kövendiné Kónyi, Nándor Glavatszkih, Zsolt Homoki, Irén Kerekes, Györgyné Lóránt, Péter Orosz, Szabolcs Osváth, Zsuzsanna Pálvölgyiné Szabó, Ágnes Szigeti, Ágnes Szarkáné Németh <b>RESULTS OF ENVIRONMENTAL RADIOLOGICAL MONITORING OF RAMDAN</b>
Szabolcs Osváth, Zsolt Homoki, Irén Kerekes, Júlia Kövendiné Kónyi, Györgyné Lóránt, Péter Orosz, Zsuzsanna Pálvölgyiné Szabó, Ágnes Szigeti, <b>MEASUREMENT RESULTS OF FOOD SAMPLES OF RAMDAN</b>

Április 17., szerda (Szekció-5)

Sóvágó Dávid, Árpád István, Braun Mihály, Rozmanitz Péter, Veres Mihály, Janovics Róbert <b>A PAKSI ATOMERŐMŰ GŐZFEJLESZTŐINEK KORROZÍÓTERMÉK VIZSGÁLATA SZEKUNDER KÖRI VIZEKBŐL</b>
Baksay Attila <b>KIÉGETT ÜZEMANYAGKAZETTÁK ÉS NAGY AKTIVITÁSÚ HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ SUGÁRVÉDELMI SZÁMÍTÁSOK</b>
Eged Katalin, Bóthi Zoltán, Budai Péter <b>ELMÉLETI MODELLEZÉSI MEGFONTOLÁSOK A RADIOAKTÍV HULLADÉKTÁROLÓK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSÉHEZ</b>

April 17., Wednesday (Section-5)

Dávid Sóvágó, István Árpád, Mihály Braun, Péter Rozmanitz, Mihály Veres, Róbert Janovics <b>CORROSION PRODUCT MEASUREMENT FROM SECONDARY CYCLE WATERS IN NUCLEAR POWER PLANT AT PAKS</b>
Attila Baksay <b>RADIATION PROTECTION CALCULATIONS CONNECTED TO THE FINAL DISPOSAL OF SPENT NUCLEAR FUEL AND HIGH LEVEL WASTE</b>
Katalin Eged, Zoltán Bóthi, Péter Budai <b>THEORETICAL MODELING CONSIDERATIONS FOR ASSESSING LONG-TERM IMPACTS OF RADIOACTIVE WASTE REPOSITORIES</b>

Április 17., szerda (Szekció-6)

Petrányi János, Jónás Jácint, Kocsis Tímea, Kocsonya András, Zagyvai Péter, Szőnyi-Pákai Renáta, Kovács Bence, Novák Zalán Máté, Nényei Árpád, Fodor Balázs, Taba Gabriella, Vizbel Ákos, Elek Richárd, Meczker András, Szűcs László, Kocsis Erika, Tóth Szabolcs, Turza Péter <b>RADIOAKTÍV HULLADÉKFELSZABADÍTÁSI MUNKAÉRTEKEZLET ÉS ÖSSZEMÉRÉS TAPASZTALATAI</b>
Nényei Árpád, Feil Ferenc <b>RADIOAKTÍV ISZAPOK IZOTÓP ÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA</b>
Sebestyén Zsolt, Lázár István <b>RADIOAKTÍV ANYAG SUGÁRVÉDELMI HATÓSÁGI FELÜGYELET ALÓL TÖRTÉNŐ FELSZABADÍTÁSÁRA VONATKOZÓ ELVÁRÁSOK</b>

April 17., Wednesday (Section-6)

János Petrányi, Jácint Jónás, Tímea Kocsis, András Kocsonya, Péter Zagyvai, Renáta Szőnyi-Pákai, Bence Kovács, Zalán Máté Novák, Árpád Nényei, Balázs Fodor, Gabriella Taba, Ákos Vizbel, Richárd Elek, András Meczker, László Szűcs, Erika Kocsis, Szabolcs Tóth, Péter Turza

**LESSONS LEARNED FROM THE WORKSHOP AND INTERCOMPARISON MEASUREMENTS ON RADIOACTIVE WASTE CLEARANCE**

Árpád Nényei, Ferenc Feil

**DETERMINATION OF THE ISOTOP LIBRARY OF RADIOACTIVE SLUDGES**

Zsolt Sebestyén, István Lázár

**EXPECTATIONS FOR THE RELEASE OF RADIOACTIVE MATERIAL FROM RADIATION PROTECTION REGULATORY CONTROL**

Április 18., csütörtök (Szekció-7)

Bodor Károly, Zagyvai Péter

**LÉZERFÉNY ÁLTAL GENERÁLT ABLÁCIÓS DEKONTAMINÁLÁSI TECHNOLÓGIA VIZSGÁLATA**

Pálfi Tamás

**ZÁRT RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁSOK GYÁRTÁSA ÉS ALKALMAZÁSA**

Pálfi Tamás, Korossy-Khayll András, Tóth László, Collognáth Dezső, Turcsik Tamás  
**RADIOAKTÍV ANYAG SZÁLLÍTÁSÁRA ALKALMAS KÜLDEMÉNYDARAB FEJLESZTÉSE**

Bodor Károly, Zagyvai Péter

**AZ ELI ALPS SUGÁRVÉDELMI ÁRNYÉKOLÓRENDSZERÉNEK PARAMÉTEROPTIMÁLÁS VIZSGÁLATA**

April 18., Thursday (Section-7)

Károly Bodor, Péter Zagyvai

**INVESTIGATION OF ABLATION DECONTAMINATION TECHNOLOGY GENERATED BY LASER LIGHT**

Tamás Pálfi

**PRODUCTION AND APPLICATION OF SEALED RADIOACTIVE SOURCE**

Tamás Pálfi, András Korossy-Khayll, László Tóth, Dezső Collognáth, Tamás Turcsik  
**DEVELOPMENT OF A TRANSPORT PACKAGE FOR RADIOACTIVE MATERIAL**

Károly Bodor, Péter Zagyvai

**CHARACTERISTICS OF THE OPTIMALIZATION OF LOCAL SHIELDING CALCULATION AGAINST IONIZING RADIATION GENERATED BY HIGH-INTENSITY LASER EQUIPMENT DURING DESIGN**

Április 18., csütörtök (Szekció-8)

Pesznyák Csilla, Pócza Tamás <b>ZAP-X SUGÁRSEBÉSZETI BERENDEZÉS SUGÁRVÉDELMI PARAMÉTEREI</b>
Kapuvári Bence, Kovács Judit, Molnár Zsuzsanna, Schneider Tamás, Deák Margit Beáta, Szaleczky Erika, Király Péter Attila, Gálvölgyi Krisztián, Masszi András <b>MIKOR VÁLTHATJA KI A SZÉRUM TARC ÉRTÉK A PET/CT VIZSGÁLATOT KLASSZIKUS HODGKIN-LYMPHOMÁBAN?</b>
Cservenák Ildikó, Milecz Mityko Richárd, Horváth András, Farkas Gyöngyi <b>FOTON ÉS NEUTRON SUGÁRZÁSI TEREK BIODOZIMETRIAI VIZSGÁLATA</b>
Tóth Nikolett, Mihályi Dávid, Váradi Csaba, Elek Richárd, Sáfrány Géza <b>MÁSODIK NEMZETI PÁCIENS-DÓZIS-FELMÉRŐ PROGRAM</b>
Pesznyák Csilla, Leon Cizelj, Gabriel Pavel <b>ENEN2PLUS ÖSZTÖNDÍJ RENDSZERE</b>

April 18., Thursday (Section-8)

Csilla Pesznyák, Tamás Pócza <b>RADIATION PROTECTION PARAMETERS OF ZAP-X RADIO SURGERY EQUIPMENT</b>
Bence Kapuvári, Judit Kovács, Zsuzsanna Molnár, Tamás Schneider, Margit Beáta Deák, Erika Szaleczky, Péter Attila Király, Krisztián Gálvölgyi, András Masszi <b>WHEN CAN SERUM TARC VALUE REPLACE PET/CT IN CLASSICAL HODGKIN'S LYMPHOMA?</b>
Ildikó Cservenák, Richárd Milecz Mityko, András Horváth, Gyöngyi Farkas <b>BIODOSIMETRIC INVESTIGATION OF PHOTON AND NEUTRON RADIATION FIELDS</b>
Nikolett Tóth, Dávid Mihályi, Csaba Váradi, Richárd Elek, Géza Sáfrány <b>SECOND NATIONAL PATIENT DOSE SURVEY PROJECT</b>
Csilla Pesznyák, Leon Cizelj, Gabriel Pavel <b>ENEN2PLUS – MOBILITY GRANT SYSTEM</b>



## Sugárvédelmi Nívódíj Pályázat

Kocsonya András, Pántya Anna, Szabó Dezső, Harangozó Imréné, Zagyvai Péter, Endródi Zsuzsa <b>AZ EGÉSZTESTSZÁMLÁLÓ KALIBRÁCIÓJA ÉS KIÉRTÉKELÉSI ELJÁRÁSAINAK FEJLESZTÉSE</b>
Eged Katalin, Bóthi Zoltán <b>ELMÉLETI MEGFONTOLÁSOK A RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLÓK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSÉHEZ A BIOSZFÉRÁBAN</b>
Kovács Bence, Szőnyi-Pákai Renáta, Gáspár Lilla Flóra, Elek Richárd <b>A SZEMÉLYI DOZIMETRIA FEJLESZTÉSE AZ IZOTÓP INTÉZET KFT-NÉL</b>
Jakab Dorottya, Pázmándi Tamás, Zagyvai Péter <b>BIZONYTALANSÁGOK ÉRTÉKELÉSE ÉS KEZELÉSE A SUGÁRVÉDELMI KÖRNYEZETELLENŐRZÉSBN</b>

## Radiation Protection Award of Excellence

András Kocsonya, Anna Pántya, Dezső Szabó, Imréné Harangozó, Péter Zagyvai, Zsuzsa Endródi <b>CALIBRATION AND DEVELOPMENT OF MEASUREMENT EVALUATION AT THE WHOLE-BODY-COUNTER</b>
Katalin Eged, Zoltán Bóthi <b>THEORETICAL MODELING CONSIDERATIONS FOR ASSESSING LONG-TERM IMPACTS OF RADIOACTIVE WASTE REPOSITORIES BASED ON BATAAPATI STUDY</b>
Bence Kovács, Renáta Szőnyi-Pákai, Lilla Flóra Gáspár, Richárd Elek <b>THE DEVELOPMENT OF PERSONAL DOSIMETRY AT THE INSTITUTE OF ISOTOPES CO. LTD.</b>
Dorottya Jakab, Tamás Pázmándi, Péter Zagyvai <b>ASSESSMENT AND TREATMENT OF UNCERTAINTIES IN ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING</b>

# **RADIOAKTÍV ANYAGOK HELYI NYILVÁNTARTÁSÁVAL KAPCSOLATOS TAPASZTALATOK ISMERTETÉSE A HATÓSÁG SZEMPONTJÁBÓL**

**Gonter Katalin, Lőrincz Hajnalka, Tatai Katalin**

*Országos Atomenergia Hivatal*

Az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI törvény rendelkezik a radioaktív anyagok központi és helyi nyilvántartásának vezetéséről, melynek végrehajtásáról az Országos Atomenergia Hivatal gondoskodik.

Magyarországon a radioaktív anyagok az első hazánkba érkező sugárforrással kezdődően nyilvántartásra kerülnek, melynek rendszere és szabályozása az azóta eltelt több mint 70 év alatt többször átalakult. A jelenleg alkalmazott elektronikus nyilvántartási rendszer 2004-ben jött létre, központi (RADON) és helyi (RADIUM) nyilvántartó programokat alkalmazva. Az atomenergia alkalmazója számára a nyilvántartó program ingyenesen biztosított, a vonatkozó részletszabályozást a 3/2022 (IV. 29.) OAH rendelet tartalmazza.

Az előadásban részletesen bemutatásra kerülnek a radioaktív anyag nyilvántartási rendszerének alapvető egyedi azonosító dokumentumai (pl. műbizonylat, végleges hatósági azonosító és a hatósági bizonyítvány), a RADIUM program fő részei (Törzsadatok, Zárt sugárforrások, Nyitott sugárforrások) és a jelentési kötelezettségek (pl. éves leltár jelentés, a változás jelentés).

Továbbá összefoglaljuk a központi nyilvántartás adatfeldolgozása során azonosított olyan hatósági felügyeleti szemszögből fontos tapasztalatokat, amelyek az engedélyesek helyi nyilvántartásának további javítását segítik elő.

# DESCRIPTION OF EXPERIENCES RELATED TO LOCAL REGISTRY OF RADIOACTIVE MATERIALS FROM THE AUTHORITY POINT OF VIEW

**Katalin Gonter, Hajnalka Lőrincz, Katalin Tatai**

*Hungarian Atomic Energy Authority*

The Act CXVI of 1996 on atomic energy provides regulations for the management of the central and local registry of radioactive materials, which is managed by the Hungarian Atomic Energy Authority.

In Hungary, radioactive materials are registered starting with the first radioactive source arriving in Hungary, the system and regulation of which has changed several times in the last more than 70 years. Currently employed electronic registry system was created in 2004, using central (RADON) and local (RADIUM) registration programs. The registration program is provided free of charge to users of nuclear energy, the relevant detailed regulations are contained in the OAH Decree 3/2022 (IV. 29).

In the presentation, the basic unique identification documents of the radioactive material registration system (e.g. artificial proof, final official identification and the official certificate), the main parts of the RADIUM program (Master data, Sealed radioactive sources, Open radioactive materials) and the reporting obligations (e.g. annual inventory report, inventory change report).

In addition, we summarize the experiences identified during the data processing of the central registry that are important from the point of view of regulatory supervision, and which facilitate the further improvement of the local register of licensees.

# **AZ OAH INTEGRÁLT SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉSEINEK TAPASZTALATAI: A KÓRHÁZAKBAN ALKALMAZOTT RÖNTGENBERENDEZÉSEK**

**Machula Gábor, Déri Zsolt, Hum Gábor**

*Országos Atomenergia Hivatal*

Az OAH ellenőrzések jogszabályi alapja az 1996 évi CXVI (Atom) Törvény, a 2/2022 (IV.29.) OAH rendelet és a 2016. évi CL. törvény (Ákr).

Az ellenőrzések a vonatkozó szabványokon, a sugárvédelmi szakértők munkáján (MSSz, SL) az OAH által röntgenberendezések üzemeltetéséhez kiadott határozatokban leírtakban foglaltakon alapulnak.

Az ellenőrzés fontos részei a helyszínen végzett hiteles mérések a munkavállalók és a lakosság sugárvédelme érdekében.

Tapasztalataink szerint az egyes, a kórházakban alkalmazott röntgen berendezések jelentősen eltérő sugárterhelést jelentenek a személyzetre.

Különösen jelentős sugárterhelést adhatnak a sebészeti képerősítő röntgen berendezések. Előadásunkban a C-íves röntgenberendezések kórházakban végzett helyszíni sugárvédelmi méréseinek előzetes eredményeit szeretnénk bemutatni.

# **EXPERIENCES OF THE OAH'S INTEGRATED RADIATION PROTECTION CHECKS: X-RAY EQUIPMENT USED IN HOSPITALS**

**Gábor Machula, Zsolt Déri, Gábor Hum**

*Hungarian Atomic Energy Authority*

The legal basis for OAH inspections is the CXVI (Nuclear) Act of 1996, the OAH Decree 2/2022 (IV.29) and the 2016 CL. Act (Akr).the work done.

The Inspections are based on the relevant standards, the work of radiation protection experts (MSSz, SL) and the provisions of the Decisions issued by the OAH for the operation of X-ray equipment.

An important part of the inspection is the authentic measurements carried out on site for the radiation protection of employees and the population.

According to our experience, the individual x-ray equipment used in hospitals means significantly different radiation exposure to the staff.

The X-ray equipment for surgical image intensification can cause particularly significant radiation exposure. In our presentation we would like to show the preliminary results of the on-site radiation protection measurements of the C-arm X-ray equipments carried out in hospitals.

# AZ INEX-6 NEMZETKÖZI, NUKLEÁRIS- BALESETELHÁRÍTÁSI GYAKORLAT MAGYARORSZÁGON

**König-Szücs Panna**

*Országos Atomenergia Hivatal*

Az OECD Nukleáris Energiaügynökség (NEA) 6. alkalommal szervezett nemzetközi nukleáris-balesetelhárítási gyakorlatot, INEX-6 néven. A gyakorlat magyarországi szervezésére és koordinálására az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) lett felkérve. A gyakorlat 2024. március 4 – 7. között zajlott le Magyarországon.

A korábbi gyakorlatok tapasztalataira építve az INEX-6 célja a nukleáris veszélyhelyzetek hosszabb távú, helyreállítási szakaszára vonatkozó nemzeti eljárások tesztelése volt, mely keretében négy modult dolgoztak ki (egészségügyi hatások, élelmiszerbiztonság, helyreállítás és dekontaminálás, hulladékgazdálkodás). Ez volt az első alkalom, hogy nemzetközi szinten tesztelték a hosszú távú helyreállítást.

Az OAH koordinálásával a gyakorlat levezetésébe számos (26 db) hazai szervezet bekapcsolódott. A magyarországi INEX-6 nukleárisbaleset-elhárítási gyakorlat végrehajtása után összegzőként elmondható, hogy a gyakorlat eredeti céljai megvalósultak és a gyakorlat sikeres volt. Mindegyik modul gyakorlata zavartalanul megtartásra került, azok jól szervezettek és átgondoltak voltak. Az egyes modulokon résztvevők szerteágazó szakmai területről érkeztek, így biztosított volt a sokszínű véleménycsere, mely során építő jellegű kritikák és a továbbiakban jól hasznosítható vélemények és tapasztalatok születtek.

A gyakorlat további feladatait tekintve a magyarországi gyakorlat értékelését és a végleges jelentés összeállítását az OAH végzi el, majd megküldi azt a NEA számára, ahol nemzetközi szinten hasonlítják össze a különböző országok értékeléseit. Az eredményeket egy közös fórumon osztják majd meg, így segítve az országok közötti tapasztalatcserét.

# **THE INEX-6 INTERNATIONAL NUCLEAR EMERGENCY EXERCISE IN HUNGARY**

**Panna Kőnig-Szücs**

*Hungarian Atomic Energy Authority*

For the 6th time, the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) organised an international nuclear emergency exercise, INEX-6. Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA) was asked to organise and coordinate the exercise in Hungary. The exercise took place in Hungary from 4 to 7 March 2024.

Building on the experience of previous exercises, INEX-6 aimed to test national procedures for the longer-term recovery phase of nuclear emergencies, with four modules (health effects, food safety, recovery and decontamination, waste management). This was the first time that long-term recovery was tested at international level.

Several national organisations (26) were involved in the conduct of the exercise, coordinated by the OAH. In summary, after the implementation of the INEX-6 nuclear emergency exercise in Hungary, the original objectives of the exercise were achieved and the exercise was successful. The exercises of all modules were conducted smoothly and were well organised and well thought out. The participants in each module came from a wide range of professional backgrounds, ensuring a diverse exchange of views, which resulted in constructive criticism and useful opinions and experiences.

As for the further tasks of the exercise, the evaluation of the Hungarian exercise and the compilation of the final report will be carried out by the HAEA and sent to the NEA, where the evaluations of the different countries will be compared at international level. The results will be shared in a joint forum to facilitate the exchange of experience between countries.

# AZ ORSZÁGOS RADON PROGRAM 2023. ÉVI EREDMÉNYEI

**Homoki Zsolt<sup>1,2</sup>, Szigeti Ágnes<sup>1</sup>, Csordás Anita<sup>2</sup>,  
Kovács Tibor<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ,  
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály*

<sup>2</sup> *Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki és Anyagtudományok  
Doktori Iskola*

A hazai országos radon program megvalósítása 2021-ben kezdődött el. Ennek keretében az új, országos kiterjedtségű radon felmérések 2022-ben indultak meg.

Az országos beltéri radon felmérés a Kormányhivatalok munkatársainak nagyarányú bevonásával 2022 júniusában vett lendületet, amelyet kiegészítettek az NNGYK és Pannon Egyetem által szervezett detektor kihelyezések. Jelenleg 3.104 db helyszínről (épület) áll rendelkezésünkre legalább  $\frac{3}{4}$  éves, tehát hosszú idejű mérési eredmény, amelyek 980 db település területén oszlanak el. Mindezek a Magyarország területét lefedő 1.036 db cellából 657-et érintenek. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy egyes területeken a többenél nagyobb arányban fordultak elő 300 Bq/m<sup>3</sup>-es vonatkoztatási szintet meghaladó átlagos beltéri radon-koncentrációk. Ezek Baranya, Békés, Borsod-A.-Z., Heves, Jász-N.-Sz., Nógrád és Vas vármegyék területére estek.

Az eddig elvégzett talaj eredetű geogén radon potenciál vizsgálatok jelenleg a teljes Dunántúlt és hazánk középső, illetve északi részét fedik le. Az 1.036 db cellából összesen 539-et. A mérési eredmények alapján 5,8% volt azon területek aránya, ahol vonatkoztatási szint feletti beltéri radon-koncentrációk várhatók. Összehasonlítva a beltéri mérések statisztikáival, ott a települések 5,8%-ában és a ráccellák 4,3%-ában volt az átlagos radon szint 300 Bq/m<sup>3</sup> feletti.

Továbbra is várjuk minden érdeklődő jelentkezését a radon programunkba a [radon@nnk.gov.hu](mailto:radon@nnk.gov.hu) címen!



## THE RESULTS OF THE NATIONAL RADON PROGRAM IN 2023

**Zsolt Homoki<sup>1,2</sup>, Ágnes Szigeti<sup>1</sup>, Anita Csordás<sup>2</sup>,  
Tibor Kovács<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>National Center for Public Health and Pharmacy, Department  
of Radiobiology and Radiohygiene*

*<sup>2</sup>University of Pannonia, Chemical Engineering and Material  
Sciences Doctoral School*

The execution of the Hungarian national radon program started in 2021. And the new nationwide radon surveys were launched in 2022.

The new indoor radon survey started with the large-scale involvement of colleagues of Government Offices in July of 2022. At the same time, the NCPHP and Uni. of Pannonia has been also organised placement of passive radon detectors on national scale. Actually we have results of 3,104 sampling sites from the territory of 980 settlements. These records placed in 657 10×10 km grid cells from the total of 1,036 cells, which covers together the whole territory of Hungary. Based on the statistical analysis of the results, we could identify some places where the incidence of elevated indoor radon values exceeding the reference level (300 Bq/m<sup>3</sup>) was higher comparing to other places. These settled in the Baranya, Békés, Borsod-A.-Z., Heves, Jász-N.-Sz., Nógrád and Vas County, respectively.

The soil based radon potential was also examined. The territory of Transdanubia, the middle and north part of Hungary were sampled until yet. The measurements cover 539 grid cells from the 1,036. The statistic of the results showed that in 5.8% of the sampled area can be expected higher indoor radon concentration than the reference level. Till then in 5.8% of the settlements and in 4.3% of the grid cells were the calculated average radon concentration higher than 300 Bq/m<sup>3</sup>.

If you are interested in our radon program, do not hesitate and send a message to us ([radon@nngyk.gov.hu](mailto:radon@nngyk.gov.hu)).

# **BIOSPHERE, AZAZ METROLÓGIA A FÖLD BIOSZFÉRÁJÁHOZ PROJEKT ELŐREHALADÁSA A BFKH RÉSZVÉTELEVEL**

**Zömbikné Peka Anita<sup>1</sup>, Finta Viktória<sup>1</sup>, Gáspár Lilla Flóra<sup>1</sup>,  
Szűcs László<sup>1</sup>, Nagyné Szilágyi Zsófia<sup>1</sup>, Szögi Antal<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Budapest Főváros Kormányhivatala, Metrológiai és Műszaki  
Felügyeleti Főosztály  
<sup>2</sup>Titon Bt.*

A projekt célja a kozmikus sugárzás és a biológiailag aktív UV-sugárzás Föld bioszférájára gyakorolt kölcsönös hatásának értékeléséhez szükséges eszközök, módszerek és mérési infrastruktúra kifejlesztése, valamint az EU döntéshozóinak olyan tudományos értékelésekkel és információkkal való támogatása, amelyek jelentősen javíthatják az éghajlatra, az egészségre és az antropogén kibocsátási tevékenységekre vonatkozó szakpolitikákat.

A második munkacsoportban vesz részt az intézetünk, melynek feladata az elsődleges kozmikus sugárzás, az UV-sugárzás és az antropogén kibocsátás közötti kapcsolat azonosítása és számszerűsítése. A BFKH, MMFF egy neutron mérő készülékkel segítette a munkát.

A mérési kampány négy különböző helyszínből áll, ebből a megállapodás alapján két helyszínen mértük az elsődleges kozmikus sugárzásból származó neutronok számát (Athén, Brüsszel).

Az eredmények folyamatos feldolgozás alatt vannak, amit a résztvevők egymás között megosztanak, viszont a végső hivatalos eredmények teljes nyilvánosságra hozatala a projekt lezárásával várható 2025. végén.

A 21GRD02 BIOSPHERE projektet az Európai Metrológiai Partnerség támogatta, amelyet az Európai Unió Horizont Európa kutatási és innovációs programja és a részt vevő államok társ finanszíroznak.

Funder name: European Partnership on Metrology, Funder ID: 10.13039/100019599,  
Grant number: 21GRD02 BIOSPHERE

## METROLOGY FOR EARTH BIOSPHERE PROJECT PROGRESS WITH BFKH

**Anita Zömbikné Peka<sup>1</sup>, Viktória Finta<sup>1</sup>, Lilla Flóra Gáspár<sup>1</sup>, László Szűcs<sup>1</sup>, Zsófia Nagyné Szilágyi<sup>1</sup>, Antal Szögi<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Government Office of the Capital City Budapest, Metrological and Technical Supervisory Department*

*<sup>2</sup>Titon Bt.*

This project aims to develop the necessary tools, methodologies and measurement infrastructure needed to evaluate the mutual impact of cosmic rays and biologically active UV radiation on the Earth's biosphere, and to support EU policy makers with scientific assessments and information that has the potential to substantially improve policies on climate, health and anthropogenic emission activities.

Our institute is participating in the second working group, whose task is to identify and quantify the relationship between primary cosmic rays, UV radiation and anthropogenic emissions. The BFKH, MMFF contributed a neutron measuring instrument.

The measurement campaign consists of four different sites, of which two sites were agreed to measure the number of neutrons from primary cosmic rays (Athens, Brussels).

The results are being processed and shared between the participants, but the final official results will be fully published at the end of 2025, when the project will be completed.

The project 21GRD02 BIOSPHERE has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme and by the Participating States.

Funder name: European Partnership on Metrology, Funder ID: 10.13039/100019599, Grant number: 21GRD02 BIOSPHERE

# FORRÁSAKTIVITÁS MÉRÉS SZCINTILLÁCIÓS KRISTÁLY ALAPÚ DETEKTOROKKAL TEREPI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

**Gulyás Attila, Dósa Gergely, Csalótzky Zsolt, Völgyesi Péter**

*Energiatudományi Kutatóközpont, Sugárbiztonsági Laboratórium,*

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által támogatott koordinált kutatási projekt (CRP J02012) keretében az Energiatudományi Kutatóközpont Detektorvizsgáló Laboratóriuma kutatási és tesztelési kampányt végzett radio-izotóp-azonosító detektorokkal (RIID). A szcintillációs kristály alapú RIID-eket és egyéb azonosító detektorokat széles körben alkalmazzák nukleáris védetség (nuclear security) célokra, mivel gombnyomással automatikusan beazonosítható a forrás, azaz gyorsan minőségi információt szolgáltatnak. Lehetőségeik azonban nincsenek teljesen kiaknázva (elsősorban a  $\text{LaBr}_3$  esetében), mivel a forrás mennyiségi információja (forrásaktivitás) is kinyerhető lenne belőlük, ami a bejelentett áruinformációk vagy talált illegális rakományok értékelése, szállítás, a fizikai védelem és a laboratórium besorolás miatt fontos. A gyártók spektrum kiértékelő algoritmusai jó képességűek, de messze nem tévedhetetlenek, szabvány elvárásoknak általában megfelelnek, de terepi körülmények között gyengébben teljesítenek a minőségi információ és forrásazonosítás területén. Mindazonáltal a mesterséges intelligencia és tanuló algoritmusok megjelenése nagy előrelépést fog jelenteni a jövőben a megbízhatóság és a bonyolultabbnak tekinthető mennyiségi információ terén is. Ez az alkalmazás technikailag megvalósítható, de számos feltételezést, buktatót, kérdést és bizonytalanságot tartalmaz mind a gyártók, mind a felhasználók részéről. A cél az volt, hogy megvizsgáljuk az ismeretlen sugárforrások aktivitásmérésének, becslésének lehetőségét mért spektrális adatokra támaszkodva modellezett terepi körülmények között, és módszerekkel, algoritmusokkal és specifikációkkal támogassuk a fejlesztést. A projekt eredményei egyrészt (1) megoldási javaslatok a laboratóriumok számára: Hogyan induljunk el egy mérési módszer és eljárás megbízhatósága terén, ill. az ISO 17025

szabványhoz való igazítása felé. Hangsúlyozva, hogy a mért érték bizonytalanságának helyes értékelése és közlése ugyanolyan fontos, mint a mért érték. Másrészt (2) ajánlások a gyártók számára: Hogyan induljunk el azon az úton, hogy egy új detektor alkalmazás megfeleljen a felhasználók és a szakértők elvárásainak. Hangsúlyozva, hogy a technika jelenlegi állása szerint a spektrum kiértékelés ellenőrizhetősége, felülbírálhatósága szükséges, mert a mérési szakértő tapasztalata jelenleg még jelentősen javíthatja a mérés megbízhatóságát és képességét. A valós terepi körülmény tipikus esete lehet egy zárt hordóban vagy tartályban talált radioaktív sugárforrás, mint hatósági ellenőrzés alól kikerült anyag, ami a laboratóriumi körülményekkel ellentétben sok nehézséget jelent. Ennek vizsgálatára laboratóriumi és modellezett terepi körülményű, kalibrált forrásokkal végzett méréseket, valamint kézi RIID spektrumok elemzését végeztük. A számítást, ábrázolást és elemzést saját fejlesztésű, rezponzív webszoftverünk (<https://csalotzky.github.io/barrel-heatmap/>) és a forrás-aktivitás mérési módszer vizsgálatát több, egyszerű, speciálisan tervezett kísérleti elrendezés segítette. Arra törekedtünk, hogy az elméleti képletek, a gyakorlati megvalósítás és a mérések a lehető legegyszerűbbek és egyben metrológiailag helyesek legyenek.

# **SOURCE-ACTIVITY MEASUREMENT WITH SCINTILLATION CRYSTAL BASED DETECTORS UNDER FIELD CONDITIONS**

**Attila Gulvás, Gergely Dósa, Zsolt Csalótzky,  
Péter Völgyesi**

*Centre for Energy Research, Nuclear Security Department,*

A research and test campaign was carried out on Radio-Isotope Identification Detectors (RIID) by the Detector Testing Laboratory of the Centre for Energy Research in the frame of a Coordinated Research Project (CRP J02012) supported by the International Atomic Energy Agency. The scintillation crystal based RIIDs and other identification detectors are widely used in nuclear security purposes, because, by pushing a button, the source is automatically identified, i.e. they provide quality information. However, their capabilities are not fully exploited (mainly for  $\text{LaBr}_3$ ), as the quantitative information of the source (source-activity) could also be extracted from them, which is important due to evaluation of declared commodity information or found illegal cargo, transport, physical protection and the classification of the laboratory. The manufacturers' spectrum evaluation algorithms are capable, but not infallible, and the appearance of the artificial intelligence will represent a big step forward in reliability in the future. This application is technically feasible, but contains many assumptions, pitfalls, questions and uncertainties both on the part of manufacturers and users.

The aim was to investigate the possibility of activity estimation of unknown radiation sources under field conditions and support development with methods, algorithms and specifications. On the one hand, the results of the project are recommendations for laboratories, through illustration and solution of problems: How to start on the way to conform a new measurement method to ISO 17025 standard, that serves as a quality management system. Emphasizing that the correct evaluation and remark of the uncertainty of the measured value is as important as the measured value. On the other hand, there are recommendations for manufacturers: How to start on the way to

conform a new detector application to expectations of customers and experts. Emphasizing that, according to the current state of technology, verifiability and supervisonalibility of the spectrum evaluation is necessary, because the competent human/expert and experience can significantly improve the reliability and capability of the measurement. The typical case of real field condition can be a radioactive source found in a closed barrel or container, as material out of regulatory control, which represents many difficulties in contrast with laboratory conditions. To investigate this, measurements with calibrated sources related to laboratory and modelled field conditions, and analysis of handheld RIID spectra were carried out. Our self-developed, responsive web software (<https://csalotzky.github.io/barrel-heatmap/>), which handles the calculation, depiction and analysis was used to help the investigation of the source-activity measurement method through more easy, specially designed experimental setup. We strived for the theoretical formulas, practical implementation and measurements to be as simple as possible and at the same time metrologically correct.

# A BEZÁRT NYUGAT-MECSEKI URÁNÉRCBÁNYA HÉTKÖZNAPJAI – ÚJRAHASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEK, KIHÍVÁSOK, JÖVŐKÉP

**Kocsis Erika<sup>1</sup>, Bárányné Frucht Éva<sup>1</sup>, Tóth Szabolcs<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft.*

<sup>2</sup>*Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai és  
Csillagászati Intézet Atomfizikai Tanszék*

A kővágószőlősi fióktelep tevékenységének középpontjában az uránércbányászat okozta környezeti károk végleges felszámolása, valamint ezen feladatok elvégzését követően a területek utógondozása, újrahhasznosítása áll.

A Nyugat-Mecsekben az uránércbányászat és az ércfeldolgozás 1955-1999 között zajlott. A tevékenység során zagytározók, meddőhányók, perkolációs területek keletkeztek. A rekultiváció során a hatósági előírásoknak megfelelően megtörtént a bányatérsegek bezárása, a meddőhányók, zagytározók, perkolációs területek, üzemi területek, bányászattal érintett vízfolyások tájrendezése. A rekultivációs munkálatok eredményeként 2008. év végére a közvetlen környezeti havaria veszély megszűnt, a tevékenységre vonatkozó környezetvédelmi engedélyben előírt határértékek betartása biztosított.

A volt uránérc-bányászati és ércfeldolgozási hatásterületen környezetvédelmi okok miatt a rekultivációt követően is folytatni kell az ún. „hosszú távú” környezetvédelmi tevékenységet, valamint a környezetvédelmi előírások betartatása és felügyelete érdekében kiterjedt monitoring rendszer üzemeltetünk az érintett területen.

Azonban a volt Nyugat-Mecsekben az uránércbányászat és az ércfeldolgozás területén napjainkban izgalmas és pezsgő élet zajlik, amely számos új kihívást is gördít elénk. Különböző lehetőségek vannak a már rekultivált területek más célú felhasználására, mint például napelempark, legelő, modellrepülőgép reptér...stb. Azonban akadnak olyan területhasznosítási koncepciók is, amelyek komolyabb kihívások elé állítanak minket, ilyen például egy rekultivált terület ipari célokból történő hasznosítása.



## WEEKDAYS OF THE CLOSED WEST MECSEK URANIUM MINE – RECYCLING OPPORTUNITIES, CHALLENGES, FUTURE VISION

**Kocsis Erika<sup>1</sup>, Bárányné Frucht Éva<sup>1</sup>, Tóth Szabolcs<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft.*

<sup>2</sup>*Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai és  
Csillagászati Intézet Atomfizikai Tanszék*

The main activity of the site located in Kővágószőlős focuses on the final elimination of environmental damage caused by uranium ore mining, as well as the aftercare and recusing of the areas where the former uranium mining happened.

In the western part of the Mecsek mountains, between 1955 and 1999, uranium ore mining and ore processing took place. Throughout the process, and ore mill site, two tailings ponds, more waste rock piles, and percolation areas were created. During the recultivation process, in compliance with official regulations, the mining areas were closed, and the waste rock piles, tailings ponds, percolation areas, former mining buildings, and watercourses impacted by mining were recultivated. As a result of the recultivation efforts, by the end of 2008, the risk of immediate environmental harm was eliminated, and in compliance with the limits outlined in the Environmental Protection Permit for the operation is ensured.

In the former uranium mining and ore processing area, due to environmental protection reasons, we operate an extensive monitoring system in the affected area in order to carry out "long-term" environmental protection activities.

However, in the area of uranium ore mining and ore processing in the western part of the Mecsek mountains, nowadays takes place an exciting and new "life", which causes us many new challenges. There are various possibilities for the use of already recultivated areas for other purposes, such as a solar park, pasture, model airplane airport...etc. However, there are also some kinds of land utilization concepts that bring us some more serious challenges, one of these concepts the utilization of a reclaimed area for industrial purposes.

# RADON IDŐSOR ANALÍZIS A FELHAGYOTT KŐVÁGÓSZÖLŐSI URÁNBÁNYA TERÜLETÉN

**Tóth Szabolcs<sup>1,3</sup>, Horváth Ákos<sup>1</sup>, Sajó-Bohus László<sup>2</sup>,  
Kocsis Erika<sup>3</sup>, Bárányné Frucht Éva<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>*Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai  
és Csillagászati Intézet, Atomfizikai Tanszék*

<sup>2</sup>*Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela 1080A*

<sup>3</sup>*Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft*

A Mecseki uránércbányászat és ércfeldolgozás 1995-1998 között zajlott. A bányászattal kapcsolatosan szignifikáns környezeti károk keletkeztek. Jelenleg hosszú távú kármentesítés keretein belül folyik a környezeti károk felszámolása, mely kapcsán a Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft. kiterjedt környezetvédelmi monitoring hálózatot üzemeltet.

A rekultivációt megelőzően és azt követően is jelentős mennyiségű bányauregre lyukadó fűrés létesült, az üregrendszer vízfelelési folyamatainak, radonkoncentrációk időbeli és térbeli változásának, dinamikájának nyomon követésére.

A bányauregek radonkoncentrációinak vizsgálatát aktív Dataqua típusú radon monitorokkal végeztük el. Méréseink alapján mind a napi, mind az évszakos és az éves változások is jól felismerhetőek a felvett regisztrátumokon, ezek elsődlegesen a meteorológiai és luniszoláris paraméterek változásából erednek. Néhány idősor esetében erős korrelációt tártunk fel a radonkoncentráció és a külső hőmérséklet között. A felvett idősorok alapján az is látható, hogy a radonkoncentrációk változására a légnyomás szintén hatással van, azonban a hőmérsékletnél lényegesen kisebb mértékben és kisebb időskálán.

Az idősorok átfogó statisztikai vizsgálata mellett a fellelhető domináns frekvenciák felkutatására Fourier-analízist használtunk, továbbá megvizsgáltuk a napi paraméterek változását is az idő függvényében.

# STUDIES ON RADON TIME SERIES IN VARIOUS UNDERGROUND ENVIRONMENTS: CASE OF KŐVÁGÓSZŐLŐS INACTIVE URANIUM MINE

**Szabolcs Tóth<sup>1,3</sup>, Ákos Horváth<sup>1</sup>, László Sajó-Bohus<sup>2</sup>,  
Erika Kocsis<sup>3</sup>, Éva Frucht Bárányné<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>*Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai és Csillagászati Intézet, Atomfizikai Tanszék*

<sup>2</sup>*Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela 1080A*

<sup>3</sup>*Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft*

Between 1995 and 1998 uranium ore mining and ore processing took place in Mecsek Mountains. Significant environmental damage was caused by the mining's activity. At present, the environmental damage is being remediated in the framework of long-term remediation, in connection with which the Mining Property Utilisation Nonprofit Public Benefit Ltd. operates an extensive environmental monitoring network.

Prior to and after the reclamation, a significant amount of borehole drilling was carried out in the mine cavity to monitor the water recharge processes and the temporal and spatial changes in radon concentrations and dynamics of the cavity system.

The radon concentrations in the mine cavities were monitored using Dataqua active radon monitors. Based on our measurements, both daily, seasonal and annual variations are clearly discernible in the recorded registers, primarily due to changes in meteorological and lunisolar parameters. For some time series, a strong correlation between radon concentrations and outdoor temperature was detected. The recorded time series also show that the variation in radon concentrations is also affected by atmospheric pressure, but to a much lesser extent than temperature and on a smaller time scale.

In addition to a comprehensive statistical analysis of the time series, Fourier analysis was used to identify the dominant frequencies found and the variation of the daily parameters with time was also investigated.

## A FIZIKAI VÉDELEM ÚJABB DIMENZIÓJA: UAGMV TÍPUSÚ TÁMADÁSOK ELHÁRÍTÁSA

**Bodor Károly<sup>1</sup>, Csalótzky Zsolt<sup>1</sup>, Völgyesi Péter<sup>1</sup>, Gulyás Attila<sup>1</sup>,  
Pető János<sup>1</sup>, Pál Károly<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont,  
Sugárbiztonsági Laboratórium  
<sup>2</sup>DoubleRingWings*

A távirányítású személyzet nélküli eszközök (UAGMV: Unmanned Aircraft/Ground/Maritime Vehicle, pl. drónok) teljesítménye rohamosan növekszik és egyre elérhetőbbé válnak a lakossági felhasználás számára is. Az eszközök hasznossága, használhatósága mellett ezen eszközök nem békés célú felhasználása sem kizárt. Emiatt ugrásszerűen növekszik ezen eszközök veszélyessége.

Harcászati feladatokra is egyre nagyobb mértékben vetik be ezen eszközöket reguláris és irreguláris hadviselésnél egyaránt. Ugyanakkor „magányos” elkövető is tartozhat a felhasználók körébe.

A jelenlegi fizikai védelmi rendszerek és az arra alapuló jogszabály nem tartalmazza ezen eszközök elleni hatékony védelmi képességek leírását, elhárítás rendszerét. Ugyanakkor a közeljövőben fel kell készülni az ilyen irányú támadásokra is. Célszerű a meglévő fizikai védelmi rendszert egy új „dimenzióval” kiegészíteni, mely útmutatást, előírásokat tartalmaz az UAGMV rendszerek ellen.

Az előadásban bemutatásra kerülnek azon védelmi eszközök, melyek használatával jelentősen csökkenthetőek, elháríthatóak az UAGMV típusú támadások és azok következményei.

## A NEW DIMENSION OF PHYSICAL PROTECTION: PREVENTING UAGMV TYPE ATTACKS

**Károly Bodor<sup>1</sup>, Zsolt Csalótzky<sup>1</sup>, Péter Völgyesi<sup>1</sup>, Attila Gulyás<sup>1</sup>,  
János Pető<sup>1</sup>, Károly Pál<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>HUN-REN Centre for Energy Research Nuclear Security  
Department  
<sup>2</sup>DoubleRingWings*

The performance of remotely controlled unmanned vehicles (UAGMV: Unmanned Aircraft/Ground/Maritime Vehicle, e.g. drones) is rapidly increasing and becoming more and more available for residential use. In addition to the usefulness and usability of the tools, the use of these tools for non-peaceful purposes is also excluded. For this reason, the dangerousness of these devices is increasing by leaps and bounds.

These devices are increasingly deployed for combat tasks, both in regular and irregular warfare. At the same time, "lone" offenders can also be part of the group of users.

The current physical protection systems and the legislation based on them do not include a description of the effective protection capabilities against these devices and a system of prevention. At the same time, it is necessary to prepare for such attacks in the near future. It is advisable to supplement the existing physical protection system with a new "dimension", which contains instructions and regulations against UAGMV systems.

In the presentation, the defense tools that can be used to significantly reduce and prevent UAGMV-type attacks and their consequences will be presented.

# A SUGÁRVÉDELMI MŰSZEREK HITELESÍTÉSE

**Nagyné Szilágyi Zsófia, Szűcs László**

*Budapest Főváros Kormányhivatala, Metrológiai és Műszaki  
Felügyeleti Főosztály*

Az 1991. évi XLV. mérésügyi törvény végrehajtásáról szóló 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. számú melléklete tartalmazza a Magyarországon kötelező hitelesítésű mérőeszközök listáját. A lista 17. sorában a sugárvédelmi és gyógyászati alkalmazású dózismérők, felületi szennyezettségmérők és a radon-mérő eszközök vannak.

Az előadás áttekintést ad a „kötelező hitelesítés” fogalmának valamint tartalmának Magyarországon történő kialakulásáról, jelentőségéről, különös tekintettel a sugárvédelmi mérőeszközökre. A mérőeszközök hitelesítése és kalibrációja gyakran keveredik a köztudatban. Az előadás bemutatja a két eljárás közti tartalmi és jogi különbséget, valamint azok elvégzésére feljogosított szervezeteket. Szó lesz a hitelesítés esetén alkalmazott mérési bizonytalanság értelmezéséről is.

Részletezésre kerülnek a sugárvédelmi műszerek hitelesítésének műszaki feltételei, amelyek között kiemelt szerepet kap a típusvizsgálat fontossága és annak hatása a hitelesítés eljárásra.

Az előadás felsorolja azokat az eseteket is, amelyek a hitelesítés érvényének megszűnésére vezetnek.

# VERIFICATION OF THE RADIATION PROTECTION INSTRUMENTS

**Zsófia Nagyné Szilágyi, László Szűcs**

*Government Office of the Capital City Budapest, Metrological and Technical Supervisory Department*

Annex 2 of Government Decree No. 127/1991 (X.9.) on the implementation of Act XLV of 1991 on Metrology contains the list of measuring instruments that are subject to mandatory verification in Hungary. Line 17 of the list contains the radiation protection and medical dosimeters, surface contamination meters and radon measuring devices.

The presentation gives an overview of the development and significance of the concept and content of "mandatory certification" in Hungary, with special regard to radiation protection measuring instruments. There is often a confusion between verification and calibration of measuring instruments. The presentation will describe the difference in content and legal status between the two procedures and the organisations authorised to perform them. The interpretation of the measurement uncertainty used in verification will also be discussed.

The technical conditions for the verification of radiation protection instruments will be detailed, with a special emphasis on the importance of type testing and its impact on the verification procedure.

It also lists the cases that lead to the termination of the validity of the verification.

# **KÖRNYEZETI MINTÁK GAMMA-SPEKTROMETRIÁS VIZSGÁLATA**

**Kocsonya András**

*HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont*

Környezeti minták radiológiai elemzésének egyik elterjedt analitikai módszere a gamma-spektrometria. Áttekintjük a gamma-spektrometria általános jellemzőit, műszerezettségét, lehetőségeit, korlátait különös tekintettel a környezetellenőrzés területén való alkalmazásra. Bemutatjuk az Energiatudományi Kutatóközpontban a gamma-spektrometria környezetellenőrzési célú alkalmazása területén az elmúlt évtized fejlesztéseit.



# **ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL SAMPLES BY GAMMA-SPECTROMETRY**

**András Kocsonya**

*HUN-REN Centre for Energy Research*

Gamma-spectrometry is a widely used analytical method for radiological analysis of environmental samples. The general features of the method, instrumentation, analytical potentials, limitations are discussed focusing on environmental monitoring. The new developments at the Centre for Energy research are presented in the field of gamma-spectrometry applications in environmental monitoring.

# **A NUKLEÁRIS MEDICINA LABOROK SUGÁRVÉDELMI KIALAKÍTÁSA, ALKALMAZOTT RADIONUKLIDOK ÉS KÉPALKOTÓ BERENDEZÉSEK, MINŐSÉGELLENŐRZÉS**

**Sarkadi Margit**

A hazai gyakorlatban a nukleáris medicina laborok/osztályok sugárvédelmi tervezését és kialakítását az MSZ 62-7:2017 szabvány szerint végzik. Hibrid vizsgálók (SPECT-CT és PET-CT) kialakításakor az MSZ 824:2017 szabványban leírtakat is figyelembe kell venni.

Működésükhöz elengedhetetlen helyiség az „izotóplaboratórium” mely olyan helyiség vagy építészetiileg összefüggő, egy üzemszerű, ellenőrzött bejáráttal kialakított helyiségcsoport, amely speciális kialakításával, különleges felszerelési tárgyival, és munkarendjével biztosítja a dolgozók belső és külső sugárterhelés elleni védelmét, valamint megakadályozza a radioaktív szennyeződés terjedését.

Az előadás bemutatja a hagyományos nukleáris medicina laboratóriumok, a SPECT-CT és PET-CT laborok (hibrid vizsgálók) működéséhez szükséges aktív és inaktív helyiségek sugárvédelmi követelményeit, a sugaras munkavállalókra és a lakossági kategóriára vonatkozó tervezési dóziscélt, továbbá megismerhetjük a nyitott radioaktív készítmények terápiás alkalmazásakor szükséges sugárvédelmi követelményeket is.

Előadásomban bemutatom az izotópdiagnosztikában és az izotóp terápiás eljárások során alkalmazott radionuklidokat, azok fizikai tulajdonságait, a helyben előállított radioizotópokat, továbbá a PET radionuklidok ciklotronban történő előállítását.

Az előadás áttekinti a leképezést szolgáló készülékeket, azok működési elvét, valamint a vizsgáló eszközök, gamma kamerák, és hibrid berendezések működőképességének, a működés minőségének rendszeres ellenőrzését, a minőségbiztosítási programot.

# **NUCLEAR MEDICINE LABORATORY RADIATION PROTECTION DESIGN, RADIONUCLIDES AND IMAGING EQUIPMENT USED, QUALITY CONTROL**

**Margit Sarkadi**

In national practice, the radiation protection design and construction of nuclear medicine laboratories/departments is carried out in accordance with MSZ 62-7:2017. The design of hybrid scanners (SPECT-CT and PET-CT) should also take into account the requirements of MSZ 824:2017.

An essential room for their operation is the "isotope laboratory", which is a room or architecturally connected group of rooms with a single operational controlled entrance, which, by its special design, special equipment and working arrangements, ensures the protection of workers against internal and external radiation exposure and prevents the spread of radioactive contamination.

The presentation will cover the radiation protection requirements for active and inactive rooms in conventional nuclear medicine laboratories, SPECT-CT and PET-CT laboratories (hybrid scanners), the design dose limits for radiological workers and the general public, and the radiation protection requirements for the therapeutic use of open radioactive preparations.

In my presentation, I will describe the radionuclides used in isotope diagnostics and isotope therapeutics, their physical properties, the radioisotopes produced in situ, and the production of PET radionuclides in the cyclotron.

The presentation will review the imaging equipment, the principle of operation, and the regular monitoring of the operability of the imaging equipment, gamma cameras, and hybrid equipment, the quality of operation, and the quality assurance programme.

# AZ ERMAH KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI ELLENŐRZÉSÉNEK EREDMÉNYEI

**Kövendiné Kónyi Júlia<sup>1</sup>, Glavatszkih Nándor,  
Homoki Zsolt<sup>1,2</sup>, Kerekes Irén<sup>3</sup>, Lóránt Györgyné<sup>4</sup>, Orosz Péter<sup>4</sup>,  
Osváth Szabolcs<sup>1</sup>, Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna<sup>5</sup>,  
Szigeti Ágnes<sup>1</sup>, Szarkáné Németh Ágnes,**

<sup>1</sup>*Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ*

<sup>2</sup>*Pannon Egyetem*

<sup>3</sup>*Tolna Vármegyei Kormányhivatal*

<sup>4</sup>*Hajdú-Bihar Vármegyei Kormányhivatal*

<sup>5</sup>*Győr-Moson-Sopron Vármegyei Kormányhivatal*

A környezetünkben lévő természetes és mesterséges eredetű radioaktivitás figyelemmel kísérése állami feladat, ezért jogszabály (489/2015. Korm. r.) intézkedik az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) működtetéséről. Az OKSER adatszolgáltatója az Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat ERMAH, amely hét laboratóriumból áll: a kormányhivatalokban működő hat ERMAH-laboratóriumból és a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK) Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztályhoz tartozó akkreditált Sugárvédelmi Laboratóriumból áll. Ez utóbbi a hálózat szakmai és tudományos koordinátora.

A környezeti minták közül a legfontosabb az aeroszol, mivel a radioaktív szennyezés a légköri mozgások közvetítésével terjed. Jelenleg a hálózatban öt egyforma közepes légforgalmú aeroszol-mintavevő van (Budapesten kettő, Győrött, Szekszárdon és Miskolcon egy-egy), így a mintavételi pontok nagyjából lefedik az egész országot. Az aeroszol mintázása folyamatos, egy heti mintavételt követően (mintázott térfogat 20.000-25.000 m<sup>3</sup>) gamma-spektrometriai mérés történik nagy tisztaságú félvezető (HPGe) detektorral. A minták gamma-spektrumában mindig megtalálhatóak a természetes eredetű

$^7\text{Be}$  és  $^{210}\text{Pb}$ , a mesterséges eredetű  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  és  $^{137}\text{Cs}$  csak nagyon ritkán mutatható ki. 2024-ben áll üzembe az NNGYK telephelyén egy nagy légforgalmú,  $400\text{ m}^3/\text{h}$  teljesítményű aeroszol mintavevő. Van napi mintavétel is kis légforgalmú mintavevővel, ezeknek a mintáknak az összes-béta aktivitását mérjük.

A folyamatosan gyűjtött és havi mintaképzéssel vizsgált kihullási (fallout) mintákban a csapadékvíz  $^3\text{H}$ -aktivitáskoncentrációját és a levegőből kimosott aeroszol összes-béta és  $^{137}\text{Cs}$ -tartalmát is vizsgáljuk.

A kihullás ellenőrzése talajminták vizsgálatán keresztül is történik. Az ERMAH laboratóriumok protokollja bolygatatlan talajok mintázását írja elő. A talajminták mellett fűmintákat is vételezünk és vizsgálunk szárítás és hamvasztás után.

Az ERMAH-laboratóriumok vármegyénként egy-egy állóvízből és egy-egy folyóvízből vesznek havonta mintát, az NNGYK SSF a Dunát 6 ponton monitorozza (Gönyű, Észak-Budapest, Budafok, Paks, a Paksi Atomerőmű V2 meleg-ági csatornája és Mohács), továbbá referenciaképpen a Szelidi-tó vizét vizsgálja.

A kültéri gamma-dózisteljesítményt a telephelyeken mérjük többnyire heti gyakorisággal. 2024-ben ez kiegészül az NNGYK telephelyén egy on-line hálózatra köthető, folytonos működésű mérőműszerrel.

Ebben az előadásban az ERMAH 7 laboratóriuma által az utóbbi nyolc évben vett és elemzett környezeti mintákat, a mérési eredményeket és az azokból levonható következtetéseket mutatjuk be.

# RESULTS OF ENVIRONMENTAL RADIOLOGICAL MONITORING OF RAMDAN

**Júlia Kövendiné Kónyi<sup>1</sup>, Nándor Glavatszkih<sup>1</sup>,  
Zsolt Homoki<sup>1,2</sup>, Irén Kerekes<sup>3</sup>, Györgyné Lóránt<sup>4</sup>, Péter Orosz<sup>4</sup>,  
Szabolcs Osváth<sup>1</sup>, Zsuzsanna Pálvölgyiné Szabó<sup>5</sup>,  
Ágnes Szigeti<sup>1</sup>, Ágnes Szarkáné Németh<sup>1</sup>,**

*1National Center for Public Health and Pharmacy*

*2University of Pannonia*

*3Tolna County Government Office*

*4Hajdú-Bihar County Government Office*

*5Government Office of Győr-Moson-Sopron County*

Monitoring of natural and man-made radioactivity in our environment is obligatory, legislation (Government Decree No. 489/2015) provides for the operation of the National Environmental Radiation Monitoring System (NERMS). One of the data providers is the Radiological monitoring and Data Acquisition Network RAMDAN operated by the health sector. Ramdan consists of seven laboratories: the high level accredited radioanalytical laboratory of the National Centre for Public Health and Pharmacy (NNGYK) Department of Radiation Biology and Radiohygiene and six laboratories belonging to government offices

The most important environmental sample is the aerosol, since radioactive pollution is transmitted through atmospheric movements. There are five identical aerosol samplers with in the network (two in Budapest, one each in Győr, Szekszárd and Miskolc), so the sampling points cover roughly the whole country. Aerosol sampling is continuous, sampling time is one week (sampled volume 20,000-25,000 m<sup>3</sup>) and the samples are measured by gamma spectrometry. <sup>7</sup>Be and <sup>210</sup>Pb of natural origin are always present in the gamma spectrum of samples, while artificial <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs and <sup>137</sup>Cs are detected

only very rarely. In 2024, a high-volume aerosol sampler with a capacity of 400 m<sup>3</sup>/h will be put into operation at the site of NNGYK. There is also daily sampling of aerosols with low air volume sampler, these samples are measured for total-beta activity. Fallout samples are also sampled and measured. Fall-out is monitored through the analysis of soil samples too. T

The protocol of the ERMAH laboratories requires sampling of undisturbed soils, grass and surface waters too. ERMAH laboratories take river water samples monthly, the water of the Danube is sampled at 6 points (Gönyű, North Budapest, Budafok, Paks, the V2 hot water channel of the Paks Nuclear Power Plant and Mohács).

Outdoor gamma dose rate is measured at laboratory sites, mostly weekly. In 2024, this will be supplemented by a continuously operating measuring instrument connected to an on-line network at the NNGYK site.

In this presentation, we present the environmental samples taken and analyzed by the 7 laboratories of ERMAH in the last eight years, the measurement results and the conclusions are discussed.

# AZ ERMAH ÉLELMISZERMINTÁINAK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

**Osváth Szabolcs<sup>1</sup>, Homoki Zsolt<sup>1,2</sup>, Kerekes Irén<sup>3</sup>,  
Kövendiné Kónyi Júlia<sup>1</sup>, Lóránt Györgyné<sup>4</sup>, Orosz Péter<sup>4</sup>,  
Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna<sup>5</sup>, Szigeti Ágnes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ*

<sup>2</sup>*Pannon Egyetem*

<sup>3</sup>*Tolna Vármegyei Kormányhivatal*

<sup>4</sup>*Hajdú-Bihar Vármegyei Kormányhivatal*

<sup>5</sup>*Győr-Moson-Sopron Vármegyei Kormányhivatal*

A környezetünkben lévő természetes és mesterséges eredetű radioaktivitás figyelemmel kísérése állami feladat; ezért jogszabály (489/2015. Korm. r.) intézkedik az Országos Környezeti Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer (OKSER) működtetéséről. Az OKSER adatainak a zöme a 3 nagy ellenőrző adatszolgáltató központtól származik. Ezek egyike a Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ (NNGYK) irányítása alatt álló Egészségügyi Radiológiai MÉRŐ és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH). Ebben az előadásban az ERMAH 2 fővárosi és 5 vidéki laboratóriuma által vett és elemzett élelmiszer mintákat, a mérési eredményeket és az azokból levonható következtetéseket mutatjuk be.

A vizsgálati program tervezése és végrehajtása során igyekszünk az „átlagos lakos” fogyasztási és vásárlási szokásait követni, hogy a lakosság dózisterhelését minél pontosabban becsülhessük. Az élelmiszerek mellett fogyasztásra kész ételt („heti menü”) is vizsgálunk. A vizsgálatok az összes-béta számlálás mellett általában HPGe-detektoros gamma-spektrometriát jelentenek, de néhány mintatípus esetében kiterjednek a K-40 és a Sr-90 meghatározására is. Az alkalmazott mérési technikák nagy tartalékkal alkalmasak a jelentési szinteknél kisebb aktivitáskoncentrációk kimutatására.



## MEASUREMENT RESULTS OF FOOD SAMPLES OF RAMDAN

**Szabolcs Osváth<sup>1</sup>, Zsolt Homoki<sup>1,2</sup>, Irén Kerekes<sup>3</sup>,  
Júlia Kövendiné Kónyi<sup>1</sup>, Györgyné Lóránt<sup>4</sup>, Péter Orosz<sup>4</sup>,  
Zsuzsanna Pálvölgyiné Szabó<sup>5</sup>, Ágnes Szigeti<sup>1</sup>,**

*<sup>1</sup>National Center for Public Health and Pharmacy*

*<sup>2</sup>University of Pannonia*

*<sup>3</sup>Tolna County Government Office*

*<sup>4</sup>Hajdú-Bihar County Government Office*

*<sup>5</sup>Győr-Moson-Sopron County Government Office*

In Hungary, it is expected to monitor the radioactivity (both of natural and artificial origin) in our environment. The 489/2015 Gov. decree regulates the structure and operation of the National Environmental Radiation Monitoring System (NERMS). One of the 3 monitoring networks that provide data to NERMS, is the Radiological Monitoring and Data Acquisition Network (RAMDAN), which is led by the National Center for Public Health and Pharmacy (NCPHP). Type of samples taken and analyzed by the 7 RAMDAN laboratories (2 placed in the capital city and 5 in county seats) are presented and the results are discussed.

Monitoring program focuses on the dose of the “average citizen”, therefore typical customer habits are followed at sampling (e.g. buying the cheapest product). Food products and mixed diet are also analyzed. Typically total beta counting and gamma-ray spectrometry using HPGe detector are performed, but in some cases activity concentrations of K-40 and Sr-90 are also determined. Measurement techniques that are applied are efficient enough to detect activity concentrations much below the reporting levels.

# A PAKSI ATOMERŐMŰ GŐZFEJLESZTŐINEK KORRÓZÓTERMÉK VIZSGÁLATA SZEKUNDERKÖRI VIZEKBŐL

**Sóvágó Dávid<sup>1</sup>, Árpád István<sup>3</sup>, Braun Mihály<sup>1</sup>,  
Rozmanitz Péter<sup>2</sup>, Veres Mihály<sup>1</sup>, Janovics Róbert<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Isotoptech Zrt.*

<sup>2</sup>*MVM Paksi Atomerőmű Zrt.*

<sup>3</sup>*Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék*

Az atomerőművek élettartamát az állandó neutronsugárzásnak kitett reaktortartály és annak állapota határozza meg. A Pakson is üzemelő, VVER-440/213 típusú nyomottvizes blokkokkal épített atomerőművek esetében azonban ugyanolyan fontos a gőzfejlesztők védelme, hiszen ezek nem cserélhetők. Elengedhetetlen tehát a korróziós termékek monitorozása, amelyen keresztül a teljes szekunderkör állapotáról képet kaphatunk. A mintavételt célszerű a gőzfejlesztőkből végezni, mert az ott lévő hőátadó csövek hatalmas felülete ideális a korróziós termékek felhalmozódására. Ezen szennyeződések valójában kevesebb, mint 10%-a képződött a gőzfejlesztőkben, sokkal inkább a szekunderkör többi részéből származnak. A korróziós termékek felhalmozódása szélsőséges esetben odaig is fajulhat, hogy csökkenhet a két kör közötti hőátadás mértéke és megváltoznak a hűtőközeg áramlási tulajdonságai. Legrosszabb esetben a korrózió következtében a gőzfejlesztők csövei ki is lyukadhatnak, amely azt eredményezi, hogy radioaktív anyagok kerülhetnek a konténmenten kívülre. Éppen ezért ezen szerkezeti elemek óvása nemcsak gazdasági, hanem üzemeltetésbiztonsági kérdés is.

# **CORROSION PRODUCT MEASUREMENT FROM SECONDARY CYCLE WATERS IN NUCLEAR POWER PLANT AT PAKS**

**Dávid Sóvágó<sup>1</sup>, István Árpád<sup>3</sup>, Mihály Braun<sup>1</sup>,  
Péter Rozmanitz<sup>2</sup>, Mihály Veres<sup>1</sup>, Róbert Janovics<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Isotoptech Zrt.*

*<sup>2</sup>MVM Paks Nuclear Power Plant.*

*<sup>3</sup>University of Debrecen, Faculty of Engineering,  
Department of Mechanical Engineering*

Lifetime of Nuclear Power Plants (NPPs) mainly depend on status of reactor vessels those are in continuous neutron radiation. In case of NPPs, working with VVER-440/213 pressurized water reactors, it is also important to take care of Steam Generators (SGs), as they are not replaceable. Therefore, very important to observe the concentrations of corrosion products which are indicate the conditions of whole secondary cycle. Steam generators could be a perfect sampling site, because the huge heat transfer surfaces are ideal place to collect these products. Only 10% of corrosion products are formed in SGs. The rest of products come from other parts of secondary cycle. In some extreme cases, the amount of corrosion products could be reaching that level which is reduce the heat transfer between primary and secondary cycles and change the optimal streamline of refrigerant. In the worst case, pipes of steam generators could pitting so this way the radioactive materials could get out from the containment. For this reason, to care of Steam Generators is not just financial and economical but operational safety too.

# KIÉGETT ÜZEMANYAGKAZETTÁK ÉS NAGY AKTIVITÁSÚ HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ SUGÁRVÉDELMI SZÁMÍTÁSOK

**Baksay Attila**

*TS Enercon Kft.*

A jelenleg elfogadott stratégia szerint hazai nukleáris energiatermelés során keletkező kiégett atomerőművi üzemanyag kazetták és nagy aktivitású hulladékok kezelésének a módja a jelenlegi koncepció szerint mélygeológiai tárolóban történő közvetlen végleges elhelyezés. A tervezés első fázisában a végleges elhelyezéshez kapcsolódó korábbi, 2005-ben készült Koncepcióterv felülvizsgálatára került sor. A munka az RHK Kft. megrendelésére készült.

A mélygeológiai tároló kialakításához kapcsolódó Koncepcióterv kidolgozása során elvégzésre kerültek előzetes sugárvédelmi és nukleáris biztonsághoz kapcsolódó számítások. A számítások célja a kiégett üzemanyag környezetében, valamint az elhelyezőtokok és a telephelyi szállítójármű környezetében várható dózisteljesítményviszonyok előzetes meghatározása volt.

Az előadás célja, hogy bemutassa a számítások elvégzésének a menetét a forrástag meghatározásától a dózisteljesítmény értékek származtatásáig. Bemutatásra kerül, hogy milyen hatással vannak a forrástagra az atomerőmű üzemeltetésének a jellemzői, illetve a tároló üzembevételének időpontja.

Bemutatásra kerülnek a modellek felépítésének a módjai, az alkalmazott közelítések. A számítások eredményeként azok a dózisteljesítmény értékek kerülnek bemutatásra, melyek a kiégett kazetták végleges elhelyezésre való előkészítése során várhatóak az elhelyező tokok és a hulladékcsomagok környezetében.

Végezetül bemutatásra kerül, hogy mely ismeretek bővítésére van szükség a témához kapcsolódóan illetve melyek a további értékelésekre váró területek.

# **RADIATION PROTECTION CALCULATIONS CONNECTED TO THE FINAL DISPOSAL OF SPENT NUCLEAR FUEL AND HIGH LEVEL WASTE**

**Attila Baksay**

*TS Enercon Ltd.*

Under the current strategy, the final management method for spent fuel and high-level waste from nuclear power generation is direct disposal in a deep geological repository. The first phase of the final disposal planning was an update of the old conceptual plan from 2005. The update of the conceptual plan was ordered by PURAM.

Part of the conceptual plan focused on radiation protection and nuclear safety. The radiation protection calculations were aimed at estimating the dose rates in the vicinity of spent fuel, storage casks and the on-site transport vehicle.

This presentation will focus on the methodology of the calculations, from the definition of the source term to the calculation of dose rates. Factors such as the operational history of the fuel assemblies and the planned commissioning date of the disposal facility will influence the source term.

Models built for the calculations and the approximations used will be presented. The results show the expected dose rates around spent fuel and high-level waste disposal units that are expected to occur during the pre-disposal management of spent fuel and waste packages.

Finally, it is presented what information still needs to be obtained and the areas where further assessment is needed.

# ELMÉLETI MODELLEZÉSI MEGFONTOLÁSOK A RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLÓK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSÉHEZ

**Eged Katalin<sup>1</sup>, Bóthi Zoltán<sup>2</sup>, Budai Péter<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>UniRad Kft, <sup>2</sup>WSP Hungary Consulting Zrt, <sup>3</sup>RHK-SMI Kft*

Új módszertani megközelítést mutatunk be a bioszféra-modellezésben.

A modellezés egyik érzékeny pontja a modell parametrizálása. Az olyan nuklidadatok esetében, ahol kevés vagy semmilyen szakirodalmi adat nem állt rendelkezésre, becsléssel határozzuk meg a paraméterértékeket, feltételezve, hogy transzport- és bioakkumulációs folyamataik leírhatók más izotópokhoz való kémiai hasonlóságukkal.

Világszerte a biztonsági értékelések (BÉ) analógiái a Mengyelejev-féle periódusos rendszer (MPR) kémiai elemeinek hasonlóságát, vagy eltérőségét veszik alapul. A biztonsági értékelés a Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló (NRHT) létesítési és üzemeltetési engedélyezésének egyik alapidokumentuma, ezért korábban a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően mi is az MPR-t vettük alapul. Magyarországon kevés helyszín-specifikus adat áll rendelkezésre, ezért a 2020-as Bataapáti BÉ modellezés során azonban egy másik, teljesen új megközelítést alkalmaztunk, mégpedig a "hidrogeokémiai periódusos rendszer (HPR)" analógiáját. Az analógia alapja a természetes körülmények között megjelenő, attól függően különböző vegyértékű kémiai formákban található kémiai elemek egymáshoz viszonyított viselkedése. A módszert az RHK és a hazai hatóságok elfogadták, nemzetközi megmértetése folyamatban van.

Eredményeink azt mutatják, hogy a HPR realiztikusabb megközelítés lehet a jövőben, mint az elemanalitikus analógia. A geoszféra belüli hosszú migrációs útvonalak miatt csak a hosszú felezési idejű konzervatív izotópok és egyes uránizotópok és leányelemeik juthatnak el a bioszférába, és okozhatnak jelentős radiológiai hatást a növény/állat és emberi populációra. A bizonytalansági elemzések azt mutatják, hogy a számított effektív dózisek várhatóan egyetlen nagyságrendre korlátozódnak, ami viszonylag alacsony a figyelembe vett időkeretekhez képest.

# THEORETICAL MODELING CONSIDERATIONS FOR ASSESSING LONG-TERM IMPACTS OF RADIOACTIVE WASTE REPOSITORIES

**Katalin Eged<sup>1</sup>, Zoltán Bóthi<sup>2</sup>, Péter Budai<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>UniRad Kft, <sup>2</sup>WSP Hungary Consulting Zrt, <sup>3</sup>PURAM Kft*

A new methodological approach is presented in biosphere modeling.

One of the sensitive issues of modeling is its parameterization. For nuclide data where scarce or no literature data is available, parameter values are derived hypothesizing that their transport and bioaccumulation processes may be described by their chemical similarity to other isotopes for which data was available.

Worldwide, analogies in safety assessments (SA) are based on the similarity and differences of chemical elements in the Mendeleev's periodic table (MPR). The safety assessment is one of the basic documents for construction and operation licensing of the National Radioactive Waste Repository (NRWR), so earlier we also used MPR as a basis in line with international practices. Limited site-specific biosphere data are available for Hungary, therefore during the 2020 Bataapati SA modeling we took a different, an entirely new approach, namely the analogy of the "hydrogeochemical periodic table (HPT)". The basis of the analogy is the behavior of chemical elements with different speciation under different natural conditions. Limited location-specific biosphere data are available for Hungary. The method has been accepted by PURAM and the Hungarian authorities, and an international competition is ongoing.

The results show that HPT should be a more realistic approach in the future than the elemental analytic analogy. Due to long migration routes within the geosphere, only conservative isotopes with long half-lives and certain isotopes of uranium and their decay products can reach the biosphere and cause significant radiological hazards for plant/animal and human populations. The uncertainty analyses indicate that the calculated effective doses are expected to be limited to a single order of magnitude, which is relatively low compared to the timeframes considered.

# RADIOAKTÍV HULLADÉKFELSZABADÍTÁSI MUNKAÉRTEKEZLET ÉS ÖSSZEMÉRÉS TAPASZTALATAI

**Petrányi János<sup>1</sup>, Jónás Jácint<sup>1</sup>, Kocsis Tímea<sup>2</sup>,  
Kocsonya András<sup>3</sup>, Zagyvai Péter<sup>3</sup>, Szőnyi-Pákai Renáta<sup>4</sup>,  
Kovács Bence<sup>4</sup>, Novák Zalán Máté<sup>4</sup>, Nényei Árpád<sup>5</sup>,  
Fodor Balázs<sup>6</sup>, Taba Gabriella<sup>7</sup>, Vizbel Ákos<sup>7</sup>, Elek Richárd<sup>8</sup>,  
Meczker András<sup>9</sup>, Szűcs László<sup>10</sup>, Kocsis Erika<sup>11</sup>,  
Tóth Szabolcs<sup>11</sup>, Turza Péter<sup>12</sup>**

*<sup>1</sup>GAMMA Zrt, <sup>2</sup>Budapest Kutató Reaktor, <sup>3</sup>Energiatudományi  
Kutatóközpont, <sup>4</sup>Izotóp Intézet Kft., <sup>5</sup>MVM Paksi Atomerőmű Zrt,  
<sup>6</sup>MH SL 102 v.h.e., <sup>7</sup>Semmelweis Egyetem, <sup>8</sup>NNGYK,  
<sup>9</sup>Atomix Kft. Radioaktív Hulladékminősítő Csoport,  
<sup>10</sup>BFKH Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztály,  
<sup>11</sup>Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft., <sup>12</sup>RHFT*

A sugárvédelmi rendelet (2/2022. (IV. 29.) OAH rendelet) utolsó módosítása jelentősen érintette a radioaktív hulladékok felszabadítását. Ezért 2024. február 2-án egy egynapos munkaértekezlet és összemérés keretében találkoztak a témával foglalkozó szakemberek.

A rendezvényen két hulladékcsomag minősítése volt a feladat. A mérési program dózisteljesítmény, felületi szennyezettség mérést, izotóp azonosítást, aktivitás és aktivitás-koncentráció becslést, dörzsminta vétel és mérést foglalt magába.

A 7 mérőcsapat a mérési eredményeket az erre a célra létrehozott weboldalon keresztül (<https://gammatech.hu/hulladekfelszabaditas/>) oszthatta meg.

A szakemberek a mérések mellett a hulladékfelszabadítás folyamatairól és nehézségeiről is eszmét cseréltek.

Jelen előadás az esemény részleteibe ad betekintést, illetve a 65 résztvevő által eddig végzett munka eredményeit, és a szerzett tapasztalatokat, visszajelzéseket ismerteti.



## LESSONS LEARNED FROM THE WORKSHOP AND INTERCOMPARISON MEASUREMENTS ON RADIOACTIVE WASTE CLEARANCE

**János Petrányi<sup>1</sup>, Jácint Jónás<sup>1</sup>, Tímea Kocsis<sup>2</sup>,  
András Kocsonya<sup>3</sup>, Péter Zagyvai<sup>3</sup>, Renáta Szőnyi-Pákai<sup>4</sup>,  
Bence Kovács<sup>4</sup>, Zalán Máté Novák<sup>4</sup>, Árpád Nényei<sup>5</sup>,  
Balázs Fodor<sup>6</sup>, Gabriella Taba<sup>7</sup>, Ákos Vizbel<sup>7</sup>, Richárd Elek<sup>8</sup>,  
András Meczker<sup>9</sup>, László Szűcs<sup>10</sup>, Erika Kocsis<sup>11</sup>,  
Szabolcs Tóth<sup>11</sup>, Péter Turza<sup>12</sup>**

*<sup>1</sup>GAMMA Zrt, <sup>2</sup>Budapest Research Reactor, <sup>3</sup>Centre for Energy Research, <sup>4</sup>Institute of Isotopes LLC., <sup>5</sup>Paks NPP, <sup>6</sup>MH SL 102 v.h.e.,  
<sup>7</sup>Semmelweis University, <sup>8</sup>NCPHP, Atomix LLC. <sup>9</sup>RW Assessor Group, <sup>10</sup>BFKH Metrology and Technical Supervisory Department,  
<sup>11</sup>Mineral Resource Utility Non-profit Public LLC., <sup>12</sup>RWTD*

The last amendment of the regulation on radiation protection (Decree of the HAEA 2/2022.) significantly affected the radioactive waste release. Therefore, on 2 February 2024, a one-day intercomparison measurement and workshop on the subject took place. During the event, two waste packages had to be assessed by the participating measurement teams. The measurement programme included dose rate and surface contamination measurements, isotope identification, activity and activity concentration estimation, smear tests and measurements. The 7 measuring teams were able to share their measurement results via a dedicated website (<https://gammatech.hu/hulladekfelszabaditas/>).

In addition to the measurements, the experts have also exchanged views on the processes and difficulties of waste release. This presentation will give an insight into the details of the event, the results of the work carried out by the 65 participants so far, along with the feedback and lessons learned.

# RADIOKATÍV ISZAPOK IZOTÓP ÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Nényei Árpád, Feil Ferenc

*MVM Paksi Atomerőmű Zrt.*

Az atomerőműben a komplex izotópösszetétel megadására jelenleg az ún. Scaling Faktoros közelítő módszer használatos, ami a szilárd radioaktív hulladékok nagyobb részére megfelelő eredményeket biztosít. Azonban keletkeznek olyan hulladékok is, amelyek minősítésére ez a módszer nem alkalmas. Ilyen a folyékony hulladék feldolgozó technológia üzeme során keletkező iszap is. Ezért kidolgozunk egy olyan mintavételi és mérési módszertant, amivel meghatározható a kobalt eltávolító – komplexbontó berendezésben keletkező iszapokat tartalmazó hordók izotópleltára is.

A hulladékáramok, technológiai jellemzők és a feldolgozott közegek jellemzői alapján definiáltuk az iszapok csoportosítását. Ezekre a csoportokra mintavételi programot dolgoztunk ki úgy, hogy a komplex mintavételi elvek és gyakorlati szempontok alapján kiválasztott különböző pontminták és a belőlük képzett átlagminták megfelelően reprezentálták az iszapok különböző formája szerint elkülönítve azok radiokémiai jellemzőit.

Az elméleti követelmények és gyakorlati tapasztalok alapján összeállítottuk mérendő radionuklidok körét úgy, hogy az izotópvektoraink ne avuljanak el, akkor sem, ha később újabb igazolási igények merülnének fel.

A radioizotópok szelektív mérését külső intézet végezte el, mivel ilyen komplexitású radioanalitikai mérésekre az atomerőmű üzemellenőrző laboratóriumai nincsenek felkészülve.

Az adatok elemzése igazolta, hogy adott tartály feldolgozásából származó iszapok összetétele gyakorlatilag azonos. Így az iszapot tartalmazó hordókban lévő radionuklidok aktivitásai számíthatók az adott kiindulási tartályra meghatározott átlagos iszap aktivitás-koncentrációkból és a hordókban lévő iszap tömege alapján.

# DETERMINATION OF THE ISOTOP LIBRARY OF RADIOACTIVE SLUDGES

**Árpád Nényei, Ferenc Feil**

*MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd.*

In Paks Nuclear Power Plant currently Scaling Factor approximation method is used to determine the complex isotopic composition of radioactive wastes. This method provides adequate results for most solid radioactive waste, but there is also some waste streams for which this method is not suitable. Such waste stream is the sludge generated during the operation of liquid waste processing technology. Therefore, a sampling and measurement methodology will be developed to determine the isotopic inventory of drums containing sludge from the Co-60 removal system.

Classification of sludges is based on waste streams, technology properties and characteristics of the processed liquids. For these groups, a sampling programme was developed. Different point samples selected on the basis of complex sampling principles and practical criteria and the resulting strip samples were representative of the different forms of sludge by their radiochemical characteristics.

On the basis of theoretical requirements and practical experience, we have compiled the list of radionuclides to be measured. Our aim was to ensure that isotope vectors would not become obsolete, even if new verification needs were to arise in the future.

The selective radioisotope measurement was carried out by an external institute, because the operational control laboratories of the nuclear power plant are not equipped for such complex radioanalytical measurements.

Analysis of the results confirmed that the composition of the sludge from the processing of a given tank is practically identical. Thus, the activities of the radionuclides of waste can be calculated from the mean activity concentrations of sludge determined for the given initial tank and the mass of the sludge in the drums.

# RADIOAKTÍV ANYAG SUGÁRVÉDELMI HATÓSÁGI FELÜGYELET ALÓL TÖRTÉNŐ FELSZABADÍTÁSÁRA VONATKOZÓ ELVÁRÁSOK

**Sebestyén Zsolt, Lázár István**

*Országos Atomenergia Hivatal*

2016. január 1-jén az OAH vette át a sugárvédelmi hatáskört, így a fő engedélyező és felügyeleti hatósággá vált a sugárvédelmi területen is. Sugáregészségügyi kérdések továbbra is az egészségügyért felelős miniszter hatáskörébe tartoznak. A hatáskörbővüléshez kapcsolódóan kidolgozta az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendeletet. A rendelet tartalmazta a felszabadításra vonatkozó követelményeket is, melyek részben a korábbi jogszabályból, másrészt pedig az EU BSS-nek való megfeleltetésből származtak. 2021-ben az OAH kikerült a Kormány közvetlen ellenőrzése alól és azóta önálló rendeletalkotó szabályozó szervként működik, ezért a hatáskörébe tartozó jogszabályokat OAH rendelet formájában adta ki újra, többek között az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 2/2022. (IV. 29.) OAH rendeletet, amely változatlan formában tartalmazta a felszabadítás szabályait.

Ezt követően az OAH felülvizsgálta a részletszabályokat és annak érdekében, hogy a hatósági elvárások, illetve az eljárásra vonatkozó lehetőségek részletesebben megjelenjenek, módosítást dolgozott ki, amely 2023 novemberében vált hatályossá.

Az előadásban bemutatom a felszabadításra vonatkozó jogszabályi követelményeket, azon keresztül a hatósági elvárásokat, hogy a felszabadítási eljárásokhoz szükséges elemek egyértelműbbé váljanak. Ezzel szeretném elősegíteni a követelmények megfelelő alkalmazását és megértését, s a kapcsolódó hatósági eljárások sikeres lefolytatását.

# **EXPECTATIONS FOR THE RELEASE OF RADIOACTIVE MATERIAL FROM RADIATION PROTECTION REGULATORY CONTROL**

**Zsolt Sebestyén, István Lázár**

*Hungarian Atomic Energy Authority*

The Hungarian Atomic Energy Authority (HAEA) became the main oversight and licensing authority for radiation protection issues on 1 January 2016. Radiation health issues are still the responsibility of The Minister of State for Health. In connection with the expansion of the scopes, the HAEA developed Government Decree 487/2015 (XII. 30) on protection against ionizing radiation and the related licensing, reporting and control system.

The decree also contained the requirements for the clearance (the release of radioactive materials from the control of the radiation protection authority), which partly came from the previous legislation, and on the other hand were published in accordance with the EU BSS compliance. In 2021, the HAEA was removed from the direct control of the Government and since then it has been operating as an independent regulation-making body, therefore it reissued the legislations under its competence in the form of an HAEA decree, including the 2/2022 (IV. 29) HAEA Decree on protection against ionizing radiation and the related licensing, reporting and control system, which contained in unchanged form the requirements for clearance.

After that the HAEA revised the detailed requirements and, in order to present the authorities' expectations and the options for the process in more detail, HAEA developed an amendment, which became effective in November 2023.

In the presentation, I highlight the legal requirements concerning clearance process and the regulatory expectations, so that the elements necessary for the clearance processes become easier understandable. With the presentation, I would like to enhance the understanding and proper application of the requirements and the successful conducting of the related authorizing processes.

# LÉZERFÉNY ÁLTAL GENERÁLT ABLÁCIÓS DEKONTAMINÁLÁSI TECHNOLÓGIA VIZSGÁLATA

**Bodor Károly<sup>1</sup>, Zagyvai Péter<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont,  
Sugárbiztonsági Laboratórium, Környezetvédelmi Szolgálat*

*<sup>2</sup>HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont,  
Környezetfizikai Laboratórium*

Az előadás bemutatja egy új dekontaminálási technológia működési elvét, megvalósíthatóságát. A radioaktív hulladékok tárolásának egyik igen fontos paramétere a térfogat. Az ablációs technológia segítségével a szilárd anyagok felületi szennyezettségét meg lehet szüntetni, úgy, hogy a leválasztott részecskéket összegyűjtjük, így maximalizálni lehet a megtisztított anyag térfogata/szennyezés térfogata arányt. A legtöbb technológia nagy mennyiségű másodlagos szennyezést termel, az ablációs eljárás nem, olcsó, gyors, szinte bárhol bevethető.

Bemutatásra kerül az általunk elvégzett radioaktív anyag dekontaminálási eljárás eredményei, mely során háromszori kezelésnek vetettük alá a szennyezett felületet.

# INVESTIGATION OF ABLATION DECONTAMINATION TECHNOLOGY GENERATED BY LASER LIGHT

**Károly Bodor<sup>1</sup>, Péter Zagyvai<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>HUN-REN Centre for Energy Research,  
Nuclear Security Department, Environmental Protection Service*

*<sup>2</sup>HUN-REN Centre for Energy Research,  
Environmental Physics Department*

The presentation describes the operating principle and feasibility of a new decontamination technology. One of the very important parameters for the storage of radioactive waste is its volume. Due to the ablation technology, the surface contamination of solid objects can be eliminated by collecting the particles detached by ablation, thus maximizing the volume / impurity volume ratio of the purified material. Most technologies produce large amounts of secondary contamination, the ablation process is not, inexpensive, fast, and can be deployed almost anywhere.

The results of our radioactive material decontamination process will be presented, during which the contaminated surface was treated three times.

# ZÁRT RADIOAKTÍV SUGÁRFORRÁS GYÁRTÁSA ÉS ALKALMAZÁSA

**Pálfi Tamás**

*Radchem Kft*

A radioaktív anyag alkalmazás környezetre gyakorolt hatásának minimalizálás érdekében a sugárforrás tervezése, gyártása majd alkalmazása során a szigorú ajánlások, előírások betartása mind a gyártó mind a felhasználó oldaláról szükséges.

Az alkalmazások során a zárt radioaktív anyagot a berendezés a legegyszerűbb alkotórészének tekinthetjük. Hasonlóan azonban ahogy a radioaktív anyag alkalmazásának indokoltsága az alkalmazás célja nélkül nem igazolható, a zárt sugárforrások sajátságainak megfelelésébe csak az alkalmazás körülményeinek ismeretében ítélhető meg.

A radioaktivitás felfedezésétől számított több mint 100 év tapasztalatai alapján az alkalmazás, illetve a szállítás során alkalmazandó ajánlások, szabványok egységes keretrendszert alkotnak. Ezen keretrendszer elemei mind a gyártónak mind a felhasználónak segítik az elérhető legbiztonságosabb alkalmazás megvalósítását a zárt sugárforrás teljes élet ciklusán keresztül. Az előadásban ezen keretrendszer alkalmazását szeretnénk bemutatni gyakorlati példákon keresztül.



# **PRODUCTION AND APPLICATION OF SEALED RADIOACTIVE SOURCE**

**Tamas Palfi**

*Radchem Co. Ltd.*

In order to minimise the impact of the use of radioactive material on the environment, the design, manufacture and application of radioactive sources must comply with strict recommendations and regulations, both from the manufacturer and the user.

The sealed radioactive material can be considered as the simplest component of the equipment. In the same way that the justification for the use of radioactive material cannot be confirmed without the purpose of the application, the suitability of sealed sources can only be judged by knowing the conditions of application.

Based on more than hundred years of experience since the discovery of radioactivity, recommendations and standards for use and transport have been developed to form a coherent framework. The elements of this framework help both the manufacturer and the user to achieve the safest possible application throughout the life cycle of the sealed source. In this presentation, we would like to demonstrate the application of this framework through practical examples.

# RADIOAKTÍV ANYAG SZÁLLÍTÁSÁRA ALKALMAS KÜLDEMÉNYDARAB FEJLESZTÉSE

**Tóth László<sup>1</sup>, Collognáth Dezső<sup>1</sup>, Pálfi Tamás<sup>1</sup>  
Korossy-Khayll András<sup>2</sup>, Turcsik Tamás<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>RadChem Kft.*

*<sup>2</sup>C3D Műszaki Tanácsadó Kft.*

A radioaktív anyag alkalmazás egyik nem elhanyagolható feltétele a sugárforrás alkalmazási helyére történő biztonságos szállítása. A nagyaktivitású, azaz 1. kategóriájú sugárforrások esetében a szükséges csomagolás az ún. B(U) típusú küldeménydarab.

A küldeménydarab-mintáknak meg kell felelniük a veszélyes áruk szállításáról szóló nemzetközi előírásoknak. Az előírásoknak való megfelelést a küldeménydarab biztonsági elemzésben kell vizsgálni és igazolni. A szállításra való alkalmazása a nemzeti hatóság, az Országos Atomenergia Hivatal engedélyéhez kötött.

A megfelelően megalapozott biztonsági elemzés elkészítését hazai, illetve nemzetközi ajánlások elősegítik, azonban olyan útmutató nem létezik, mely a kezdeti lépésektől a tervezésen majd gyárthatóság vizsgálatán át minden területen kulcsrakész megoldásokat ajánlana. Ennek megfelelően minden új küldeménydarab megvalósítása egy új kutatás-fejlesztési folyamat, annak minden sajátosságával, buktatóival, konklúzióival.

A RadChem 2022-ben kezdett bele a B(U) küldeménydarab (CODE: RC-RSC-01) kifejlesztésébe. A fejlesztést segítő számítások elvégzésében a C3D volt a segítségére.

Az előadásban a fejlesztési folyamatot és annak tanúságait szeretnénk bemutatni.

## DEVELOPMENT OF A TRANSPORT PACKAGE FOR RADIOACTIVE MATERIAL

**László Tóth<sup>1</sup>, Dezső Collognáth<sup>1</sup>, Tamás Pálfi<sup>1</sup>,  
Korossy-Khayll András<sup>2</sup>, Turcsik Tamás<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>RadChem Co.Ltd.*

*<sup>2</sup>C3D Technical Consulting Ltd.*

One of the non-negligible requirements for the application of radioactive material is the safe transport of the source to the place of application. For high activity, i.e. Cat. 1 source, the required packaging is the so-called B(U) package.

Package samples must comply with international standards for the transport of dangerous goods. Compliance must be tested and verified in the Safety Assessment. To use the package for transport should be approved by the national regulatory body, the Hungarian Atomic Energy Authority.

The preparation of a proper and well-founded Safety Assessment is facilitated by national and international recommendations, but there are no guidelines that offer turnkey solutions in all areas, from the initial steps through design and feasibility testing. Accordingly, the implementation of each new package is a new R&D process with all its difficulties, challenges, and conclusions.

In 2022, RadChem started the development of the B(U) package (CODE: RC-RSC-01). C3D helped to perform the calculations that supported the development.

In this presentation, we would like to present the development process and its conclusions.

# AZ ELI ALPS SUGÁRVÉDELMI ÁRNYÉKOLÓRENDSZERÉNEK PARAMÉTEROPTIMÁLÁS VIZSGÁLATA

**Bodor Károly<sup>1</sup>, Zagyvai Péter<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ELI-HU Non-Profit Kft. 6728 Szeged, Wolfgang Sandner u. 3.*

A nagyintenzitású lézerefény által keltett ionizáló sugárzás elleni árnyékolás tervezése különleges feladat. A lézer-anyag kölcsönhatásból keletkező ionizáló sugárzás speciális tulajdonságai, valamint a lézeres berendezések sajátos üzemeltetési módjai eltérnek a klasszikus gyorsítók esetében alkalmazottakétól.

Az árnyékolás tervezése során figyelembe kell venni az egyes paraméterek változásainak lehetséges hatásait sugárvédelmi szempontból. Ezek ismeretében az egyes paraméterek változásakor ellenőrizendő egy már tesztelt árnyékolás sugárvédelmi megfelelése.

Az előadás bemutatja a tervezés menetét, lehetséges módszereit és az egyes paraméterek változásainak lehetséges hatását. A FLUKA Monte Carlo szimulációs kód felhasználásával elvégzett tesztszimulációk eredményeit is ismertetem.

# CHARACTERISTICS OF THE OPTIMALIZATION OF LOCAL SHIELDING CALCULATION AGAINST IONIZING RADIATION GENERATED BY HIGH-INTENSITY LASER EQUIPMENT DURING DESIGN

**Károly Bodor<sup>1</sup>, Péter Zagvai<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>ELI-HU Non-Profit Ltd. 6728 Szeged, Wolfgang Sandner st. 3.*

The design of shielding against ionizing radiation produced by high-intensity laser light is a special task, as both the unique properties of ionizing radiation resulting from laser-material interaction and the specific operating methods of the laser equipment differ from those used in classical accelerators.

Shielding design must take into account the possible effects of changes in individual parameters in terms of radiation protection. Knowing these effects, the radiation protection adequacy of an already tested shielding arrangement must be checked when individual parameters are changed.

The presentation presents the planning process, possible methods and the possible effects of changes in individual parameters. Test simulations with the FLUKA Monte Carlo simulation code are also described.

# ZAP-X SUGÁRSEBÉSZETI BERENDEZÉS SUGÁRVÉDELMI PARAMÉTEREI

**Pesznyák Csilla<sup>1,2</sup>, Pócza Tamás<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,*

<sup>2</sup>*Országos Onkológiai Intézet*

A sugársebészet, más néven SRS (sztereotaktikus sugársebészet), a műtét alternatívájaként ismert számos agydaganat, agyi metasztázisok, meningiomák, valamint egyéb érrendszeri és funkcionális agyi betegségek hatékony kezelésében. A kezelések folyamán általában 1-5 alkalommal kezelik a beteget, különböző nagyobb frakciódózisokkal 7Gy-20Gy dózistartományban a frakciók számától függően.

A ZAP-X új dedikált sugársebészeti technológia hosszú évek alatt lett kifejlesztve, komoly előrehaladást jelent a sebészeti robotika, a sugársebészeti biztonság és hatékonyság, valamint a betegek kényelme terén.

A ZAP-X-et úgy tervezték, hogy módosítsa az eddig alkalmazott modern sugársebészeti technikát egy új giroszkópos kialakítással, amely több száz egyedi szögben bocsát ki sugárnyalábot kivételes pontossággal.

A kezelés célja a céltérfogat (kijelölt tumortérfogat) besugárzása a teljes előírt sugárdózissal, miközben igyekszik a lehető legnagyobb mértékben elkerülni a környező egészséges szöveteket. Ezt a kezelési módszert csak agyi sugársebészetre lehet alkalmazni, az egyedi technológiai kialakítás végett.

Nagy előnye, a hagyományos gammakésekhez képest, hogy nem tartalmaz radioaktív anyagot, és nincs szükség sugárvédelmi bunker építésre.

Az előadásban bemutatásra kerül a teljes sugársebészeti rendszer felépítése, valamint a sugárvédelmi kialakítások, megfontolások.

# RADIATION PROTECTION PARAMETERS OF ZAP-X RADIO SURGERY EQUIPMENT

**Csilla Pesznyak<sup>1,2</sup>, Tamás Pócza<sup>2</sup>,**

*<sup>1</sup>Budapest University of Technology and Economics,*

*<sup>2</sup>National Institute of Oncology*

Radiosurgery, also commonly referred to as SRS (stereotactic radiosurgery), is well recognized as an alternative to surgery for effectively treating many brain tumours, brain metastases, meningiomas, as well as other vascular and functional diseases within the head. During the treatments, the patient is usually treated 1-5 times, with different higher fractional doses in the dose range of 7Gy-20Gy, depending on the number of fractions.

ZAP-X, a new dedicated radiosurgery technology, has been developed over many years and represents a major advance in surgical robotics, radiosurgery safety and efficiency, and patient comfort.

ZAP-X was designed to transform modern radiosurgery with a groundbreaking gyroscopic design which delivers hundreds of uniquely angled radiation beams with exquisite precision.

The goal: deliver the full prescribed radiation dose to the target, while simultaneously avoiding surrounding healthy tissue. This treatment method can only be applied to cerebral radiosurgery due to the unique technological design.

A big advantage, compared to traditional gamma knives, is that it does not contain radioactive material and there is no need to build a radiation protection bunker.

In the presentation, we will explain the structure of the entire radiosurgery system, as well as the radiation protection designs and considerations.

## MIKOR VÁLTHATJA KI A SZÉRUM TARC ÉRTÉK A PET/CT VIZSGÁLATOT KLASSZIKUS HODGKIN- LYMPHOMÁBAN?

**Kapuvári Bence<sup>1</sup>, Kovács Judit<sup>1</sup>, Molnár Zsuzsanna<sup>2</sup>,  
Schneider Tamás<sup>2</sup>, Deák Margit Beáta<sup>2</sup>, Szaleczky Erika<sup>2</sup>,  
Király Péter Attila<sup>2</sup>, Gálvölgyi Krisztián<sup>2</sup>, Masszi András<sup>2</sup>**

*Országos Onkológiai Intézet (OOI), <sup>1</sup>Biokémiai Osztály és  
<sup>2</sup>Hematológia és Lymphoma Osztály, Budapest*

A klasszikus Hodgkin-lymphomás (kHL) betegek diagnosztikájában a PET/CT vizsgálat kulcsfontosságú a kórisme felállításától kezdve a kezelések hatékonyságának nyomon követésén át, egészen a komplett remisszió igazolásáig.

A betegellátás területén nincs dóziskorlátozás, viszont az ALARA-elv értelmében törekednünk kell a PET/CT által okozott sugárterhelés minimalizálására, akár új diagnosztikai eljárások bevezetésével is.

A kHL-s betegek terápiájának követése során a TARC (thymus and activation-regulated chemokine) tumormarker szérumkoncentráció-jának meghatározása bizonyos esetekben feleslegessé teheti a PET/CT vizsgálatot, csökkentve ezzel a beteg sugárterhelését.

Az OOI-ben 2008 óta végzünk szérum TARC szint meghatározást szövettanilag igazolt kHL-s betegeknél, humán TARC antigén ellen termelt antitestet tartalmazó ELISA kit alkalmazásával.

Öt kHL-s beteg esetismertetése során mutatjuk be a TARC értékek mérésének előnyeit és korlátait a PET/CT vizsgálatokkal szemben.

Megállapíthatjuk, hogy a PET/CT elengedhetetlenül fontos a kezelés előtti stádiummegállapításhoz, majd később a remisszió mértékének (teljes? részleges?) igazolásában. A terápiás válasz ellenőrzésében és a betegkövetés során a relapszus megjelenésének előrejelzésében a szérum TARC értékek változása sok esetben eredményesebbnek és rugalmasabbnak bizonyult a PET/CT-hez képest.



## WHEN CAN SERUM TARC VALUE REPLACE PET/CT IN CLASSICAL HODGKIN'S LYMPHOMA?

**Bence Kapuvári<sup>1</sup>, Judit Kovács<sup>1</sup>, Zsuzsanna Molnár<sup>2</sup>,  
Tamás Schneider<sup>2</sup>, Margit Beáta Deák<sup>2</sup>, Erika Szaleczky<sup>2</sup>,  
Péter Attila Király<sup>2</sup>, Krisztián Gálvölgyi<sup>2</sup>, András Masszi<sup>2</sup>**

*National Institute of Oncology (NIO), <sup>1</sup>Department of Biochemistry,  
<sup>2</sup> Department of Haemathology & Lymphoma*

In the diagnosis of classical Hodgkin's lymphoma (cHL) patients, the PET/CT examination is crucial, starting from establishing the diagnosis, monitoring the effectiveness of the treatments, and ending with the confirmation of complete remission.

There is no dose limitation in patient care, but according to the ALARA principle, we must strive to minimise the radiation exposure caused by PET/CT, even by introducing new diagnostic procedures.

During the follow-up of the therapy of patients with cHL, the determination of the serum concentration of the TARC (thymus and activation-regulated chemokine) tumour marker can in some cases make the PET/CT examination unnecessary, thus reducing the radiation exposure of the patient.

At the NIO, since 2008, we have been measuring serum TARC levels in histologically confirmed cHL patients, using an ELISA kit containing an antibody produced against the human TARC antigen.

We present the advantages and limitations of measuring TARC values compared to PET/CT examinations in case reports of five patients with cHL.

We can state that PET/CT is absolutely necessary for determining the stage before treatment, and later for verifying the degree of remission (complete? partial?). In monitoring the therapeutic response and predicting the appearance of relapse during patient follow-up, the change in serum TARC values proved to be more effective and flexible compared to PET/CT in many cases.

# FOTON ÉS NEUTRON SUGÁRZÁSI TEREK BIODOZIMETRIAI VIZSGÁLATA

**Cservenák Ildikó<sup>1</sup>, Milecz Mityko Richárd<sup>3</sup>, Horváth András<sup>3</sup>,  
Farkas Gyöngyi<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>NNGYK, <sup>2</sup>OOI, <sup>3</sup>BME NTI*

Az ionizáló sugárzás élő szervezetre gyakorolt hatásának ismerete kiemelten fontos baleseti helyzetekben, illetve az egészségügyben alkalmazott diagnosztikai és terápiás technikák alkalmazása során. A biológiai dozimetriának fontos szerepe van a kutatásokban és hasznos információt nyújt a különböző sugárzások citogenetikai hatásának összehasonlításához is.

A kutatás célja a nagy LET értékű sugárzások biológia hatásának vizsgálata volt. A vérminták besugárzása a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Oktatóreaktorával és az Országos Onkológiai Intézet (OOI) lineáris gyorsítójával történt. A vérminták elemzését az OOI Sugárbiológiai Osztályán végeztük.

Munkánkban perifériás vér limfocitákat sugaraztunk be in vitro gyorsítóval és az oktatóreaktor csőposta rendszerének segítségével és a kromoszóma aberrációkat analizáltuk. A különböző ionizáló sugárzások, mint pl. a röntgen és gamma sugárzás sugárbiológiai hatásai jól ismert a szakirodalomban, míg a tiszta neutronterek, vagy a kevert foton-neutron terek kevésbé vizsgált tudományterületek.

A citogenetikai adatok neutron sugárzás hatására ugyanolyan típusú szerkezeti kromoszómaaberrációkat tartalmaznak, mint a kis LET értékű sugárzások (röntgen, gamma), de mennyiségileg különböznek.

A kromoszómaaberrációk a besugárzási idővel (ennek megfelelően a dózissal), ill. a reaktor teljesítménnyel (25-75 W) arányosan nőnek. Ha tudjuk a kromoszómaaberrációk számát, meg tudjuk mondani a kapott dózis mennyiségét is. 8 Gy felett a kromoszómák nagy károsodása miatt már nem érdemes az aberrációkat értékelni. Az ilyen nagy dózisok hatására a kromoszómák szinte szétesnek. A sugárérzékenység megállapítása miatt ez a módszer hasznos információval szolgálhat.

# BIODOSIMETRIC INVESTIGATION OF PHOTON AND NEUTRON RADIATION FIELDS

Ildikó Cservenak<sup>1</sup>, Richard Milecz Mityko<sup>3</sup>,  
András Horvath<sup>3</sup>, Gyöngyi Farkas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NNGYK, <sup>2</sup>OOI, <sup>3</sup>BME NTI

Knowledge of the effects of ionizing radiation on the living organism is extremely important in accident situations and in the application of diagnostic and therapeutic techniques used in healthcare. Biological dosimetry plays an important role in research and provides useful information for comparing the cytogenetic effects of different radiations.

The aim of the research was to investigate the biological effect of radiation with a high LET value. The blood samples were irradiated with the Training Reactor of the Budapest University of Technology and Economics (BME) and the linear accelerator of the National Oncology Institute (OOI). The blood samples were analysed at the Radiobiology Department of the OOI.

In our work, peripheral blood lymphocytes were irradiated with an in vitro accelerator and with the help of the tube mail system of the training reactor, and chromosome aberrations were analysed. Different ionizing radiations, such as the radiobiological effects of X-ray and gamma radiation are well known in the literature, while pure neutron fields or mixed photon-neutron fields are less studied scientific fields. Cytogenetic data due to neutron radiation contain the same type of structural chromosomal aberrations as radiation with a low LET value (x-ray, gamma), but they are quantitatively different.

Chromosome aberrations increase with the irradiation time (correspondingly with the dose), or they increase proportionally with the reactor power (25-75 W). If we know the number of chromosomal aberrations, we can also tell the amount of the received dose. Above 8 Gy, it is no longer worthwhile to evaluate the aberrations due to the extensive damage to the chromosomes. At such high doses, the chromosomes almost disintegrate. Due to the determination of radiosensitivity, this method can provide useful information.

## MÁSODIK NEMZETI PÁCIENSDÓZIS-FELMÉRŐ PROGRAM

**Tóth Nikolett<sup>1</sup>, Mihályi Dávid<sup>1</sup>, Váradi Csaba<sup>1</sup>,  
Elek Richárd<sup>1,2</sup>, Sáfrány Géza<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ,  
<sup>2</sup>Semmelweis Egyetem*

Az orvosi sugárterhelések esetén az optimalás eszköze az ún. diagnosztikai irányadó szint (DRL). A DRL adott diagnosztikai eljárásra, anatómiai régióra, illetve pácienscsoportra vonatkozik. Iránymutatást ad, hogy milyen mértékű, szigorúan valamely fizikai dózismennyiségben kifejezett dózis fogadható el az egyébként indokolt eljárás kivitelezéséhez.

A második Nemzeti páciensdózis-felmérő programot (NPP) az EU felhívására indítottuk annak érdekében, hogy az immár magába foglalja az intervenció és gyermekradiológiai eljárásokat is. A felméréshez erre a célra fejlesztett elektronikus táblázatokot alkalmaztunk, amelyek kitöltése adatokkal a vizsgálatot végző személyzet feladata volt. A kiértékeléskor törekedtünk arra, hogy a nemzetközileg elfogadott módszertan szerint az egyes munkahelyekhez rendelt 10-10 darab expozíció adataiból átlagot, a több munkahelyről begyűjtött adatok átlagaiból pedig 3. kvartilist becsüljünk.

A DRL felmérésének legutolsó eredményeit 2024. év elején az NNGYK honlapján tettük közzé, egyúttal az első NPP átmeneti eredményeit visszavontuk (ld. még <https://bitly.cx/ozTNP>).

Az előadás a fentieket ismerteti az európai eredményekkel összehasonlításban, valamint betekintést nyújt abba, hogy milyen tanulságokat vontunk le a felmérésből, illetve felsorolja ezek jövőbeli hasznosításának egyes kérdéseit és a terveinket.

## SECOND NATIONAL PATIENT DOSE SURVEY PROJECT

**Nikolett Tóth<sup>1</sup>, Dávid Mihályi<sup>1</sup>, Csaba Váradi<sup>1</sup>,  
Richárd Elek<sup>1,2</sup>, Géza Sáfrány<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*National Centre for Public Health and Pharmacy,*

<sup>2</sup>*Semmelweis University*

For medical exposures, the tool for optimisation is the so-called diagnostic reference level (DRL). The DRL applies to a given diagnostic procedure, anatomical region or patient group. It provides guidance on the dose levels acceptable for an otherwise justified procedure, expressed strictly in terms of a physical dosimetric quantity.

The second National Patient Dose Survey (NPP) was launched in response to a call from the EU, in order to include DRLs for interventional and paediatric radiological procedures. For the survey we used electronic spreadsheets developed for this purpose, which were completed by the practitioners. In the evaluation, an attempt was made to estimate an average of 10 exposure data per workplace and to determine the 3rd quartile of the average of the data collected from several workplaces, according to the internationally accepted methodology.

The most recent results of the DRL survey were published on the NCPHP (NNGYK) website in early 2024, and at the same time the interim results of the first NPP were withdrawn (see also <https://bitly.cx/ozTNP>).

The presentation will explain the above in comparison with the European DRLs, and provides insight into the lessons learned from the survey, furthermore it lists how this may be utilised along with our plans for the future.

## ENEN2PLUS - ÖSZTÖNDÍJ RENDSZERE

**Pesznyák Csilla<sup>1,3</sup>, Leon Cizelj<sup>2</sup>, Gabriel Pavel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,*  
<sup>2</sup>*Institute Josef Stefan, Szlovénia;* <sup>3</sup>*ENEN, Belgium*

Az Európai Nukleáris Oktatási Hálózat (ENEN) 2022-ben új projektet indított a Horizon Europe EU projekt keretein belül. A projekt célja az atomenergia és más nukleáris területen elért magas szintű szakértelem fenntartása és továbbfejlesztése, valamint a nukleáris pálya vonzóvá tétele a fiatalok számára.

A középiskolás diákoknak, hallgatóknak (BSc, MSc, PhD) számos verseny, nyári iskola kerül megszervezésre. A posztdoktoroknak és a fiatal munkavállalók számára dedikált karrierrendezvényeken való részvételre és különböző továbbképzésekre lesz lehetőség. A mobilitási program több mint 1000 hallgató/ fiatal munkavállaló számára 2,5 millió EUR-t biztosít ösztöndíjakra. A Mobilitási Kézikönyv megtalálható az ENEN2plus honlapján:

<https://enen.eu/index.php/portfolio/enen2plus-project/>

A mobilitási ösztöndíjakat elsősorban olyan hallgatóknak és pályakezdő szakembereknek (legfeljebb 10 éves tapasztalattal) szánják, akiknek célja, hogy fejlesszék tudásukat, készségeiket, tapasztalataikat. Az ösztöndíj célja a pályázó nukleáris karrierjének elősegítése vagy javítása. Egyéni és csoportos pályázatok egyaránt támogatottak.

Ez évben kerül megszervezésre az első BSc, MSc diplomamunkák, szakdolgozatok versenye nukleáris témakörben az ENEN2plus keretein belül.

## ENEN2PLUS – MOBILITY GRANT SYSTEM

**Csilla Pesznyak<sup>1,3</sup>, Leon Cizelj<sup>2</sup>, Gabriel Pavel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Budapest University of Technology and Economics, Hungary,*

<sup>2</sup>*Institute Josef Stefan, Slovenia;* <sup>3</sup>*ENEN, Belgium*

The European Nuclear Education Network (ENEN) launched a new project in 2022 within the framework of the Horizon Europe EU project. The aim of the project is to maintain and further develop the high level of expertise achieved in nuclear energy and other nuclear fields, as well as to make a nuclear career attractive to young people.

Many competitions and summer schools are organized for high school students and students (BSc, MSc, PhD). It will be possible to participate in career events dedicated to postdoctoral fellows and young workers and to various further training courses. The mobility program provides EUR 2.5 million in scholarships for more than 1,000 students/young workers. The Mobility Manual can be found on the ENEN2plus website:

<https://enen.eu/index.php/portfolio/enen2plus-project/>

The mobility scholarships are primarily intended for students and early career professionals (with up to 10 years of experience) who aim to develop their knowledge, skills and experience. The purpose of the scholarship is to promote or improve the applicant's nuclear career. Both individual and group applications are supported.

This year, the first BSc, MSc diploma theses and theses competition in the nuclear field will be organized within the framework of ENEN2plus.

## **SUGÁRVÉDELMI NÍVÓDÍJ PÁLYÁZAT - 2024**

### **AZ EGÉSZTESTSZÁMLÁLÓ KALIBRÁCIÓJA ÉS KIÉRTÉKELÉSI ELJÁRÁSAINAK FEJLESZTÉSE**

**Kocsonya András, Pántya Anna, Szabó Dezső,  
Harangozó Imréné, Zagyvai Péter, Endródi Zsuzsa**

*HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont*

Az Energiatudományi Kutatóközpont egésztestszámláló berendezése idén, 2024-ben 60 éves. A cikk összefoglalja az elmúlt évek főbb fejlesztéseit. Az egésztestszámlálóba új HPGe detektor lett beépítve, amivel széles testtömeg-intervallumra kiterjedő határfok-kalibráció történt. Összehasonlítottuk a szcintillációs és félvezető detektorokkal elérhető kimutatási határokat. A szcintillációs detektorral felvett spektrumokhoz új, jól automatizálható kiértékelési eljárást dolgoztunk ki.



# CALIBRATION AND DEVELOPMENT OF MEASUREMENT EVALUATION AT THE WHOLE-BODY-COUNTER

**András Kocsonya, Anna Pántya, Dezső Szabó,  
Imréné Harangozó, Péter Zagyvai, Zsuzsa Endrődi**

*HUN-REN Centre for Energy Research*

The whole-body-counter of the Centre for Energy Research is in operation since 60 years. The paper summarizes the main developments of the last decade. A new HPGe detector was installed, and efficiency calibration was performed by the new detector for a wide body-weight range. The detection limits are compared for the scintillation and semiconductor detector. New semi-automatic spectrum evaluation method was developed for the scintillation detector.

# ELMÉLETI MEGFONTOLÁSOK A RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLÓK HOSSZÚ TÁVÚ HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSÉHEZ A BIOSZFÉRÁBAN BÁTAAPÁTI NRHT MUNKA ALAPJÁN

**Eged Katalin<sup>1</sup>, Bóthi Zoltán<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>UniRad Kft, <sup>2</sup>WSP Hungary Consulting Zrt.*

Új módszertani megközelítést mutatunk be a radioaktív hulladék-tárolók bioszféra-modellezésben. A világban számos helyen működnek atomerőművek és a termelődött radioaktív hulladék elhelyezését az üzemeltetőnek kell megoldani, nemzeti szinten. A biztonsági értékelés a nemzeti radioaktív hulladék-tárolók létesítési és üzemeltetési engedélyezésének egyik alapdokumentuma, melynek egy alrendszere a bioszféra modell. Az összetett feladatot a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) nemzetközi szinten támogatja módszertani irányelvekkel és adatbázisokkal. Magyarország követi az elméleti modellezési ajánlásokat, figyelembe véve a helyi (Bátaapáti) sajátosságokat, a 2000-es évek nemzetközi gyakorlatának megfelelően Magyarország is az Mengyelejev-féle kémiai elemek periódusos rendszerét vette alapul a modell paramétereinek meghatározásában. 2020-tól, azonban egy másik, teljesen új megközelítést alkalmaztunk, mégpedig a "hidrogeokémiai periódusos rendszer (HPR)" analógiáját. Az analógia alapja a természetes körülmények között megjelenő, különböző vegyértékű kémiai formákban található kémiai elemek egymáshoz viszonyított viselkedése. A módszert az RHK és a hazai hatóságok elfogadták, nemzetközi megmértetése folyamatban van. Eredményeink azt mutatják, hogy a HPR realisztikusabb megközelítés lehet a jövőben, mint az elemanalitikus analógia. A geoszféra belüli hosszú migrációs útvonalak miatt csak a hosszú felezési idejű konzervatív izotópok és egyes uránizotópok és leányelemeik juthatnak el a bioszférába, és okozhatnak jelentős radiológiai hatást a növény/állat és emberi populációra. A bizonytalansági elemzések azt mutatják, hogy a számított effektív dózisosk várhatóan egyetlen nagyságrendre korlátozódnak, ami viszonylag alacsony a figyelembe vett időkeretekhez képest.

# THEORETICAL MODELING CONSIDERATIONS FOR ASSESSING LONG-TERM IMPACTS OF RADIOACTIVE WASTE REPOSITORIES BASED ON BATAAPATI STUDY

**Katalin Eged<sup>1</sup>, Zoltán Böthi<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>UniRad Kft*

*<sup>2</sup>WSP Hungary Consulting Zrt*

A new methodological approach is presented for the biosphere modeling of radioactive waste repositories. Nuclear power plants operate in many places around the world, and the disposal of the radioactive wastes produced must be solved by the operator, at the national level. The safety assessment is one of the basic documents for the establishment and operation licensing of the national radioactive waste repositories, a subsystem of which is the biosphere model. The complex task is supported internationally by the International Atomic Energy Agency (IAEA) with methodological guidelines and databases. Hungary follows the theoretical modeling recommendations, taking into account the local (Bátaapáti) characteristics, in accordance with the international practice of the 2000s, Hungary also used Mendeleev's periodic system of chemical elements as a basis for determining the parameters of the model. From 2020, however, we used another, completely new approach, namely the "Hydrogeochemical Periodic Table (HPT)" analogy. The basis of the analogy is the relative behavior of chemical elements in different valence chemical forms that appear in natural conditions. The method has been accepted by PURAM and the national authorities, and its international competition is in progress. Our results show that the HPR may be a more realistic approach in the future than the elemental analytical analogy. Due to the long migration routes within the geosphere, only conservative isotopes with long half-lives and some uranium isotopes and their daughter elements can reach the biosphere and cause a significant radiological effect on the plant/animal and human population. Uncertainty analyses show that calculated effective doses are expected to be limited to a single order of magnitude, which is relatively low for the time frames considered.

# A SZEMÉLYI DOZIMETRIA FEJLESZTÉSE AZ IZOTÓP INTÉZET KFT-NÉL

**Kovács Bence<sup>1</sup>, Szőnyi-Pákai Renáta<sup>1</sup>,  
Gáspár Lilla Flóra<sup>2</sup>, Elek Richárd<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Izotóp Intézet Kft.*

*<sup>2</sup>Budapest Főváros Kormányhivatala, Metrológiai és Műszaki  
Felügyeleti Főosztály*

*<sup>3</sup>Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ*

Az Izotóp Intézet Kft. az elmúlt 30 évben Magyarország legfontosabb radioizotóp alkalmazásokkal kapcsolatos kutató, fejlesztő és gyártó központjává vált. A cég sugárveszélyes munkakörben foglalkoztatott munkavállalóit megfelelő minőségű védelemben részesíti, és a számukra biztosított hatósági személyi dózismérők mellett, saját személyi dozimetriai rendszert is használ.

Az elmúlt évek folyamán az eddig használt termolumineszcens (TLD) egésztest dózismérő rendszert felülvizsgálta és a személyi dozimetria fejlesztését tűzte ki célul és döntött úgy, hogy újabb technológiát vezet be a személyzet ellenőrzésére. 2022-2023-ban a cég által kiírt pályázat győztese, a Canberra-Packard Kft. és a német Dosimetrics, BeOSL dozimetriai rendszere volt.

Előadásunkban a BeOSL rendszert kívánjuk részletesebben bemutatni, kitérve az optikailag stimulált lumineszcens technológiára, a rendszer működési elvére, valamint előnyeire és hátrányaira más rendszerekkel szemben. Felhasználókként a mindennapi tapasztalatainkról, valamint a használatáról és egy ad-hoc szervezett összemérésben kapott eredményekről is beszámolunk.

# THE DEVELOPMENT OF PERSONAL DOSIMETRY AT THE INSTITUTE OF ISOTOPES CO. LTD.

**Bence Kovács<sup>1</sup>, Renáta Szőnyi-Pákai<sup>1</sup>,  
Lilla Flóra Gáspár<sup>2</sup>, Richárd Elek<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Institute of Isotopes Co. Ltd.*

*<sup>2</sup>Government Office of the Capital City Budapest, Metrological and  
Technical Supervisory Department*

*<sup>3</sup>Hungarian National Center for Public Health and Pharmacy*

The Institute of Isotopes Ltd. has become Hungary's most important research, development and manufacturing centre for radioisotope applications over the past 30 years. The company provides its employees with high level of protection in hazardous jobs and uses its own personal dosimetry system in addition to the official personal dosimeters to be worn by them.

In recent years, the company has reviewed its thermoluminescent (TLD) whole-body dosimetry system in use and has decided to introduce new technology to monitor its staff. The accepted offer for the company's tender in 2022-2023 was Canberra-Packard Ltd. with the German-developed dosimetry system from Dosimetrics, BeOSL.

In our presentation we will introduce the BeOSL system in more detail, covering the optically stimulated luminescence technology, the principle of operation of the system, and its advantages and disadvantages compared to other systems. We will also report on our daily experience as users, as well as on its use and the results of an ad-hoc organised intercomparison exercise.

# BIZONYTALANSÁGOK ÉRTÉKELÉSE ÉS KEZELÉSE A SUGÁRVÉDELMI KÖRNYEZETELLENŐRZÉSBEN

**Jakab Dorottya, Pázmándi Tamás, Zagyvai Péter**

*HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont*

A sugárvédelmi környezetellenőrzés (környezeti monitorozás) elsődleges feladata a környezeti sugárzási szintek és a különböző környezeti elemek radionuklid-koncentrációjának nyomon követése, ideértve az ezekben jelentkező hosszútávú trendek megállapítását, illetve rövid idejű és gyors változások detektálását. Ezen mennyiségeket azonban eredendő térbeli-időbeli változékonyság és heterogenitás jellemzi, potenciálisan jelentős hibákkal és bizonytalanságokkal terhelve a mérési eredményt.

A sugárvédelmi környezetellenőrzés megbízhatóságának növelése, a mérőrendszerek teljesítményének javítása és a monitoring tevékenységből nyert adatok megfelelő értelmezésének és felhasználásának támogatása érdekében átfogó kutatás került végrehajtásra a környezeti monitorozásban jelentkező bizonytalanságok értékelésére és kezelésére vonatkozóan. A vizsgálatok egyfelől a környezeti mérések legfőbb bizonytalansági forrásainak azonosítására és számszerűsítésére vonatkoztak. Emellett megállapításra kerültek a méréskiértékelésben használható különböző eljárások előnyei és hátrányai, továbbá alkalmazhatósági korlátaik jelentkezése különböző környezeti mérési problémákban. Ezekon felül a megbízható és teljeskörű méréskiértékelés rutin gyakorlatban való végrehajtását támogató megoldások és egy továbbfejlesztett méréskiértékelési eljárásrend került kidolgozásra.

# ASSESSMENT AND TREATMENT OF UNCERTAINTIES IN ENVIRONMENTAL RADIATION MONITORING

**Dorottya Jakab, Tamás Pázmándi, Péter Zagyvai**

*HUN-REN Centre for Energy Research*

The primary objective of environmental radiation monitoring is to monitor the ambient radiation levels (dose rates) and radionuclide concentrations in variant environmental constituents. This includes determining long-term trends as well as promptly detecting short-term and rapid changes in their value. However, these quantities exhibit inherent spatial and temporal variability and heterogeneity, which may introduce significant errors and uncertainties into measurement results.

To enhance the reliability of environmental radiation monitoring, improve the measurement capabilities, and facilitate appropriate interpretation and utilization of monitoring data, extensive research has been conducted on assessing and treating uncertainties in environmental radiation monitoring. These studies have focused on identifying and quantifying the key sources of uncertainty in environmental measurements. Additionally, the advantageous and disadvantageous features of various procedures applicable in measurement evaluation have been examined, along with the limitations of their applicability in various environmental measurement problems. Furthermore, solutions and methods have been proposed to support the implementation of reliable and comprehensive measurement evaluation in routine practice, leading to the definition of an improved measurement evaluation procedure.

## NÉVMUTATÓ

### Indes of authors (family name, surname)

Árpád István	42, 43
Baksay Attila	44, 45
Bárányné Frucht Éva	24, 25, 26, 27
Bodor Károly	28, 29, 54, 55, 60, 61
Bóthi Zoltán	46, 47, 74, 75
Braun Mihály	42, 43
Budai Péter	46, 47
Collognáth Dezső	58, 59
Csalótzky Zsolt	20, 22, 28, 29
Cservenák Ildikó	66, 67
Csordás Anita	16, 17
Deák Margit Beáta	64, 65
Déri Zsolt	12, 13
Dósa Gergely	20, 22
Eged Katalin	46, 47, 74, 75
Elek Richárd	48, 49, 68, 69, 76, 77
Endrődi Zsuzsa	72, 73
Farkas Gyöngyi	66, 67
Feil Ferenc	50, 51
Finta Viktória	18, 19
Fodor Balázs	48, 49
Gabriel Pavel	70, 71
Gálvölgyi Krisztián	64, 65
Gáspár Lilla Flóra	18, 19, 76, 77
Glavatszkih Nándor	36, 38
Gonter Katalin	10, 11



Gulyás Attila	20, 22, 28, 29
Harangozó Imréné	72, 73
Homoki Zsolt	16, 17, 36, 38, 40, 41
Horváth Ákos	26, 27
Horváth András	66, 67
Hum Gábor	12, 13
Jakab Dorottya	78, 79
Janovics Róbert	42, 43
Jónás Jácint	48, 49
Kapuvári Bence	64, 65
Kerekes Irén	36, 38, 40, 41
Király Péter Attila	64, 65
Kocsis Erika	24, 25, 26, 27, 48, 49
Kocsis Tímea	48, 49
Kocsonya András	32, 33, 48, 49, 72, 73
Korossy-Khayll András	58, 59
Kovács Bence	48, 49, 76, 77
Kovács Judit	64, 65
Kovács Tibor	16, 17
König-Szücs Panna	14, 15
Kövendiné Kónyi Júlia	36, 38, 40, 41
Lázár István	52, 53
Leon Cizelj	70, 71
Lóránt Györgyné	36, 38, 40, 41
Lőrincz Hajnalka	10, 11
Machula Gábor	12, 13
Masszi András	64, 65
Meczker András	48, 49
Mihályi Dávid	68, 69
Milecz Mityko Richárd	66, 67

Molnár Zsuzsanna	64, 65
Nagyné Szilágyi Zsófia	18, 19, 30, 31
Nényei Árpád	48, 49, 50, 51
Novák Zalán Máté	48, 49
Orosz Péter	36, 38, 40, 41
Osváth Szabolcs	36, 38, 40, 41
Pál Károly	28, 29
Pálfi Tamás	56, 57, 58, 59
Pálvölgyiné Szabó Zsuzsanna	36, 38, 40, 41
Pántya Anna	72, 73
Pázmándi Tamás	78, 79
Pesznyák Csilla	62, 63, 70, 71
Pető János	28, 29
Petrányi János	48, 49
Pócza Tamás	62, 63
Rozmanitz Péter	42, 43
Sáfrány Géza	68, 69
Sajó-Bohus László	26, 27
Sarkadi Margit	34, 35
Schneider Tamás	64, 65
Sebestyén Zsolt	52, 53
Sóvágó Dávid	42, 43
Szabó Dezső	72, 73
Szaleczky Erika	64, 65
Szarkáné Németh Ágnes	36, 38
Szigeti Ágnes	16, 17, 36, 38, 40, 41
Szögi Antal	18, 19
Szőnyi-Pákai Renáta	48, 49, 76, 77
Szűcs László	18, 19, 30, 31, 48, 49
Taba Gabriella	48, 49

Tatai Katalin	10, 11
Tóth László	58, 59
Tóth Nikolett	68, 69
Tóth Szabolcs	24, 25, 26, 27, 48, 49
Turesik Tamás	58, 59
Turza Péter	48, 49
Váradi Csaba	68, 69
Veres Mihály	42, 43
Vizbel Ákos	48, 49
Völgyesi Péter	20, 22, 28, 29
Zagyvai Péter	48, 49, 54, 55, 60, 61, 72, 73, 78, 79
Zömbikné Peka Anita	18, 19