



Eötvös Loránd Fizikai Társulat
Sugárvédelmi Szakosztály

L. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam Kivonatok



50th Annual Meeting on Radiation Protection Book of Abstract

2025. április 7–9. Hajdúszoboszló

L. 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.

L. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
2025. április 7–9.

Április 7., hétfő (Szekció-1)

Fábián Margit MAGYAR NUKLEÁRIS TÁRSASÁG KÖSZÖNTŐJE
Simon Mihály MAGYAR ORVOSFIZIKAI TÁRSASÁG KÖSZÖNTŐJE
Nagy Noémi RADIOKÉMIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG KÖSZÖNTŐJE

April 7., Monday (Section-1)

Margit Fábián GREETING OF HUNGARIAN NUCLEAR SOCIETY
Mihály Simon GREETING OF HUNGARIAN MEDICAL PHYSICS SOCIETY
Noémi Nagy GREETING OF RADIOCHEMISTRY SCIENTIFIC COMMITTEE

April 7., Monday (Section-2)

Franz Josef Maringer AUSTRIAN RADIATION PROTECTION ASSOCIATION ÖVS APPLICATION OF SHORT-TERM MEASUREMENTS TO ESTIMATE THE ANNUAL MEAN INDOOR AIR RADON-222 ACTIVITY CONCENTRATION
Hening Kinga ROMANIAN SOCIETY FOR RADIOLOGICAL PROTECTION
Benjamin Zorko RADIATION PROTECTION ASSOCIATION OF SLOVENIA
Mara-Georgiana Popovici, Iani Octavian Mitu, Cosmin Marius Branzoi, Alberto Florin Grigore PRELIMINARY DOSIMETRY MEASUREMENT WITHIN HIGH POWER LASER-DRIVEN EXPERIMENTS AT ELI-NP

Április 7., hétfő (Szekció-3)

Kövendiné Kónyi Júlia, Ugron Ágota, Kocsy Gábor, Déri Zsolt, Kerekes Andor AZ NNGYK SSF ÁLTAL ELVÉGZETT ÉPÍTŐIPARI ANYAGOK RADIOAKTIVITÁS VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI
Kocsonya András ÉPÍTŐANYAGOK RADIOLÓGIAI VIZSGÁLATA
Papp István, Vajda Nóra, Molnár Zsuzsa, Nemes Zoltán, Zákány Loránd, Osváth Szabolcs NEHEZEN MÉRHETŐ RADIONUKLIDOK MEGHATÁROZÁSA ACÉLBAN: EGY NEMZETKÖZI JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT TAPASZTALATAI
Tóth Szabolcs, Horváth Ákos, Máthé Kálmán ALFA RÉSZECSKÉK DETEKTÁLÁSÁRA ALKALMAS MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE

April 7., Monday (Section-3)

Júlia Kövendiné Kónyi, Ágota Ugron, Gábor Kocsy, Zsolt Déri, Andor Kerekes RESULTS OF RADIOANALYSIS OF CONTRUCTION MATERIALS AND ADDITIVES PERFORMED AT THE NCPHP
András Kocsonya RADIOLOGICAL CHARACTERISATION OF BUILDING MATERIALS
István Papp, Nóra Vajda, Zsuzsa Molnár, Zoltán Nemes, Loránd Zákány, Szabolcs Osváth DETERMINATION OF DIFFICULT-TO-MEASURE RADIONUCLIDES IN STEEL: EXPERIENCES OF AN INTERNATIIONAL PROFICIENCY TEST
Szabolcs Tóth, Ákos Horváth, Kálmán Máthé DEVELOPMENT OF A MEASURING SYSTEM FOR ALPHA PARTICLE DETECTION

Április 7., hétfő (Szekció-4)

Machula Gábor, Déri Zsolt, Rebb Nikoletta AZ OAH INTEGRÁLT SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉSEINEK TAPASZTALATAI A „KISENGEDÉLYESEKNÉL”
Kovács Árpád A SUGÁRVÉDELEM ÁLLATORVOSI LOVA, AVAGY A KÜLSŐ HELYSZÍNE VÉGZETT ÁLLATORVOSI RÖNTGENDIAGNOSZTIKA SUGÁRVÉDELMI VONATKOZÁSAI

Mihályi Dávid, Tóth Nikolett, Cservenák Ildikó, Csuhá Boglárka, Keveházi Zsombor, Képiró Gábor, Pálfi Krisztina, Váradi Csaba, Elek Richárd, Sáfrány Géza, Lumniczky Katalin RÖNTGENBERENDEZÉSEK MINŐSÉGELLENŐRZÉSE – AZ ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK TANULSÁGAI
Cservenák Ildikó, Elek Richárd, Mihályi Dávid, Váradi Csaba, Tóth Nikolett, Keveházi Zsombor, Csuhá Boglárka, Pálfi Krisztina., Sáfrány Géza, Lumniczky Katalin ÁTVÉTELI ÉS ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK ÉRTÉKELÉSE 2022-2024 KÖZÖTT
Sáfrány Géza, Elek Richárd, Mihályi Dávid, Tóth Nikolett, Lumniczky Katalin AZ IONIZÁLÓ SUGÁRZÁS ORVOSI FELHASZNÁLÁSÁNAK MINŐSÉGI ÉS BIZTONSÁGI KRITÉRIUMAI FEJLESZTÉSE: A PRISMA PROJEKT

April 7., Monday (Section-4)

Gábor Machula, Zsolt Déri, Nikoletta Rebb EXPERIENCES OF THE OAH'S INTEGRATED RADIATION PROTECTION CHECKS AT „NON-NUCLEAR REGISTERED CLIENT”
Árpád Kovács THE VETERINARY HORSE OF RADIATION PROTECTION, OR THE RADIATION PROTECTION ASPECTS OF VETERINARY X-RAY DIAGNOSTICS PERFORMED AT AN OFF-SITE LOCATION
Dávid Mihályi, Nikolett Tóth, Ildikó Cservenák, Boglárka Csuhá, Zsombor Keveházi, Gábor Képiró, Krisztina Pálfi, Csaba Váradi, Richárd Elek, Géza Sáfrány, Katalin Lumniczky QUALITY CONTROL OF X-RAY EQUIPMENT – LESSONS LEARNED FROM STATUS TESTS
Ildikó Cservenák, Richárd Elek, Dávid Mihályi, Csaba Váradi, Nikolett Tóth, Zsombor Keveházi, Boglárka Csuhá, Krisztina Pálfi, Géza Sáfrány, Katalin Lumniczky EVALUATION OF ACCEPTANCE AND CONDITION ASSESSMENTS BETWEEN 2022-2024
Géza Sáfrány, Richárd Elek, Dávid Mihályi, Nikolett Tóth, Katalin Lumniczky QUALITY AND SAFETY OF MEDICAL APPLICATIONS OF IONISING RADIATION UNDER THE SAMIRA INITIATIVE: THE PRISMA PROJECT

Április 8., kedd (Ismeretfelújító képzés – Szekció-5)

Elek Richárd

SZEMÉLYI DOZIMETRIA – KÜLSŐ SUGÁRTERHELÉS ELLENŐRZÉS

Pázmándi Tamás

SZEMÉLYI DOZIMETRIA – BELSŐ SUGÁRTERHELÉS ELLENŐRZÉS

April 8., Tuesday (Refreshing training – Section-5)

Richárd Elek

PERSONAL DOSIMETRY – EXTERNAL EXPOSURE

Tamás Pázmándi

PERSONAL DOSIMETRY – INTERNAL EXPOSURE

Április 8., kedd (Poszterszekció – Szekció-5)

Zagyvai Márton, Jakab Dorottya, Kocsonya András,

Pántya Annamária, Rudas Csilla, Zagyvai Péter, Pázmándi Tamás

**A HUN-REN ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT KÖRNYEZETVÉDELMI
SZOLGÁLATÁNÁL NAÜ TECHNIKAI EGYÜTTMŰKÖDÉS KERETÉBEN VÉGREHAJTOTT
FEJLESZTÉSEK ÉS A TOVÁBBI TERVEK BEMUTATÁSA**

April 8., Tuesday (Postersection – Section-5)

Márton Zagyvai, Csilla Rudas, András Kocsonya, Anna Pántya, Zsófia Rékasi,

Dorottya Jakab, Tamás Pázmándi, Péter Zagyvai

**DEVELOPMENTS AT THE ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE OF HUN-REN
ENERGY RESEARCH CENTRE SUPPORTED BY IAEA TECHNICAL COOPERATION AND
RELATED PLANS**

Április 8., kedd (Szekció-6)

Makovecz Gyula KÉPALKOTÓ GAMMA SPEKTROMÉTER A PAKSI ATOMERŐMŰBEN
Bujtás Tibor TÜH KÖRNYEZETVÉDELMI ENGEDÉLYEZÉSÉNEK JELENLEGI HELYZETE
Marusa Andor, Kis Zoltán SZEMÉLYI SUGÁRKAPUK FUNKCIÓBŐVÍTÉSE AZ ATOMERŐMŰ ELLENŐRZÖTT ZÓNÁJÁBAN
Zombori Péter, Jakab Dorottya, Király Márton, Pázmándi Tamás, Rudas Csilla, Zagyvai Péter, Fábián Margit, Osán János, Kocsonya András, Molnár Balázs KIS MODULÁRIS REAKTOROK BEILLESZTÉSE A HAZAI VILLAMOSENERGIA-RENDSZERBE – FELADATOK ÉS KIHÍVÁSOK A SUGÁRVÉDELEM, A BALESET-ELHÁRÍTÁS ÉS A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE TERÜLETÉN

April 8., Tuesday (Section-6)

Gyula Makovecz GAMMA-RAY IMAGING SPECTROMETER IN THE NPP PAKS
Tibor Bujtás ACTUAL STATUS OF THE ENVIRONMENTAL LICENSING OF THE SUBSEQUENT LICENSE RENEWAL
Andor Marusa, Zoltán Kis UPGRADING THE WHOLE BODY CONTAMINATION MONITOR IN THE RADIATION CONTROLLED AREA OF THE NUCLEAR POWER PLANT
Péter Zombori, Dorottya Jakab, Márton Király, Tamás Pázmándi, Csilla Rudas, Péter Zagyvai, Margit Fábián, János Osán, András Kocsonya, Balázs Molnár APPLICABILITY OF SMALL MODULAR REACTORS IN THE HUNGARIAN ELECTRICITY SYSTEM – TASKS AND CHALLENGES IN AREAS OF RADIATION PROTECTION, EMERGENCY PREPAREDNESS AND RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

Április 8., kedd (Szekció-7)

Nádasi Iván A RADIOAKTÍV ANYAGOK KÖZÚTI SZÁLLÍTÁSA (AZ ADR 2025. ÉVI KIADÁSÁNAK TÜKRÉBEN)
Nádasi Iván A RADIOAKTÍV ÉS HASADÓ ANYAGOK FIZIKAI VÉDELME

April 8., Tuesday (Section-7)

Iván Nádas
ROAD TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS (IN THE LIGHT OF THE 2025 EDITION OF THE ADR)
Iván Nádas
PHYSICAL PROTECTION OF RADIOACTIVE AND FISSILE MATERIALS

Április 8., kedd (Sugárvédelmi Nívódíj Pályázat - Szekció-8)

Gazdag-Hegyesi Szilvia, Gáldi Ádám, Major Tibor, Pesznyák Csilla
KILOVOLTOS KÚPSUGARAS CT DÓZISINDEX MEGHATÁROZÁSA A NYALÁBSZÉLESSÉG MÉRÉSÉVEL
Nényei Árpád, Feil Ferenc
NAGYMÉRETŰ RADIOAKTÍV HULLADÉK SUGÁRVÉDELMI HATÓSÁGI FELÜGYELET ALÓLI FELSZABADÍTÁSA
Csóka Péter, Veres Gábor
KITERJEDT MINTÁK AKTIVITÁSÁNAK MODELLFÜGGETLEN MEGHATÁROZÁSA GAMMA-SPEKTROMETRIA SEGÍTSÉGÉVEL

April 8., Tuesday (Radiation Protection Award of Excellence - Section-8)

Szilvia Gazdag-Hegyesi, Ádám Gáldi, Tibor Major, Csilla Pesznyák
KILOVOLTAGE CONE BEAM CT DOSE INDEX DETERMINATION BY MEASURING THE BEAM WIDTH
Árpád Nényei, Ferenc Feil
CLEARANCE OF LARGE SIZE RADIOACTIVE WASTE
Péter Csóka, Gábor Veres
MODEL-INDEPENDENT DETERMINATION OF THE ACTIVITY OF EXTENSIVE SAMPLES USING GAMMA-SPECTROMETRY

Április 8., kedd (Szekció-9)

Rell Péter, Kövendiné Kónyi Júlia, Balázs-Rudasy Edina, Hizsnyai Julianna, Osváth Szabolcs
AZ NNGYK ANNA UTCAI TELEPHELYÉNEK KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE
Osváth Szabolcs, Vargha Márta, Bufa-Dőrr Zsuzsanna, Izsák Bálint
AZ IVÓVÍZ RADIOAKTIVITÁSÁRÓL
Homoki Zsolt, Szigeti Ágnes, Fábián Ferenc, Csordás Anita, Kovács Tibor
MIRŐL MESÉL 30 ÉV GAMMA-DÓZISTELJESÍTMÉNY MÉRÉS EREDMÉNYE

Homoki Zsolt, Elek Richárd, Kövendingé Kónyi Júlia,
Osváth Szabolcs, Szarkáné Németh Ágnes, Szigeti Ágnes
A HAZAI TERMÉSZETES SUGÁRTERHELÉSÜNK ÚJRAÉRTÉKELÉSE

April 8., Tuesday (Section-9)

Péter Rell, Júlia Kövendingé Kónyi, Edina Balázs-Rudasy,
Julianna Hizsnyai, Szabolcs Osváth
ENVIRONMENTAL RADIOLOGICAL EVALUATION OF THE NCPHP DEPARTMENT IN ANNA UTCA

Szabolcs Osváth, Márta Vargha, Zsuzsanna Bufa-Dőrr, Bálint Izsák
RADIOACTIVITY OF DRINKING WATER

Zsolt Homoki, Ágnes Szigeti, Ferenc Fábíán, Anita Csordás, Tibor Kovács
CONSEQUENCES OF 30 YEAR-LONG GAMMA DOSE RATE MEASUREMENTS

Homoki Zsolt, Elek Richárd, Kövendingé Kónyi Júlia,
Osváth Szabolcs, Szarkáné Németh Ágnes, Szigeti Ágnes
RE-EVALUATION OF THE DOSE TO POPULATION FROM NATURAL SOURCES

April 8., Tuesday (Section-10)

Jácint Jónás, János Petrányi, Zoltán Garai
DEVELOPMENT OF A SURFACE ACTIVITY CONCENTRATION CALIBRATION METHOD FOR DRONE RADIOLOGY SURVEYS

Zalán Mészáros, Zoltán Csiki, Norbert Szabó
HUNGARIAN ARMY'S LSF-21 TYPE AIRBORNE RADIATION RECONNAISSANCE SYSTEM

Április 8., kedd (Szekció-10)

Jónás Jácint, Petrányi János, Garai Zoltán
DRÓNNAI VÉGZETT RADIOLÓGIA FELMÉRÉS ESETÉN ALKALMAZHATÓ FELÜLETI AKTIVITÁSKONCENTRÁCIÓ KALIBRÁLÁSI MÓDSZER FEJLESZTÉSE

Mészáros Zalán, Csiki Zoltán, Szabó Norbert
A MAGYAR HONVÉDSÉG LSF-21 TÍPUSÚ LÉGI SUGÁRFELDERÍTŐ RENDSZERE

Április 9., szerda (Szekció-11)

Kári Béla A NON-INVAZÍV FUNKCIONÁLIS ORVOSI LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSOK TERÜLETÉN ELÉRT EREDMÉNYEK HAZAI TUDÁS BÁZISON 1960 - 2003
Kári Béla A NON-INVAZÍV FUNKCIONÁLIS ORVOSI LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSOK TERÜLETÉN ELÉRT EREDMÉNYEK HAZAI TUDÁS BÁZISON 1990 - NAPJAINKIG
Bodor Károly, Zagvyai Péter ORVOSI CÉLOKRA ALKALMAZOTT RADIOAKTÍV IZOTÓPOK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK ELVI LEHETŐSÉGEI NAGYTELJESÍTMÉNYŰ LÉZER BERENDEZÉSEL
Pesznyák Csilla KLINIKAI AUDIT A SUGÁRTERÁPIÁBAN HAZÁNKBAN

April 8., Wednesday (Section-11)

Béla Kári OBTAINED RESULTS ON THE FIELD OF NON-INVASIVE FUNCTIONAL MEDICAL IMAGING PROCEDURES BY DOMESTIC KNOWLEDGE BASE 1960-2003
Béla Kári OBTAINED RESULTS ON THE FIELD OF NON-INVASIVE FUNCTIONAL MEDICAL IMAGING PROCEDURES BY DOMESTIC KNOWLEDGE BASE 1990 – TILL NOWADAYS
Károly Bodor, Péter Zagvyai PRODUCTION OPTION OF RADIOACTIVE ISOTOPES FOR MEDICAL PURPOSES USING HIGH-POWER LASER SOURCE
Csilla Pesznyák CLINICAL AUDIT IN RADIATION THERAPY IN HUNGARY

Április 9., szerda (Szekció-12)

Pócza Tamás, Gazdag-Hegyesi Szilvia, Camila Boix, Renata Mikolajczak SECURE PROJEKT: A KÖVETKEZŐ GENERÁCIÓS ORVOSI RADIONUKLIDOK EURÓPAI ELLÁTÁSI LÁNCÁNAK MEGERŐSÍTÉSE
Kis Enikő, Hargitai Rita, Lumniczky Katalin A BIOLÓGIAI DOZIMETRIA MÓDSZEREINEK TOVÁBBFEJLESZTÉSE
Csuha Boglárka, Pócza Tamás, Pesznyák Csilla LINEÁRIS GYORSÍTÓK DOZIMETRIAI EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

Kocsonya András, Nádasi Iván, Pecséri Balázs, Csentes Gábor TÚZOLTÓ GYAKORLAT A KFKI TELEPHELYEN
Fehér Ákos, Pázmándi Tamás, Jécsai Anikó A BUDAPESTI NEUTRON CENTRUM ÉS NÉHÁNY SUGÁRVÉDELMI VONATKOZÁSÚ FELADAT BEMUTATÁSA

April 9., Wednesday (Section-12)

Tamás Pócza, Szilvia Gazdag-Hegyesi, Camila Boix, Renata Mikolajczak SECURE PROJECT: STRENGTHENING THE EUROPEAN CHAIN OF SUPPLY FOR NEXT GENERATION MEDICAL RADIONUCLIDES
Enikő Kis, Rita Hargitai, Katalin Lumniczky FURTHER DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL DOSIMETRY METHODS
Boglárka Csuhá, Tamás Pócza, Csilla Pesznyák INVESTIGATION OF THE DOSIMETRIC EQUIVALENCE OF LINEAR ACCELERATORS
András Kocsonya, Nádasi Iván, Pecséri Balázs, Csentes Gábor FIRE BRIGADE EXERCISE AT THE KFKI CAMPUS
Ákos Fehér, Tamás Pázmándi, Anikó Jécsai THE BUDAPEST NEUTRON CENTRE AND SOME RADIATION PROTECTION RELATED TASKS

Április 9., szerda (Szekció-13)

Pázmándi Tamás, Fehér Ákos, Pántya Annamária, Rékasi Zsófia AZ ICIDOSE#2 NEMZETKÖZI GYAKORLAT SZERVEZÉSE A BELSŐ SUGÁRTERHELÉS MEGHATÁROZÁSÁRA
Pázmándi Tamás, Jakab Dorottya NEMZETKÖZI OKTATÁSI PROGRAM HATÓSÁGI SZAKEMBEREK TOVÁBBKÉPZÉSÉRE – MÓDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK
Pesznyák Csilla A KÖZÉPISKOLAI TANÁROK SZEREPE A NUKLEÁRIS OKTATÁSBAN ENEN2PLUS

April 9., Wednesday (Section-13)

Tamás Pázmándi, Ákos Fehér, Annamária Pántya, Zsófia Rékasi AZ ICIDOSE#2 NEMZETKÖZI GYAKORLAT SZERVEZÉSE A BELSŐ SUGÁRTERHELÉS MEGHATÁROZÁSÁRA
Tamás Pázmándi, Dorottya Jakab NEMZETKÖZI OKTATÁSI PROGRAM HATÓSÁGI SZAKEMBEREK TOVÁBBKÉPZÉSÉRE – MÓDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK
Csilla Pesznyák A KÖZÉPISKOLAI TANÁROK SZEREPE A NUKLEÁRIS OKTATÁSBAN ENEN2PLUS

APPLICATION OF SHORT-TERM MEASUREMENTS TO ESTIMATE THE ANNUAL MEAN INDOOR AIR RADON-222 ACTIVITY CONCENTRATION

Franz Josef Maringer¹, Marius Blum²

¹BOKU University, ²City of Vienna

A method was developed to estimate the average annual indoor radon activity concentration from three-week short-term measurements using active radon-222 measuring devices, taking into account the relevant influencing parameters (season, temperature difference, temporal air pressure gradient, etc.) during the short-term measurements. A total of 24 long-term measurements (6 months) and 50 short-term measurements (3 weeks) were carried out in 24 indoor spaces in private houses in four Austrian federal states between October 2022 and July 2023. At the same time as the short-term measurements, ambient parameters (outside and inside temperature, air pressure inside, outside, air humidity inside, outside, wind speed, wind direction, amount of precipitation) were also recorded to investigate their influence on the measured radon-222 activity concentrations. Building and usage data of the indoor spaces examined were also collected. Based on the evaluation of the radon-222 measurements carried out, a first guideline was developed for estimating the annual mean value of the radon-222 activity concentration from shortterm measurements lasting around three weeks. The result shows that by applying the developed method, the approximation to the long-term average value can be significantly improved, at least by a factor of 2. This criterion is only valid for the 24 indoor spaces examined in this study. Generalisation requires a test and validation study of the method presented. It is planned to test and validate the developed method in other indoor spaces by means of further measurements and in-depth physical-statistical considerations, and to improve the functional relationships and the approximation to the long-term average value. Brief presentation of the content of the presentation. Summary of the work done.

PRELIMINARY DOSIMETRY MEASUREMENTS WITHIN HIGH POWER LASER-DRIVEN EXPERIMENTS AT ELI-NP

**Mara-Georgiana Popovici^{1,2}, Iani Octavian Mitu¹,
Cosmin Marius Branzoi^{1,3}, Alberto Florin Grigore^{1,3}**

*¹Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ELI-NP),
„Horia Hulubei” National Institute for Physics and Nuclear
Engineering (IFIN-HH)*

*²Doctoral School of Applied Science, National University of
science and Technology „Politehnica” Bucharest*

*³Faculty of Power Engineering, National University of science
and Technology „Politehnica” Bucharest*

The Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (ELI-NP), part of the Horia Hulubei National Institute for Physics and Nuclear Engineering, hosts one of the most advanced high-power laser systems worldwide. The High Power Laser System (HPLS) is capable of delivering three outputs: 0.1 PW (10 Hz), 1 PW (1 Hz), and 10 PW (1 pulse/min), enabling cutting-edge research in nuclear photonics and laser-driven particle acceleration. However, the ultraintense laser-matter interactions produce significant and unique radiation fields, requiring rigorous radiological safety measures.

A comprehensive radiation protection framework at ELI-NP is developed through extensive Monte Carlo simulations using FLUKA code, supported by empirical dose measurements. This integrated approach ensures compliance with international radiation protection standards and national legislation, while supporting frontier research in ultra-intense laser-matter interactions.

This presentation focuses on dosimetry assessment of radiation fields generated in ELI-NP experiments characterised by unique conditions (high-energy, mixed, ultra-short, pulsed fields) and highlights challenges in achieving precise and comprehensive dosimetry characterization.

AZ NNGYK SSF ÁLTAL ELVÉGZETT ÉPÍTŐIPARI ANYAGOK RADIOAKTIVITÁS VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

**Kövendiné Kónyi Júlia¹, Ugron Ágota², Kocsy Gábor²,
Déri Zsolt², Kerekes Andor²**

¹Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

*² Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet
(OSSKI)*

Magyarországon a 487/2015. (XII. 30.) Kormányrendelet megjelenése óta kötelező az építőipari anyagok és adalékok radiológiai vizsgálata. A vizsgálatot az indokolja, hogy az épületekbe vagy épületek részeibe állandó jelleggel beépített anyagok radiológiai tulajdonságai növelhetik az épületben tartózkodók ionizáló sugárzásból eredő külső sugárterhelését.

Az építőanyagok által kibocsátott beltéri külső gamma-sugárzás vonatkoztatási szintje a kültéri külső sugárterhelésen felül 1 mSv/év, ehhez a sugárterhelés értékhez kapcsolódik az építőanyagokra vonatkozó I aktivitáskoncentráció-index, aminek a mértéke dönti el, hogy az építőanyag forgalomba hozható-e vagy sem.

Az NNGYK SSF (korábban OSSKI) a kormányrendelet megjelenését megelőzően is mérte az építőanyagok radioaktivitását, többnyire megrendelésre. A kormányrendelet 6. mellékletében felsorolt építőanyagok és maradékanyagok majdnem mindegyikéből került hozzánk mérésre. Az előadásban ismertetjük a minta-előkészítési eljárásainkat, a mérési protokollunkat, a mérési eredményeinket. Bemutatjuk az Európai Unióban jelenleg érvényes minősítési eljárást és a világ más országaiban használatos minősítési eljárásokat is.

Mérési eredményeink alapján megállapítható, hogy a Magyarországon jelenleg használatos építőanyagok és építőipari adalékanyagok radioaktivitása nem jelent egészséget károsító veszélyt a lakosságra.

RESULTS OF RADIOANALYSIS OF CONTRUCTION MATERIALS AND ADDITIVES PERFORMED AT THE NCPHP

**Júlia Kövendingé Kónyi¹, Ágota Ugron², Gábor Kocsy²,
Zsolt Déri², Andor Kerekes²**

*¹National Centre for Public Health and Pharmacy, Dpt. for
Radiobiology and Radiohygiene*

*² National Research Institute for Radiobiology and
Radiohygiene (NRIRR)*

In Hungary the radiological examination of construction materials and additives is mandatory since the publication of Government Decree No. 487/2015 of 30 December 2015. The radiological examination is justified because the radiological properties of the building materials or additives may cause external exposure of residents.

The reference level applying to indoor external exposure to gamma radiation emitted by building materials, in addition to outdoor external exposure, shall be 1 mSv per year. This exposure value is associated with the activity concentration index I for the gamma radiation emitted by building materials, the measure of which determines whether the building material can be placed on the market or not.

In the laboratory of the Department for Radiobiology and Radiohygiene (former OSSKI) we have been measuring the radioactivity of building materials since more than thirty years. Almost all building materials and residues listed in Annex 6 of the government decree were measured by us. In the presentation we will describe our sample preparation procedures, measurement protocol and measurement results. We will present the current qualification process valid in the European Union and the qualification procedures used in other countries of the world.

Based on our measurement results, it can be concluded that the radioactivity of building materials and additives currently used in Hungary does not pose health hazard to the population.

ÉPÍTŐANYAGOK RADIOLÓGIAI VIZSGÁLATA

Kocsonya András

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A Nemzeti Radon Cselekvési Terv alcíme szerint a radontól és az építőanyagoktól származó természetes eredetű sugárterhelés csökkentését célozza meg. Nemzetközi ajánlások és a hazai sugárvédelmi rendelet az építőanyagok által kibocsátott beltéri külső gamma-sugárzásra, illetve a radon- és radon leányelem-koncentrációkra határoz meg vonatkoztatási szinteket. Már meglevő épületek esetén ezek helyszíni méréssel közvetlenül mérhető mennyiségek. Építőanyagok radiológiai jellemzésére kialakult mérőszám a természetes radionuklidok aktivitáskoncentrációjából képzett aktivitáskoncentráció-index, amiből következtetni lehet a belőlük építendő épületben várható sugárzási viszonyokra. Az aktivitáskoncentrációk azonban jellemzően nuklidspecifikus laboratóriumi méréssel állapíthatók meg. Az épületek felmérése mellett jelen munkánkban az építőanyagok radiológiai vizsgálatát tűztük ki célul annak érdekében, hogy idejében kiszűrhetők legyenek az olyan építőanyagok, amelyek beépítése esetén a vonatkoztatási szintek túllépése várható.

Munkánk során megvizsgáltuk, hogy milyen mérőeszközzel lehet az emelkedett radioaktivitást mutató építőanyagokat gyors helyszíni méréssel kiszűrni. Néhány kiválasztott építőanyagok vett mintán laboratóriumi méréseket végeztünk a radionuklid-összetétel, aktivitáskoncentráció és radon-kibocsátás meghatározására, amelyeket összehasonlítottuk az előzetes helyszíni mérés eredményével.

RADIOLOGICAL CHARACTERISATION OF BUILDING MATERIALS

András Kocsonya

HUN-REN Centre for Energy Research

The subtitle of the Hungarian National Radon Action Plan, it aims to reduce the natural radiation exposure from radon and building materials. International recommendations and the Hungarian Radiation Protection Decree define reference levels dose-rate for indoor external gamma-radiation emitted by building materials and for radon and radon daughter element activity-concentrations. In the case of existing buildings, these quantities can be measured directly by on-site measurements. Radiological characterization of building materials is usually done by the activity-concentration index, which is derived from the activity concentration of natural radionuclides, from which the expected radiation level characteristics of the building to be constructed can be estimated. However, these activity concentrations can typically be determined by nuclide-specific laboratory measurements. Besides to the characterisation of buildings, we intend to perform of radiological characterisation of building materials in order to select those materials that are expected to cause radiation levels higher than the reference levels.

The appropriate detection equipment is studied for rapid on-site measurements of either buildings or building materials. Then We laboratory analyses were performed on selected building materials to determine the radionuclide composition, activity concentration and radon emission, which were compared with the results of the preliminary on-site measurements.

NEHEZEN MÉRHETŐ RADIONUKLIDOK MEGHATÁROZÁSA ACÉLBAN: EGY NEMZETKÖZI JÁRTASSÁGI VIZSGÁLAT TAPASZTALATAI

**Papp István¹, Vajda Nóra^{1,2}, Molnár Zsuzsa²,
Nemes Zoltán¹, Zákány Loránd¹, Osváth Szabolcs³**

¹ *Isotoptech Zrt.*

² *Radanal Kft.,*

³ *Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ*

A nukleáris iparban és a radioaktív hulladékok kezelése során gyakran van szükség ún. nehezen mérhető radionuklidok meghatározására. E vizsgálatok során gyakran jelent nehézséget a tanúsított anyagminták nehéz hozzáférhetősége, valamint a laboratóriumok közötti összehasonlító vizsgálatok és a standardizált módszerek hiánya. Ezt a problémát a világ radioanalitikai laboratóriumai összemérési gyakorlatok szervezésével igyekeznek megoldani.

Laboratóriumunk 2024-ben egy nemzetközi jártassági vizsgálatban vett részt, amelynek során neutronsugárzással aktivált rozsdamentes acél minta radiokémiai vizsgálatát végeztük el. A könnyen mérhető ⁶⁰Co mellett a nehezen mérhető ⁵⁵Fe, ⁵⁹Ni, ⁶³Ni, ⁹³Mo, ⁹³Zr, ^{93m}Nb és ⁹⁴Nb radionuklidokat határoztuk meg. A vizsgált radionuklidok elválasztását több lépésben, ioncserés és extrakciós kromatográfiás módszerekkel végeztük. A meghatározások radionetritiai és ICP-MS technikákkal történtek.

Előadásunkban az elválasztási és mérési módszerek kidolgozását, valamint a jártassági vizsgálat eredményeit és statisztikai értékelését mutatjuk be.

DETERMINATION OF DIFFICULT-TO-MEASURE RADIONUCLIDES IN STEEL: EXPERIENCE OF AN INTERNATIONAL PROFICIENCY TEST

**István Papp¹, Nóra Vajda^{1,2}, Zsuzsa Molnár²,
Zoltán Nemes¹, Loránd Zákány¹, Szabolcs Osváth³**

¹ *Isotoptech Zrt.*

² *Radanal Kft.,*

³ *National Center for Public Health and Pharmacy*

Determination of difficult-to-measure (DTM) radionuclides is a common requirement in nuclear industry and during radioactive waste management. The lack of certified reference materials, standardized methods, interlaboratory tests are common problems during these tasks. In order to overcome these problems, radioanalytical laboratories organize intercomparison practices on international level.

Our laboratory participated in an international proficiency test for the radiochemical analysis of an irradiated stainless steel sample. Besides the easy-to measure ⁶⁰Co, the following DTM nuclides were determined: ⁵⁵Fe, ⁵⁹Ni, ⁶³Ni, ⁹³Mo, ⁹³Zr, ^{93m}Nb and ⁹⁴Nb. Radionuclides of interest were separated in a multi-step procedure applying ion exchange and extraction chromatographic methods. Analyses were made by radioametric and ICP-MS techniques.

In this presentation, the development of separation and detection methods as well as the statistical evaluation of results will be discussed.

ALFA RÉSZECSKÉK DETEKTÁLÁSÁRA ALKALMAS MÉRŐMŰSZER FEJLESZTÉSE

Tóth Szabolcs^{1,3}, Horváth Ákos¹, Máthé Kálmán²

¹ *Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar
Fizikai és Csillagászati Intézet, Atomfizikai Tanszék*

² *Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar*

³ *Bányavagyon-hasznosító Nonprofit Közhasznú Kft*

A korábbi konferencián bemutatott, radon idősor analízissel kapcsolatos kutatásaink során célként tűztük ki, hogy létrehozunk egy olyan könnyen reprodukálható, kedvező árú eszközt, amely alkalmas az alfa részecskék – különösen a radon és leányelemeik – energiaszelektív mérésére.

A fejlesztés első fázisában a piacon fellelhető, 100 mm²-nél nagyobb felületű, alacsony kapacitású és sötétáramú planáris Si-PIN fotodiódákat azonos mérési körülmények között teszteltünk kereskedelmi forgalomban kapható töltés szenzitív elő és formázó erősítőkkal.

Az előzetes méréseink, és a korábbi szakirodalmi adatok alapján mind a Hamamatsu S3590-09, mind az Advanced Photonix SLCD-61N5 érzékenynek bizonyult az alfa részecskék detektálására. Az elektronikai alkatrészek befogadására egy 4 rétegű, SMD-vel szerelt nyákot terveztünk, ami magában foglalja az előfeszítő, előerősítő, erősítő és a Schmitt-trigger áramköröket. A feszültségerősítő blokkot úgy méreteztük, hogy a detektor alfa részecskével történő kölcsönhatása során a töltésérzékeny előerősítő kimeneti jelét 200-300 mV-ról 1-5 V tartományba erősítse, ahol az amplitúdó reprezentálja a kölcsönhatásban részt vevő alfa részecske energiáját.

Az elkészült berendezést egy Faraday-kalitkaként is szolgáló, a nyomtatott áramkört befogó fényzáró fémdobozba helyeztük el.

A radonban gazdag légkörben végzett egyhónapos teszt eredményeként magas pozitív korrelációt kaptunk a prototípusunk és egy AlphaGuard között.

DEVELOPMENT OF A MEASURING SYSTEM FOR ALPHA PARTICLE DETECTION

Szabolcs Tóth^{1,3}, Ákos Horváth¹, Kálmán Máthé²

¹ *Eötvös Lóránd University, Department of Atomic Physics*

² *University of Pécs, Department of Electrical Engineering*

³ *Mining Property Utilization Ltd.*

In our research on radon time series analysis, presented at a previous conference, we set out to develop an easily reproducible, affordable instrument for the energy-selective measurement of alpha particles, in particular radon and its daughter elements.

In the first phase of development, low-capacitance and dark-current planar Si-PIN photodiodes with a surface area larger than 100 mm² were tested under identical measurement conditions with commercially available charge-sensitive preamplifiers and shaper amplifiers.

Based on our preliminary measurements, and published literature data, both the Hamamatsu S3590-09 and the Advanced Photonix SLCD-61N5 were found to be sensitive to alpha particle detection. To accommodate the electronic components, we designed a 4-layer SMD-mounted stack including the bias, preamplifier, amplifier and scmitt-trigger circuits. The voltage amplifier block was designed to amplify the output signal of the charge-sensitive preamplifier from 200-300 mV to the range 1-5 V during the interaction of the detector with the alpha particle, where the amplitude is representative of the energy of the alpha particle involved in the interaction.

The final equipment is placed in a metal light barrier box, which also serves as a Faraday cage.

A one-month test in a radon-rich atmosphere resulted in a high positive correlation between our prototype and an AlphaGuard.

AZ OAH INTEGRÁLT SUGÁRVÉDELMI ELLENŐRZÉSEINEK TAPASZTALATAI A „KISENGEDÉLYESEKNÉL”

Machula Gábor, Déri Zsolt, Rebb Nikoletta
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).

Ellenőrzések a vonatkozó szabványokon, a sugárvédelmi szakértők munkáján (MSSz, SL) az OAH által röntgenbe kiadott Határozatokban leírtakban foglaltakon alapul.

Az ellenőrzés fontos része a helyszínen végzett hiteles mérések illetve az előírt rendelkezések és szabályok ellenőrzése a munkavállalók és a lakosság sugárvédelme érdekében.

Tapasztalatink szerint az egyes engedélyeseknél, az alkalmazott röntgen berendezések, sugárforrások jelentősen eltérő sugárterhelést jelentenek a személyzetre.

Különösen jelentős sugárterhelést adhatnak a sebészeti képerősítő röntgen berendezések, illetve az ipari, radioaktív anyagot tartalmazó anyagvizsgáló berendezések. Előadásunkban a végzett helyszíni sugárvédelmi méréseinek, ellenőrzések eredményeit szeretnénk bemutatni.

A tapasztalatokat összegezve reméljük, hogy az együttműködés az Ügyfél és az OAH között a jövőben méginkább a jogszabályi előírásoknak megfelelő és probléma mentes lesz.

EXPERIENCES OF THE OAH'S INTEGRATED RADIATION PROTECTION CHECKS AT „NON- NUCLEAR REGISTERED CLIENT”

Gábor Machula, Zsolt Déri, Nikoletta Rebb

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 verification of authentic measurements performed on site and the verification of the prescribed provisions and rules in the interest of radiation protection of employees and the population.

According to our experience, the individual x-ray equipment and radiation sources used by individual licensees result in significantly different radiation exposure to the staff.

Surgical image intensifier X-ray equipment and industrial material testing equipment containing radioactive materials can cause particularly significant radiation exposure. In our presentation, we would like to present the results of the on-site radiation protection measurements and inspections performed.

Finally, summarizing the experiences, we expect that the relationship between the Client and the HAEA will be even more compliant and problem-free in the future.

A SUGÁRVÉDELEM ÁLLATORVOSI LOVA, AVAGY A KÜLSŐ HELYSZÍNE VÉGZETT ÁLLATORVOSI RÖNTGENDIAGNOSZTIKA SUGÁRVÉDELMI VONATKOZÁSAI

Kovács Árpád

Országos Atomenergia Hivatal

A humán egészségügyhöz hasonlóan az állatorvoslás különböző szakterületein is széles körben és növekvő esetszámmal használják napjainkban a röntgendiagnosztikai vizsgálatokat.

A röntgendiagnosztikai vizsgálatok kisebb - de a felvételszámát tekintve nagyobb - hányadát állategészségügyi intézményen/helyiségen kívül (istálló, udvar, állatkert) végzik sport/szabadidős lovakon, nagytestű haszonállatokon és állatkerti állatokon. A röntgendiagnosztikai vizsgálatok ilyen irányú alkalmazásának szabályozása a hazai sugárvédelmi jogrendszerben nem kidolgozott.

Az előadásban helyszíni sugárvédelmi mérésekkel kiegészített konkrét példán keresztül kerül bemutatásra egy külső helyszínen végzett állatorvosi röntgendiagnosztikai vizsgálat sorozatot érintő főbb sugárvédelmi vonatkozások kiegészítve a jó gyakorlatokra vonatkozó javaslattal együtt.

THE VETERINARY HORSE OF RADIATION PROTECTION, OR THE RADIATION PROTECTION ASPECTS OF VETERINARY X-RAY DIAGNOSTICS PERFORMED AT AN OFF-SITE LOCATION

Árpád Kovács

Hungarian Atomic Energy Authority

As in human medicine, X-ray diagnostic tests are now widely used in various areas of veterinary medicine, with a growing number of cases.

A smaller proportion - but a larger proportion in terms of the number of admissions - of X-ray diagnostic examinations are performed outside of veterinary institutions/premises (stables, yards, zoos) on sport/leisure horses, large farm animals and zoo animals. The regulation of the application of X-ray diagnostic examinations in this direction has not been developed in the domestic radiation protection legal system.

The presentation will present the main radiation protection aspects of a series of veterinary X-ray diagnostic examinations performed at an off-site location through a specific example supplemented with on-site radiation protection measurements, together with recommendations for good practices.

RÖNTGENBERENDEZÉSEK MINŐSÉGELLENŐRZÉSE – AZ ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK TANULSÁGAI

**Mihályi Dávid, Tóth Nikolett, Cservenák Ildikó,
Csuha Boglárka, Keveházi Zsombor, Képíró Gábor,
Pálfi Krisztina, Váradi Csaba, Elek Richárd, Sáfrány Géza,
Lumniczky Katalin**

*Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály*

A Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ a hosszú ideje végzett átvételi vizsgálatok mellett 2021-ben kezdte meg a képalkotó diagnosztikai röntgenberendezések állapotvizsgálatát. Ezek kezdetben csak a nagy dózissal járó modalitásokat, így a CT, az intervenció radiológiai, és a mammográfiás röntgen berendezéseket érintették. Ebben az időszakban jelentős munkaterhelést jelentett, hogy a covid járvány alatt az akkor üzembe helyezett nagyszámú, kórtermi röntgenberendezés átvételi vizsgálatát is el kellett végezni.

2022. szeptemberétől a röntgenberendezések első klinikai használatba vétele előtt esedékes átvételi vizsgálatai mellett, már az összes képalkotó diagnosztikai röntgenberendezésen is végzi Főosztályunk az állapotvizsgálatokat. Így a korábban már említett nagy dózisú modalitások mellett, az állapotvizsgálatok magukba foglalják az intraorális és panoráma/CBCT fogászati röntgen, a felvételi és átvilágító röntgen, valamint a csontsűrűségmérő röntgenberendezéseket is. A vizsgálatok során rengeteg intézményben ismerhettük meg a röntgenberendezések állapotát. Az így szerzett tapasztalataink vegyesek.

Az előadás során elsősorban a berendezések műszaki állapotával kapcsolatos gyakori, vagy szélsőséges hibákat ismertetjük és felhívjuk a figyelmet az állapotvizsgálatok fontosságára, jelentőségére.

QUALITY CONTROL OF X-RAY EQUIPMENT – LESSONS LEARNED FROM STATUS TESTS

**Dávid Mihályi, Nikolett Tóth, Ildikó Cservenák,
Boglárka Csuha, Zsombor Keveházi, Gábor Képíró,
Krisztina Pálfi, Csaba Váradi, Richárd Elek,
Géza Sáfrány, Katalin Lumniczky**

*National Center for Public Health and Pharmacy
Radiobiology and Radiological Health Department*

The National Center for Public Health and Pharmacy started the status testing of human diagnostic X-ray medical devices in 2021. Initially, we only conducted these tests on modalities that involved higher doses, primarily on CT and interventional devices, as well as mammography X-ray machines. However, during this time, we also measured the mobile radiography X-ray devices which were commissioned during the pandemic.

Since September 2022, in addition to the acceptance tests carried out before the first clinical use of X-ray devices, our Department has been performing status tests on all different types of diagnostic X-ray devices. This means that, in addition to the above-mentioned devices, we now also test intraoral and panoramic/CBCT dental X-ray devices, as well as radiography and fluoroscopy devices, and – since last year – bone densitometer X-ray devices. Through these status tests, we have had the opportunity to review the operational aspects of many institutions across the country and learn about the condition of their X-ray equipment. We identified deficiencies in most areas.

In our presentation, we discuss these common or extreme faults, which are mainly related to the technical condition of the equipment, and highlight the importance of status tests.

ÁTVÉTELI ÉS ÁLLAPOTVIZSGÁLATOK ÉRTÉKELÉSE 2022-2024 KÖZÖTT

**Cservenák Ildikó, Elek Richárd, Mihályi Dávid,
Váradi Csaba, Tóth Nikolett, Keveházi Zsombor,
Csuha Boglárka, Pálfi Krisztina., Sáfrány Géza,
Lumniczky Katalin**

Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

Az átvételi és állapotvizsgálatok elsősorban a páciens sugárterhelésének ésszerű csökkentését – a lehetőségeknek megfelelőség ellenőrzését – szolgáló intézkedéseként segítik elő a biztonságosabb betegellátás fenntartását.

Az előadásunk keretében bemutatjuk, hogy az elmúlt esztendőik során az ország mely területein történtek meg állapotvizsgálatok, mely számossággal. Statisztikai módszerekkel elemezzük a rendelkezésünkre álló nyilvántartások alapján azt, hogy az ország egyes régióiban milyen számú berendezés és várhatóan mennyi mérés szükséges vagy lenne szükséges – figyelemmel az egyes modalitások rendeletben előírt vizsgálati gyakoriságára.

Az eredményeink alapján kijelenthető, hogy egyes régiókban az átvételi és állapotvizsgálatok száma a gyógyászatban alkalmazott, ionizáló sugárzást kibocsátó berendezések alkalmazására adott engedélyek alapján elmarad az elvárhatótól, ha mégoly kis mértékben is. E trendszerű eltérés elsősorban a már több éve üzemben lévő berendezésekre, azaz az állapotvizsgálatok hatálya alá tartozó eszközökre igaz elsősorban.

Az ionizáló sugárzást alkalmazó munkahelyek engedélyeseinek tájékoztatása és a jogszabályok, a munkavégzésre és az eszközökre vonatkozó előírások ismertetése a sugárvédelmi szakértők egyik feladata. Előadásunkkal kívánjuk felhívni a figyelmet e feladat fontosságára.

EVALUATION OF ACCEPTANCE AND CONDITION ASSESSMENTS BETWEEN 2022-2024

**Ildikó Cservenak, Richard Elek, Dávid Mihályi,
Csaba Varadi, Nikolett Tóth, Zsombor Kevehazi,
Boglarka Csuha, Krisztina Palfi, Géza Safrany,
Katalin Lumniczky**

National Centre for Public Health and Pharmacy

Acceptance and condition assessments primarily serve as measures to ensure safer patient care by reasonably reducing patient radiation exposure and verifying compliance with applicable requirements.

In our presentation, we will showcase which regions of the country have undergone condition assessments in recent years and in what numbers. Using statistical methods, we will analyze available records to determine how many devices are present in different regions of the country and how many measurements are required or would be necessary—taking into account the examination frequency prescribed by regulations for each modality.

Based on our results, it can be stated that in certain regions, the number of acceptance and condition assessments falls slightly short of expectations concerning the licenses granted for the use of ionizing radiation-emitting equipment in medical applications. This systematic discrepancy primarily applies to devices that have been in operation for several years, i.e., those subject to condition assessments.

One of the tasks of radiation protection experts is to inform license holders of workplaces using ionizing radiation about regulations and requirements related to work procedures and equipment. Through our presentation, we aim to highlight the importance of this responsibility.

AZ IONIZÁLÓ SUGÁRZÁS ORVOSI FELHASZNÁLÁSÁNAK MINŐSÉGI ÉS BIZTONSÁGI KRITÉRIUMAI FEJLESZTÉSE: A PRISMA PROJEKT

**Sáfrány Géza, Elek Richárd, Mihályi Dávid, Tóth Nikolett,
Lumniczky Katalin**

*Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ, 1097
Budapest, Albert Flórián út 2-6.*

Az Európai Unió SAMIRA cselekvési terve a radiológiai és nukleáris technológia biztonságos, magas színvonalú és megbízható egészségügyi alkalmazásának támogatására jött létre. E cél érdekében az EU „Az orvosi ionizáló sugáralkalmazások minőségének és biztonságának megvalósítását támogató előkészítő tevékenységek (PrISMA)” elnevezésű projektet indított. A PrISMA projektnek (<https://www.rivm.nl/en/international-projects/samira-prisma>) 2 fő célja van: a tagállamok érintett szereplőinek feltérképezése és hálózati tevékenységek lebonyolítása a jövőbeli kezdeményezések előmozdítása érdekében, valamint javaslat készítése egy jövőbeli közös fellépésre az ionizáló sugárzás orvosi alkalmazásainak minősége és biztonsága terén. A főbb érdekelt felek feltérképezését követően a PrISMA április 29-30. között a horvátországi Zágrábban szervez találkozót az érdekelt felek számára, hogy bemutassa és megvitassa a jövőbeli uniós kezdeményezés lehetséges irányait. Ezek a következők: Az orvosi sugáralkalmazások indoklottsági kritériumainak megerősítése, egyszerűsítése; A CT-eljárások indoklottsága az egyéni szintjén; Útiterv a radionuklidterápia optimalizálásához; A sugárvédelem optimalizálása a gyermekkori képalkotásban; A sugárvédelem optimalizálása az intervenciók radiológiában; A képzérelt sugárterápia optimalizálása; Diagnosztikai referenciaszintek; Sugárvédelem a terhesség alatt; Az incidens tanulási rendszer megerősítése; Klinikai audit; A röntgenképalkotás klinikai képminőségi kritériumainak felülvizsgálata.

A prezentáció EU HADEA grant Nu 101162826 (PrISMA) támogatásával jött létre.

QUALITY AND SAFETY OF MEDICAL APPLICATIONS OF IONISING RADIATION UNDER THE SAMIRA INITIATIVE: THE PrISMA PROJECT

**Géza Sáfrány, Richárd Elek, Dávid Mihályi, Nikolett Tóth,
Katalin Lumniczky**

*National Center for Public Health and Pharmacy, 1097
Budapest, Albert Flórián út 2-6.*

The SAMIRA action plan of the European Union was established to support the safe, high quality and reliable use of radiological and nuclear technology in healthcare. To serve this aim the EU initiated a project entitled “Preparatory activities to support Implementation of quality and Safety of Medical ionising radiation Applications (PrISMA)” (<https://www.rivm.nl/en/international-projects/samira-prisma>). The PrISMA project has 2 key objectives: to map the relevant actors in EU Member States and conduct network activities to promote future initiatives, and to produce a proposed scope for a future joint action in the field of quality and safety of medical applications of ionising radiation. After mapping the main stakeholders, PrISMA organizes a stakeholder meeting in Zagreb, Croatia through April 29-30 to present and discuss the potential areas of the future EU initiative. These include Strengthening and Streamlining Generic Justification in Europe; Individual justification of medical CT procedures; A Roadmap towards Optimising Radionuclide Therapy; Optimisation of radiation protection in paediatric imaging; Optimisation of radiation protection in interventional radiology; Optimisation of image guided radiotherapy; Diagnostic reference levels; Radiation protection during pregnancy related to medical exposure; Strengthening the implementation of incident learning systems; Clinical auditing; Revisiting European clinical image quality criteria for X-ray imaging supporting clinical optimisation.

The presentation is supported by EU HADEA grant Nu 101162826 (PrISMA).

**A HUN-REN ENERGIATUDOMÁNYI
KUTATÓKÖZPONT KÖRNYEZETVÉDELMI
SZOLGÁLATÁNÁL NAŰ TECHNIKAI
EGYÜTTMŰKÖDÉS KERETÉBEN VÉGREHAJTOTT
FEJLESZTÉSEK ÉS A TOVÁBBI TERVEK
BEMUTATÁSA**

**Zagyvai Márton, Rudas Csilla, Kocsonya András,
Pántya Anna, Rékasi Zsófia, Jakab Dorottya,
Pázmándi Tamás, Zagyvai Péter**

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A poszteren bemutatjuk a HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont Környezetvédelmi Szolgálatának (EK KVSZ) felépítését és tevékenységét. A KVSZ a KFKI telephely és különösen annak két kiemelt létesítménye, a Budapesti Kutatóreaktor és az Izotóp Intézet kft. „A” szintű izotóplaboratóriuma sugárvédelmi biztonságát hivatott biztosítani. A személyi dozimetria módszereinek és eszköztárának fejlesztésében az utóbbi években a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség "IAEA Technical Cooperation HUN 9023" projektjére is támaszkodhattunk, melynek fő területe a személyi neutrontozimetria. A támogatás keretében TLD alapú neutrontozimetriai rendszer egyes elemeit szerezzük be, illetve fejlesztjük tovább, hasonlóan más személyi dozimetriai eljárásokhoz. Ehhez a projekthez a mérőeszközökön, valamint a mérési és adatkiértékelési eljárásokon túl megfelelő minőségbiztosítási rendszer és az eszközök kalibrálásához megfelelő mérési környezet kialakítása is tartozik.

**DEVELOPMENTS AT THE ENVIRONMENTAL
PROTECTION SERVICE OF HUN-REN ENERGY
RESEARCH CENTRE SUPPORTED BY IAEA
TECHNICAL COOPERATION AND RELATED PLANS**

**Márton Zagyvai, Csilla Rudas, András Kocsonya,
Anna Pántya, Zsófia Rékasi, Dorottya Jakab,
Tamás Pázmándi, Péter Zagyvai**

HUN-REN Centre for Energy Research

A poster is presented for demonstrating the activities and structure of the Environmental Protection Service (EPS) of HUN-REN Centre for Energy Research. The EPS provides radiation protection services for the KFKI campus and especially its two priority installations, the Budapest Neutron Centre (BNC) and the A-level radioisotope laboratory of the Isotope Institute Ltd. Improvements of procedures and equipment of personal dosimetry have been lately supported by the International Atomic Energy Agency (IAEA) via Technical Cooperation HUN 9023 titled „Improving Personal Neutron Dosimetry Services". These measurement procedures based on procured TLD-type personal neutron dosimetric devices are accompanied by other procedures of personal dosimetry. The project implies the development of data acquisition and evaluation procedures as well as establishment of an appropriate quality assurance system and a measuring site suitable for calibration processes.

KÉPALKOTÓ GAMMA SPEKTROMÉTER A PAKSI ATOMERŐMŰBEN

Makovecz Gyula

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

2024. augusztusában, a 3-as blokki főjavítást is magába foglaló időszakban gyakorlatban próbálhattuk ki a H3D H420 képalkotó gamma spektrométert.

Az előadásban bemutatásra kerülnek a gamma spektrométer tesztelése során szerzett tapasztalatok és azok a lehetőségek, amelyek az eszköz további felhasználásra kínálnak az atomerőművi környezetben.

GAMMA-RAY IMAGING SPECTROMETER IN THE NPP PAKS

Gyula Makovecz

MVM NPP Paks Ltd.

In August 2024, during the Unit 3 overhaul period, we were able to test the H3D H420 imaging gamma spectrometer in practice.

In the presentation talk about the experience gained from the testing of the gamma spectrometer and the potential for further use of the instrument in the nuclear power plant environment.

TOVÁBBI ÜZEMIDŐ HOSSZABBÍTÁS KÖRNYEZETVÉDELMI ENGEDÉLYEZÉSÉNEK JELENLEGI HELYZETE

Bujtás Tibor

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

A 2189/2022. Kormány határozatban a Kormány döntött arról, hogy ellátásbiztonsági, klímavédelmi és energiastratégiai célok teljesíthetősége és az alacsony árú, megfizethető villamosenergia-ellátás hosszú távú fenntarthatósága érdekében szükséges az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. által üzemeltetett a blokkok további üzemidő-hosszabbítása.

A Környezetvédelmi Engedélyezés Munkacsoport feladata, hogy, készítse/készíttesse el az összes szükséges vizsgálatot és dokumentációt és szerezzé meg a TÚH környezetvédelmi engedélyt.

2023-ban a XLVIII. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyamon bemutattam a További Üzemidő Hosszabbítás Kiemelt Projektet és a környezetvédelmi engedélyezés tervezett lépéseit, ütemtervét.

Az elmúlt két évben nagyon sok tevékenység zajlott, elkészült több fontos dokumentáció, elindultak a vizsgálati programok és az Előzetes Konzultációs Dokumentum elkészülte után 2024. szeptemberben elkezdődött az első engedélyezési fázis, amely már az espoo-i egyezmény alapján nemzetközi szakaszt is magában foglalt.

Az előadásomban bemutatom az elmúlt két év fontos mérföldköveit és a következő időszak feladatait.

ACTUAL STATUS OF THE ENVIRONMENTAL LICENSING OF THE SUBSEQUENT LICENSE RENEWAL

Tibor Bujtas

MVM Paks NPP Ltd.

In the Decree No. 2189/2022. the Government decided that in order to achieve the objectives of security of supply, climate protection and energy strategy and to ensure the long-term sustainability of low-priced, affordable electricity supply, it is necessary to extend the operating lifetime of the units operated by MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd.

The task of the Environmental Licensing Working Group is to prepare/have prepared all the necessary measurements and documentation and obtain the SLR environmental licence.

In 2023, at the XLVIII Radiation Protection Training Course, I presented the Subsequent License Renewal Project and the planned steps and schedule of environmental licensing.

Over the past two years, a lot of activities have taken place, several important documentation has been prepared, measuring programmes have been launched, and after the completion of the Preliminary Consultation Document, the first licensing phase began in September 2024, which already included an international phase based on the Espoo Convention.

In my presentation I'll present the important milestones of the past two years and the tasks of the next period.

SZEMÉLYI SUGÁRKAPUK FUNKCIÓBŐVÍTÉSE AZ ATOMERŐMŰ ELLENŐRZÖTT ZÓNÁJÁBAN

Marusa Andor, Kis Zoltán

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

A Paksi Atomerőműben az ellenőrzött zóna kijáratainál jelenleg üzemelő Argos PB típusú sugárkapuk 2017-ben lettek üzembe helyezve. A sugárkapuk ez idáig béta felületi szennyezettség ellenőrzésre voltak csak alkalmasak és használatukkor nem volt szükség a munkavállalók azonosításra.

A nemzetközi elvárásokkal összhangban a valamennyi sugárkaput alkalmassá tettük a munkavállalók azonosításra, illetve a zuhanyzók utáni sugárkaput elláttuk a belső sugárterhelés detektálásra alkalmas detektorokkal.

Az előadásban bemutatásra kerül az átalakítás és az első tapasztalatok.

UPGRADING THE WHOLE BODY CONTAMINATION MONITOR IN THE RADIATION CONTROLLED AREA OF THE NUCLEAR POWER PLANT

Marusa Andor, Kis Zoltán

MVM NPP Paks Ltd.

The currently used ARGOS PB whole body contamination monitors at the exits of the radiation controlled area at the Paks Nuclear Power Plant were installed in 2017. Until now, the whole body contamination monitors provide detection only of external contamination for beta radiation and did not require worker identification when used.

In accordance with international requirements, all whole body contamination monitors have been equipped with card reader to identify workers and the whole body contamination monitors after the showers have been equipped with detectors to detect internal radiation exposure.

The presentation will show the modification and the first experiences.

KIS MODULÁRIS REAKTOROK BEILLESZTÉSE A HAZAI VILLAMOSENERGIA-RENDSZERBE – FELADATOK ÉS KIHÍVÁSOK A SUGÁRVÉDELEM, A BALESET-ELHÁRÍTÁS ÉS A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KEZELÉSE TERÜLETÉN

**Zombori Péter¹, Fábíán Margit¹, Jakab Dorottya¹, Király
Márton¹, Kocsonya András¹, Molnár Balázs², Osán János¹,
Pázmándi Tamás¹, Rudas Csilla¹, Zagyvai Péter¹**

¹ *HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont*

² *Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft.*

A villamosenergia-igények folyamatos növekedése, a klímaváltozás, valamint az ellátásbiztonság és a költséghatékonyság egyaránt komoly kihívásokat jelentenek. A megoldásban fontos szerepet kaphatnak a kis moduláris reaktorok (Small Modular Reactor, SMR), melyek moduláris, sorozatgyártható konstrukciója, a hagyományos atomerőműveknél egyszerűbb és gyorsabb telepítése, hatékony passzív biztonsági rendszereik vagy automatizált működésük, terheléskövető üzemmódjuk jelentős előnyökkel jár. Az elmúlt években sorra jelennek meg az újabb technológiai megoldások és több ország is bejelentette SMR építésére vonatkozó terveit.

Magyarországon egyelőre nem született döntés SMR építéséről, de annak érdekében, hogy a következő években megalapozott döntést lehessen hozni ebben a kérdésben, érdemes megvizsgálni a hazai alkalmazhatóságukat és beilleszthetőségüket a hazai villamosenergia-rendszerbe. Az előadásban elsősorban a sugárvédelem, a baleset-elhárítás és a radioaktív hulladékok kezelésének területére koncentrálna áttekintjük a nemzetközi helyzetet, bemutatjuk a hazai körülményeket és felvázoljuk a legfontosabb feladatokat.

APPLICABILITY OF SMALL MODULAR REACTORS IN THE HUNGARIAN ELECTRICITY SYSTEM – TASKS AND CHALLENGES IN AREAS OF RADIATION PROTECTION, EMERGENCY PREPAREDNESS AND RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT

**Péter Zombori¹, Margit Fábián¹, Dorottya Jakab¹, Márton
Király¹, András Kocsonya¹, Balázs Molnár², János Osán¹,
Tamás Pázmándi¹, Csilla Rudas¹, Péter Zagyvai¹**

¹ *HUN-REN Centre for Energy Research*

² *Public Limited Company for Radioactive Waste Management
(PURAM)*

The serious challenges of the ever-growing need for electric power, climate changes, safety of energy supplies and cost effectiveness require straightforward solutions. An important factor of them can be the small modular reactors (SMRs) showing significant advantages by virtue of their modular construction suitable for serial production, their faster and easier installation compared to that of traditional NPPs, their effective passive safety systems and highly automated or load-following operation. Recent years saw a bunch of novel technological developments; several countries revealed plans of SMR construction.

No such decision has yet been made in Hungary, however, a well-established decision making cannot be performed without thorough examination of the domestic feasibility of SMRs and their insertability into the Hungarian electric power system. The presentation will focus on the international state-of-art of issues like radiation protection, emergency preparedness and radioactive waste management, introducing the pertinent domestic circumstances and envisaged primary tasks.

A RADIOAKTÍV ANYAGOK KÖZÚTI SZÁLLÍTÁSA (AZ ADR 2025. ÉVI KIADÁSÁNAK TÜKRÉBEN)

Nádasi Iván

*sugárvédelmi szakértő
veszélyesáru szállítási biztonsági tanácsadó*

A veszélyes áruk szállításának nemzetközi előírásai közül az ADR vonatkozik a közúti szállítmányokra és ezáltal tartalmazza a radioaktív anyagokra, mint veszélyes árukra érvényes előírásokat is.

Az első egyezmény 1957-ben jött létre és a legutóbbi időben minden második évben újabb kiadás jelenik meg, amely tartalmazza az idő közbeni – a műszaki és technológiai haladás területén bekövetkezett fejlődés eredménye képpen bekövetkezett - változásokat, amelyek újabb és újabb veszélyes anyagok megjelenését jelentik.

Az előadás röviden ismerteti a legújabb, 2025 január 1-től érvényes ADR radioaktív anyagokra vonatkozó szabályait, amelyek segítenek kiválasztani egy radioizotóp elszállításához szükséges optimális csomagolás megválasztását az anyag aktivitása, halmazállapota és térfogatának függvényében.

ROAD TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIALS (IN THE LIGHT OF THE 2025 EDITION OF THE ADR)

Iván Nádasi

*radiation protection expert
dangerous goods transport safety consultant*

Among the international regulations for the transport of dangerous goods, the ADR applies to road transport and therefore also includes the regulations applicable to radioactive materials as dangerous goods.

The first convention was established in 1957 and recently a new edition has been published every two years, which includes the changes that have occurred over time - as a result of developments in the field of technical and technological progress - which mean the appearance of new and new dangerous materials.

The presentation briefly describes the latest ADR rules for radioactive materials, valid from January 1, 2025, which help to select the optimal packaging for the transport of a radioisotope depending on the activity, state of matter and volume of the material.

A RADIOAKTÍV ÉS HASADÓ ANYAGOK FIZIKAI VÉDELME

Nádasi Iván

*sugárvédelmi szakértő
veszélyesáru szállítási biztonsági tanácsadó*

Az előadás bemutatja a radioaktív anyagokkal való visszaélések lehetséges formáit és az ezek elkerülése céljából 2011-ben kiadott kormányrendelet legfontosabb elemeit.

Bemutatja a fizikai védelmi rendszerek alapkövetelményeit, funkcióit és azokat a módszereket, amelyekkel teljesíthetők a védetség és biztonság feltételei annak érdekében, hogy elkerülhető legyen a radioaktív anyagok hatósági felügyelet alóli kikerülése.

Ennek során bemutatja a védelmi szintek meghatározásához szükséges kategorizálási módszereket mind a nukleáris, mind a radioaktív anyagok és hulladékok estében.

Az előadás kitér az OAH feladataira az összes alkalmazási és szállítási engedély birtokosai számára kötelezően elkészítendő fizikai védelemi tervek engedélyeztetési folyamatában, valamint az engedélyezésben szakhatóságként közreműködő ORFK szerepére.

PHYSICAL PROTECTION OF RADIOACTIVE AND FISSILE MATERIALS

Iván Nádas

*radiation protection expert
dangerous goods transport safety consultant*

The presentation presents the possible forms of misuse of radioactive materials and the most important elements of the government decree issued in 2011 to prevent them.

It presents the basic requirements and functions of physical protection systems and the methods by which the conditions of protection and safety can be met in order to avoid the escape of radioactive materials from regulatory supervision.

In doing so, it presents the categorization methods necessary to determine protection levels for both nuclear and radioactive materials and waste.

The presentation will cover the tasks of the HAEA in the licensing process of physical protection plans that must be prepared by all holders of application and transport permits, as well as the role of the ORFK, which participates in the licensing process as a specialized authority.

**KILOVOLTOS KÚPSUGARAS CT DÓZISINDEX
MEGHATÁROZÁSA A NYALÁBSZÉLESSÉG
MÉRÉSÉVEL**

**Gazdag-Hegyesi Szilvia^{1,2}, Gáldi Ádám^{1,3}, Major
Tibor^{1,4}, Pesznyák Csilla^{1,5}**

- ¹ Országos Onkológiai Intézet, Sugárterápiás Központ
² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai
Tudományok Doktori Iskola
³ Semmelweis Egyetem, Doktori Iskola
⁴ Semmelweis Egyetem, Onkológiai Tanszék
⁵ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Nukleáris Technikai Intézet

A betegbeállítás verifikálásához és a kezelések adaptálásához szükséges különböző képalkotások során a páciensért dózismennyiség meghatározása fontos kérdés, a késői mellékhatások, illetve a kumulatív dózis-expozícióval összefüggő másodlagos daganatok kialakulása szempontjából.

A CT-dózisindex (CTDI, [CTDI]= mGy) a CT által kibocsátott sugárdózis mérőszáma. Ha nagy (> 40 mm) szélességű nyalábbal alkotunk képet, mint ahogyan kúpsugaras komputer tomográf (CBCT) esetében, a mért értékeket korrigálni kell. A CTDI meghatározásához szükséges összefüggésekben szereplő nyalábszélesség paraméter lineáris gyorsító konzolja alapján nem egyértelmű. Így a CTDI értékek meghatározása előtt a nyalábszélességet validáltuk különböző mérési eljárások alkalmazásával.

Nyalábszélesség vizsgálatára IBA Matrixx Resolution és PTW Octavius 1000 SRS ionizációs kamra mátrixokat alkalmaztunk. CTDI méréseink során a Radcal ionizációs ceruzakamrát használtunk.

Levegőben, ill. PureImaging PMMA CTDI fantombban végeztünk méréseket Ethos lineáris gyorsítón.

A látómező átlagos beállítási bizonytalansága $0.3 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$ volt. A mezőméret és a nyalábszélesség kapcsolatának vizsgálata során a legnagyobb eltérések a kis mezőméreteknél jelentkeztek. A mért és a gyártói nyalábszélességek közti eltérés 40 mm-es FOV alatt nagyobb volt, mint 1 mm. A besugárzókészülék panelén beállított és a mért nyalábszélesség közt szignifikáns különbségeket találtunk. Méréseink során mért CTDI paraméterek minden esetben nagyobbak voltak a gyártó által előre jelzettnél. A legkisebb relatív eltérés a gyártó által megadott értéktől 2,3 % (0,5 mGy) volt, a kismedence képalkotó protokoll esetén. A legnagyobb relatív eltérést, 12,2 % (0,12 mGy) volt, az emlő képalkotó protokoll esetében.

Célszerű lenne a jelenleg nemzetközileg elfogadott CBCT-re vonatkozó CTDI mérési protokoll kiegészítése a nyalábszélesség meghatározásával, hiszen alapvető részét képezi a számításoknak. A nagy dózisterheléssel járó vizsgálatok esetén a kis különbség is jelentős biológiai hatásokkal járhatnak.

KILOVOLTAGE CONE BEAM CT DOSE INDEX DETERMINATION BY MEASURING THE BEAM WIDTH

**Szilvia Gazdag-Hegyesi^{1,2}, Ádám Gáldi^{1,3}, Tibor
Major^{1,4}, Csilla Pesznyák^{1,5}**

¹ Center of Radiotherapy, National Institute of Oncology

*² Doctoral School of Physical Sciences, Budapest
University of Technology and Economics*

³ Doctoral School, Semmelweis University

⁴ Department of Oncology, Semmelweis University

*⁵ Institute of Nuclear Techniques, Budapest University of
Technology and Economics*

Determining the dose to the patient during the various imaging procedures required to verify patient compliance and adapt treatments is an important issue in terms of late side effects and the development of secondary tumours associated with cumulative dose exposure.

CT dose index (CTDI, [CTDI]=mGy) is a measure of radiation dose output of a CT scanner. Imaging with a wide beam width (>40 mm), as in cone beam computer tomography (CBCT), the measured values have to be corrected. The beam width parameter of the linear accelerator console in the correlation for the CTDI is not clear. The beam width was validated using different measurement techniques before determining the CTDI values.

IBA Matrixx Resolution and PTW Octavius 1000 SRS ionization chamber detector matrices were used for beam width analysis. For the CTDI measurements, the Radcal ionisation pencil chamber was applied. Measurements were performed in air and in PureImaging PMMA CTDI phantoms on an Ethos linear accelerator.

The average uncertainty of the field of view was 0.3 mm $\pm$ 0.02 mm. In the examination of relationship between field size and beam width,

the largest deviations occurred at small field sizes. The difference between measured and vendor-based beam widths was greater than 1 mm below 40 mm FOV. Significant differences were found between the beam width displayed on linear accelerator panel and the measured ones. In all cases, the predicted CTDI parameters were greater than the measured ones. The smallest relative deviation from the vendor-based data was 2.3% (0.5 mGy) for the pelvis imaging protocol. The largest relative deviation was 12.2% (0.12 mGy) for the breast imaging protocol.

It would be advisable to add the determination of the beam width to the currently internationally accepted CTDI measurement protocol for CBCT, as it is an essential part of the calculations. Even small differences can have significant biological effects in studies with high dose rates.

NAGYMÉRETŰ RADIOAKTÍV HULLADÉK SUGÁRVÉDELMI HATÓSÁGI FELÜGYELET ALÓLI FELSZABADÍTÁSA

Nényei Árpád, Feil Ferenc

MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

A Paksi Atomerőműben a 2003-as nukleáris baleset felszámolásához egyedileg készített ún. munkaplatform a használatát követően feleslegessé vált és többszöri dekontaminálás ellenére is szennyezett maradt. A nagy mérete miatt nem kezelhető az atomerőmű normál üzemi technológiáival, és a tárolása szintén körülményes.

Megvizsgáltuk az alternatív hasznosítási, kezelési és elhelyezési lehetőségeket, amelyek azt mutatták, hogy sugárvédelmi és műszaki szempontból a legbiztonságosabb megoldás, a platformot, egyedi sugárhatósági felszabadítási eljárást követően, darabolás nélkül kiszállítani, és veszélyes hulladéklerakón ártalmatlanítani.

A részletes radiológiai vizsgálatok eredményei alapján definiáltuk a felszabadítási folyamat tervezési alapját: kiválasztottuk a jogilag és műszakilag is megfelelő befogadót, szállítást és magát a lerakás technológiáját. Majd a műszaki és szervezési információkból kiindulva (kellő konzervativizmussal) definiáltuk azokat a besugárzási útvonalakat, amelyek ismeretében a lakosság többlet sugárterhelése kiszámítható volt.

Az elkészült tanulmányt a hatóság jóváhagyta, és végül a határozatnak megfelelően platformot ki lehetett szállítani az ellenőrzött zónából.

CLEARANCE OF LARGE SIZE RADIOACTIVE WASTE

Árpád Nényei, Ferenc Feil

MVM Paks Nuclear Power Plant Ltd

The custom made equipmnet so-called work platform, used for the clean-up of the 2003 nuclear accident at the Paks nuclear power plant. became useless after use and remained contaminated despite repeated decontamination. Due to its large size, it cannot be handled by the normal operating technologies of a nuclear power plant and its storage is also cumbersome.

Alternative utilize, handling and disposal options were investigated and showed that the safest solution from a radiological and technical point of view is to dispose of the platform in a hazardous waste landfill without dismantling, following an individual release procedure.

Based on the results of the detailed radiological investigations, the design basis for the release process was defined: the legally and technically appropriate protocoll, transport and disposal technology itself were selected. On basis of technical and organisational information, we then defined (with sufficient conservatism) the exposure pathways on the basis of which could be used to calculate the individual doses in the population. The study was approved by the authorities and the platform was finally removed of the controlled zone in accordance with the decision.

KITERJEDT MINTÁK AKTIVITÁSÁNAK MODELLFÜGGETLEN MEGHATÁROZÁSA GAMMA- SPEKTROMETRIA SEGÍTSÉGÉVEL

Csóka Péter, Veres Gábor

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizikai és Csillagászati
Intézet*

A kiterjedt radioaktív minták aktivitásának pontos ismerete több tudományterületet érintő fontos kérdés. Egy olyan eljárást dolgoztunk ki, mellyel kizárólag kísérleti lépéseket és geometriai megfontolásokat alkalmazva, nagy pontossággal meghatározható egy tetszőleges, ismeretlen anyagú, részben önelfelnyelő minta aktivitása. Méréseinket az ELTE Atomfizikai Tanszékének nagy tisztaságú germánium félvezető detektorával végeztük, alacsony háttérű kamrában.

Először kis méretű és ismert aktivitású etalon mintákkal végeztünk méréseket, hogy később az ebből nyert eredményeket – elsősorban detektor hatásfokokat és a minta elfelnyelési tulajdonságait – alkalmazzassuk kiterjedt minták mérésénél. Ennek része volt egy adott geometriai elrendezésre jellemző kísérleti hatásfokgörbe meghatározása, melyhez egy már ismert aktivitású ^{60}Co és egy ismeretlen aktivitású ^{226}Ra mintát használtunk. Ezek segítségével további pontszerű sugárforrások aktivitását is meghatároztuk, mely lehetőséget adott kiterjedt minták gamma-sugárzással, többféle energián történő átvilágítására.

Méréseink mellett létrehoztunk egy szimulációt, amely mérési eredmények és az elrendezés geometriai viszonyainak figyelembe vételével képes meghatározni kiterjedt minták önelfelnyelési tulajdonságait és a detektor térszögét a mintára nézve. Ezen szimuláció segítségével különböző elrendezésekre is kiterjeszthető a kidolgozott módszer.

MODEL-INDEPENDENT DETERMINATION OF THE ACTIVITY OF EXTENSIVE SAMPLES USING GAMMA-SPECTROMETRY

Péter Csóka, Gábor Veres

Eötvös Loránd University, Institute of Physics and Astronomy

The precise knowledge of the activity of extended radioactive samples is an important issue affecting multiple scientific fields. We have developed a procedure that, using only experimental steps and geometric considerations, allows for highly accurate determination of the activity of an arbitrary sample with an unknown composition and partial self-absorption. Our measurements were conducted using the high-purity germanium semiconductor detector of the Atomic Physics Department at Eötvös Loránd University (ELTE) in a low-background chamber.

First, we performed measurements on small reference samples with known activity to later apply the results - primarily detector efficiencies and the absorption properties of the sample - to the measurement of extensive samples. As part of this, we determined an experimental efficiency curve characteristic of a specific geometric arrangement, using a ^{60}Co sample with known activity and a ^{226}Ra sample with unknown activity. These allowed us to determine the activity of additional point-like radiation sources, enabling the examination of extensive samples through gamma radiation at multiple energies.

In addition to our measurements, we developed a simulation that, considering the measurement results and the geometric relationships of the setup, can determine the self-absorption properties of extensive samples and the detector's solid angle relative to the sample. This simulation makes it possible to extend the developed method to different configurations.

AZ NNGYK ANNA UTCAI TELEPHELYÉNEK KÖRNYEZETI RADIOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE

**Rell Péter¹, Kövendingé Kónyi Júlia¹, Balázs-Rudasy Edina¹,
Hizsnyai Julianna², Osváth Szabolcs¹**

¹Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztálya (NNGYK SSFO) nagy múltra tekint vissza. 1957-ben alapították Központi Sugárbiológiai Kutató Intézet néven. Az intézet feladata a kezdeti időszakban a „sugárbetegség tanulmányozása” valamint gyógyítása volt. Idővel az intézet kutatási profilja több feladattal bővült. Ezek a teljesség igénye nélkül: sejtszintű sugárbiológiai kutatások, radiofarmakonok gyártása és forgalmazása, mesterséges eredetű radioizotópok talajban valamint környezeti elemekben történő migrációs tulajdonságainak kutatása, környezeti monitoring, országos dozimetriai szolgálat működtetése. A felsorolt tevékenységek közül több mesterséges eredetű radionuklidokkal (¹²⁵I, ¹³⁷Cs, ⁹⁹Tc) való tevékenységgel járt.

Az intézet a kezdetektől fogva a Budapest XXII. kerület Anna utca 5. szám alatti telephelyen működött. A főosztály átköltözése az NNGYK központi telephelyére elkezdődött. Előreláthatóan a közeljövőben be is fejeződik. Emiatt vált szükségessé egy radiológiai értékelés elkészítése a telephelyről.

Jelen munkánkban a telephelyen lévő környezeti radiológiai helyzetet kívánjuk bemutatni. Ehhez a korábbi évekből mostanáig terjedő időszakban vett növény-, valamint talajminták elemzését használtuk fel. A minták elemzéséhez nagy tisztaságú félvezető (HpGe) detektoros gamma spektrometriai mérőrendszert alkalmaztuk. A növényi mintákat mintavétel után szárítószekrényben 105 °C-on szárítottuk, majd 420 °C-on elhamvasztottuk. Méréshez kb. 30 g hamumintát mértünk be 100 ml-es hengeres mérőedénybe. A talajminták esetében a felső 5 cm-es réteget mintáztuk.

Ezt megszáritottuk, golyósmalom segítségével őröltük, majd ezután szitáltuk. Ezt követően megközelítőleg 600-700 g légszáraz talajmintát mértünk be 900 ml-es Marinelli mérőedénybe.

A talaj- és fű minták negyedévente kerültek begyűjtésre a telephely különböző pontjairól a korábbi években. Jelen vizsgálat elkészítéséhez további 17 db mintavételi pontról kerültek talajminták begyűjtésre.

Az Anna utcai mintákban a mesterséges eredetű ^{137}Cs radionuklid aktivitáskoncentrációja a fűminták esetében 0,2-2,3 Bq/kg tartományban volt. A kimutatási határ 0,3-1,1 Bq/kg között alakult mintától függően. A talajminták esetében a ^{137}Cs radionuklid aktivitáskoncentrációja között mozgott. Itt minden esetben tudtunk ^{137}Cs aktivitás koncentrációt kimutatni. Más mesterséges eredetű radionuklidot nem találtunk. Irodalmi adatok szerint az itt tapasztalt aktivitás koncentráció megegyezik a Magyarország hasonló környezetében mért szintekkel.

ENVIRONMENTAL RADIOLOGICAL EVALUATION OF THE NCPHP DEPARTMENT IN ANNA UTCA

**Péter Rell¹, Júlia Kövendingé Kónyi¹, Edina Balázs-Rudasy¹,
Julianna Hizsnyai², Szabolcs Osváth¹**

¹National Center for Public Health and Pharmacy

²Hungarian University of Agriculture and Life Sciences

The National Center of Public Health and Pharmacy Department of radiobiology and radiohygiene was established in 1957. The original name was National Institute of Radiobiology and Radiohygiene and the mission was to investigation of the radiation syndrome and to find appropriate treatment to reduce its effects. By the time the scope was extended. investigation of microbiological effects of radiation, radio medicines production and distribution, study of migration of artificial isotopes in the environment, operate environmental monitoring and national personal dosimetry. Most of the mentioned activities involve the application of artificial isotopes. (¹²⁵I, ¹³⁷Cs, ⁹⁹Tc)

The institution is operating from the beginning on the site of Anna utca 5. Budapest. The relocation of the institute is in progress and will be completed soon. Related to this the preparation of the radiological survey was became priority.

This presentation shows the radiological state of the site through previously taken samples. Results of soil and plant samples were used for the study. The samples were measured by high purity germanium (HPGE) semiconductor detectors. The plant samples were dried at a temperature of 105°C and after that ashed at 420 °C. Approximately 30 g of ash was measured by the gamma spectrometry in cylinder geometry sample beaker. The soil sampling was undertaken by collecting the upper 5 cm layer. Each soil samples were dried at a temperature of 105°C. Then, homogenized in a ball mill. After that sieved to ensure the homogeneity of the sample in Marinelli beaker. The sample mass values ranged between 600-700 g dry weight soil.

The environmental samples were collected once quarterly. Seventeen extra soil sample were collected to ensure the full coverage of the site. The samples were compared with other samples collected from other parts of the country.

The ^{137}Cs radionuclide activity concentration was investigated in each samples. In the case of the plant samples the ^{137}Cs activity concentration ranged between 0.2-2.3 Bq/kg. The detection limit was ranged 0.3-1.1 Bq/kg. The ^{137}Cs activity concentration was detectable in each soil sample. The results ranged between 0.69-65 Bq/kg. Other artificial isotopes was not be detected. The results shows agreement with previously published Hungarian data.

AZ IVÓVÍZ RADIOAKTIVITÁSÁRÓL

**Osváth Szabolcs, Vargha Márta, Bufa-Dórr Zsuzsanna,
Izsák Bálint**

Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

Az ivóvizek minőségével kapcsolatos előírásokat (ideértve a radiológiai jellemzőkre vonatkozó előírásokat, azok ellenőrzésének módját és gyakoriságát) hazánkban jelenleg az 5/2023. Korm. r. tartalmazza; de a radiológiai jellemzőket (a trícium és a radon aktivitáskoncentrációját, továbbá az indikatív dózist) 2016 óta kell meghatározni. Az elmúlt 9 év tapasztalatai azt mutatják, hogy ezek közül egyedül az összes-alfa aktivitáskoncentráció érdemel komoly figyelmet; az is csak az ország bizonyos régióiban.

A jogszabály adta lehetőségeket kihasználva az elmúlt másfél évben 400-nál is több vízellátó rendszer kért (és amennyiben megfelelt a követelményeknek, kapott) engedélyt a vizsgálatok gyakoriságának csökkentésére.

Az összes-alfa aktivitáskoncentrációnak az alapértelmezett vizsgálati szintnél (0,1 Bq/l-nél) nagyobb értékét az eddig vizsgált esetekben az U izotópjai okozzák. Ezekben az esetekben a hatáságnak módjában áll alternatív vizsgálati szintet megállapítania, mivel az ivóvízben vizsgálandó természetes eredetű alfa-sugárzó radionuklidok (U-238, U-234, Ra-228, Ra-226, Pb-210, Po-210) közül az U izotópjainak a legkisebb a dóziskonverziós tényezője. Ilyen határozatból eddig 23 született.

Megjegyzendő, hogy az U-nak (kémiai toxicitása okán) saját határértéke (30 µg/l) van. Ez – ha a többi alfa-sugárzó radionuklid jelenlététől eltekintünk – 0,74 Bq/l összes-alfa aktivitáskoncentrációnak felel meg, amit érdemes figyelembe venni az összes-alfa aktivitáskoncentráció alternatív vizsgálati szintjének meghatározásakor.

RADIOACTIVITY OF DRINKING WATER

**Szabolcs Osváth, Márta Vargha, Zsuzsanna Bufa-Dórr,
Bálint Izsák**

National Center for Public Health and Pharmacy

Regulations about quality of drinking water (including radiological characteristics, method and frequency of quality control measurements) in Hungary are regulated by Gov. Decree 5/2023. Radiological characteristics (activity concentrations of tritium and radon, as well as the indicative dose) have been to be determined since 2016. The experience of the last 9 years clarify that it is only the total alpha activity concentration that deserves much attention (only in certain regions of the country).

Taking advantage of the opportunities provided by law, more than 400 waterworks applied for (and received, if they met the requirements) permission to reduce the frequency of measurements during the past year and a half.

In some cases the gross alpha activity concentration exceeded its default screening level (0.1 Bq/L). In the cases investigated so far this has been caused by isotopes of U. In these cases, the authority can provide an alternative screening level, since isotopes of U have the smallest dose conversion factor among the naturally occurring alpha-radiating radionuclides to be tested in drinking water (U-238, U-234, Ra-228, Ra-226, Pb-210, Po-210). So far, 23 such decisions have been issued.

It should be noted that there is a limit for U (30 µg/l, due to its chemical toxicity). This corresponds to a gross alpha activity concentration of 0.74 Bq/l (if the presence of other alpha-emitting radionuclides is disregarded). This is worthy to be taken into account when determining an alternative screening level the gross alpha activity concentration.

MIRŐL MESÉL 30 ÉV GAMMA- DÓZISTELJESÍTMÉNY MÉRÉS EREDMÉNYE

**Homoki Zsolt^{1,2}, Szigeti Ágnes¹, Fábíán Ferenc¹,
Csordás Anita², Kovács Tibor²**

*¹ Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ,
² Pannon Egyetem, Radiokémiai és Radioökológiai Intézet*

A gamma-dózisteljesítmény mérő műszerek családja az egyike a leggyakrabban használt sugárvédelmi mérőműszer típusoknak.

A segítségükkel vagy tárgyak, objektumok sugárzási terét, közvetve pedig a radioaktivitását vizsgáljuk, vagy a környezetünk általános radioaktivitási szintjét mérjük azt figyelve, hogy van-e abban emelkedés. A vizsgálatok során a mért értéket az alapnak tekintett háttérszinthez viszonyítjuk. Sugárvédelmi szempontból csak a háttérszintet jelentősen meghaladó dózisterekkel szemben indokolt védekeznünk. A fentiek miatt a természetes háttérszinthez közeli értékek tartományában általában nem elvárás a pontos mérés. Más azonban a helyzet, amikor nagyon kis mértékű változások is fontos információt szolgáltathatnak. Tipikusan ilyen a környezeti radiológiai monitorozás.

Az NNGYK budafoki telephelyén (korábbi OSSKI) 1995 óta végzünk háttér gamma-sugárzás méréseket egy sík, füves területen. A vizsgálat célja, annak ellenőrzése, hogy mérhető-e bármilyen emelkedés a környezetünk radioaktivitásában saját működésünk vagy más, külső esemény hatására. A mérésekhez az elmúlt 30 év alatt többféle elven működő mérőeszközt használtunk felváltva és egyidejűleg. Később a méréseket kiterjesztettük más, az előbbitől eltérő karakterisztikájú mérési pontokra is a telephelyen belül. A rutin jellegűen használt mérőműszerek hitelesítéssel rendelkeztek. Az időközi ellenőrzésükre pontszerű sugárforrásokat használtunk.

Az előadás keretében az eredményeket és a feldolgozásukból származó következtetéseinket ismertetjük. Egyes időjárási jelenségek jól felismerhető mintát mutattak a mért értékekben. Továbbá azt is megfigyeltük, hogy az értékek nagyságára jelentős befolyással volt a műszerválasztás és a használat módja.

CONSEQUENCES OF 30 YEAR-LONG GAMMA DOSE RATE MEASUREMENTS

**Zsolt Homoki ^{1,2}, Ágnes Szigeti¹, Ferenc Fábíán ¹,
Anita Csordás ², Tibor Kovács ²**

¹National Center for Public Health and Pharmacy,

*²University of Pannonia, Institute of Radiochemistry and
Radioecology*

The gamma dose rate meters are the most frequently used types of radiation protection equipment.

They are used to measure the level of radiation surrounding objects and to evaluate the general background radiation level, additionally. During the analysis, the measured values are used to be compared to the basic background level and the magnitude of the difference gives the valuable information. Normally, protective actions are required to do only just well above the background level. Therefore it is not essential to perform accurate measurements close to the background level. It is not this case, when small distinctions in the measured values can work as an important indicator. Such a typical situation is the environmental radiological monitoring.

Outdoor gamma dose rate measurements have been performed on a flat, grassy field on the territory of NRIRR since 1995. The background gamma radiation level was monitored to check the possible appearance of effect from an accidental or regular discharge. Several types of detectors were used to perform the measurements following or simultaneously. Additional sampling points were selected and monitored to check places with other characteristics. The calibration of the routinely used instruments was checked on a regular basis.

The raw data and the consequences will be demonstrated during the presentation. We could observe that some kind of weather phenomena provide typical characteristics in the time series of the data. Furthermore, we found that the type of the applied detector and the usage method provided considerable effluence on the measured data.

A HAZAI TERMÉSZETES SUGÁRTERHELÉSÜNK ÚJRAÉRTÉKELÉSE

**Homoki Zsolt, Elek Richárd, Kövendingé Kónyi Júlia,
Osváth Szabolcs, Szarkáné Németh Ágnes, Szigeti Ágnes**

Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ

A sugárvédelemmel foglalkozók körében általánosan elfogadott megállapítás, hogy a természetes forrásokból származó éves átlagos sugárterhelésünk jóval nagyobb, mint a mesterséges forrásokból származóké és mintegy kétharmada a radon és leányelemeinek belégzésétől származik.

A világ népességének sugárterhelésével foglalkozó nemzetközi bizottság (UNSCEAR) 2000. évi jelentéséből ismeretes, hogy a természetes sugárterhelés népesség szerint súlyozott világátlaga 2,4 mSv. Nikl István, az Egészségtudomány című folyóiratban 1999-ben megjelent cikke alapján a hazai népesség hasonlóképpen számított átlagos sugárterhelése 3,1 mSv. A szerző a cikkében rámutatott arra, hogy már akkor is kétféle számítási mód létezett a radon és bomlástermékeitől származó sugárterhelés becslésére: egy, a dozimetriai számításokon és a tüdő modellen alapuló, és egy, az epidemiológiai vizsgálatok eredményein alapuló. Az előbbi módon számítva a világátlag 2,4 mSv, míg a hazai átlag 4,1 mSv. Az utóbbi módszer szerint a világátlag csak 2,0 mSv, a hazai pedig 3,1 mSv.

Az azóta eltelt időben az UNSCEAR fenntartotta a dóziskonverzióra vonatkozó ajánlásait, viszont a Nemzetközi Sugárvédelmi Bizottság (ICRP) 1993 óta többször módosította azt. Jelenleg mind az EU Bizottságának a 2024/440 számú ajánlása, mind a 2/2022. OAH rendelet értelmében a dózisszámításhoz az ICRP 137 kiadvány útmutatásait kell alkalmazni.

A dóziskonverziós tényező jelentős változtatása miatt időszerűvé vált a korábbi értékelések felülvizsgálata felhasználva az országos radon program legújabb eredményeit. A korábbi 130 Bq/m³ átlagos radon-koncentrációval számolva a hazai átlagos dózis 7,7 mSv, míg a területre és népességre arányosítás után átlagként kapott 112 Bq/m³-rel számítva 6,8 mSv.

RE-EVALUATION OF THE DOSE TO POPULATION FROM NATURAL SOURCES

**Zsolt Homoki, Richárd Elek, Júlia Kövendingé Kónyi,
Szabolcs Osváth, Ágnes Szarkáné Németh, Ágnes Szigeti**

National Center for Public Health and Pharmacy,

It is well known among the radiation protection experts that our dose from natural sources is much higher than from artificial sources. Furthermore the dose from radon and radon progeny inhalation gives about two-third part of our total exposure.

The UNSCEAR deals with the evaluation of the radiation burden of the population on a global scale. The population weighted annual average dose from natural sources is 2.4 mSv (UNSCEAR Report 2000). István Nikl made an estimation for the natural dose of the Hungarian population applying a similar procedure. His value was 3.1 mSv published in 1999 in the Journal of Health Science. But two methods existed already that time for the calculation of the dose from radon and radon progeny inhalation. The first used a dosimetric approach and the lung model, the other one was based on the epidemiological statistics. The first method resulted in a 2.4 mSv value for the world average and 4.1 mSv for the national average. These values are only 2.0 and 3.1 mSv applying the second method.

The UNSCEAR did not modify its recommendation for the dose conversion factor since then. But, the ICRP has changed more times the suggested value from the first publication in 1993. In Hungary, the recommendation of ICRP 137 shall be actually applied during the dose estimation required by the Ordinance of HAEA 2/2022 and the EU Committee Recommendation 2024/440.

There was a significant change in the value of recommended dose convention factors, thus it was acute to re-evaluate the estimated dose of the Hungarian population. The average radon concentration was 130 Bq/m³ from the former surveys. The new weighted average value is 112 Bq/m³ based on the latest results of the national radon program. Using these values, we get 7.7 and 6.8 mSv for our average natural dose instead of 3.1 mSv.

DRÓNNAL VÉGZETT RADIOLÓGIA FELMÉRÉS ESETÉN ALKALMAZHATÓ FELÜLETI AKTIVITÁSKONCENTRÁCIÓ KALIBRÁLÁSI MÓDSZER FEJLESZTÉSE

Jónás Jácint, Petrányi János, Garai Zoltán

GAMMA Zrt.

Nukleáris katasztrófák vagy balesetek esetén jelentős mennyiségű radioaktív anyag kerülhet száraz vagy nedves kihullással a talaj felszínére. A személyzet nélküli drónokkal végzett radiológiai felmérés nem okoz többletdózist az azt végző személyzetnek. Az izotópok mennyiségi meghatározása esetén a mérőrendszert kalibrálni szükséges. Méréseink során szerencsére nem állt rendelkezésünkre, nagy kiterjedésű kontaminált terület, ahol a kalibrálást el tudtuk volna végezni.

Ezért a drónnal végzett felületi radioaktív szennyezettség mennyiségi megállapításához kidolgoztunk egy egyszerű, gyorsan elvégezhető kalibrálási módszert. Valós pontforrásokkal elvégzett mérések megfelelő összegzésével meghatároztuk azoknak a spektrumoknak a nagyságát és alakját, amik a homogén nagy kiterjedésű források esetén alakulnának ki. A mérések és a megkonstruált számítási módszerek után, a rendelkezésre álló izotópok kalibrációi közvetlenül használhatóak.

A kifejlesztett kalibrálási módszer nem detektor függő, a kalibrálás lépéseit követve bármely gamma spektrométer kalibrálható vele. A megoldást implementáltuk és teszteltük a „Modulrendszerű, önvezérlésre alkalmas, távvezérelhető, könnyű páncélvédettségű félplatós terepjáró katonai és katasztrófavédelmi célú terepjáró bázisjármű és kapcsolódó cserefelépítmények fejlesztése”, és a „Radioaktív hulladékok minősítése, mobil konténeres mérőhely és detektorhálózatra épülő technológia alkalmazásával” projektben. GEANT4 szimulációval készített, és jelen munka során kifejlesztett módszerrel mért spektrumok közötti spektrumtávolság kisebb volt, mint 0,03.

A kutatás a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00065 és a 2024-1.1.1-KKV_FÓKUSZ-2024-00076 számú projektek támogatásával valósult meg.

DEVELOPMENT OF A SURFACE ACTIVITY CONCENTRATION CALIBRATION METHOD FOR DRONE RADIOLOGY SURVEYS

Jácint Jónás, János Petrányi, Zoltán Garai

GAMMA Zrt.

In the event of nuclear disasters or accidents, significant amounts of radioactive material may deposit on the soil surface through dry or wet fallout. Radiological surveys conducted with drones do not cause excess doses to the person performing them. In the case of quantitative determination of isotopes, the measurement system needs to be calibrated. Fortunately, the large contaminated area required for this was not available to us.

Therefore, we have developed a simple, fast calibration method for the quantitative determination of surface radioactive contamination by drone. By appropriately summing up measurements made with real point sources, we have determined the amplitude and shape of the spectra that would arise in the case of homogeneous large-scale sources. After the measurements and the constructed calculation methods, the calibrations of the available isotopes can be used directly.

The developed calibration method is detector independent, and any gamma spectrometer can be calibrated by following the steps of the method. The solution was implemented and tested in the following projects „Development of a modular, self-guided, remotely controlled, lightly armored semi-platform all-terrain vehicle for military and disaster relief purposes, as well as related replacement bodies.” and „Radioactive waste classification using mobile container measuring station and detector network technology”. The spectral distance between the spectra prepared with GEANT4 simulation and measured with the method developed in this work was less than 0.03.

The research was supported by projects 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2020-00065 and 2024-1.1.1-KKV_FÓKUSZ-2024-00076.

A MAGYAR HONVÉDSÉG LSF-21 TÍPUSÚ LÉGI SUGÁRFELDERÍTŐ RENDSZERE

Mészáros Zalán¹, Csiki Zoltán², Szabó Norbert²

*¹Magyar Honvédség Sodró László 102. Vegyiharc ezred,
Budapest*

²Crydet Kft, Gödöllő

A Magyar Honvédség ABV (Atom, Biológiai, Vegyi) felderítési képességeinek egyik eleme a légi sugárfelderítés, mint vegyivédelmi harcászati eljárás. Ezen képesség része az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszernek (ONER). A korábban alkalmazott technika kiváltására a Modernizációs Intézet felkérésére a HM ArmCom Zrt. (a Genevation Kft. és a Crydet Kft. közreműködésével) átadta az LSF-21 típusú, Mi-24 harci helikopter által hordozott sugárfelderítő konténerét. Az együttműködésben a HM ArmCom Zrt. a kommunikációért, tápellátásáért, végszerelésért; a Genevation Zrt. a konténer tervezéséért, gyártásáért, légügyi minősítésért; a Crydet Kft. a sugárfelderítő rendszerért felelt.

Az LSF-21 sugárfelderítő mérőegysége egy négy detektorcsoportos (2x NaI(Tl), YSO, nagyterefogatú plasztik), SiPM alapú fénykigyűjtésű, szcintillációs elven működő, kiterjedt detektálási képességű rendszer.

Jelen előadás keretében valós harcászati gyakorlati környezetben kerül bemutatásra a légi sugárfelderítő rendszer képessége. A gyakorlat során több felderítési szcenárió kerül tárgyalásra. A felderítő konténeren kívül bemutatásra kerül a földi állomás, annak kezelőfelületével, képességeivel (térinformatika, jelentések). Az előadás betekintést nyújt a rendszerre épülő eljárásrendbe, a felhasználó szemszögéből bemutatva felhasználását.

HUNGARIAN ARMY'S LSF-21 TYPE AIRBORNE RADIATION RECONNAISSANCE SYSTEM

Zalán Mészáros¹, Zoltán Csiki², Norbert Szabó²

*¹Hungarian Army László Sodró 102. chemical warfare
regiment, Budapest*

²Crydet Ltd., Gödöllő

One of the elements of the NBC (Nuclear, Biological, Chemical) detection capabilities of the Hungarian Defence Forces is airborne radiation detection as a chemical defence warfare technique. This capability is part of ONER, the National Nuclear Accident Management System. In order to replace the previously used technique, HM ArmCom Co. (in cooperation with Genevation Aircraft Ltd. and Crydet Ltd.) has delivered the radiation detection container of the LSF-21 type carried by the Mi-24 combat helicopter to the Hungarian Army's Modernisation Institute. In the cooperation, HM ArmCom Co. was responsible for the communication, power supply and final assembly; Genevation Aircraft Ltd. for the design, manufacture and airworthiness certification of the container; Crydet Ltd. for the radiation detection system.

The measuring unit of the LSF-21 is a four detector array (2x NaI(Tl), YSO, large volume plastic), SiPM based light collection system with scintillation principle and extended detection capability.

This presentation will demonstrate the capability of the airborne radiation detection system in a realistic combat environment. Several detection scenarios will be discussed during the exercise. In addition to the reconnaissance container, the ground station will be demonstrated with its user interface and capabilities (geo-information, reporting). The presentation will provide an insight into the system's procedures, showing its use from the user's perspective.

A NON-INVÁZÍV FUNKCIONÁLIS ORVOSI LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSOK TERÜLETÉN ELÉRT EREDMÉNYEK HAZAI TUDÁS BÁZISON 1960 - 2003

Kári Béla

*Semmelweis Egyetem ÁOK Orvosi Képalkotó Klinika Radiológia Tanszék és
Nukleáris Medicina Tanszék
Mediso Kft., Budapest*

A jubileumi L. Sugárvédelmi Továbbképző Konferencia keretében az orvosi sugárvédelemhez szorosan kötődő funkcionális (molekuláris, nukleáris) non-invázív orvosi képalkotás technológiai, történeti háttéréről ad áttekintést az előadás. E témában további nevezetes évfordulók léteznek, hisz a technológiai háttérrel biztosító cégek, mint a Gamma Zrt. 105 éves, a Mediso Kft. 35 éves az eRAD épp 25 éve kezdte hazai pályafutását, valamint az objekt-orientált számítástechnikai háttér épp 40 éves. A molekuláris képalkotásban megkerülhetetlen a szerepe Hevessy György hazai Nobel díjas (1943) kémikusnak, aki a nyomkövetési technika felfedezésével letette a molekuláris képalkotás alapjait. A hazai orvosi képalkotás a Gamma Művek Nukleáris osztálya jóvoltából indult el az 1960-as évek elején (Recti-Lineáris Scanner). Az évtized végére megjelentek az első Anger rendszerű gamma kamerák a klinikákon. A Gamma Művek szegedi egyetemekkel történő együttműködése eredményeként kialakításra került az első hazai digitális képfeldolgozó rendszer Prof. Csernay László hatható közreműködésével (SEGAMS rendszer, 1972). Ennek jelentőségét csak megerősíti, hogy Prof. Csernay László e munkásságért Akadémiai Eötvös József-Koszorút (2021) nyerte el. E gyümölcsöző együttműködés forradalmasította a hazai nukleáris medicina elterjedését és világszínvonalú gyakorlati alkalmazását hazai tudásbázison. Az orvosi digitális képalkotásban (DigiCam®) több mint három évtizedes együttműködés eredményeként létrejött számos 2D-3D általános és dedikált leképező rendszer, amely alapjaiban a SEGAMS filozófiát követte. Az 1988-89-ben megalkotott microSEGAMS© kép rögzítő és képfeldolgozó rendszer objekt-orientált alapon (AMIGA) az elsők között volt nemzetközi viszonylatban is számos olyan újdonsággal, mely a mai napig aktuális, sőt napi gyakorlat (IFF, GIF, TIFF, JPG, képfarmátumok és digitális képtovábbítás INTERFILE, DICOM). Mindamellet a Gamma Művek Nukleáris Osztályán a megismert új technológiák alkalmazásával új környezetvédelmi és egyszerű nukleáris orvos diagnosztikai laboratóriumi mérőműszer család is megalkotásra került.

**OBTAINED RESULTS ON THE FIELD OF NON-INVASIVE
FUNCTIONAL MEDICAL IMAGING PROCEDURES BY
DOMESTIC KNOWLEDGE BASE
1960-2003**

Bela Kari

*Semmelweis University FOM Medical Imaging Centre, Department of
Radiology and Department of Nuclear Medicine, Mediso Ltd. Budapest*

The oral presentation gives an overview about the technological, historical background of the non-invasive functional (molecular, nuclear) medical imaging to be connected very closely to the medical radiation safety in the frame of the anniversary 50th Annual Meeting on Radiation Protection. Several other jubilees are existing currently on this field like: Gamma Technical Corp. is 105 years old; Mediso Ltd. is 35 years old; eRAD has started the activity 25 years ago and the object-oriented computer technology is just 40 years old. These companies and tools provided the technological background. George Hevesy domestic Nobel Prize winner (1943) chemist played significant role in molecular imaging by discovering the radio-isotope tracing theory. The domestic medical imaging technique has been started at the beginning of 1960-s at the Dept. of Nuclear Technique of Gamma Works by development of the Recti-Linear Scanner. At the end of this decade the Anger system gamma cameras were appeared at several domestic clinics. Gamma Works collaboration with the Szeged Universities resulted the first domestic digital image processing system (SEGAMS system, 1972) by the intense support of Prof. Csernay László. Importance of his activity is confirmed by the Academic award “Eötvös József-Koszorú” at 2021. This fruitful collaboration revolutionized the dissemination of the domestic nuclear medicine and those world level applications by domestic knowledge base. More than 3-decade collaboration resulted several 2D-3D general purpose and dedicated digital imaging systems (DigiCam®) following the SEGAMS idea. The object-oriented (AMIGA) based microSEGAMS© image acquisition and image processing system has been created at 1988-1989. It was one of the first in international relation too with such several novelties to be relevant till nowadays, what's more many of them are applied in daily routines (IFF, GIF, TIFF, JPEG, ... picture formats, as well as image communication protocols INTERFILE, DICOM). Nevertheless, the Dept. of Nuclear Technique of Gamma Works developed other new both environmental protection and simple nuclear medical laboratory measurement system family based on the acquired knowledges and experiences of the novel technologies.

A NON-INVÁZÍV FUNKCIONÁLIS ORVOSI LEKÉPEZÉSI ELJÁRÁSOK TERÜLETÉN ELÉRT EREDMÉNYEK HAZAI TUDÁS BÁZISON 1990 - NAPJAINKIG

Kári Béla

*Semmelweis Egyetem ÁOK Orvosi Képalkotó Klinika Radiológia
Tanszék és Nukleáris Medicina Tanszék
Mediso kft., Budapest*

1990-ben a nagy változások évében a Gamma Művek mellett egy teljesen hazai magán cég (Mediso Kft.) kezdte meg működését a funkcionális képalkotás területén. Kezdetben a gamma kamerák karbantartása, felújítása és egyszerű PC-DOS alapú „DIAG” kép kiértékelő rendszer jelentette fő tevékenységüket. Eközben elkezdték digitális kamera és SPECT fejlesztéseiket, melynek eredményeként 1994-ben megjelent első saját digitális leképező rendszerük. Ez időtájt két hazai gyártó és fejlesztő cég létezett mind a hazai, mind a nemzetközi szinten (az átalakult privatizált Gamma Műszaki Rt. és a Mediso Kft.). Ez az állapot 1998 nyárig állt fenn, amikor a Gamma Műszaki Rt. eladta a Nukleáris Divíziót a teljes képalkotó technológiával és szakember gárdával együtt a Mediso Kft.-nek. Így az új leképező rendszerek kutatása, fejlesztése, gyártása hazánkban egy kézbe került. A megváltozott igényeknek köszönhetően a 2000-es években egymás után jelentek meg a több detektoros általános célú és szervorientált leképező rendszerek (2D-pajzsmirigy, 3D-szív, 3D-agy). Az évtized közepétől elindult egy páratlan sikertörténet a multi-modalitású kisállat (SPECT/CT, PET/CT, SPECT/MRI, PET/MRI) nanoScan® leképező rendszer család fejlesztése, gyártása. E mellett a humán diagnosztikában elkészült az AnyScan® multi-modalitású leképező rendszer család (SPECT/CT, PET/CT, és az egyedülálló SPECT/CT/PET tripla modalitás). Képfeldolgozó rendszer tekintetében objekt-orientált Windows NT (XP, VISTA, Win.7, Win.10) alapon kialakításra került a multi-modalitást támogató InterView™XP képfeldolgozó és InterView™ Fusion kép megjelenítő rendszer. E komplex medikai képmegjelenítés, képtovábbítás, archiválás támogatása csak PACS rendszerek összeköttetése, kapcsolata DICOM alapján lehetséges. Intézetünk (SE Radiológia) 1999 óta foglalkozik a tématerülettel és 2001-től az eRAD teleradiológiai rendszer első szolgálatba állításával e rendszer folyamatosan működik. Jelenleg hazánk nagy részét is az eRAD szolgálja ki. E komplex rendszerek működtetéséhez, fejlesztéséhez, kutatásához elengedhetetlen a magasfokú inter-diszciplináris szaktudás, szakképzés és a folyamatos oktatás, mely jelenleg több intézet (SE, BME, ELTE) együttműködése alapján halad.

OBTAINED RESULTS ON THE FIELD OF NON-INVASIVE FUNCTIONAL MEDICAL IMAGING PROCEDURES BY DOMESTIC KNOWLEDGE BASE 1990 – TILL NOWADAYS

Bela Kari

*Semmelweis University FOM Medical Imaging Centre, Department
of Radiology and Department of Nuclear Medicine, Mediso Ltd.
Budapest*

Beside the Gamma Works an entirely domestic private company - Mediso Ltd. - began the activity on the field of functional medical imaging at 1990 is called the years of big changes. At the beginning the company oriented mainly to maintain and upgrade gamma cameras, as well as to produce their simple PC-DOS based “DIAG” image processing system. In the meantime, they started to develop their own digital gamma camera and SPECT, which have been finished at 1994. In addition, two domestic development and manufacturer companies were existing on this field on both domestic and international market (the reorganized and privatized Gamma Technical Corp. and Mediso Ltd.). The status existed till summer of 1998, when Gamma Technical Corp. sold the Nuclear Medical Division with complete imaging technologies and specialists to Mediso Ltd. Thus, the research, development and manufacture of the novel functional imaging system has got into single hand. Consequently, one after the other appeared the multi-detectors general purpose and dedicated imaging systems (2D-thyroid, 3D-cardiac, 3D-brain) at the 2000-s years due to the continuously changed demands. From the middle of decade has started a unique success story the development and manufacture of multi-modality pre-clinical imaging systems (SPECT/CT, PET/CT, SPECT/MRI, PET/MRI) i.e. nanoScan® imaging family. Nevertheless, the multi-modality human imaging system family AnyScan® has been completed too (SPECT/CT, PET/CT, and the unique SPECT/CT/PET triple modality). Considering the image evaluation system an object oriented Windows NT (XP, VISTA, WIN7, WIN10) based image processing system InterView™XP, and InterView™ Fusion image result presentation system have been created for multi-modality purposes. Supporting of these complex medical image displaying, communication and archive tasks may perform only by PACS connectivity through DICOM protocols. Our Dept. of Radiology deal with such questions since 1999 and from the first installation of eRAD teleradiology system (2001) till nowadays are applied without any concerns. Currently eRAD serves the majority of the domestic demands too. In order to operate, develop and research such complex medical systems needs very high level inter-disciplinary expertise's, vocational trainings and continuous education to be running by the collaborations of various domestic institutes (SE, BME, ELTE).

ORVOSI CÉLOKRA ALKALMAZOTT RADIOAKTÍV IZOTÓPOK ELŐÁLLÍTÁSÁNAK ELVI LEHETŐSÉGEI NAGYTELJESÍTMÉNYŰ LÉZER BERENDEZÉSSSEL

Bodor Károly, Zagyvai Péter

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

Az elmúlt évtizedekben a nukleáris medicinában kifejlesztett in vivo, non-invazív diagnosztikai és terápiás eljárások, berendezések (PET, SPECT, CT, PET-CT, stb.) rövid felezési idejű, nagy fajlagos aktivitású radioaktív izotópokat igényelnek. Ezen izotópokat jelenleg gyorsítóknak (LINAC, ciklotron), illetve oktató-kutató reaktorokban állítják elő.

A jelenleg működő berendezések költségesek, nagy helyigényűek, izotóp előállítási kapacitásuk, hatásfokuk korlátozott, továbbá sok berendezés a következő 10-20 évben leszerelésre kerül.

A lézerek rohamos fejlődésével felmerül a lehetőség az orvosi izotópok előállítására részecskegyorsítóként alkalmazható nagyteljesítményű lézer berendezések által. Ezek segítségével elméletileg egyes orvosi célú izotópok több nagyságrenddel nagyobb hatásfokkal lesznek előállíthatók, mint a meglévő technológiákkal.

PRODUCTION OPTION OF RADIOACTIVE ISOTOPES FOR MEDICAL PURPOSES USING HIGH-POWER LASER SOURCE

Károly Bodor, Péter Zagyvai

HUN-REN Centre for Energy Research

In vivo, non-invasive diagnostic and therapeutic procedures and equipment developed for nuclear medicine in recent decades (PET, SPECT, CT, PET-CT, etc.) require special short-lived, high-specific activity radioactive isotopes.

These isotopes are currently produced in accelerators (LINAC, cyclotron) and in training and research reactors.

These solutions are expensive, require a lot of space, have limited isotope production capacity and efficiency, and several equipment will be decommissioned in the next 10-20 years.

With the rapid development of lasers, the possibility of producing medical isotopes using high-power laser particle acceleration arises.

Theoretically, with the help of high-power laser equipment, some medical isotopes can be produced with an efficiency several orders of magnitude higher than with existing technologies.

KLINIKAI AUDIT A SUGÁRTERÁPIÁBAN MAGYARORSZÁGON

Pesznyák Csilla

Országos Onkológiai Intézet

Az Országos Onkológiai Intézet vezetésével 2024-ben elindult egy nemzeti projekt, melynek célja az országos sugárterápiás klinikai audit kidolgozása.

A projekt a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség támogatásával jött létre, résztvevői a hazai sugárterápiás központok, a Magyar Sugárterápiás Társaság és a Magyar Orvosifizikai Társaság, továbbá a munkát segíti az Országos Atomenergia Hivatal és a Nemzeti Népegészségi és Gyógyszerészeti Központ.

A hazai program a NAŰ QUATRO (Quality Improvement Quality Assurance Team for Radiation Oncology) programján alapul, valamint figyelembe veszi a nemzetközi szervezetek szakmai ajánlásait, illetve a hazai körülményeket.

A projekt várhatóan 2026 végén fejeződik be.

CLINICAL AUDIT IN RADIATION THERAPY IN HUNGARY

Csilla Pesznyák

National Institute of Oncology

A national project was launched in 2024 under the leadership of the National Institute of Oncology, with the aim of developing a national radiotherapy clinical audit.

The project was established with the support of the International Atomic Energy Agency, and its participants are Hungarian radiotherapy centres, the Hungarian Society of Radiation Oncology and the Hungarian Society of Medical Physics, moreover, the work is also supported by the Hungarian Atomic Energy Authority and the National Centre for Public Health and Pharmacy.

The domestic program is based on the IAEA QUATRO (Quality Improvement Quality Assurance Team for Radiation Oncology) program and takes into account the professional recommendations of international organizations and domestic circumstances.

The project is expected to be completed by the end of 2026.

SECURE PROJEKT: A KÖVETKEZŐ GENERÁCIÓS ORVOSI RADIONUKLIDOK EURÓPAI ELLÁTÁSI LÁNCÁNAK MEGERŐSÍTÉSE

Pócza Tamás^{1,2}, Gazdag-Hegyesi Szilvia^{1,2}, Camila Boix³, Renata Mikolajczak⁴

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, Magyarország

²Országos Onkológiai Intézet, Budapest, Magyarország

³European Nuclear Education Network, Brüsszel, Belgium

⁴Narodowe Centrum Badan Jadrowych, Varsó, Lengyelország

A SECURE projekt célja, hogy jelentős mértékben hozzájáruljon az orvosi izotópok fenntartható előállításához és biztonságos alkalmazásához Európában. A projekt olyan ígéretes fejlesztésekre összpontosít, amelyek az új és meglévő izotópok besugárzási célpontjainak tervezésére, valamint azok előállítási módszereire irányulnak a nukleáris terápiában és diagnosztikában.

A nukleáris medicina sikeréhez kritikus fontosságú izotópokat választunk ki, és kutatási tevékenységeket határozunk meg annak érdekében, hogy kezeljük az ellátásuk jövőbeni fenntarthatóságának kihívásait. A projekt fő célkitűzései a következők:

1. A kiválasztott alfa- és béta-sugárzó izotópok előállítását korlátozó kritikus akadályok megszüntetése a fenntartható termelés érdekében.
2. Olyan iránymutatások és ajánlások kidolgozása, amelyek lehetővé teszik az alfa- és béta-részecske terápiák teljes klinikai potenciáljának feltárását és biztonságos alkalmazását.
3. Az izotópok ipari méretű előállításának és fenntarthatóságának biztosításához szükséges tapasztalatok összegyűjtése és bemutatása.

A nukleáris medicina egyre növekvő igénye az új alfa- és béta-sugárzó izotópok iránt megköveteli az előállítási módszerek és a célanyagok, valamint a szülő radionuklidok készleteinek újraértékelését. A

SECURE konzorcium célja, hogy azonosítsa és hatékonyan használja fel a rendelkezésre álló forrásokat az új radionuklidok, különösen az alfa-sugárzók és a terápiás célú béta-sugárzók előállításához.

Az ilyen terápiás radionuklidok alternatív előállítási technológiáinak fejlesztése a betegellátás javítása érdekében multidiszciplináris tudományos és technológiai ismereteket igényel, többek között fizika, kémia, anyagtudomány, célanyagok megmunkálása, sugárbiológia és a nukleáris medicina területén. A SECURE konzorcium minden szükséges szakértelmet magában foglal.

A kutatás egyik része az Actinium-225-PSMA (Ac225-PSMA) terápia hatékonyságának és biztonságosságának értékelése metasztatikus kasztráció-rezisztens prosztatákban (mCRPC) szenvedő betegek körében. Klinikai tanulmány eredményeit elemeztük, különös figyelmet fordítva a PSA-válaszarányokra, progressziómentes és teljes túlélésre, valamint a terápia mellékhatásaira. Ezek az eredmények hozzájárulnak a terápiás protokollok optimalizálásához és a mellékhatások minimalizálásához a klinikai gyakorlatban.

A publikáció a SECURE projekt keretében készült, amelyet az Európai Unió finanszírozott a 101061230 számú támogatási megállapodás alapján.

A BIOLÓGIAI DOZIMETRIA MÓDSZEREINEK TOVÁBBFEJLESZTÉSE

Kis Enikő, Hargitai Rita, Lumniczky Katalin

*Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ,
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály,
Sugárorvostani Osztály*

A világszerte folyamatban lévő háborús események és a globális fenyegetést jelentő terrorszervezetek működése válaszlépések kidolgozására kényszerítik úgy a civil, mint a katonai szervezeteket világszerte. Egy esetleges radiológiai vagy nukleáris incidens változó számú, különböző súlyosságú áldozattal járhat. Amennyiben a sérültek száma meghaladja a helyileg kezelhető értéket, tömegszerencsétlenségről beszélünk, amelynek kezeléséhez országhatárokon túlnyúló segítség nyújtására is szükség van. Ilyen esetben a korlátozottan rendelkezésre álló orvosi tartalékok és személyzet menedzselése rendkívüli fontossággal bírhat.

A biológiai dozimetria módszerei segítségünkre lehetnek a sugársérültek kategorizálásában mind az elszennvedett dózis, mind a klinikai kimenetel szempontjából. A jelenleg rendelkezésre álló módszerek azonban időigényesek, friss vérmintákat dolgoznak fel, és az alacsony dózis-tartományban kevésbé pontosak ezért továbbfejlesztésük, valamint új módszerek kidolgozása szükséges.

Amennyiben a kromoszóma aberrációk értékeléséhez a módszertant úgy optimalizáljuk, ami lehetőséget ad a vér fagyasztott állapotban történő szállítására és tárolására, a tesztelés tervezhetőbbé és kiszámíthatóbbá válik, azon kívül nagyszámú minta esetén a nemzetközi segítségnyújtásba bekapcsolódó partnerekhez könnyebben eljuttatható. A dicentrikus kromoszóma assay automatizált értékelésének bevezetése osztályunkon a minták értékelési sebességét javítja, valamint az egyes mintákban a kiértékelt sejtek számát növeli, ami hozzájárul ahhoz, hogy alacsonyabb dózisokat is kimutathassunk. Folyamatban van továbbá egy új, qPCR technológiára támaszkodó, gyors és megbízható módszer kidolgozása külföldi partnereinkkel.

FURTHER DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL DOSIMETRY METHODS

Enikő Kis, Rita Hargitai, Katalin Lumniczky

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

Ongoing war events around the world and actions of terrorist organizations posing a global threat are forcing both civilian and military organizations to develop countermeasures. A potential radiological or nuclear incident may result in a variable number of casualties with varying severity. If the number of injured exceeds the locally manageable value, we face a mass disaster and we might need assistance even beyond national borders. In such a case, proper distribution of limited medical supplies and personnel becomes extremely important.

Biological dosimetry methods are of help in categorizing radiation casualties both in terms of the dose received and the ARS degree. However, the currently available methods are time-consuming, require fresh blood samples, and are less accurate in the low-dose range, therefore their further development and innovations are necessary.

If the methodology for assessing chromosomal aberrations is optimised to allow the transport and storage of blood in a frozen state, testing can be better planned and scheduled, and it will also enable easier management and delivery to partners involved in an international assistance in the case of a large number of samples. The introduction of automated evaluation of the dicentric chromosomes in our department improves the speed of sample evaluation and increases the number of cells evaluated in each sample, contributing to the detection of lower doses. A new, rapid and reliable method based on qPCR technology is under development with our foreign partners.

LINEÁRIS GYORSÍTÓK DOZIMETRIAI EKVIVALENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

Csuha Boglárka ^{1,3}, Pócza Tamás ², Pesznyák Csilla ^{2,3}

¹ *Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ*

² *Országos Onkológiai Intézet*

³ *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem*

A dolgozatban az Országos Onkológiai Intézetben található négy lineáris gyorsító mélydózisgörbéit, dózisprofiljait, diagonálprofiljait és output faktorait hasonlítottam össze a releváns tartományokon. A gyorsítók hasonlóságán kívül vizsgáltam a modellalkotást, azaz a mért, feldolgozott mért és számolt görbék közti különbségeket is.

A tervezőrendszerben egy virtuális gyorsítót hoztam létre a négy gyorsító nyalábparamétereit átlagolva, valamint egy másik modellt, ami a gyártó által adott standard adatokat, a Gold Data-t használja. A virtuális gyorsító átlag modelljével optimalizáltam besugárzási terveket, 5 különböző anatómiai régióra. A dóziseloszlásokat újraszámoltattam minden nyalábmodell esetén. A tervek verifikációjához betegspecifikus minőségbiztosítási méréseket végeztem a VitalBeam 1 gyorsítón.

Eredményeim alapján a dózismodelleket tekintve a mélydózisgörbék csak a vizsgált legszigorúbb toleranciaérték esetén mutatnak különbséget. Az outputfaktorok eltérése minden pontban kisebb mint 1,5%. A vizsgált lineáris gyorsítók modellalkotásában a mért és a feldolgozott mért görbék vizuálisan kis mértékben különböznek, gamma-analízissel vizsgálva nagyfokú egyezést mutatnak. Profilok és diagonálprofilok esetén az egyes gyorsítók közti különbségek összemérhetőek az egyes gyorsítók mérési és dózismodell adatainak különbségével.

A létrehozott virtuális gyorsító a Gold Datához hasonlít a legjobban. A gyorsítók közti átjárhatóság megfigyelhető, mind a teljes testre vetített dózis eloszlásokat hasonlítva, mind a céltérfogatok átlagdózisát tekintve. Az ívterápiák esetén minden esetben legalább 94%-os gamma-egyezést kaptam, 2%, 2 mm paraméterek mellett.

A virtuális gyorsítóra készült tervek megfelelő minőségben leadhatóak. A mérési eredmények a klinikumban használt tolerancián belül egyezést mutatnak az elkészített tervekkel.

INVESTIGATION OF THE DOSIMETRIC EQUIVALENCE OF LINEAR ACCELERATORS

Boglárka Csuha ^{1,3}, Tamás Pócza ², Csilla Pesznyák ^{2,3}

National Center for Public Health and Pharmacy ¹, National Institute of Oncology ², Budapest University of Technology and Economics ³

The aim of this thesis was to investigate the dosimetric equivalence of four linear accelerators at the National Institute of Oncology. The depth dose curves, dose profiles, diagonal profiles and output factors of the accelerators were compared over the relevant ranges. In addition to the similarity of the accelerators, I investigated the difference between the measured, processed measured and calculated curves.

In the treatment planning system, I created a virtual accelerator by averaging the beam parameters of the four accelerators, and another model using the standard Gold Data provided by the manufacturer. I used the average model of the virtual accelerator to generate teletherapy plans for 5 different anatomical regions. I optimized the plans using the average model and recalculated the dose distributions using all models. To verify the treatment plans, I performed patient specific QA measurements on the VitalBeam 1 accelerator.

Based on my results, the depth dose curves for the four accelerator dose showed differences only for the most strict tolerance value tested. The variance of the output factors is less than 1.5% at all points. In the modelling of the linear accelerators, the measured and processed measured curves are visually different, with a high degree of agreement when examined by gamma analysis. The differences between accelerators for profiles and diagonal profiles can be compared to the difference between the measured and dose model data for each accelerator.

The virtual accelerator created is most similar to Gold Data. The interoperability between accelerators is observed, both of comparing the treatment plans and their average doses of target volumes. For all the arc therapies, I obtained a gamma match of at least 94%, with 2%, 2mm.

Plans for the virtual accelerator can be delivered with good quality. The results of measurements are in agreement with the expected results from the plans within the tolerance used in the clinic.

TÜZOLTÓ GYAKORLAT A KFKI TELEPHELYEN

**Kocsonya András¹, Nádasi Iván²,
Pecseri Balázs³, Csendes Gábor⁴**

¹HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

²veszélyesáru szállítási és sugárvédelmi szakértő

³KFKI Üzemeltető kft. Fegyveres Biztonsági Őrség

⁴Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság

II. Kerületi Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság

2024 október 15-16-17-én a II. kerületi Hivatásos Tűzoltó Parancsnokság tűzoltó gyakorlatot tartott a KFKI telephelyen. A gyakorlat célja, hogy a kerületi tűzoltók helyismeretet szerezzenek a területükben található fokozott kockázatú létesítményben, illetve gyakorlatot szerezzenek sugárveszélyes, illetve nukleáris létesítményben történő beavatkozásban. A gyakorlaton három váltás tűzoltó vett részt egymást követő napokon.

Az előadáson bemutatjuk a gyakorlat során beállított helyzetet, a tűz észlelését, a tűzoltóság riasztását, az információgyűjtést majd a tűzoltók beavatkozását. A sugárveszélyes létesítmény miatt – egy valós helyzethez hasonlóan – riasztották az intézmény sugárvédelmi ügyeletesét. A gyakorlaton részt vett a Katasztrófavédelmi Mobil Labor (KML)

Elemezzük a felmerült kérdéseket, problémákat, tanulságokat. Vizsgáljuk a résztvevők szerepét, feladatait és egymással való kapcsolatát: tűzoltásvezető, beavatkozó és tartalé állomány, sugárvédelmi ügyeletes, a mobillabor szakemberei, a telephely biztonsági őrsége. Kiemeljük a jó tapasztalatokat, amelyeket jó gyakorlatként érdemes megosztani más veszélyes létesítményekkel. Levonjuk a tanulságokat, hogy milyen felkészülést érdemes tenni egy hasonló helyzetben történő eredményes beavatkozás érdekében, illetve még inkább egy valós helyzet megelőzése érdekében.

FIRE BRIGADE EXERCISE AT THE KFKI CAMPUS

**András Kocsonya¹, Iván Nádasi²,
Balázs Pecséri³, Gábor Csendes⁴**

¹HUN-REN Centre for Energy Research

²expert on transportation of dangerous goods

³KFKI Campus Operating Ltd. Armed Security Guard

⁴Disaster Management Directorate of the Capital

A fire brigade exercise was conducted on 15-16-17 October, 2024 at the KFKI campus. The purpose of the exercise was to gain personal experience in a unique facility and to gain experience in actions in radioactive or nuclear facilities. Three shifts of fire brigade crew members were participated in the exercises on three consecutive days.

The initial situation of the exercise, the detection of the fire, the alarm of the fire brigades, the acquisition for relevant information and the action of the firefighters are presented. The radiation protection officer on duty of the facility was alerted - similar to a real situation - because of the affected radiological workplaces. The Mobile Laboratory Disaster Prevention Directorate (KML) was also present at the exercise.

The questions, problems and lessons learned are presented. The roles, tasks and interactions of the participants are discussed: fire brigade commander, action and reserve staff, radiation protection officer, mobile laboratory specialists, security guard. Good experiences are highlighted that should be shared with other facilities as good practice. The participants had opportunity to observe the necessary preparation in order to effectively intervene in a similar situation, or moreover to prevent a dangerous situation in the reality.

A BUDAPESTI NEUTRON CENTRUM ÉS NÉHÁNY SUGÁRVÉDELMI VONATKOZÁSÚ FELADAT BEMUTATÁSA

Fehér Ákos, Pázmándi Tamás, Jécsai Anikó

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

A Budapesti Neutron Centrum a Budapesti Kutatóreaktor, mint neutronforrás köré kiépített berendezésekre épülő kutatásokra, fejlesztésekre, a berendezések üzemeltetésére jött létre. A BNC alapvető célja a hazai kutatási programokhoz való hozzájárulás, európai kutatók számára neutronkutatási lehetőségek biztosítása.

A Sugárvédelmi Laboratórium és a BNC közösen üzemelteti Biológiai Besugárzó csatornát, továbbá együttműködik különböző neutron detektorok kalibrációs besugárzásában.

Az előadásban röviden bemutatjuk a BNC kutatási lehetőségeit, valamint néhány példát biológiai minták és detektorok besugárzására, melyeket a közelmúltban hazai és nemzetközi együttműködések keretében végeztünk.

THE BUDAPEST NEUTRON CENTRE AND SOME RADIATION PROTECTION RELATED TASKS

Ákos Fehér, Tamás Pázmándi, Anikó Jécsai

HUN-REN Centre for Energy Research

The Budapest Neutron Centre (BNC) was established for research, development and operation of equipment based around the Budapest Research Reactor as a source of neutrons. The mission of the BNC is to contribute to the national research programs and to provide neutron research opportunities for European researchers.

The Radiation Protection Laboratory and the BNC jointly operate a biological irradiation channel and collaborate on the calibration irradiation of different neutron detectors.

The presentation will briefly describe the research capabilities of BNC, some examples of irradiation of biological samples and detectors carried out in national and international collaboration recently.

AZ ICIDOSE#2 NEMZETKÖZI GYAKORLAT SZERVEZÉSE A BELSŐ SUGÁRTERHELÉS MEGHATÁROZÁSÁRA

**Pázmándi Tamás, Fehér Ákos, Pántya Annamária,
Rékasi Zsófia**

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

Az elmúlt években új ajánlások jelentek meg a munkahelyi belső sugárterhelés meghatározásának területén. A legújabb tudományos eredmények széles körben történő elterjesztése és ezen ajánlások gyakorlati alkalmazhatóságának ellenőrzése érdekében az európai dozimetriai szakértőket tömörítő EURADOS szervezet belső sugárterheléssel foglalkozó 7. munkacsoportja (WG7) nemzetközi összehasonlító gyakorlatot szervez. Minket kértek fel a gyakorlat megszervezésére és a feladatok irányítására. Az összehasonlítás öt különböző nehézségű esetet kínált, az egyszerűtől a nagyobb kihívást jelentő forgatókönyvekig.

Az előadás keretében ismertetjük az egyes eseteket és bemutatjuk az előzetes eredményeket, kiemelve a legfontosabb megállapításokat.

ORGANISATION OF THE *ICIDOSE#2* INTERNATIONAL BENCHMARK ON INTERNAL DOSE ASSESSMENT

**Tamás Pázmándi, Ákos Fehér, Annamária Pántya,
Zsófia Rékasi**

HUN-REN Centre for Energy Research

In recent years, new recommendations have emerged in the field of the determination of internal radiation exposure in the workplace. In order to disseminate the latest scientific results and to verify the practical applicability of these recommendations, the EURADOS Working Group on Internal Exposure (WG7), which brings together European dosimetry experts, is organising an international comparison exercise. We have been asked to organise the exercise and manage the tasks. The intercomparison offers five cases with different levels of complexity, from simple to more challenging scenarios.

In this presentation details of the cases and the preliminary results available so far will be presented, some of the key findings will be highlighted.

NEMZETKÖZI OKTATÁSI PROGRAM HATÓSÁGI SZAKEMBEREK TOVÁBBKÉPZÉSÉRE – MÓDSZEREK ÉS TAPASZTALATOK

Pázmándi Tamás, Jakab Dorottya

HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont

Az atomenergia biztonságos alkalmazása megköveteli a hozzáértő, független és megfelelően finanszírozott nukleáris hatóságok (Nuclear Regulatory Authorities – NRA-k) és a hatósági munkát támogató műszaki-tudományos háttérintézmények (Technical Support Organisations – TSO-k) meglétét.

Az Európai Bizottság által finanszírozott *„Training and Tutoring for Experts of the NRAs and their TSOs for Developing or Strengthening their Regulatory and Technical Capabilities – MC3.01/20”* projekt 2022 januárjában indult azzal a céllal, hogy szakmai továbbképzést biztosítson az Európai Unión kívüli országok részére, a hatóságok munkájában résztvevő és az azt támogató szakértők számára. A HUN-REN Energiakutatói Központ által vezetett nemzetközi konzorcium nemzetközileg elismert és kiemelkedő szakértők közreműködésével kidolgozta és sikeresen megvalósította a szakmai továbbképzési programot. A hároméves projekt keretében a világ 16 országában megtartott 37 egyhetes oktatási tanfolyamot, valamint 7 európai ország 10 különböző intézményében megrendezett 23 négyhetes munkahelyi képzési programot 3 online, önállóan elvégezhető kurzus egészítette ki.

A projekt jelentős mértékben hozzájárult a hatóságok képességeinek fejlesztéséhez, kompetenciáik javításához és a nemzetközi együttműködés megerősítéséhez a sugárvédelem és a nukleáris biztonság területén. A programban 46 országból 543 résztvevő vett részt. Visszajelzéseik alapján a projekt elérte kitűzött céljait, és a képzések jelentős segítséget jelentenek a munkájuk során felmerülő kihívások kezelésében és a feladataik megoldásában.

Az előadásban bemutatjuk a projekt megvalósítása során szerzett legfontosabb tapasztalatokat, ismertetjük a tanulságokat és a kialakult jó gyakorlatokat.

INTERNATIONAL TRAINING PROGRAMME FOR EXPERTS OF NUCLEAR REGULATORY AUTHORITIES – METHODS AND EXPERIENCES

Tamás Pázmándi, Dorottya Jakab

HUN-REN Centre for Energy Research

Safe application of nuclear energy requires the existence of competent, independent and adequately financed Nuclear Regulatory Authorities (NRAs) and Technical Support Organisations (TSOs).

The project „*Training and Tutoring for Experts of the NRAs and their TSOs for Developing or Strengthening their Regulatory and Technical Capabilities – MC3.01/20*” funded by the European Commission, was implemented between January 2022 and January 2025 with the aim of providing professional training to experts from countries outside the European Union. The international consortium, led by the HUN-REN Centre for Energy Research and involving internationally recognized and distinguished experts, successfully developed and implemented the professional training program. The program included 37 training courses held in 16 countries around the world, as well as 23 four-week tutoring courses, i.e. on-the-job trainings organised in 10 different institutes across 7 European countries. These were complemented by 3 Massive Open Online Courses.

The project significantly contributed to the development of the capabilities and competencies of NRAs and TSOs, as well as to the enhancement of global cooperation in the fields of radiation protection and nuclear safety regulation. 543 participants from 46 countries took part in the programme. Based on their feedback, the project achieved its objectives and the courses have provided substantial support in performing their tasks and addressing challenges encountered in their work.

Key experience gained during the implementation of the project will be shared, good practices emerged and lessons learned from these activities will be presented.

A KÖZÉPISKOLAI TANÁROK SZEREPE A NUKLEÁRIS OKTATÁSBAN - ENEN2PLUS

Pesznyák Csilla¹, Gabriel Pavel²

¹ *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem*

² *European Nuclear Education Network*

Az ENEN2plus projekt 2022-2026 között aktív, számos rendezvényt szervez az adott négy év alatt.

Minden évben megrendezésre kerül a PhD hallgatók versenye, 2023 és 2025-ben került megszervezésre a középiskolások nukleáris versenye, ahol 3 perces videóban mutatják be nukleáris témájú munkájukat. A BSc és MSc hallgatók szakdolgozat, illetve diplomamunka versenyét először a múlt évben szerveztük Pozsonyban, ez évben Budapesten kerül megrendezésre.

A nukleáris munkaerő utánpótlásban jelentős szerepük van a középiskolai tanároknak, akiket szeretnénk bevonni az ENEN2plus munkájába. Az első workshopot 2023-ban szerveztük Budapesten, míg ez évben a Nemzetközi Atomenergia Ügynökséggel együttműködésben kerül megrendezésre a második workshop Bécsben, a NAÜ székházában.

THE ROLE OF SECONDARY SCHOOL TEACHERS IN NUCLEAR EDUCATION - ENEN2PLUS

Csilla Pesznyák¹, Gabriel Pavel²

¹ *Budapest University of Technology and Economics*

² *European Nuclear Education Network*

The ENEN2plus project is active between 2022-2026, organizing several events during these four years.

A competition for PhD students is organized every year, and a nuclear competition for high school students was organized in 2023 and 2025, where they present their work on a nuclear topic in a 3-minute video. The thesis work competition for BSc and MSc students was first organized last year in Bratislava, and this year it is going to be organized in Budapest.

A significant role in the supply of nuclear workforce is played by secondary school teachers whom we would like to involve in the work of ENEN2plus. The first workshop was organized in Budapest in 2023, while this year the second workshop is going to be organized in cooperation with the International Atomic Energy Agency in Vienna, at the IAEA headquarters.

NÉVMUTATÓ

Indes of authors (family name, surname)

Alberto Florin Grigore	11
Balázs-Rudasy Edina	52, 54
Bodor Károly	70, 71
Bufa-Dórr Zsuzsanna	56, 57
Bujtás Tibor	34, 35
Camila Boix	74
Cosmin Marius Branzoi	11
Csendes Gábor	80, 81
Cservenák Ildikó	24, 25, 26, 27
Csiki Zoltán	64, 65
Csóka Péter	50, 51
Csordás Anita	58, 59
Csuha Boglárka	24, 25, 26, 27, 78, 79
Déri Zsolt	12, 13, 20, 21
Elek Richárd	24, 25, 26, 27, 28, 29, 60, 61
Fábián Ferenc	58, 59
Fábián Margit	38, 39
Fehér Ákos	82, 83, 84, 85
Feil Ferenc	48, 49
Franz Josef Maringer	10
Gabriel Pavel	88, 89
Gáldi Ádám	44, 46

Garai Zoltán	62, 63
Gazdag-Hegyesi Szilvia	44, 46, 74
Hargitai Rita	76, 75
Hizsnyai Julianna	52, 54
Homoki Zsolt	58, 59, 60, 61
Horváth Ákos	18, 19
Iani Octavian Mitu	11
Izsák Bálint	56, 57
Jakab Dorottya	30, 31, 38, 39, 86, 87
Jécsai Anikó	84, 85
Jónás Jácint	62, 63
Kári Béla	66, 67, 68, 69
Képíró Gábor	24, 25
Kerekes Andor	12, 13
Keveházi Zsombor	24, 25, 26, 27
Király Márton	38, 39
Kis Enikő	76, 77
Kis Zoltán	36, 37
Kocsonya András	14, 15, 30, 31, 38, 39, 80, 81
Kocsy Gábor	12, 13
Kovács Árpád	22, 23
Kovács Tibor	58, 59
Kövendiné Kónyi Júlia	12, 13, 52, 54, 60, 61
Lumniczky Katalin	24, 25, 26, 27, 28, 29, 76, 77

Machula Gábor	20, 21
Major Tibor	44, 46
Makovecz Gyula	32, 33
Mara-Georgiana Popovici	11
Marius Blum	10
Marusa Andor	36,37
Máthé Kálmán	18, 19
Mészáros Zalán	64, 65
Mihályi Dávid	24, 25, 26, 27, 28, 29,
Molnár Balázs	38, 39
Molnár Zsuzsa	16, 17
Nádasi Iván	40, 41, 42, 43, 80, 81
Nemes Zoltán	16, 17
Nényei Árpád	48, 49
Osán János	38, 39
Osváth Szabolcs	16, 17, 52, 54, 56, 56, 60, 61
Pálfi Krisztina	24 25, 26, 27
Pántya Annamária	30, 31, 84, 85
Papp István	16, 17
Pázmándi Tamás	30, 31, 38, 39, 82, 83, 84, 85, 86, 87
Pecséri Balázs	80, 81
Pesznyák Csilla	44, 46, 72, 73, 78, 79, 88, 89
Petrányi János	64, 63
Pócza Tamás	74, 78, 79

Rebb Nikolett	20, 21
Rékasi Zsófia	30, 31
Rell Péter	52, 54
Renata Mikolajczak	74
Rudas Csilla	30, 31, 38, 39
Sáfrány Géza	24, 25, 26, 27, 28, 29
Szabó Norbert	64, 65
Szarkáné Németh Ágnes	60, 61
Szigeti Ágnes	58, 59, 60, 61
Tóth Nikolett	24, 25, 26, 27, 28, 29
Tóth Szabolcs	18, 19
Ugron Ágota	12, 13
Vajda Nóra	16, 17
Váradí Csaba	24, 25, 26, 27
Vargha Márta,	56, 57
Veres Gábor	50, 51
Zagyvai Márton	30, 31
Zagyvai Péter	30, 31, 38, 39, 70, 71
Zákány Loránd	16, 17
Zombori Péter	38, 39