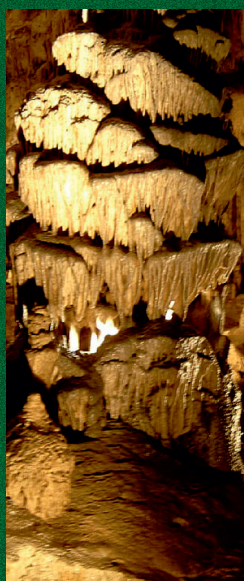




**1. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE
RADIČNÍ OCHRANY
V JADERNÉ ENERGETICE A NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ**

**I MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA
OCHRONY RADIOLÓGICZNEJ
W ENERGETYCE JĄDROWEJ I MEDYCYNIE NUKLEARNEJ**



**ČERNÁ HORA
19-22.09.2013**





Szanowne Koleżanki, Szanowni Koledzy

I Międzynarodowa Konferencja Ochrony Radiologicznej w Energetyce Jądrowej i Medycynie Nuklearnej jest odmienny od wszystkich poprzednich naszych Spotkań oraz Konferencji z szeregu niżej wymienionych powodów.

Po pierwsze, po raz pierwszy konferencja organizowana jest wspólnie przez Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej, Polskie Towarzystwo Medycyny Nuklearnej oraz firmę VF a.s. z Cernej Hory.

Po wtóre nigdy jeszcze nasze spotkania nie odbywały się tak daleko od Poznania. Cerna Hora może nie jest końcem świata, ale podróż pociągiem na przykład z Suwałk lub Szczecina jest o kilka godzin dłuższa od podróży samolotem z Warszawy do Pekinu z jedną przesiadką po drodze.

Po trzecie, nigdy jeszcze „siorowcy” nie opuszczali w sposób zorganizowany przez Stowarzyszenie terytorium Najjaśniejszej Rzeczypospolitej.

Po czwarte, piąte, szóste.....ufamy, że I Międzynarodowa Konferencja Ochrony Radiologicznej w Energetyce Jądrowej i Medycynie Nuklearnej oprócz wkładu w zdobywaną wiedzę będzie także ważnym elementem integracji naszego międzynarodowego środowiska.

Serdecznie witam Państwa w uroczym miasteczku Černa Hoře leżącym na terenie południowych Moraw w Republice Czeskiej na I Międzynarodowej Konferencji Ochrony Radiologicznej i życzę owocnych obrad oraz miłego spędzenia czasu.

Maria Kubicka



Flexible solutions

... wasz partner
w dziedzinie ochrony radiacyjnej

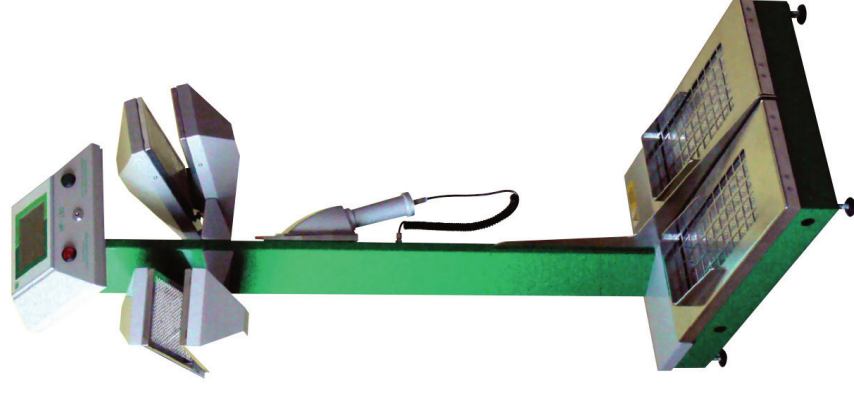
Spółka VF w zakresie urządzeń medycznych oferuje usługi i rozwiązania z dziedziny kontroli radiacyjnej i ochrony:

- Dostawy systemów monitorowania osób i środowiska na stanowiskach medycyny nuklearnej oraz w ośrodkach PET.
- Kompleksowe rozwiązania w zakresie unieszkodliwiania odpadów płynnych i gazowych na stanowiskach medycyny nuklearnej.
- Dostawy napromienników dla potrzeb lekarskich.

Wszystkie usługi i dostawy realizujemy zgodnie z krajową legislacją.

VF, a.s.

náměstí Míru 50, 679 21 Černá Hora, Czech Republic
tel.: +420 516 428 61 1, fax: +420 516 428 610, info@vf.eu, www.vf.eu



Hand-Foot Contamination Monitors HF series



Electronic Dosimeters Terminal TED-MP series



AGM-02 Area Gamma Monitor



Portable Activity Meters PAM series

www.vf.eu

Sponsor platynowy:



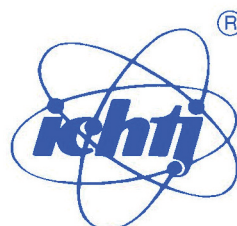
Sponsorzy główni:



Sponsorzy:



Z udziałem:





Konferencji patronują:



Tematyka konferencji:

1. Ochrona radiologiczna w energetyce jądrowej, głównie w zakresie zagadnień związanych z:
 - lokalizacją i bezpieczeństwem elektrowni jądrowych,
 - postępowaniem oraz składowaniem odpadów promieniotwórczych,
 - dozymetrią i monitoringiem wokół elektrowni jądrowych.
2. Ochrona radiologiczna w medycynie nuklearnej ze szczególną uwagą skierowane na:
 - produkcję izotopów do badań PET,
 - narażenie pacjentów w medycynie nuklearnej,
 - ochronę radiologiczną personelu i rolę inspektora ochrony radiologicznej,
 - metody dozymetrii.
3. Celem konferencji jest również wymiana informacji i doświadczeń, która pozwoli na nawiązanie współpracy międzynarodowej w dziedzinie ochrony radiologicznej.

Komitet organizacyjny:

Maria Kubicka
Janusz Barczyk
Agata Sackiewicz
Bożena Małek
Martin Holcner
Joanna Krzyszczak

Biuro organizacyjne:

Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
Wielkopolskie Centrum Onkologii
ul. Garbary 15
61-866 Poznań
tel. 61 8850521
fax 61 8850723

Miejsce Konferencji:

Hotelu Sladovna
Černá Hora 3/5
679 21 Czechy - Morawy Południowe
www.hotel-sladovna.cz

Co nas zainspirowało do innowacji w PET/CT? Świadomość jak ważna jest dokładność.

W radioterapii onkologicznej nie ma miejsca na improwizację. Philips GEMINI TF Big Bore PET/CT jest najbardziej zaawansowanym systemem na rynku. Łączy w sobie symulację tomografii komputerowej i zaawansowaną technologię Time-Of-Flight oraz jest jedynym systemem spełniającym wymagania standardu AAPM TG-66. Przejrzyste obrazy diagnostyczne i zintegrowanie z procesami radioterapii umożliwiają wykonanie do-



kładnego planu leczenia. Chciałbyś wiedzieć więcej? Odwiedź www.philips.com/geminitfbigbore lub zadzwoń do Philips Healthcare tel. +22 57 10 430.
***to Ty inspirujesz nasze innowacje.**

PHILIPS
sense and simplicity



Autoryzowany dystrybutor firmy PHILIPS

EDO MED Sp. z o.o., ul. Puławska 479, 02-844 Warszawa, tel.: +48 22 641 61 09, fax: +48 22 643 70 87

www.edomed.pl

EDO
MED

Program konferencji:

19.09.2013 (czwartek)

GODZ. 19:30	Przyjazd do Cernej Hory i zakwaterowanie
GODZ. 20:00	KOLACJA

20.09.2013 (piątek)

GODZ. 9:00- 9:50 ŚNIADANIE

GODZ. 9:50 – 10:00 Otwarcie zjazdu przez Organizatorów Konferencji

Dyrektor FV Petr Borek, Prezes PTMN Leszek Królicki, Prezes SIOR Maria Kubicka

SESJA I: ENERGETYKA JĄDROWA

Przewodniczą sesji: **Petr Borek, Maria Kubicka**

10:00 - 10:20	Janusz Włodarski	<p>Lokalizacja elektrowni jądrowych i składowisk odpadów promieniotwórczych z punktu widzenia wymagań dozoru jądrowego (Państwowej Agencji Atomistyki) w Polsce</p> <p>The siting of nuclear power plants and radioactive waste repositories from the viewpoint of nuclear regulatory requirements (National Atomic Energy Agency) in Poland</p>
10:20 - 10:40	Kajetan Różycki	<p>Dlaczego energetyka jądrowa?</p> <p>Why Nuclear Power?</p>
10:40 - 11:00	Petr Okruhlica	<p>Radiation protection in nuclear power plants</p> <p>Ochrona radiologiczna w elektrowniach jądrowych</p>
11:00 - 11:20	Wiesław Gorączko	<p>Bezpieczeństwo w energetyce jądrowej</p> <p>Safety of the Nuclear Power Plant</p>
11:20 - 11:40	Josef Sabol	<p>Nuclear power plants in the Czech Republic and Slovak Republic</p> <p>Elektrownie jądrowe w CZ i SK</p>

11:40 - 12:00	Jiri Hala	Safety of the EPR and AP1000 reactors Bezpieczeństwo reaktorów EPR i AP1000
12:00 - 12:20	Josef Sabol	Control and treatment of spent high-activity radioactive sources Postępowanie z zużytymi źródłami wysokoaktywnymi
12:20 - 12:30	Bożydar Snopek <u>Wiesław Gorączko</u>	Generacja i sposób składowania odpadów promieniotwórczych w elektrowniach jądrowych na przykładzie Francji Radioactive waste disposal – French solution

GODZ. 12:30 - 13:00 PRZERWA KAWOWA

SESJA II : DOZYMETRIA

Przewodniczą sesji: **Dorota Wróblewska, Martin Holcner**

13:00 - 13:15	Vit Petranek	Teledosimetric monitoring system of the NPP Monitoring wokół elektrowni jądrowej
13:15 - 13:45	Vit Petranek	Radiation monitoring system (RMS) of the NPP System of the electronic personal dosimetry (SEOD) Dozymetria, RMS w elektrowni jądrowej
13:45 - 14:00	Renata Kopeć <u>Agnieszka Szumska</u> Maciej Budzanowski	Nowatorskie metody dozymetryczne z wykorzystaniem zjawisk luminescencji Innovative methods of dosimetry using the luminescence phenomena
14:00 - 14:15	Pavel Prášek	Služba osobní dozimetrie VF,a.s. OSL Dozymetrie
14:15 - 14:30	<u>Łukasz Modzelewski</u> Adrian Jakowiuk Ko- walska Ewa Pieńkos Jan, Sartowska Bożena	Urządzenia do pomiaru promieniowania i kontroli zagrożenia radiacyjnego opracowane w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie Devices for radiation measurements and control of radiation risk developed at the Institute of Nuclear Chemistry and Technology in Warsaw

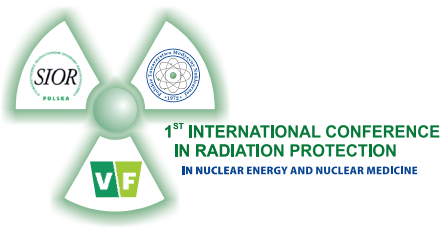
GODZ. 15:10 - 16:10 OBIAD

SESJA III : MEDYCINA NUKLEARNA

Przewodniczą sesji: **Zuzana Pašková, Leszek Królicki**

16:10 - 16:25	Zuzana Pašková	Radiační ochrana na pracovištích nukleární medicíny v České republice Ochrona radiologiczna w medycynie nuklearnej w CZ
16:25 - 16:40	Leszek Królicki	Medycyna nuklearna w Polsce Nuclear Medicine in Poland
16:40 - 17:00	<u>Dorota Wróblewska</u> Dariusz Kluszczyński Piotr Pankowski	Narażenie pacjenta w medycynie nuklearnej Patients exposure In nuclear medicine in Poland
17:00 - 17:15	Sebastian Gwóźdź	Aspekty narażenia w pracy z systemami hybrydowymi w medycynie nuklearnej
17:15 - 17:25	<u>Tomáš Dvořáček</u> Milan Buňata Jan Adam Patrik Špátzal	Radiation protection in preparation of radiopharmaceuticals
17:25 - 17:45	Beata Aniołek	Rola Inspektora w ochronie radiologicznej personelu i pacjentów w Zakładzie Medycyny Nuklearnej oraz w ochronie personelu w Zakładzie Produkcji Radiofarmaceutyków The role of the Inspector in radiological protection of staff and patients at the Department of Nuclear Medicine and the protection of personnel in the Radiopharmaceuticals Production Facility
17:45 -	Martin Holcner Petr Borek	Prezentacja firmy VF

GODZ. 20:00 - KOLACJA



21.09.2012 (sobota)

GODZ. 8:00 - 9:00 ŚNIADANIE

GODZ. 9:30 - 15:30 SESJA WYJAZDOWA

Grupa A – Wizyta w Ośrodku Medycyny Nuklearnej i Produkcji Izotopów PET
oraz zwiedzanie miasta Brno

Grupa B – Wycieczka do Jaskini Macocha oraz okolicznych zamków

GODZ. 16:00 - 17:00 OBIAD

GODZ. 17:30 - SESJA PLAKATOWA

Przewodniczą sesji: **Anna Wyszomirska, Igor Krupiński**

GODZ. 19:00 - ZAKOŃCZENIE KONFERENCJI

Martin Holcner, Maria Kubicka, Wiesław Gorączko, Agata Sackiewicz

GODZ. 20:00 - KOLACJA

22.09.2013 (niedziela)

GODZ 8.00-9.00 ŚNIADANIE

Wyjazd z Cernej Hory



Canberra Packard



Autoryzowany dystrybutor wyposażenia dla Pracowni Medycyny Nuklearnej i PET-CT, następujących producentów

BIOSCAN



PerkinElmer
For the Better



PTW FREIBURG



BERTHOLD
TECHNOLOGIES
Excellence in Measurement



Monitor LB124-SCINT



Hand-Foot Monitor LB 147



Universal Monitor LB 123

CANBERRA

Colibri



Avior™ 2000/4000 Radiagem™
Dose Rate and Survey Meters



Tema Sinergie



Sesja plakatowa

Energetyka Jądrowa

Numer plakatu	Autorzy	Tytuł	Instytucja
1EJ	<u>Hadyś Tadeusz</u>	Doświadczenia z systemu kontroli dozymetrycznej w Narodowym Centrum Badań Jądrowych Otwock	Narodowe Centrum Badań Jądrowych Otwock
2EJ	<u>Jakowiuk Adrian</u> Modzelewski Łukasz	Systemy detekcji skażeń izotopami promieniotwórczymi dla obiektów jądrowych	Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland
	Ptaszek Sylwia Sartowska Bożena	Radioisotopes contamination detection systems for the nuclear facilities	
3EJ	J. Ośko ¹ T. Pliszczynski ¹ M. A. Gryziński ¹ P. Tulik ¹	Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych - Dozymetria dla Energetyki Jądrowej i Medycyny Nuklearnej	<p>1) National Centre for Nuclear Research, A. Sołtana 7, 05-400 Otwock, Poland</p> <p>2) Warsaw University of Technology, Faculty of Mechatronics, Św. A. Boboli 8, 02-525 Warsaw, Poland</p>
	K. Tymińska ¹ N. Golnik ² M. Zielczyński ¹ S. Domański ¹ <i>Ł. Murawski¹</i> R. Soboń ¹ K. Ciszewska ¹ M. Dymecka ¹ M. Tulik ¹ M. Maciak ² E. Jakubowska ² Z. Haratym ¹	Radiation Protection Measurements Laboratory – Dosimetry for Nuclear Energy and Nuclear Medicine	

4EJ	Wołoszczuk Katarzyna	Układy zabezpieczeń i systemy bezpieczeństwa EJ na przykładzie reaktorów typu AP1000 i EPR	Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej Warszawa
5EJ	<u>Ptaszek Sylwia</u> , Chmielewski Andrzej Sartowska Bożena	Analiza potencjału polskich firm pod kątem możliwości wykonywania dostaw systemów ochrony radiologicznej dla bezpiecznej eksploatacji obiektów jądrowych	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska
	Jakowiuk Adrian Modzelewski Łukasz Sommer Sylwester	Potential analysis of Polish companies in terms of ability to perform of radiological protection systems supplies for the safe operation of nuclear facilities	

Dozymetria

Numer plakatu	Autorzy	Tytuł	Instytucja
1D	P. Janowska R. Kopeć M. Budzanowski E. Broda A. Bubak K. Chrul Z. Kawula A. Kiszurno-Mazurek M. Kruk A. Nowak P. Majczak – Ziarno I. Milcewicz-Mika A. Sas-Bieniarz M. Synowska A. Szumska K. Włodek	Dawki środowiskowe zmierzone w Polsce w latach 2010-2013	Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Science, Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry, Kraków
	Workplace monitoring measured with environmental dosimeters in Poland in years 2011-2013		

2D	Renata Kopeć ¹ <u>Ewa Nalichowska</u> ¹ Anna Bubak ¹ Anna Sas – Bieniarz ¹ Maciej Budzanowski ¹ Piotr Tulik ²	Indywidualna termoluminescencyjna neutronowa rozwijana w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ Kraków	1) Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej, Kraków 2) Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Świerk
		Individual thermoluminescent neutron dosimetry developed in the dosimetry service	
3D	<u>Milcewicz-Mika Izabela</u> Kopeć Renata Cerek Katarzyna Jaksan Ewa Kuras Mateusz Kawalec Wojciech Rogalik Paweł	Testy specjalistyczne w stomatologii, fluoroskopii i tomografii komputerowej – analiza uzyskanych wyników pomiarów	Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków
		QA tests in dental systems, fluoroscopy and computed tomography – analysis of measurements results	
4D	Pankowski Piotr Kluszczyński Dariusz Wróblewska Dorota Dąbrowska Aneta Musiał Katarzyna	Exposure of Polish population to ionizing radiation in diagnostic nuclear medicine procedures	National Centre for Radiation Protection in Health Care, ul. Smugowa 6, 91-433 Łódź
5D	Pietrzyk Rafał	Pracownia Izotopowa Wydziału Fizyki Uniwersytetu A. Mickiewicza Isotopic Laboratory, Faculty of Physics Adam Mickiewicz University	Wydział Fizyki Uniwersytetu A. Mickiewicza

Medycyna nuklearna

Numer plakatu	Autorzy	Tytuł	Instytucja
1MN	Adam Jan	Use of cyclotrons for production of PET radiopharmaceuticals	UJV REZ, a.s. CR Husinec- Rez
2MN	Czwarnowski Piotr Aksamit Dariusz	Ocena narażenia radiacyjnego od radioizotopów stosowanych w zakładzie medycyny nuklearnej	Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny Warszawa Centralne Laboratorium ochrony Radiologicznej Warszawa
		Assessment of radiation exposure from radioisotopes used in nuclear medicine department	
3MN	Paulina Cegła Aleksandra Karczmarek Michał Smole Patrycja Mantaj Maria Kubicka Witold Cholewiński	Ocena narażenia na promieniowanie jonizujące pracowników biorących udział w procedurze radioizotopowej lokalizacji i oceny węzła wartownika	Wielkopolskie Centrum Onkologii Poznań
	Occupational radiation exposure during lymphoscintigraphy - sentinel lymph node localization procedure.		
4MN	H. Piwowarska-Bilska ¹ S. Shcherbinin ² J. Grimes ² B. Birkenfeld ¹ A. Celler ²	Indywidualna dozymetria wewnętrzna oparta o analizę obrazów dla celowanej terapii izotopowej.	1) Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, 2) University of British Columbia, Vancouver, BC, Kanada
	Personalized imane based internal dosimetry for targeted radionuclide therapy		



Kim jesteśmy

ÚJV Řež, a. s. jest renomowaną spółką naukowo-badawczą i inżynierską o niemal sześćdziesięcioletniej tradycji, skupiającą się na technologiach jądrowych oraz ich zastosowaniu w różnych dziedzinach.

W skali krajowej i międzynarodowej zapewnia wsparcie naukowe, analityczne, inżynierskie i projektowe podczas eksploatacji i budowania urządzeń energetycznych jądrowych i innych.

Świadczy kompleksowe i systemowe usługi naukowo-badawcze zwłaszcza w dziedzinie wykorzystania energii jądrowej i źródeł promieniowania jonizującego, będąc w tej dziedzinie również propagatorem i fachowym autorytetem.

Przedmiotem działalności jest ocena bezpieczeństwa, wykonywanie kontroli eksploatacyjnych i testów urządzeń jądrowych, zapewnianie długotrwałej eksploatacji bloków jądrowych, optymalizacja eksploatacji i podwyższanie ich mocy.

Dziedziny działania

- ❑ Energetyka
- ❑ Badania
- ❑ Wsparcie dla nadzoru państwowego
- ❑ Radiofarmaceutyki

Oferta usług

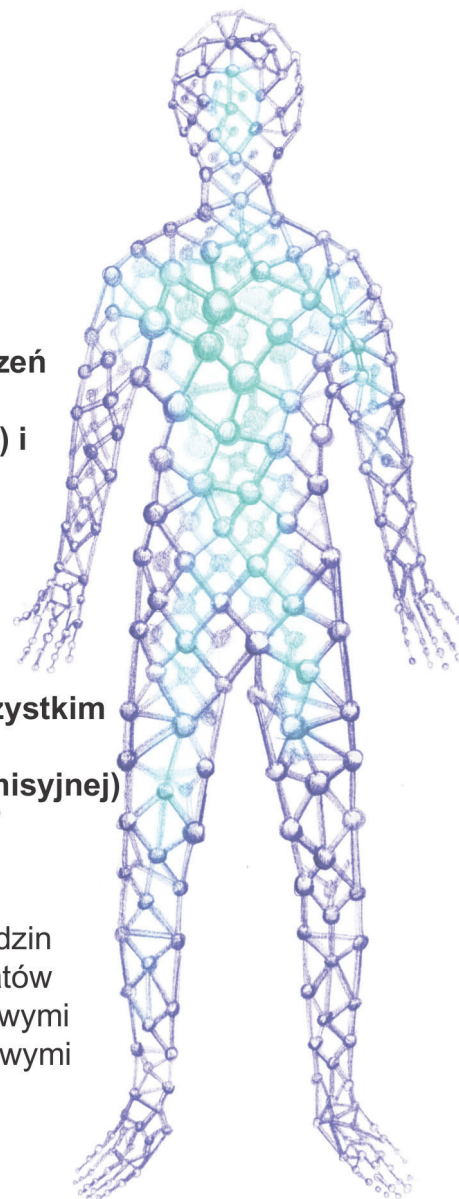
- ❑ Opracowanie i realizacja projektów dla wszystkich typów urządzeń energetycznych
- ❑ Zapewnianie bezpiecznej eksploatacji elektrowni jądrowych (EJ) i przedłużanie ich żywotności
- ❑ Badania nad nowymi typami reaktorów jądrowych
- ❑ Gospodarowanie odpadami promieniotwórczymi i niepromieniotwórczymi
- ❑ Badania i obserwowanie stanu materiałów
- ❑ Kwalifikacje urządzeń
- ❑ Usługi świadczone na rzecz organów państwowych, przede wszystkim SÚJB (State Office for Nuclear Safety)
- ❑ Kompletna budowa Ośrodków PET (Pozytonowej Tomografii Emisyjnej)
- ❑ Badania i produkcja radiofarmaceutyków skupiająca się na PET

Oddział Radiofarmaceutyków (Divize Radiofarmaka)

Oddział Radiofarmaceutyków i jego produkcja należy do głównych dziedzin działalności spółki ÚJV Řež, a. s. Misją Oddziału jest produkcja preparatów leczniczych na najwyższym poziomie europejskim oraz badania nad nowymi produktami na bazie nowoczesnych technologii zgodnie z ogólnościowymi trendami.

Wizje ÚJV Řež, a. s.

Długofalowym celem spółki jest rozwój jej profesjonalnego autorytetu w zakresie badań, projektowania i wsparcia eksperckiego dla energetyki jądrowej, jak również innych dziedzin energetyki, oraz świadczenie kompleksowych usług naukowo-badawczych w tym zakresie na skalę tak krajową, jak i międzynarodową.



STRESZCZENIA /SUMMARY

SESJA I: ENERGETYKA JĄDROWA

1.

Lokalizacja elektrowni jądrowych i składowisk odpadów promieniotwórczych z punktu widzenia wymagań dozoru jądrowego (Państwowej Agencji Atomistyki) w Polsce

Janusz Włodarski

Państwowa Agencja Atomistyki

W referacie zawarto podstawowe wymagania związane z licencjonowaniem obiektów jądrowych i składowisk odpadów promieniotwórczych w Polsce. Obiektami jądrowymi według definicji określonej w ustawie Prawo atomowe są: elektrownia jądrowa, reaktor badawczy, zakład wzbogacania izotopowego, zakład wytwarzania paliwa jądrowego, zakład przerobu wypalonego paliwa jądrowego, przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego, a także bezpośrednio związany z którymkolwiek z tych obiektów i znajdujący się na jego terenie obiekt służący do przechowywania odpadów promieniotwórczych. Składowiska odpadów promieniotwórczych dzieli się na powierzchniowe i głębokie.

Według przyjętych standardów i praktyk międzynarodowych, które stosowane są także w Polsce, do wyboru lokalizacji obiektów jądrowych i składowisk stosowane jest podejście „kolejnych przybliżeń”, według którego strona inwestująca dokonuje przeglądu większej liczby lokalizacji według określonego przez siebie katalogu kryteriów, zawierającym prócz warunków bezpieczeństwa także kryteria ekonomiczne czy społeczne – i na podstawie tych studiów wybiera do dalszych, szczegółowych badań jedną lub kilka najdogodniejszych lokalizacji, oceniając szczegółowo zagrożenie, jakie zidentyfikowane i opisane czynniki mogą powodować w danym miejscu, a ich końcowy wybór oraz ocenę uzasadnia w oparciu o wyniki przeprowadzonych przednio badań i analiz.

W polskich przepisach zawarto zasadę, że obiekt jądrowy lokalizuje się na terenie, który umożliwia zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego, ochrony radiologicznej, ochrony fizycznej podczas rozruchu, eksploatacji i likwidacji tego obiektu, a także przeprowadzenie sprawnego postępowania awaryjnego w przypadku wystąpienia zdarzenia radiacyjnego. Inwestor obiektu jądrowego przeprowadza ocenę terenu przeznaczanego pod lokalizację obiektu jądrowego i opracowuje jej wyniki w formie raportu lokalizacyjnego.

Zgodnie z przepisami inwestor obiektu jądrowego uzyskał możliwość wystąpienia do Prezesa PAA z wnioskiem o wydanie wyprzedzającej opinii odnośnie planowanej lokalizacji obiektu jądrowego.

W ustawie Prawo atomowe zamieszczono także wymagania dotyczące wyboru lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych z punktu widzenia bezpieczeństwa. Szczegółowe wymagania lokalizacyjne zawarto w rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego. Z przeprowadzonych badań lokalizacyjnych sporządzany jest raport lokalizacyjny. Podobnie jak w przypadku obiektu jądrowego, inwestor składowiska odpadów promieniotwórczych uzyskał możliwość wystąpienia do Prezesa PAA z wnioskiem o wydanie wyprzedzającej opinii odnośnie planowanej lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych.

Raport lokalizacyjny podlega ocenie przez Prezesa PAA w toku postępowania o wydanie zezwolenia na budowę obiektu jądrowego/składowiska odpadów promieniotwórczych.

The siting of nuclear power plants and radioactive waste repositories from the viewpoint of nuclear regulatory requirements (National Atomic Energy Agency) in Poland

Janusz Włodarski

National Atomic Energy Agency (PAA)

The report includes the basic requirements regarding the licensing procedure of nuclear facilities and radioactive waste repositories in Poland. Nuclear facilities in Poland, in accordance with Atomic Law, include: nuclear power plant, research reactor, isotopic enrichment facility, nuclear fuel fabrication plant, spent nuclear fuel reprocessing facility, spent nuclear fuel storage, as well as directly connected with any of the aforementioned facility and located on its site facility that is used as a nuclear waste storage. Nuclear waste repositories are divided into near - surface and deep geological repository.

While the site for nuclear facilities or radioactive waste repositories is being chosen and according to the approved international standards and practices that are used also in Poland, the so – called „successive approximations” approach is widely used. Pursuant to the “successive approximations” approach the investing party evaluates more sites according to the specified list of criteria that contains - apart from safety conditions - also economic or social criteria. Then based on the study results the investing party chooses one or a few the most suitable sitings intended for further, detailed study. The chosen site is evaluated in terms of a threat that identified and specified factors may lead to in the given location. The final choice of site and its assessment is justified based on the results from previously conducted studies and analyses.

In Polish regulations there is a rule that a nuclear facility should be located on a site that ensures physical protection, radiological protection, nuclear security in the course of commissioning, operation and decommissioning of the facility as well as ensures that emergency measures can be effectively implemented in response to any radiation emergency. The investor of a nuclear facility conducts site assessment of the planned nuclear facility location and then based on the assessment results draws up a location assessment report. Pursuant to the provisions, the investor of a nuclear facility applies to the National Atomic Energy Agency’s (Agency’s) President for a preliminary assessment of the planned nuclear facility site.

The Atomic Act includes also requirements regarding the choice of nuclear waste repositories siting from the safety viewpoint. The detailed requirements are included in The Regulation of the Council of Ministers on radioactive waste and spent nuclear fuel. Based on the location studies, the siting report is drawn up. As in the case of nuclear facility, the investor of a radioactive waste repository applies to the Agency’s President for a preliminary assessment of the planned radioactive waste repository siting.

Location report is subject to review by the Agency’s President in the course of the proceedings for granting a nuclear facility/radioactive waste repository construction license.

2.

Dlaczego Energetyka Jądrowa?

mgr inż. Kajetan Różycki
Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Świat stoi obecnie przed dużymi wyzwaniami związanymi z zapewnieniem dostaw energii, w tym także elektrycznej. Wyzwania te nie omijają także naszego kraju, nawet jeżeli kryzys ekonomiczny czasowo odsunął je na nieco dalszy plan.

Celem prezentacji jest zapoznanie słuchaczy z poszczególnymi rodzajami elektrowni oraz ich wadami i zaletami. Na tym tle zostanie także zaprezentowana energetyka jądrowa. Omówiona także zostanie problematyka kosztów i ich wpływ na finalną cenę energii elektrycznej.

Na zakończenie przedstawione zostaną perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w przyszłości, z uwzględnieniem perspektywicznych technologii.

Why Nuclear Power?

Kajetan Różycki, MSc eng.
National Centre for Nuclear Research

The World is currently facing significant challenges related to ensuring energy supply, including electric energy. These challenges also apply to Poland, even if current economic slowdown temporarily reduced their acuteness

The aim of his presentation is to familiarize participants with different types of power stations and their advantages and disadvantages. Using this background, nuclear power will be presented. Another topic will be the cost comparison and their impact on final price of electric energy.

The presentation will be concluded with perspectives of development of nuclear power in the future, including opportunities given by new technologies.

3.

Radiation protection in nuclear power plants

Petr Okruhlica

The main purpose of the radiation protection is protection of people and environment from the harmful effect of ionizing radiation.

Radiation protection in nuclear power plants is very complex system. Nuclear power plants are equipped with many protective barriers with two basic functions, shielding the people from radiation and preventing the spread of radioactivity to the environment.

The radiological waste management including spent fuel management is another big topic in the nuclear power plant operation.

The final stage of nuclear power plant operation is its decommissioning.

Radiation protection in nuclear power plants is the core business for the VF Company. The VF provides technical solutions and radiation measurement equipment to ensure correct functions of radiation protection systems during operation and also decommission of nuclear power plants.

4.

Safety of the Nuclear Power Plant - Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej

Dr Wieslaw Goraczko

Technical University Poznan, Poland

Summary

The nuclear power plant safety is closely connected with the radiation protection both people and environment, with normal and emergency situations.

The base of the nuclear safety of the Generation III and III+ reactors are: multiplying (redundance), physical separation of all important safety and operational systems, functional independence and the variety of technical solutions.

The main elements of the nuclear safety system are :

- reliability and easy operation
- culture of the safety
- defence in-depth
- safety of the nuclear reactor
- classification of all nuclear materials (art. 197., „Treaty Euratom” of UE).

The main principle of projecting and building of nuclear power plant is making impossible the rise of the breakdown and avoidance of the negative results of the emergency situation and incorrect decisions of the service.

Bezpieczeństwo jądrowe to zabezpieczenie ludzi i środowiska przed ryzykiem związanym z promieniowaniem oraz zbiór rozwiązań zapewniających bezpieczny stan obiektów i urządzeń oraz bezpieczna ich praca. Rozróżniamy bezpieczeństwo obiektów jądrowych, bezpieczeństwo radiacyjne (zastosowanie źródeł promieniowania), bezpieczeństwo transportu materiałów promieniotwórczych oraz bezpieczeństwo postępowania z odpadami promieniotwórczymi. Pojęcie bezpieczeństwa obejmuje ryzyka związane zarówno z sytuacjami normalnymi jak i awaryjnymi.

Na etapie projektowanie, przy budowie i eksploatacji elektrowni jądrowych najważniejsze jest bezpieczeństwo.

Nadrzędną zasadą projektowania i budowy elektrowni jądrowej jest zasada obrony w głąb uniemożliwiająca powstania awarii oraz uniknięcie negatywnych skutków błędnych decyzji obsługi." Obrona w głąb" opiera się na pięciu poziomach:

- poziom I - duże zapasy bezpieczeństwa, wysoka jakość materiałów, kultura bezpieczeństwa;
- poziom II - wielopłaszczyznowa kontrola pracy, zapewnienie środków do opanowania awarii (projektowych);
- poziom III - systemy zabezpieczeń (obudowa bezpieczeństwa, system awaryjnego chłodzenia rdzenia, wyłączenie reaktora w razie awarii);
- poziom IV - działania w przypadku awarii i minimalizacja jej skutków;
- poziom V - działania poza terenem elektrowni zmniejszające narażenia ludności.

Współczesna „filozofii bezpieczeństwa” zakłada konieczność odporności układów bezpieczeństwa reaktora na tzw. awarie hipotetyczne (opisane w odpowiednich dokumentach narodowych lub międzynarodowych; IAEA).

Dzięki różnorodnym systemom zabezpieczeń, funkcjonujących na wielu różnych poziomach, zwielokrotnionym i niejednokrotnie niezależnych od czynników zewnętrznych, realna groźba awarii elektrowni generacji III i III+ jest bardzo mało prawdopodobna - 1:400000000. Gdyby jednak doszło do takiej sytuacji, zakłada się, że skutki awarii obejmą obszar o promieniu 800 m od reaktora (tylko do terenu elektrowni jądrowej).

Do głównych **elementów systemu bezpieczeństwa** elektrowni jądrowej należą :

- projekt zapewniający, niezawodność, stałą i łatwą eksploatację;
- kultura bezpieczeństwa;
- zasada obrony w głąb (defence in-depth);
- bezpieczeństwo reaktora jądrowego;
- klasyfikacja materiałów jądrowych (art. 197 „Traktat Euratom” UE).

Kultura bezpieczeństwa to przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa i utrzymywania nastawienia kierownictwa i personelu w procesach : projektowania, budowy, rozruchu, eksploatacji, a później likwidacji elektrowni jądrowej.

Zasadą głębokiej obrony - „obrony w głąb” realizowana jest dzięki istnieniu barier fizycznych zapewniających utrzymanie substancji promieniotwórczych w określonych miejscach obiektu oraz zapobiegających ich niekontrolowanemu przedostawaniu się do środowiska. Barrierami tymi są : materiał paliwa jądrowego (pastylka paliwowa), cyrkonowa koszulka elementu paliwowego, granica ciśnieniowa układu chłodzenia reaktora oraz obudowa bezpieczeństwa.

Bezpieczeństwo reaktora jądrowego

Głównym źródłem potencjalnego zagrożenia radiologicznego w elektrowni jądrowej są substancje promieniotwórcze produkowane i zgromadzone w rdzeniu reaktora oraz chłodziwie :

- w rdzeniu reaktora - częściowo wypalone paliwo jądrowe (aktywność rzędu 10^{20} Bq – dla 1000 MWe reaktora LWR);
- obiegu chłodzenia reaktora cyrkuluje lekko radioaktywne chłodziwo. To gazowe i lotne produkty rozszczepienia (Kr, Xe, I) oraz promieniotwórcze produkty aktywacji wody, produktów korozji i chemikaliów dodawanych do obiegu (tryt). Aktywność 10^{15} Bq (dla 1000 MWe reaktora LWR).

Najważniejszymi zjawiskami zagrażającymi integralności barier ochronnych w warunkach awaryjnych są:

- powstanie ciepła „powyłaczeniowego” w paliwie jądrowym; przegrzanie lub uszkodzenie prętów paliwowych (stopień rdzenia);
- reakcje chemiczne prowadzące do powstania i uwolnienia gazów palnych (wodór).

Oprócz tego w elektrowni jądrowej znaczące ilości substancji promieniotwórczych mogą znajdować się w tymczasowym przyreaktorowym przechowalniku wypalonego paliwa jądrowego, układach pomocniczych reaktora i gospodarki odpadami promieniotwórczymi.

Podstawowymi założeniami projektowania układów i urządzeń istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa funkcjonowania elektrowni jądrowej są :

- redundancja (zwielokrotnienie);
- fizyczna separacja;
- niezależność funkcjonalna;
- różnorodność rozwiązań.

Redundancja (zwielokrotnienie) to zastosowanie więcej niż minimalna liczba (identycznych lub różnych) urządzeń lub układów, tak aby uszkodzenie któregokolwiek z nich nie powodowało niespełnieniem wymaganej funkcji bezpieczeństwa. Przykładem może być reaktor EPR-1600 firmy AREVA. Czterokrotnie zdublowano systemy bezpieczeństwa zlokalizowane w czterech, niezależnych, fizycznie oddzielonych od siebie i różnie geograficznie zorientowanych budynkach.

Zasada separacji to umieszczenie zwielokrotnionych systemów bezpieczeństwa w czterech, niezależnych, fizycznie oddzielonych od siebie i różnie geograficznie zorientowanych budynkach.

Niezależność funkcjonalna to takie rozwiązania, które uniemożliwiają, by jakiegokolwiek zdarzenie wewnętrzne spowodowało jednoczesne uszkodzenia dwóch urządzeń lub układów.

Różnorodność rozwiązań to możliwość realizacji określonych funkcji przez dwa lub kilka urządzeń lub układów wyraźnie różniących się między sobą technologicznie, sposobem uruchamiania lub zasilaniem.

Ważną cechą dzisiaj projektowanych reaktorów jest ich samoistne przechodzenie w stan bezpieczny.

Zastosowanie w energetyce jądrowej **systemów biernych** zwiększyło niezawodność układów bezpieczeństwa. Systemy rozwiązań biernych, to takie w których urządzenia pracują samoczynnie (bez zasilania i sterowania z zewnątrz) pod wpływem naturalnie występujących zjawisk fizycznych, np.: grawitacji, konwekcji naturalnej, parowania, skraplania, energii mechanicznej (sprężyny) lub rozprężania gazów. Rozwiązania bierne znalazły szerokie zastosowanie w projektowanych i budowanych obecnie elektrowniach jądrowych z reaktorami generacji III i III+. Przykładami rozwiązań biernych jest samoczynny zrzut (pod wpływem siły grawitacji) do rdzenia reaktora prętów bezpieczeństwa, układu awaryjnego chłodzenia rdzenia, konwekcji naturalnej do odprowadzania ciepła powyłączeniowego ze rdzenia lub chłodzenia obudowy bezpieczeństwa reaktora (np. AP 1000).

By zapobiec awariom lub ograniczyć ich skutki, każda elektrownia jądrowa wyposażona jest w **układy bezpieczeństwa**. Zadaniem tych układów jest wykonanie podstawowych funkcji bezpieczeństwa, a między innymi: wyłączenie reaktora i utrzymanie go w stanie podkrytycznym, odprowadzenie ciepła powyłączeniowego oraz niedopuszczenie do uwolnień substancji promieniotwórczych.

Obudowa bezpieczeństwa reaktora jest jedną z barier ochronnych zapobiegającą w warunkach awaryjnych niekontrolowanym uwolnieniom substancji promieniotwórczych do środowiska. Szczelność, trwałość i niezawodność jej konstrukcji jest jednym z najistotniejszych elementów w systemie zapewnienia bezpieczeństwa. We wnętrzu obudowy mieści się reaktor wraz z obiegiem chłodzenia (rurociągami, pompami cyrkulacyjnymi, wytwornicami pary, stabilizatorem ciśnienia) oraz niektóre układy pomocnicze reaktora.

Obudowa bezpieczeństwa spełnia następujące funkcje:

- zatrzymywanie, izolacja i niedopuszczenie do uwolnień do otoczenia substancji promieniotwórczych znajdujących się wewnątrz obudowy;
- wytrzymałość na zdarzenia awaryjne (maksymalne ciśnienie awaryjne 0,5 MPa);
- redukcja, usuwanie radionuklidów i gazów palnych z atmosfery obudowy oraz długookresowe odprowadzanie ciepła;
- ochrona przed skutkami zdarzeń zewnętrznych (uderzenie samolotu, eksplozja chemiczna, trzęsienie ziemi, tsunami, atak terrorystyczny).-

Konstrukcja obudowy bezpieczeństwa może być jedno-powłokowa (ze sprężonego żelbetu z wykładziną stalową) lub dwu-powłokowa (obudowa pierwotna - stalowa lub ze sprężonego żelbetu z wykładziną stalową, obudowa wtórna - ze zbrojonego betonu) jak dla EPR-1600 AREVA.

Należy wspomnieć także o innych elementach systemu bezpieczeństwa reaktora jądrowego, takich jak:

- system zabezpieczeń reaktora - system monitorujący pracę reaktora;
- układy kontroli, mieszania i usuwania wodoru z obudowy bezpieczeństwa;
- układ wody ruchowej odpowiedzialnych odbiorów; układy niezawodnego zasilania elektrycznego urządzeń ważnych dla bezpieczeństwa.

5.

Nuclear power plants in the Czech Republic and Slovak Republic

Dr Jozef Sabol

Czech Technical University in Prague

The lecture deals with some general aspects and history of the applications of nuclear and radiation technologies in the former Czechoslovakia with special emphasis on the development in the field of the use of nuclear energy for the electricity production. The nuclear power plants in the Czech Republic, namely NPP Dukovany and Temelín are described in some details, including the implementation of the relevant safety and security measures and procedures. In addition, the presentation includes basic information about the Slovakian nuclear power plants in Jaslovské Bohunice and Mochovce. The role of the relevant national regulatory authorities responsible for nuclear safety in both countries is also discussed. Further, the presentation describes participation of the Czech Republic and Slovak Republic in programmes and activities of the International Atomic Energy Agency and OECD Nuclear Energy Agency.

6.

Safety of the EPR and AP1000 reactors

Prof. Jiri Hala

In the contribution, safety features of these two types of nuclear reactors will be briefly described. Principles of passive safety will be outlined and shown how they relate to the classification of EPR and AP1000 as Generation III and III+ reactors.

7.

Control and treatment of spent high-activity radioactive sources

Dr Jozef Sabol

Czech Technical University in Prague

There are over 100 high-activity radioactive sources used in industry, medicine and some other areas in the Czech Republic. All these sources are kept under strict supervision by the State Office for Nuclear Safety, a national independent regulatory authority, in line with the latest relevant international standards, especially those recommended and required by the International Atomic Energy Agency and the European Union. The control of high-activity radioactive sources continues also after they are decommissioned and fall into the category of spent sources. Their activities are still considerably high and appropriate measures should be taken to keep them safe in order to minimize their impact on the personnel of waste or storage facilities as well as members of the public. The presentation addresses the current approach adopted in the Czech Republic aimed at the security of spent high-activity sources.

8.

Radioactive waste disposal – French solution

Bożydar Snopek

Radioactive Waste Management Plant – RWMP

(Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych)

Dr Wiesław Goraczko

Technical University Poznań, Poland

This presentation is based on business trip of Polish specialists to France in October 2012. ANDRA - the National Radioactive Waste Management Agency, our host organization, is responsible for radioactive waste management in France, and waste disposal as well. ANDRA operates the w l'Aube (Champagne) disposal site, for short-lived, low and medium activity waste, mostly from the nuclear power plants, and from industry or medical applications. L'Aube site organization and waste preparation/disposal technology could be used for new Polish radioactive waste site design. ANDRA experience would be also helpful in localization works and construction of new Disposal Site in Poland, and it's future co-operation with radioactive waste deliverers, especially first nuclear power plants.

Quantity of the radioactive waste generated by nuclear industry will be much higher than actually processed by RWMP, and disposed in Różan – Polish only disposal site. Polish specialists visited closed radioactive waste disposal site. It was good opportunity to find out French methods of environment monitoring and the ways how the disposal site is protected against long-term weather/climate conditions.

Polish specialists have visited an underground reasearch laboratory, where highly radioactive waste disposal was a subject of studies, and have a look at related deep (at 900 m) geological disposal site, and spent nuclear fuel reprocessing plant in La Hague as well (Manche county).

SESJA II: DOZYMETRIA

1.

Teledosimetric monitoring system of the NPP

Ing Vít Petranek

The aim of the teledosimetric system is to support control of the NPP accident influences (monitoring of the area during and after the accident).

Main parts of the teledosimetric system:

- Monitoring on the perimeter of the NPP
- Monitoring in the nearby villages
- Mobile monitoring

Values to be measured: equivalent dose rate (monitoring), volumetric activities of particles and iodine (sampling).

All the measured data are on line transmitted to the state crisis center in Prague.

All the measurement channels are under state metrological control.

All the system is under control of the state nuclear authority.

Meteo data are also important for the accident management.

All the data are processed by the engineering SW to support decisions taken by the crisis center team.

2.

Radiation monitoring system (RMS) of the NPP

Ing Vít Petranek

The aim of the RMS is to measure and control radiation situation of:

- Radiation barriers (fuel tightness, steam generator tightness, cooling water tightness, ...)
- Main technologies (ventilation system filtering, cooling water, water treatment plant, ...)
- Rooms and areas monitoring (dose rates, volumetric activities of noble gasses, particles and iodine)
- Effluences (ventilation stack, water discharge, turbine vacuum system,)

The RMS monitoring is divided to subsystems:

- Normal operation monitoring of the reactor and turbine technologies and rooms
- Accident condition monitoring of the reactor and turbine technologies and rooms
- Containment / Hermetic zone monitoring

- Monitoring of the technologies and rooms in auxiliary building and waste treatment building
- Spent fuel storage
- Teledosimetric monitoring system
- Meteo subsystem
- Water effluences monitoring
- Air effluences monitoring

All the RMS is covered by the SW Central Information System of Radiation control (K)

System of the electronic personal dosimetry (SEOD)

Personal dosimetry is based on the Mirion electronic dosimeters DMC2000S controlled by SEOD SW

Additional dosimeters (neutron, TLD,) are also controlled by the SEOD SW

Calculations, reports, archiving are accepted by the state nuclear authority.

Other parts of SEOD system: Electronic Dosimeters Terminals, Dispenser of personal dosimeters, Servers, Operators stations

Both Czech NPPs are connected to one database in order to control total doses.

3.

Nowatorskie metody dozymetryczne z wykorzystaniem zjawisk luminescencji

Renata Kopeć, Agnieszka Szumska, Maciej Budzanowski

Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej, Kraków

Szerokie zastosowanie promieniowania jonizującego w służbie zdrowia (szpitale, centra onkologii) oraz w przemyśle (obiekty hutnicze, zakłady produkcyjne) wymaga rozwoju nowych metod dozymetrii, które mogłyby być stosowane w celu wykonywania rutynowej kontroli osób, które są zawodowo narażone na promieniowanie.

Luminescencja jest to zjawisko emisji światła z kryształu wcześniej eksponowanego na działanie promieniowania jonizującego.

Osobisty dozymetr noszony przez pracownika w czasie pracy z promieniowania jonizującego zmienia swoje położenie w stosunku do źródła – mówimy wtedy o ekspozycji dynamicznej. Jednakże, gdy dozymetr zostaje pozostawiony w polu promieniowania i naświetlony w stałym ułożeniu w stosunku do źródła, mówimy o ekspozycji statycznej.

Do tej pory, nie był dostępny dozymetr, które byłyby w stanie odróżnić ekspozycję statyczną od dynamicznej. Zbudowany w IFJ PAN w Krakowie czytnik TL z kamerą CCD umożliwia identyfikację ekspozycji statycznej i dynamicznej.

Optycznie stymulowana luminescencja (OSL) jest stosowana w dozymetrii retrospektywnej do datowania i określenia ekspozycji w sytuacji awaryjnej, używając przedmiotów znalezionych na miejscu wypadku (na przykład porcelany i chemikaliów). Obecnie w IFJ rozwija się metodę szacowania dawki indywidualnej

z elektronických urządzeń osobistých, takich jak telefony komórkowe, odtwarzacze muzyki czy karty pamięci.

Innovative methods of dosimetry using the luminescence phenomena

Renata Kopeć, Agnieszka Szumska, Maciej Budzanowski
*Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Science,
Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry, Krakow*

Wide use of ionizing radiation in health service (hospitals, oncology centers) and in the industry (metallurgical facilities, manufacturing facility) requires the development of new dosimetry methods which could be used to carry out routine inspection for persons who are occupationally exposed to radiation during different application.

Luminescence is phenomenon of is light emission from crystal previously exposed to ionizing radiation.

Personal dosimeter worn by the employee during working with ionizing radiation changes its position relative to the source – we talk about dynamic exposure. However, when the dosimeter is left in the radiation field and is irradiated in a fixed with respect to the source we talk about static exposure.

Until now, there haven't been available dosimeter, which would be able to distinguish static and dynamic exposure. Built in IFJ PAN in Krakow TL reader with a CCD camera allows identification static and dynamic exposure.

Optically stimulated luminescence (OSL) is being applied in retrospective dosimetry to dating and determination of exposure in accidental situation by using objects found in the place of accident (for example porcelain and chemicals). Currently in IFJ there is developing method for estimation individual dose from personal electronic devices like mobile phones, music players, memory sticks.

4.

Služba osobní dozimetrie VF,a.s.

Pavel Prášek

Firma VF,a.s. poskytuje Službu osobní dozimetrie od roku 2009 v ČR a od roku 2011 v SR, plně v souladu s požadavky české i slovenské legislativy. Jako nejvhodnější a nejmodernější technologie pro integrální osobní dozimetrii byla ve VF, a.s. zvolena technologie opticky stimulované luminescence.

Opticky stimulovaná luminescence (OSL) se pro dozimetrické účely využívá již více než 10 let. Přestože se tedy jedná o poměrně novou technologii, její nesporné přednosti jí předurčily k tomu, aby během krátké doby získala významné postavení v osobních dozimetrických službách po celém vyspělém světě.

Služba osobní dozimetrie VF,a.s. je založena na licenčním používání produktů americké firmy LANDAUER, světového leadera v oblasti OSL dozimetrie. Jako detekční materiál se v produktech firmy LANDAUER využívá krystalický $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$.

Veškeré vybavení služby osobní dozimetrie je instalováno v laboratoři osobní dozimetrie VF, a.s. v Černé Hoře. Služba je začleněna do mezinárodní sítě dozimetrických služeb koncernu LANDAUER, v rámci Evropské Unie je přímo navázána na evropskou centrálu LANDAUER se sídlem v Paříži. Součástí licenčního ujednání o využívání technologie OSL je i zařazení služby osobní dozimetrie VF, a.s. do systému mezilaboratorních porovnávacích programů koncernu.

V úvodu prezentace je stručně popsán fyzikální princip opticky stimulované luminescence, který je velmi podobný všeobecně známějšímu principu dozimetrie termoluminiscenční (TLD). Zásadní rozdíl je ve způsobu

stimulace dozimetru, kde OSL využívá světelný zdroj, oproti ohřevu detektoru nutnému pro stimulaci TLD. Nespornou předností OSL je skutečnost, že při stimulaci (vyhodnocení) detektoru prakticky nedochází ke ztrátě informace o obdržené dávce a detektor je tak možné vyhodnocovat opakovaně.

V další části prezentace jsou detailně popsány dozimetrické vlastnosti osobních OSL dozimetrů na bázi krystalu $Al_2O_3:C$. Tyto vlastnosti jsou plně srovnatelné s dozimetrickými vlastnostmi jak dozimetrů filmových používaných v minulosti pro osobní dozimetrii v České republice, tak i dozimetrů termoluminiscenčních používaných v minulosti pro osobní dozimetrii na Slovensku. V mnoha ohledech (rozsah měřených dávek, možnost rychlého a opakovaného vyhodnocení, odolnost proti vlivům prostředí) jsou pak parametry OSL dozimetrů lepší než obě výše zmíněné metody.

Ve třetí části prezentace je popsáno technické vybavení a vlastní proces vyhodnocování OSL dozimetrů ve službě osobní dozimetrie VF, a.s. Základem technického vybavení laboratoře je plně automatický OSL reader, s kapacitou vyhodnocení cca 200 dozimetrů za hodinu, a dále annealovací systém LANDAUER s kapacitou cca 120 dozimetrů za hodinu. Díky tomu že společnost VF, a.s. disponuje ve svém technologickém centru i metrologickou laboratoří ionizujícího záření s ozařovačem gama, je možno velmi pružně provádět veškeré kalibrace a kontroly vyhodnocovacího systému.

Ve čtvrté části prezentace je popsán systém fungování služby osobní dozimetrie VF, a.s. Jeho základem je sofistikovaný databázový systém SOD (Systém Osobní Dozimetrie), při jehož vývoji byly využity mnohaleté zkušenosti VF, a.s. z kompletního vývoje a udržování databázových systémů osobní dozimetrie používanými již od poloviny 90. v jaderných elektrárnách v České i Slovenské republice. Krátce je popsána rovněž internetová aplikace WebSOD, umožňující zákazníkům Služby osobní dozimetrie zabezpečený on-line přístup k výsledkům vyhodnocení osobních dozimetrů z libovolného počítače připojeného k internetu.

V závěru jsou prezentovány výsledky dosažené Službou osobní dozimetrie VF, a.s. v mezinárodních porovnávacích měření EURADOS.

5.

Urządzenia do pomiaru promieniowania i kontroli zagrożenia radiacyjnego opracowane w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie

Modzelewski Łukasz , Jakowiuk Adrian, Kowalska Ewa, Pieńkos Jan, Sartowska Bożena
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej (ICHTJ) jest jedyną jednostką w kraju prowadzącą badania naukowe i prace rozwojowe w zakresie radiochemii, chemii jądrowej, chemii radiacyjnej i jądrowej inżynierii chemicznej. Tematyka badawcza instytutu obejmuje:

- Chemiczne i technologiczne aspekty energetyki jądrowej,
- Radiofarmaceutyki i ochronę zdrowia,
- Zastosowanie technik jądrowych w przemyśle, ochronie środowiska, ochronie dziedzictwa kulturowego oraz badaniach materiałowych,
- Radiacyjną modyfikację układów polimerowych,
- Wolne rodniki w chemii, biologii i medycynie.

Poziom badań podstawowych w wymienionych wyżej dziedzinach wiedzy oraz radiobiologii i ochronie zdrowia stawia Instytut w gronie najlepszych na świecie. Wysoki poziom prowadzonych badań naukowych jest podstawą szeregu osiągnięć technologicznych, takich jak opracowanie oraz wdrożenie w kraju i za granicą technologii sterylizacji i utrwalania żywności, modyfikacji polimerów i półprzewodników oraz konstrukcja instalacji stosujących technologie radiacyjne w ochronie środowiska.

W Laboratorium Technik Jądrowych będącym częścią Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej powstają m.in. urządzenia koncentrujące się na praktycznym zastosowaniu promieniowania jądrowego. Powstają tutaj projekty i konstrukcje nowatorskich urządzeń wykorzystywanych w nauce, przemyśle oraz medycynie. Są to m.in. mierniki stężenia radonu (oraz produktów jego rozpadu) stosowane w górnictwie, bramki dozymetryczne całego ciała, rąk i nóg oraz przeznaczone do ciągłego monitoringu tła promieniowania, sondy radiometryczne przeznaczone do pomiarów terenowych i przemysłowych, mierniki zapylenia powietrza stosowane w ochronie środowiska, liczniki i analizatory promieniowania gamma stosowane w medycynie i ochronie środowiska oraz analizatory fluorescencyjne służące m. in. do analizy składu chemicznego materiałów. W Laboratorium prowadzone są poza tym prace badawcze i rozwojowe w dziedzinie inżynierii procesowej, badań diagnostycznych obiektów technologicznych oraz aparatury badawczo - pomiarowej z zastosowaniem metod jądrowych i izotopów promieniotwórczych.

Przy współpracy z PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. prowadzone są badania w zakresie określania stosunków wodnych w otoczeniu Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów, badania aparatów przepływowych, pomiarów natężeń przepływu w systemach wodno – kanalizacyjnych. Prowadzone są prace związane z separacją gazów, w szczególności gazów syntezowanych i biogazu, przy wykorzystaniu technik membranowych oraz opracowywane są założenia procesowe dla wytwarzania alternatywnych źródeł energii, takich jak biogazownie do przerobu odpadów przemysłu spożywczego i rolniczego oraz odpadów komunalnych.

W Laboratorium opracowano i wdrożono do praktyki przemysłowej (m.in. w rafinerii i petrochemii PKN ORLEN S.A. oraz Rafinerii Gdańskiej Lotos S.A.) metody radioznacznikowe do badania szczelności oraz lokalizacji nieszczelności w dużych obiektach technicznych i instalacjach przepływowych do transportu ropy, paliw i gazów, a także bezinwazyjne metody badania stanu pracy dużych instalacji przemysłowych (kolumny, reaktory, wieże rafineryjne) z wykorzystaniem gamma skaningu, tomografii przemysłowej oraz technik znacznikowych.

Opracowane w Laboratorium metody analityczne i analizy izotopów trwałych są stosowane w ocenie wpływu kopalni węgla brunatnego Bełchatów - Szczerców na stan wód gruntowych. Zaś opracowane systemy elektroniczne do pomiarów i kontroli radiometrycznej, takie jak bramki kontroli personelu, radiometry górnicze oraz liczniki do pomiarów medycznych i środowiskowych znalazły zastosowanie w polskim przemyśle. W Laboratorium został opracowany system kontroli zapylenia powietrza, który z powodzeniem wykorzystywany jest m.in. przez EDF Wybrzeże S.A. do oceny i monitoringu zanieczyszczeń atmosfery w pobliżu Elektrociepłowni Gdańsk i Gdynia.

Opracowane i skonstruowane w Laboratorium Technik Jądrowych Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej urządzenia do pomiaru promieniowania i kontroli zagrożeń radiacyjnych są wysoko cenione i szeroko stosowane.

Devices for radiation measurements and control of radiation risk developed at the Institute of Nuclear Chemistry and Technology in Warsaw

Modzelewski Łukasz , Jakowiuk Adrian, Kowalska Ewa, Pieńkos Jan, Sartowska Bożena

Institut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska

Institute of Nuclear Chemistry and Technology (INCT) is the only one unit in the country leading scientific research and development works in the field of radiochemistry, nuclear chemistry, radiation chemistry and nuclear chemical engineering. Research activities includes:

- Chemical and technological aspects of nuclear power,
- Radiopharmaceuticals and health protection,
- Application of nuclear technologies in industry, environmental protection, protection of cultural heritage and material investigations,
- Radiation modification of polymeric systems,
- Free radicals in chemistry, biology and medicine.

The level of basic research in the above areas of knowledge and also radiobiology and health protection possessions the Institute in the group of the best performers in the world. Very high level of scientific research is the basis for number of technological achievements such as the development and implementation – in Poland and abroad - technology of: sterilization and food preservation, modification of polymers and semiconductors and construction of the installations using radiation technologies in environment protection.

The Laboratory of Nuclear Control Systems and Methods is the part of the Institute of Nuclear Chemistry and Technology. Devices focused on the practical application of nuclear radiation as novel designs and constructs devices for science, industry and medicine are developed here among the others devices/facilities.

These include for example: Portable Meter Radon Concentration used in mining, Whole Body Contamination Monitors and HAND- FOOT Contamination Monitor, designed for continuous monitoring of background radiation, Radiometric Probe for measuring in the terrain and industry, Airborne Dust Monitor AMIZ used in environmental protection, Gamma Counter and Analyzers of gamma radiation used in medicine and environmental protection and Fluorescent Analyzer for the analysis of the chemical composition of materials. The Laboratory conducts research and development in the field of process engineering, diagnostic testing technological facilities and equipment research - measurement using nuclear methods and radioactive isotopes.

Research in the range of determination of the water relationship in neighbourhood of the Bełchatów brown coal mine, flow rates of in water- effluent systems measurements and flow devices testing are carried out in the cooperation with PGE Mining and Conventional Energy S.A.

Important works are carried out, as for example: gases separation using membrane techniques - synthesised gas and biogas, assumptions processes for the production of alternative energy sources such as biogas plants for processing of the food industry wastes, agricultural and municipal waste.

The radiotracer methods for leak testing and localisation the leaks in large technical objects and flow

installations for the transport of oil, fuel and gases were developed and implemented into industry – in the Refinery and Petrochemical PKN ORLEN S.A. and Refinery Gdańsk LOTOS S.A.. Non-destructing methods for examine the status work of large industrial installations like columns, reactors, refinery towers with the use gamma scanning, industrial tomography and tracer techniques were also developed and implemented into industrial practice.

Analytical methods and methods for analysis of stable isotopes developed in the Laboratory are being applied to monitor the influence of the Bełchatów – Szczerców coal mine on groundwater state.

In the Laboratory the control system of air dust was developed. This system is successfully used – among the others - by EDF Coast S.A. for assessment and monitoring of air pollution near the heat and power plants Gdańsk and Gdynia.

Devices for radiation measurements and radiation risk control developed and constructed in the Laboratory of Nuclear Control Systems and Methods in Institute of Nuclear Chemistry and Technology are highly valued and widely applied.

SESJA III: MEDYCINA NUKLEARNA

1.

Radiační ochrana na pracovištích nukleární medicíny v České republice

Zuzana Pašková

Požadavky na radiační ochranu na pracovištích nukleární medicíny jsou stanoveny zákonem č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření, v posledním znění, vyhláškou č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, v posledním znění, zákonem č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, v posledním znění a vyhláškou č. 410/2012 Sb., o stanovení pravidel a postupů při lékařském ozáření.

Na pracovištích nukleární medicíny je třeba dodržovat postupy jako pro práci s otevřenými radionuklidovými zářiči a z hlediska ochrany pacientů je nutné dodržovat požadavky stanovené pro lékařské ozáření. Jedním z těchto požadavků je i stanovení tzv. místních diagnostických referenčních úrovní pro všechna vyšetření prováděná v běžné klinické praxi. Používání těchto referenčních úrovní zajišťuje optimalizaci ozáření pacienta.

Z hlediska ochrany pracovníků je nutné zavést i opatření omezující vnitřní a povrchovou kontaminaci.

2.

Nuclear Medicine in Poland

Leszek Królicki

Warsaw Medical University

Nuclear medicine was founded in Poland in fifties. The first therapeutic dose of ¹³¹I was carried out in 1952. First gamma camera was installed in 1974 and first PET gamma camera in 2003.

At present only about 60 departments of Nuclear Medicine are registered. Departments are equipped with 59 SPECT gamma cameras, about 20 SPECT-CT, 35 planar gamma cameras and 9 scans. About 150 nuclear medicine physicians are working in Poland. From the one year the Ministry of Health has launched a program to purchase new gamma-cameras. 5 cameras with this program is already running.

Classical examinations

Departments carry out about 160 000 diagnostic examinations per year. The number of examinations is rather stable since few years. Additionally about 20 000 therapeutic procedures are performed every year. About two thirds of them relates to the treatment of benign thyroid diseases, about 1000 procedures relates to the bone metastases and 1000 to the radiosynovectomies. In 2004 the treatment of neuroendocrine tumors was introduced by using of ^{90}Y or ^{177}Lu . At present about 200 procedures are performed per year.

PET examinations

There were three roads of the realization of the PET program. First was connected with a program of the Ministry of Health "network PET-CT in Poland". The program was started in 2006. As an effect of this program a purchase of 6 gamma cameras was financed.

The second way of the achievement of the program was connected with the financial support of the European funds. European funds financed at least 3 equipments.

The third way is connected with private investments. The first private center was formed in 2008 in Warsaw (Euromedics). At present six private centers are acting.

In summary 15 PET centers are operated in Poland. Four of them are localized in Medical Universities, others in Oncological Centers. In summary about 20 000 examinations are performed.

Nuclear medicine as a medical discipline is in Poland, unfortunately, underfunded. However number of examinations and especially number of treatment procedures are increased every year. A major problems in the development of our specialties at present are very limited contracts with a national insurer and rational collaboration with other physicians. Therefore, our main goal is to discuss with decision makers and conduct various forms of education among general practitioners.

3.

Narażenie pacjenta w medycynie nuklearnej w Polsce

mgr Dorota Wróblewska, dr Dariusz Kluszczyński, dr Piotr Pankowski

Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia ul. Smugowa 6, 91-433 Łódź

Obserwowany od ponad 20 lat wzrost liczby medycznych procedur radiologicznych wykonywanych z wykorzystaniem promieniowania jonizującego doprowadził w efekcie do ponad dwukrotnego wzrostu narażenia medycznego przypadającego na przeciętnego mieszkańca w krajach rozwiniętych w stosunku do poziomu z lat 80-tych. Jednocześnie, w miarę upowszechniania się nowoczesnych metod diagnostycznych opartych na badaniach z zakresu medycyny nuklearnej oraz tomografii komputerowej, ich udział w sumarycznej dawce skutecznej systematycznie rośnie. Obecnie szacuje się, że średnia częstość wykonywania procedur z zakresu medycyny nuklearnej w krajach rozwiniętych wynosi 19 w przeliczeniu na 1000 mieszkańców (UNSCEAR 2008). W Polsce średnia dawka skuteczna w przeliczeniu na przeciętnego mieszkańca w 2011 roku pochodząca wyłącznie od badań z zakresu medycyny nuklearnej wynosiła 0,05 mSv, co stanowiło około 6% całkowitego narażenia medycznego. Udział badań z zakresu medycyny nuklearnej w całkowitej liczbie badań diagnostycznych wykonywanych z wykorzystaniem promieniowania jonizującego wynosi

0,6 %, co odpowiada czterem badaniom na tysiąc mieszkańców. W ciągu najbliższych lat w odpowiedzi na stale rosnące zapotrzebowanie oraz coraz szersze możliwości diagnostyczne medycyny nuklearnej należy spodziewać się wzrostu liczby wykonywanych badań z zakresu medycyny nuklearnej (zwłaszcza PET i wysokospecjalistycznych badań hybrydowych) oraz ich wagi w całkowitym narażeniu przeciętnego mieszkańca Polski pochodzącym od źródeł medycznych.

Patients exposure in nuclear medicine in Poland

Dorota Wróblewska, Dariusz Kluszczyński, Piotr Pankowski

National Centre for Radiation Protection in Health Care ul. Smugowa 6, 91-433 Łódź

The growth in the number of medical procedures performed using ionizing radiation, observed for over 20 years, has led to over twofold growth of medical exposure in the developed countries, comparing to the 1980s. As the up-to-date diagnostic methods based on nuclear medicine and computed tomography procedures are disseminating, their contribution to the total effective dose continuously rises. Nowadays, that the mean frequency of nuclear medicine procedures in the developed countries is 19 per 1000 population (UNSCEAR 2008). In Poland, the mean effective dose arising from nuclear medicine procedures is 0,05 mSv per caput, and this is about 6% of total medical exposure. The contribution of the nuclear medicine examinations in the total number of all ionizing radiation attributed diagnostic examinations is 0,6%, that corresponds to 4 examinations per 1000 population. Within the next few years, in the response to the increasing needs the growth in the number of annually performed nuclear medicine examinations (especially PET, PET-CT and other modern hybrid examinations) shall be expected. As well as their contribution will increase the total medical dose in population.

4.

Aspekty narażenia w pracy z systemami hybrydowymi w medycynie nuklearnej

Sebastian Gwóźdź

Edo-med Sp. z o.o.

Dzisiejsze pracownie specjalizujące się w diagnostyce obrazowej, są wyposażane w coraz bardziej zaawansowany technicznie sprzęt służący do skanowania pacjenta. Postęp technologiczny dotyczy każdej techniki obrazowania – zarówno rezonansu magnetycznego, tomografii komputerowej, jak i medycyny nuklearnej oraz innych.

Każda technika obrazowania ma swoje zalety oraz wady. Część z nich świetnie oddaje strukturę anatomiczną narządu, lecz niestety nie przekazuje informacji o fizjologii, są wszakże i takie, które dają nam informacje o fizjonomii narządu, lecz niestety nie zawierają informacji o jego strukturze.

Stąd powstał pomysł łączenia technik skanowania, dzięki czemu uzyskano pełniejszy obraz diagnostyczny, zawierający jednocześnie informacje anatomiczne narządu oraz informację o jego fizjologii. Początkowo odbywało się to poprzez zastosowanie specjalnych znaczników, umieszczanych na pacjencie lub w jego pobliżu. Dzięki temu można było skalować i łączyć obrazy. Potem powstał pomysł stworzenia pełnego urządzenia hybrydowego, łączącego ze sobą dwie techniki obrazowania, które umożliwiłoby uzyskanie tychże informacji podczas jednego badania, eliminując potrzebę stosowania dodatkowych procedur.

Urządzenia hybrydowe wraz z innymi innowacjami technologicznymi całkowicie odmieniły oblicze zakładów medycyny nuklearnej. Na dzień dzisiejszy sporo pracowni ma na wyposażeniu gamma kamery, które

umożliwiają przeprowadzenie badania całego ciała w jednym cyklu, eliminując potrzebę ręcznego składania obrazów. Coraz częściej można spotkać też urządzenia SPECT/CT oraz PET/CT.

Jednakże wraz z wyposażeniem pracowni medycyny nuklearnej w urządzenia hybrydowe, zawierające moduł CT, pojawiło się nowe zagadnienie – ochrona radiologiczna związana z zastosowaniem promieniowania Roetgena. Dotyczy to zarówno obsługi, jak i pacjenta.

Dotychczas jedynym źródłem promieniowania był izotop podawany pacjentowi. W urządzeniach hybrydowych dodatkowym źródłem jest lampa x-ray. Jednakże trzeba wziąć pod uwagę, iż obrazowanie CT nie jest tożsame z procedurami stosowanymi w typowych pracowniach tomografii komputerowej. W urządzeniach hybrydowych zastosowano CT z dwóch, głównych powodów: dla lepszego zobrazowania struktur anatomicznych, dzięki czemu można lepiej określić położenie zmiany patologicznej oraz dla wykonania korekcji pochłaniania.

Stąd też stosuje się niskodawkowe procedury CT (tzw. LowDose), nie obciążające organizmu pacjenta. Jeśli chodzi o część nuklearną, wciąż rozwija się metody rekonstrukcji. Te najnowsze, jak m.in. rekonstrukcja iteracyjna Astonish, pozwala na stosowanie niskich i ultraniskich dawek izotopu, a poza tym znacznie obniża czas rekonstrukcji.

5.

Radiation protection in preparation of radiopharmaceuticals

Tomáš Dvořáček, Milan Buňata, Jan Adam, Patrik Špátzal
ÚJV Řež, a.s.

Working with ionizing radiation sources always brings certain risks along. For the production of PET radiopharmaceuticals, radionuclides with short half-life in order of hours or minutes are used. The advantage rising from this, as far as radiation safety and protection is concerned, is that a long-term contamination risk is eliminated. On the other hand, an increase of risk is caused by the necessity of producing activities up to several orders of magnitude higher than needed for the application.

Considerable radiation risks are also represented by auxiliary activities, like service or maintenance of the equipment. In facilities where cyclotrons are used for preparation of radionuclides (e.g. the PET method), the highest received doses are usually measured for employees performing the service of the accelerator – thanks to the activation, some parts of the machine can be contaminated by long-living nuclides. Another possible risk of high dose arises when an employee is needed to interfere manually with the production equipment sooner than the activity decreases by decay below the risk levels.

In any case, it is always necessary to set up such a regime of operation so as the irradiation of employees would be, in accordance to ALARA principle, reduced to reasonably low levels. At the same time, it is necessary to oblige all the legislation requirements for radiation safety and protection as well as good manufacturing practice.

6.

Rola Inspektora w ochronie radiologicznej personelu i pacjentów w Zakładzie Medycyny Nuklearnej oraz w ochronie personelu w Zakładzie Produkcji Radiofarmaceutyków.

Beata Aniołek
Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach Zakład Produkcji *Radiofarmaceutyków* IASON

Medycyna Nuklearna jest stosunkowo młodą dyscypliną. W związku z tym ochrona radiologiczna w tej dziedzinie podlega ciągłej modyfikacji (zdobywamy doświadczenie, uczymy się, ulepszamy procedury). Idealną sytuacją byłoby całkowite wyeliminowanie wpływu promieniowania na personel, ale w przypadku

Zakładów Medycyny Nuklearnej oraz Zakładów Produkcji Radiofarmaceutyków nie jest to możliwe, ze względu na konieczność kontaktu ze źródłami otwartymi.

W związku z powyższym ochrona radiologiczna w tej dziedzinie podlega stałemu procesowi ulepszania i poprawiania dążącego do minimalizacji skutków promieniowania. IOR jest strażnikiem tego procesu, a jego rolą jest stały nadzór i modyfikacja procedur. Inspektorzy IOR działają lokalnie i takie jak to spotkanie daje im możliwość wymiany różnych doświadczeń co przyczynia się do wypracowania jednolitych zasad postępowania w dziedzinie ochrony radiologicznej.

W prezentacji bazując na przykładzie rozwiązań zastosowanych w Zakładzie Medycyny Nuklearnej z Ośrodkiem PET Świętokrzyskiego Centrum Onkologii oraz Zakładu Produkcji Radiofarmaceutyków IASON w Kielcach, przedstawiono aspekty techniczne dotyczące zapewnienia właściwej ochrony przed promieniowaniem.

Wszystkie działania ochronne powinny uwzględniać optymalizację narażenia personelu, pacjentów oraz środowiska naturalnego. Aktywność w tej dziedzinie powinna być skierowana ku przyszłości i obejmować monitorowanie skuteczności ochrony oraz okresową jej weryfikację.

The role of the Inspector in radiological protection of staff and patients at the Department of Nuclear Medicine and the protection of personnel in the Radiopharmaceuticals Production Facility

Beata Aniołek

Holycross Oncology Centre in Kielce Radiopharmaceuticals Production Facility IASON

Nuclear medicine is a relatively young discipline. Therefore, radiation protection in this area is constantly being modified (gaining experience, we learn and improve our safety procedures). The ideal situation would be to completely eliminate the impact of radiation on the staff, but in the case of Department of Nuclear Medicine and Radiopharmaceuticals Production Facility that is not possible, due to the need for contact with liquid open radiation sources.

Therefore, radiation protection in this area is in constant process of improving and correcting, seeking to minimize the effects of radiation. RSO is the guardian of this process, and its role is constant supervision and modification of safety procedures. RSO operates locally and this type of meetings gives the opportunity to exchange different experiences which contribute to the development of uniform rules of conduct in the field of radiation protection.

In this presentation, based on the example of the solutions used in the Holycross Oncology Center, Department of Nuclear Medicine, PET and the Radiopharmaceuticals Production Facility IASON in Kielce, are presented the technical aspects of ensuring adequate protection against radiation.

All protective measures should take into account optimization of the staff, patients and environment exposure. Activity in this area should be directed towards the future and include monitoring the effectiveness of radiation protection and its periodic verification.

NAJWIĘKSZY POLSKI PRODUCENT URZĄDZEŃ PRZEZNACZONYCH DO DETEKЦИИ PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

- pomiar promieniowania X i gamma
- wykrywanie i pomiar stopnia skażenia powierzchni nuklidami alfa, beta i gamma
- analiza badanych izotopów promieniotwórczych
- monitorowanie warunków pracy z możliwością sygnalizacji przekroczenia ustawionych progów alarmowych

**RADIOMETR DPO****RADIOMETR RK-100****RADIOMETR RUM-2**

Polon-Alfa Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.

85-861 Bydgoszcz, ul. Glinki 155, tel. 52 36 39 273, fax 52 36 39 264, www.polon-alfa.pl

STRESZCZENIA /SUMMARY

SESJA PLAKATOWA

I. ENERGETYKA JĄDROWA

Nr 1EJ

Doświadczenia z systemu kontroli dozymetrycznej w Narodowym Centrum Badań Jądrowych Otwock

Hadyś Tadeusz

Narodowe Centrum Badań Jądrowych Otwock

Nr 2EJ

Systemy detekcji skażeń izotopami promieniotwórczymi dla obiektów jądrowych

Jakowiuk Adrian, Modzelewski Łukasz, Ptaszek Sylwia, Sartowska Bożena

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska

W pracy przedstawiono opracowane w Laboratorium Technik Jądrowych będącego częścią Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej systemy, których celem jest detekcja skażeń izotopami promieniotwórczymi alfa, beta i gamma. W skład prezentowanych systemów wchodzi:

- Bramki Dozymetryczne RĘCE-NOGI - przeznaczone do szybkiej kontroli oraz wykrywania powierzchniowych skażeń rąk i obuwia izotopami beta – promieniotwórczymi u osób znajdujących się na terenie objętym kontrolą dozymetryczną
- Bramki Dozymetryczne Całego Ciała - przeznaczone do szybkiego pomiaru skażenia pracowników wchodzących bądź wychodzących z terenu objętego kontrolą dozymetryczną. Przy wykorzystaniu tej bramki dokonywany jest pomiar skażenia beta i gamma rąk, stóp, oraz odzieży
- Mobilne Bramki Dozymetryczne - przeznaczone do ciągłego monitoringu promieniowania gamma w miejscu, gdzie występuje przemieszczanie się licznych grup ludności (dworce, lotniska, metro), a także tam gdzie istnieje możliwość skażenia środkami promieniotwórczymi.
- Zestaw do Radiometrii przemysłowej – przeznaczony jest do ciągłych pomiarów promieniowania jonizującego w warunkach przemysłowych i terenowych.

Opracowanie Zestawu do Radiometrii Przemysłowej oraz Mobilnej Bramki Dozymetrycznej zostało współfinansowane przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach projektu „Nowa generacja inteligentnych urządzeń radiometrycznych z bezprzewodową teletransmisją informacji” (UDA-POIG.01.03.01-14-065/08)

Radioisotopes contamination detection systems for the nuclear facilities

Jakowiuk Adrian, Modzelewski Łukasz, Ptaszek Sylwia, Sartowska Bożena
Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland

The study presents developed at the Laboratory of Nuclear Control Systems and Methods in the Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland systems whose purpose is to detect contamination with radionuclides alpha, beta and gamma. The presented system consists of:

- HAND- FOOT Contamination Monitor - is designed for quick inspection and detection of surface contamination of the hands and feet with beta and gamma radioactive isotopes, persons on the area covered by dosimetry control.
- Whole Body Contamination Monitor - is designed for rapid measurement of contamination of employees entering or exiting the area under the control of dosimetry. Using this gateway the beta and gamma contamination of hands, feet and clothing is measured.
- Mobile Dosimetry Gateway - is a device for continuous monitoring of gamma radiation in a place, where there is movement of many groups of the population (stations, airports, subway) and where there is the possibility of contamination with radioactive means.
- Industrial Radiometry Set - is designed for continuous measurement of ionizing radiation in industrial and terrain conditions.

Development of Industrial Radiometry Set and Mobile Dosimetry Gateway was co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund under the project “The new generation of smart, connected devices with wireless radiometric teletransmission information” (UDA-POIG.01.03.01-14-065/08).

Nr 3EJ

Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych

Dozymetria dla Energetyki Jądrowej i Medycyny Nuklearnej.

J. Ośko¹, T. Pliszczyński¹, M. A. Gryziński¹, P. Tulik¹, K. Tymińska¹, N. Golnik², M. Zielczyński¹,
S. Domański¹, Ł. Murawski¹, R. Soboń¹, K. Ciszewska¹, M. Dymecka¹, M. Tulik¹, M. Maciak²,
E. Jakubowska², Z. Haratym¹

1) *National Centre for Nuclear Research, A. Sołtana 7, 05-400 Otwock, Poland*

2) *Warsaw University of Technology, Faculty of Mechatronics, Św. A. Boboli 8, 02-525 Warsaw, Poland*

Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych (LPD), Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) jest odpowiedzialny za rutynowy monitoring radiologiczny polskich obiektów jądrowych (Ośrodek Jądrowy Świerk i Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie). Działalność Laboratorium obejmuje rutynowe pomiary radioaktywności środowiska in vivo i in vitro, dozymetrii wewnętrznej dozymetrii pól promieniowania mieszanego wzorcowanie mierników skażenia powierzchniowego, dozymetrów promieniowania gamma i neutronowego. Częścią LPD jest Pracownia Dozymetrii Promieniowania Mieszanego, tworząca sprzęt radiometryczny, wykonująca unikalne pomiary dla medycyny nuklearnej i polskiego programu energetyki jądrowej.

Personel, procedury, sprzęt i doświadczenie LPD pozwalają na zapewnienie prawie pełnego zakresu pomiarów dozymetrycznych dla energetyki jądrowej i medycyny nuklearnej. Laboratorium wykonuje kilka projektów w tym zakresie, e. g.:

- Rozwój metod bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej dla obecnych i przyszłych potrzeb energetyki jądrowej (NCBJ jest członkiem sieci badawczej prowadzonej przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej) - Strategiczny Projekt Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.
- Rekombinacyjny dozymetr nowej generacji dla oceny narażenia na stanowiskach pracy w polach promieniowania reaktorów i akceleratorów (grant Narodowego Centrum Nauki)
- Mikrodozymetryczny detektor rekombinacyjny do dozymetrycznej analizy promieniowania reaktorowego (grant Narodowego Centrum Nauki)

Rutynowe prace oraz wyniki osiągnięte podczas realizacji projektów badawczych zostaną zaprezentowane podczas Konferencji.

Radiation Protection Measurements Laboratory

Dosimetry for Nuclear Energy and Nuclear Medicine

J. Ośko¹, T. Pliszczynski¹, M. A. Gryziński¹, P. Tulik¹, K. Tyminska¹, N. Golnik², M. Zielczyński¹,
S. Domański¹, Ł. Murawski¹, R. Soboń¹, K. Ciszewska¹, M. Dymecka¹, M. Tulik¹, M. Maciak²,
E. Jakubowska², Z. Haratym¹

1) *National Centre for Nuclear Research, A. Sołtana 7, 05-400 Otwock, Poland*

2) *Warsaw University of Technology, Faculty of Mechatronics, Św. A. Boboli 8, 02-525 Warsaw, Poland*

Radiation Protection Measurements Laboratory (LPD) of the National Centre for Nuclear Research (NCBJ) is responsible for routine radiological monitoring of the Polish nuclear objects (Nuclear Centre Świerk and National Radioactive Wastes Repository in Różan). The routine work includes the environmental radioactivity measurements, the in vivo and in vitro internal dosimetry, mixed radiation field dosimetry and calibration of surface contamination monitors, gamma and neutron radiation dosimeters. A part of LPD is Mixed Radiation Dosimetry Laboratory which develops radiometric equipment and performs unique measurements for nuclear medicine and supporting of the Polish nuclear energy program.

LPD's personnel, procedures, equipment and experience allow for providing almost full range of dosimetric measurements for nuclear energy and nuclear medicine. Laboratory is performing now several projects in this field, e. g.:

- Development of nuclear safety and radiological protection methods for the nuclear power engineering's current and future needs (NCBJ is a member of research network led by Central Laboratory for Radiological Protection) – Strategic Project of The National Centre for Research and Development
- Recombination dose meter of new generation for exposure assessment on workplaces in radiation fields of reactors and accelerators (grant of National Science Centre)
- Microdosimetric recombination detector for dosimetric analysis of reactor radiation (grant of National Science Centre)

The routine work and results achieved during realization of research projects will be presented during the Conference.

Nr 4EJ

Układy zabezpieczeń i systemy bezpieczeństwa EJ na przykładzie reaktorów typu AP1000 i EPR

Katarzyna Wołoszczuk

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa

Substancje promieniotwórcze, generowane podczas rozszczepienia paliwa jądrowego, uwalniane w niekontrolowany sposób w wyniku awarii mogą doprowadzić do poważnego zanieczyszczenia środowiska, jak również zagrozić bezpieczeństwu ludzi. Awarie w Three Mile Island (1979r.) i w Czarnobylu (1986r.) wzbudziły poważne wątpliwości w świadomości społecznej na temat bezpieczeństwa jądrowego. Od tego czasu stawia się wyjątkowo rygorystyczne wymagania dotyczące bezpieczeństwa instalacji jądrowych. Priorytetem we wszystkich konstruowanych i budowanych elektrowniach jądrowych jest zapewnienie, aby produkowane substancje promieniotwórcze pozostały szczelnie zamknięte, lub były uwalniane wyłącznie w sposób kontrolowany w ilościach nie powodujących zniszczeń w środowisku i nie stanowiących zagrożenia dla ludzi.

Dwa światowe giganty z branży jądrowej, tj. AREVA i Westinghouse, próbując sprostać założeniom stawianym elektrowniom jądrowym z reaktorami generacji III+, a przede wszystkim wyciągając lekcje ze wszystkich awarii jakie miały miejsce w instalacjach jądrowych, przyjmując za priorytet bezpieczeństwo zaproponowały dwa zupełnie różne rozwiązania. AREVA w reaktorze typu EPR zwiększa poziom bezpieczeństwa poprzez zwielokrotnienie, zróżnicowanie i współdziałanie systemów aktywnych i pasywnych. Natomiast Westinghouse, w myśl hasła „prosta prowadzi do poprawy bezpieczeństwa” w reaktorze AP 1000 uprościła konstrukcję do minimum.

Abstract

Radioactivity generated during nuclear power production has the potential to harm people and the environment if released accidentally. Three Mile Island (1979r.) and Chernobyl (1986r.) accidents have raised serious doubts in the public mind about nuclear safety. Thus, very high levels of safety are considered essential to the use of nuclear energy. The primary purpose of all nuclear safety measures is thus to ensure that radioactivity remains contained or, if released, then only in controlled amounts that ensure no significant harm is done.

AREVA and Westinghouse, the global leaders in nuclear power industry, taking as a priority nuclear safety, create and offer completely different solutions. AREVA EPR reactor increases the level of safety through multiplication, redundancy and complementarity between active and passive systems.

Westinghouse Electric Company has proposed different solution- simplicity is a key technical concept behind the AP1000. The AP1000, based on the proven performance of Westinghouse-designed PWRs, is an advanced 1154 MWe nuclear power plant that uses the forces of nature and simplicity of design to enhance plant safety and operations and reduce construction costs.

Nr 5EJ

Analiza potencjału polskich firm pod kątem możliwości wykonywania dostaw systemów ochrony radiologicznej dla bezpiecznej eksploatacji obiektów jądrowych

Ptaszek Sylwia, Chmielewski Andrzej, Sartowska Bożena, Jakowiuk Adrian,

Modzelewski Łukasz, Sommer Sylwester

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Polska

W dobie toczących się szerokich dyskusji dotyczących energetyki jądrowej, jak również budowy elektrowni jądrowej na terenie Polski, aspekt bezpieczeństwa jądrowego odgrywa kluczową rolę. W trakcie eksploatacji obiektów jądrowych, jak również w obiektach, w których wykorzystywane są źródła promieniotwórcze, bardzo ważnym zagadnieniem jest system ochrony radiologicznej. Jego zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa pracy zarówno pracownikom jak i ogółowi społeczeństwa przebywającego w pobliżu chronionego obiektu.

W Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” realizowane jest zadanie nr 5 „Analiza możliwości i kryteriów udziału polskiego przemysłu w rozwoju energetyki jądrowej”. Przeprowadzono analizy dotyczące możliwości opracowania i wdrożenia w kraju produkcji systemów dozymetrycznych oraz dedykowanych dla elektrowni jądrowej elektronicznych systemów pomiarowych. W obszarze naszych zainteresowań znalazły się polskie przedsiębiorstwa, w tym: zakłady przemysłowe, przedsiębiorstwa inżyniersko-projektowe oraz jednostki naukowe, których zakres działalności pokrywa się z szeroko rozumianą ochroną radiologiczną. Przeprowadzono również analizę standardów technicznych i jakościowych świadczenia usług w zakresie projektowania i produkcji urządzeń dozymetrycznych.

Zdobyte w ramach projektu strategicznego doświadczenia, a także doświadczenia wyniesione z realizacji innych, dużych projektów takich jak: POIG.01.03.01-14-065/08 „Nowa generacja inteligentnych urządzeń radiometrycznych z bezprzewodową teletransmisją informacji” oraz POIG.02.01.00-14-111 „Centrum radiochemii i chemii jądrowej na potrzeby energetyki jądrowej i medycyny nuklearnej” pozwalają na podjęcie przez Instytut Chemii i Techniki Jądrowej roli koordynatora prac nad ustanowieniem systemu produkcyjno - serwisowego systemów ochrony radiologicznej dla potrzeb Programu Polskiej Energetyki Jądrowej.

Praca wykonana w ramach realizacji zadania badawczego: Analiza możliwości i kryteriów udziału polskiego przemysłu w rozwoju energetyki jądrowej w ramach strategicznego projektu badawczego: Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej.

Potential analysis of Polish companies in terms of ability to perform of radiological protection systems supplies for the safe operation of nuclear facilities

Ptaszek Sylwia, Chmielewski Andrzej, Sartowska Bożena, Jakowiuk Adrian,
Modzelewski Łukasz, Sommer Sylwester
Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland

In the time of extensive on-going discussions on nuclear energy, as well as the construction of a nuclear power plant in Poland , nuclear safety aspect plays a key role. During the operation of nuclear facilities, as well as facilities with radioactive sources, the system of radiological protection is very important issue. It's task is to ensure safety for both workers and the general public staying near the protected object.

At the Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw, Poland in the frame of the strategic research project “ **Technologies Supporting Development of Safe Nuclear Power Engineering**” the task No. 5 „ Study of possibilities and criteria for the participation of Polish industry in the development of nuclear power engineering “ is realized. Analysis on the possibilities of developing and implementing the country production dosimetry systems and dedicated for nuclear power plant electronic measurement systems were performed. Polish companies including: industrial plants, engineering - design companies and scientific units, the activities of which coincides with the widely understood radiological protection, were in the area of our interest.

Analysis of technical standards and services quality in the design and production of dosimetry equipment were performed also.

Experiences obtained within the strategic project realisation and experience drawn from the implementation of other large projects such as the: POIG.01.03.01-14-065/08 “ *The new generation of smart, connected devices with wireless radiometric teletransmission information*” and POIG.02.01.00-14-111 “ *Centre radiochemistry and nuclear chemistry for nuclear power and nuclear medicine*” allow the Institute of Nuclear Chemistry and Technology to take the role of coordinator in the production - service systems of radiological protection for the Polish Nuclear Power Plant Program arrangement.

The work was carried out as part of a research task: Analysis of possibilities and criteria for the participation of Polish industry in the development of nuclear energy as part of a strategic research project: Technologies supporting the development of safe nuclear energy.

II. DOZYMETRIA

Nr 1D

Dawki środowiskowe zmierzone w Polsce w latach 2010-2013.

P. Janowska, R. Kopeć, M. Budzanowski, E. Broda, A. Bubak, K. Chrul, Z. Kawula, A. Kiszkurno-Mazurek, M. Kruk, A. Nowak, P. Majczak – Ziarno, I. Milcewicz-Mika, A. Sas-Bieniarz, M. Synowska, A. Szumska, K.

Włodek

Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej, Kraków

Dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące konieczna jest ciągła i skrupulatna kontrola dawek w miejscu pracy. W Polsce najczęściej stosowaną metodą pomiaru dawek jest dozymetria termoluminescencyjna. Zgodnie z ustawą o Prawie Atomowym przy pracy z promieniowaniem jonizującym wymagana jest ocena narażenia pracowników, prowadzona na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy. Wymóg typu dozymetrii zależy od warunków narażenia na promieniowanie. Ocena stopnia narażenia pracownika, którego roczna dawka nie przekracza 6 mSv może być prowadzona na podstawie wyników pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy. W przeciwieństwie do dawkomierza indywidualnego, który używany jest przez pracownika w godzinach pracy, dawkomierze środowiskowe są zawieszane w stałym, ustalonym miejscu, gdzie przebywa personel. Dawkomierz środowiskowy pozwala jedynie na oszacowanie stopnia narażenia na promieniowanie dla ogółu ludności przebywającej w pobliżu tych miejsc, podczas gdy dawkomierz indywidualny niesie informację o konkretnej dawce, jaką otrzymała nosząca dawkomierz osoba.

W dozymetrii środowiskowej stosowane są wysokoczułe dawkomierze termoluminescencyjne typu MCP-N oparte na fluorku litu aktywowanym magnezem, miedzią i fosforem. Ze względu na swoje unikalne właściwości, są zdecydowanie najlepszym wyborem dla dozymetrii środowiskowej. Charakteryzują się blisko 30-krotnie większą czułością na promieniowanie jonizujące niż LiF: Mg, Ti (detektory MTS-N), odpornością na warunki środowiskowe, wygodnym, małym rozmiarem i stosunkowo tanim kosztem produkcji. Ponadto detektory MCP-N wykazują większy zakres liniowości od detektora MTS-N (dochodzący do 4 Gy), oraz ze względu na niski zanik sygnału w czasie (5% w skali roku) umożliwiają precyzyjne pomiary nawet przy dłuższych czasach ekspozycji.

Dozymetria środowiskowa jest z powodzeniem stosowana przez osoby zatrudnione w medycynie, przemyśle oraz w jednostkach naukowych. Dawkomierze środowiskowe są coraz częściej używane jako dopełnienie dozymetrii indywidualnej, lub zamiast dawkomierzy indywidualnych. Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej wykonuje pomiary dawek środowiskowych dla ponad 2000 instytucji, odczytując rocznie blisko 10000 dawkomierzy.

Workplace monitoring measured with environmental dosimeters in Poland in years 2011-2013.

P. Janowska, R. Kopeć, M. Budzanowski, E. Broda, A. Bubak, K. Chrul, Z. Kawula, A. Kizskurno-Mazurek, M. Kruk, A. Nowak, P. Majczak – Ziarno, I. Milcewicz-Mika, A. Sas-Bieniarz, M. Synowska, A. Szumska, K.

Włodek

Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Science,

Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry, Krakow

In order to ensure the radiation safety for all workers occupationally exposed to ionizing radiation, the radiation levels of the workplace must be monitored continuously. In Poland the most common technique used to measure radiation doses is thermoluminescence dosimetry. According to the Atomic Law, an assessment of dose can be made by personal or environmental monitoring of radiation workers. The requirement of dose monitoring depends on the radiation conditions. The use of environmental dosimeters is sufficient to determine regulatory compliance for radiation workers, who as a result of their work activities, are not likely to receive a dose of ionizing radiation exceeding 6 mSv per year.

In contrast to personal dosimeters, which have to be worn on the body during working hours, environmental dosimeters are placed at fixed locations to control the possible exposure of persons staying at those places. While environmental dosimeters allow only to estimate the exposure of staff in the workplace, personal dosimeters give information about a particular dose, which received a person who is exposed to radiation.

For workplace monitoring are applied high-sensitive thermoluminescence detectors made of lithium fluoride doped with magnesium, copper and phosphorus (MCP-N detector), developed at the IFJ Krakow. In many cases they are the best choice for workplace monitoring applications, mainly because they are 30 times more sensitive to radiation compared with LiF: Mg, Ti (MTS detectors), resistant to environmental factors, small and relatively inexpensive. Moreover, a MCP detectors has a greater range of linearity than a MTS detector (up to 4 Gy) and allows long wear periods due to relatively little TL signal fading (less than 5% per year).

Environmental dosimeters are widely employed in radiation dose monitoring in medical, industrial and research areas. They are successfully used as additional dosimeters or as a substitute for individual dosimeters. The Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry measures environmental doses for almost 2000 institutions and evaluates more than 10000 environmental dosimeters per year.

Nr 2D

**Indywidualna termoluminescencyjna dozymetria neutronowa rozwijana w Laboratorium Dozymetrii
Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN, Kraków, Polska**

Renata Kopeć¹, Ewa Nalichowska¹, Anna Bubak¹, Anna Sas – Bieniarz¹, Maciej Budzanowski¹, Piotr Tulik²

¹*Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej, Kraków*

²*Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Świerk*

W prezentowanej pracy przedstawiono zagadnienia dotyczące dozymetrii neutronowej w kontekście zapewnienia właściwej ochrony radiologicznej pracownikom różnych obiektów jądrowych, w tym głównie elektrowni. Z uwagi na fakt, że neutrony są cząstkami pozbawionymi ładunku elektrycznego, przez co nie jest możliwa ich bezpośrednia detekcja oraz na to, że skutki oddziaływania tego rodzaju promieniowania z materią bardzo silnie zależą od jego energii, dokładne i wiarygodne oszacowanie dawki pochłoniętej przez ludzkie ciało znajdujące się w polu promieniowania neutronowego nadal pozostaje dużym wyzwaniem dla naukowców oraz inżynierów. Na świecie stosowane są obecnie głównie trzy typy indywidualnych dozymetrów neutronowych: dozymetry śladowe, dozymetry termoluminescencyjne albo oraz system łączący dwie wyżej wymienione metody.

W związku ze zbliżającą się perspektywą powstania w Polsce pierwszej elektrowni jądrowej również w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) Instytutu Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie prowadzone są badania nad dozymetrią neutronową TLD, która obecnie jest wykorzystywana do pomiaru dawek otrzymanych przez pracowników, podlegających zewnętrznej ekspozycji na promieniowanie jonizujące pochodzące z izotopowych źródeł neutronowych.

Przedstawiono zarówno techniczne informacje na temat stosowanej w laboratorium LADIS aparatury jak i opis fizycznych zjawisk będących podstawą działania indywidualnych termoluminescencyjnych (TL) dozymetrów neutronowych typu albo. Dodatkowo zamieszczono część wyników pochodzących z kalibracji przeprowadzonej w NCBJ w Świerku na źródle izotopowym Cf-252 oraz z kalibracji wykonanej w IFJ przy użyciu zamkniętego źródła promieniowania gamma Cs-137, porównano obydwa pomiary oraz wyciągnięto wnioski.

W podsumowaniu zamieszczono korzyści oraz ograniczenia płynące ze stosowania metody TL jako miernika indywidualnego równoważnika dawki od promieniowania neutronowego, wymieniono czynniki jakie muszą być wzięte pod uwagę podczas szacowania dawki neutronowej oraz przedstawiono wnioski płynące z dotychczas prowadzonych badań.

Individual thermoluminescent neutron dosimetry developed in the dosimetry service

at the Institute of Nuclear Physics PAS, Kraków, Poland

¹Renata Kopeć, ¹Ewa Nalichowska, ¹Anna Bubak, ¹Anna Sas – Bieniarz, ¹Maciej Budzanowski, ²Piotr Tulik

¹Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences, Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry, Kraków

²National Centre for Nuclear Research, Świerk

In the presented work are shown an issues relating to the neutron dosimetry in the context of proper radiation protection for people working in different nuclear objects, especially in nuclear power plants. The neutrons are the particles without an electric charge. It causes that they can not be directly detected. Estimation of absorbed dose in human body is still a great challenge for scientists and engineers because of the very strong energy-dependent effects of interactions between this radiation and matter. Currently in the world there are used three types of individual neutron dosimeters mainly: track dosimeters, thermoluminescent albedo dosimeters and also a hybrid system consisted of two mentioned above methods.

In the context of the perspective of building the first nuclear power plant in Poland, Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry (LADIS) carried out the researches about the TLD neutron dosimetry. Currently this method is used to measure doses for workers, who are externally exposed to ionizing radiation coming from the isotopic neutron sources.

There is presented the technical information about the hardware and software applied in the LADIS and a description of the physical particples being the base of the individual, thermoluminescent albedo neutron dosimeters'. It is also presented the results of the calibration carried out in the National Centre for Nuclear Research (NCBJ). The ALBEDO dosimeters were exposed to isotopic neutron source Cf-252 and to the calibration gamma-ray source Cs-137 (at the IFJ). Measurements were compared and were made some conclusions.

In the Summary are described the benefits and the limitations of using the termoluminescent dosimeter as the method of measure of individual dose equivalent from neutron radiation field. In the work also are listed factors which have to be taken into consideration during the neutron dose's estimation and shown the conclusions from the investigations.

Nr 3D

Testy specjalistyczne w stomatologii, fluoroskopii i tomografii komputerowej – analiza uzyskanych wyników pomiarów

Izabela Milcewicz-Mika, Renata Kopeć, Katarzyna Cerek, Ewa Jaksan, Mateusz Kuras, Wojciech Kawalec, Paweł Rogalski

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk

ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków

Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN wykonuje pomiary dawek dla ponad 6000 instytucji w Polsce. posiada również akredytację na wykonywanie testów specjalistycznych aparatury rentgenowskiej. Akredytacja obejmuje systemy radiografii ogólnej, fluoroskopii, mammografii, tomografii komputerowej oraz systemy dentystyczne. W oparciu o europejskie wytyczne Polska ustaliła minimalne wymagania dla urządzeń radiologicznych i od 2006 roku testy specjalistyczne są w Polsce obowiązkowe. Testy są przeprowadzane przynajmniej raz na 12 miesięcy i sprawdzają one parametry ważne dla optymalnej pracy urządzeń radiologicznych. Pośród sprawdzanych parametrów są: wysokie napięcie, całkowita filtracja, czas ekspozycji, wydajność lampy, geometria, kolimacja, rozmiar ogniska lampy, kratka przeciwrozproszeniowa, system AEC. Sprawdzane są również parametry typowe dla fluoroskopii takie jak moc dawki, rozdzielczość, progowy kontrast obrazu, zegar czy zgodność pola promieniowania rentgenowskiego z polem widzenia wzmacniacza oraz wreszcie parametry typowe dla tomografii.

W prezentowanym opracowaniu przedstawione są wyniki testów specjalistycznych przeprowadzonych przez nasze Laboratorium w latach 2009-2012. Pomiary wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 roku „w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej.”

Przedstawione zostaną wyniki pomiarów dla ponad 1000 aparatów stomatologicznych, ponad 100 aparatów typu ramię C oraz około 20 tomografów. Dla każdego typu aparatów wskazane zostaną najczęstsze problemy. Identyfikowanie nieprawidłowości ma na celu umożliwienie podjęcia odpowiednich działań naprawczych w celu polepszenia ochrony pacjenta przed promieniowaniem oraz zapewnienia najwyższej jakości świadczonych usług.

QA tests in dental systems, fluoroscopy and computed tomography – analysis of measurements results

Izabela Milcewicz-Mika, Renata Kopeć, Katarzyna Cerek, Ewa Jaksan, Paweł Rogalski,
Mateusz Kuras, Wojciech Kawalec.

The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences (IFJ PAN)

ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków

The Laboratory of Individual and Environmental Dosimetry (LADIS), being the largest dosimetric service in Poland, is also accredited to perform Quality Assurance tests of X-ray equipment used for medical purposes. The accreditation covers radiography, fluoroscopy, mammography, computed tomography and dental systems. Following the European Guidelines Poland established minimum criteria for radiological facilities and since 2006 Quality Assurance tests are obligatory in Poland. These tests must be carried out at least once a year and should check a set of parameters important for proper performance of radiological equipment. Parameters to be checked are: a kilovoltage accuracy, a total filtration, an exposure time, a radiation output, an alignment, a collimation, a focal spot size, a grid, an automatic exposure control system complemented with a dose rate, a resolution, a threshold contrast, a timer and a radiation/image field size for fluoroscopic installations and parameters specific for computed tomography.

Within this study the results of Quality Assurance tests of X-ray machines located in selected medical facilities have been analyzed. The data was collected in the period from 2009-2012. The tests have been carried out according to Polish law, The Ordinance of Ministry of Health dated 18.02.2011, on the conditions of the safe application of ionizing radiation for all types of medical exposure. Results of tests of more than 1000 dental systems, 100 interventional radiology X-ray machines and around 20 tomographs are presented. The main problems of each type of installations are recognized and may help to enhance radiation protection of patients from unnecessary exposures and ensure highest quality of offered services.

Nr 4D

**Exposure of polish population to ionizing radiation
In diagnostic nuclear medicine procedures**

Piotr Pankowski, Dariusz Kluszczyński, Dorota Wróblewska,

Aneta Dąbrowska, Katarzyna Musiał

National Centre for Radiation Protection in Health Care,

ul. Smugowa 6, 91-433 Lodz

The number of nuclear medicine examinations estimated by the National Centre for Radiation Protection in Health Care (NCRPHC) based on the data provided by the National Consultant in Nuclear Medicine indicates approximately 35% increase in comparison to 1998. The effective dose including the exposure from all medical sources is 0.9 mSv per caput. The contribution of the diagnostic nuclear medicine procedures is 0.05 mSv (5.8% of the total exposure) with 0.06% contribution to the total number of all X-ray diagnostic examinations.

Considering the total number of annually performed examinations one can observe similar contribution of a bone imaging in Germany, Sweden and United Kingdom. However, it doesn't necessarily mean the same contribution in the annual per caput effective dose. The differences may be significant due to applying other radioisotopes. The annual per caput effective dose in Poland derived from nuclear medicine procedures is two times lower than in Germany (0,11mSv) and is comparable in Sweden (0,04 mSv) and United Kingdom (0,03 mSv). The nuclear medicine departments are progressively upgrading their diagnostic equipment to combine the morphological image of internal organs with assessment of their functional disorder. The increasing number of installations of the modern PET and PET-CT scanners facilitates access of patients to better and broader diagnostic examinations not only in oncology. The growing diagnostic capabilities of a nuclear medicine indicate the growth in the number of annually performed examinations and in the consequence their contribution to the total medical dose will increase.

Nr 5D

Pracownia Izotopowa Wydziału Fizyki Uniwersytetu A. Mickiewicza

Isotopic Laboratory, Faculty of Physics Adam Mickiewicz University

Pietrzyk Rafał

Wydział Fizyki Uniwersytetu A. Mickiewicza

III. **MEDYCYNA NUKLEARNA**

Nr 1MN

Use of cyclotrons for production of PET radiopharmaceuticals

Adam Jan

UJV REZ, a.s. CR Husinec- Rez

Nr 2MN

**Ocena narażenia radiacyjnego od radioizotopów
stosowanych w zakładzie medycyny nuklearnej**

Piotr Czwarnowski,

*Zakład Medycyny Nuklearnej Samodzielnego Publicznego Centralnego Szpitala Klinicznego - WUM,
Department of Nuclear Medicine of Public Central Teaching Hospital of the Medical University of Warsaw*

Dariusz Aksamić,

*Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej / Central Laboratory for Radiological Protection,
ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warszawa,*

*Politechnika Warszawska Wydział Fizyki / Warsaw University of Technology Faculty of Physics,
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa.*

W zakładach medycyny nuklearnej rutynowo stosuje się różnorodny zestaw izotopów promieniotwórczych, obejmujących alfa-, beta- i gamma-emitery o szerokim spektrum energii. W zależności od celu podania pacjentowi radioizotopu (obrazowanie lub terapia) oraz od szczegółów badania (PET/SPECT/scyntygrafia) zmieniają się podawane aktywności, czas między podaniem a badaniem oraz miejsce i czas przebywania pacjenta. Wszystkie te zmienne wpływają na poziom narażenia radiacyjnego personelu pracującego w zakładzie oraz przebywających w nim osób, w tym pozostałych pacjentów.

Przeprowadzono dwie serie miesięcznych pomiarów przy użyciu dozymetrów termoluminescencyjnych, mające na celu ocenę narażenia radiacyjnego w różnych miejscach Zakładu Medycyny Nuklearnej Samodzielnego Publicznego Centralnego Szpitala Klinicznego WUM. Szczególną uwagę zwrócono na: poczekalnię pacjentów, pokój podań radioizotopów, korytarze, którymi poruszają się pacjenci po podaniach, pracownię radiochemiczną oraz pokój oczekiwania po podaniach izotopów beta-plus promieniotwórczych dla PET (F-18 i Ga-68).

Prezentowane wyniki pokazują, że mierzony dozymetrami środowiskowymi przestrzenny równoważnik dawki H^* pozostaje na poziomie tła w większości korytarzy, jednakże gwałtownie rośnie w poczekalni pacjentów (osiągając około 3mSv/rok) i pokoju oczekiwań (do wartości przekraczających 15mSv/rok!), przekraczając wartości mierzone w pracowni radiochemicznej (3-7mSv). Przedstawiamy szczegóły metody i dyskusję wyników.

Assessment of radiation exposure from radioisotopes used in nuclear medicine department

In the nuclear medicine department, a variety of radioisotopes are used, including alpha-, beta- and gamma-emitters, with wide range of energy spectrum. Depending on the purpose of administration of such isotope on the patient (therapy or imaging) as well as the details of the examination to be performed (PET/SPECT/scintigraphy) the application of dosage of the isotope varies a lot: particularly of the time between administration and examination, as well as the time and place of stay, of a patient. All of this variables affect the level of exposure to radiation - of staff working in the unit and other individuals, including other patients.

Two series of monthly measurement assessments were conducted using thermoluminescence dosimeters to assess radiation potential in different locations at The Department of Nuclear Medicine of Public Central Teaching Hospital of the Medical University of Warsaw. Special attention was given to: waiting room for patients, room of isotope administration, corridors through which patients walk after dosage application, radiochemical work room and waiting room for patients after administration of beta-plus isotopes dosage for PET study (F-18 and Ga-68).

The results show that ambient dose equivalent H^* measured by ambient detectors stays at the marginal(no-significance) level in most of the corridors. At the same time it increases rapidly in the patients' waiting room (reaching doses of approximately 3mSv/year) and patients' after-dosage administration waiting room (values exceeding 15mSv/year!), exceeding the doses measured in radiochemical work room (3-7mSv). We present the following details of method and discussion of results.

Nr 3MN

Ocena narażenia na promieniowanie jonizujące pracowników biorących udział w procedurze radioizotopowej lokalizacji i oceny węzła wartownika.

Occupational radiation exposure during lymphoscintigraphy - sentinel lymph node localization procedure.

Paulina Cegła, Aleksandra Kaczmarek, Michał Smoleń, Patrycja Mantaj, Maria Kubicka, Witold Cholewiński.

Zakład Medycyny Nuklearnej, Wielkopolskie Centrum Onkologii

Limfoscintygrafia jest metodą obrazowania naczyń limfatycznych i węzłów chłonnych za pomocą radiofarmaceutyków, które wchłonięte, transportowane są przez układ limfatyczny. Metoda ta jest powszechnie stosowana w procedurze lokalizacji węzła chłonnego w wielu chorobach nowotworowych głównie u pacjentów z czerniakiem i rakiem piersi. Limfoscintygrafia jest jednocześnie częścią wielodyscyplinarnej procedury lokalizacji i badania węzła wartownika, w której bierze udział wielu specjalistów, począwszy od pracowników medycyny nuklearnej, poprzez pielęgniarki, lekarzy, pracowników sali operacyjnej, a skończywszy na histopatologach. W pracy poddano analizie narażenie na promieniowanie jonizujące personelu medycznego podczas całej procedury lokalizacji i oceny węzła wartownika przy użyciu znakowanego technetem 99mTc nanokoloиду, w oparciu o dane z piśmiennictwa oraz własne pomiary. Wyniki badań wykazały, że największe narażenie na promieniowanie jonizujące występuje podczas przygotowywania radiofarmaceutyku oraz iniekcji radioznacznika. Narażenie na promieniowanie chirurga na sali operacyjnej, innego personelu sali operacyjnej oraz patologa jest znacznie mniejsze i poza procedurą jednodniową, metoda może być bezpiecznie stosowana bez specjalnych ograniczeń.

Lymphoscintigraphy is a method of imaging the lymphatic pathways and the lymph nodes using radiopharmaceuticals that are absorbed and transported in lymphatic system. This method is widely used in the localization of sentinel lymph node in various diseases, mainly in patients with melanoma and breast cancer. Lymphoscintigraphy is also a part of multidisciplinary procedure of the localization and examination of sentinel lymph node that involve multiple professionals including nuclear medicine staff, nurses, surgeons, operating room staff and the pathologists. The study analyzes occupational exposure to radiation during whole procedure using technetium 99mTc labeled nanocolloid based on literature data and own measurements. The results of the study showed that the higher exposure is noted in nuclear medicine technologist preparing the radiopharmaceuticals and nuclear medicine specialist/nurse/surgeon injecting the tracer. Radiation exposure to surgeon in the operating room, other operating room personnel and pathologist is much smaller and with the exception of 'one-day-procedure' this method can be safely used without special restrictions.

Nr 4MN

Indywidualna dozymetria wewnętrzna oparta o analizę obrazów dla celowanej terapii izotopowej.

H. Piwowarska-Bilska ¹, S. Shcherbinin ², J. Grimes ², B. Birkenfeld ¹, A. Celler ²

¹ Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ² University of British Columbia, Vancouver, BC, Kanada.

Wstęp: Celowana terapia izotopowa (targeted radionuclide therapy- TRT) polega na podawaniu radiofarmaceutyków, które przyłączając się do komórek nowotworowych, niszczą je. Wartość kliniczna terapii TRT została wielokrotnie potwierdzona. Wiadomo, że terapie izotopowe powinny być poprzedzone indywidualnym wyznaczeniem dawki dla pacjentów. Niestety indywidualna dozymetria nie jest standardowo wykonywana przed terapiami TRT. Problemem jest czasochłonna i trudna do wykonania kalkulacja dawek

wewnętrznych. W efekcie wielu pacjentów nie otrzymuje optymalnej aktywności radiofarmaceutyków, podawane dawki często są zbyt niskie. W celu wprowadzenia standardu indywidualnego planowania aktywności terapeutycznych, powinna zostać opracowana praktyczna klinicznie technika szacowania dawek wewnętrznych.

Cel: Celem pracy było utworzenie klinicznie przydatnej metody indywidualnego szacowania dawek dla terapii TRT. Metoda polega na analizie biodystrybucji radioizotopu (np. Tc-99m) z obrazów diagnostycznych pacjenta w celu predykcji dawek, które zostaną pochłonięte podczas terapii izotopowej (np. za pomocą Y-90).

Materiały i metody:

Badania pacjentów

45 pacjentów (23 mężczyzn, 22 kobiety) w wieku średnim 57 lat (zakres: 7-78 lat) poddano badaniom scyntygraficznym z powodu podejrzenia guzów neuroendokrynych (NETs). Badania rejestrowano dwugłowicową kamerą Infinia Hawkeye (GE Healthcare). Każdemu pacjentowi wykonano wielokrotnie skany (2-5) techniką planarną Whole Body oraz jeden skan SPECT/CT. Wszystkie obrazy uzyskano w czasie od 1 do 24 godzin po iniekcji 450-1000 MBq Tektrotydu znakowanego Tc-99m.

Badania fantomowe

Przed zastosowaniem techniki adaptacyjnego progu odcięcia tła dla graficznego wyznaczania objętości i aktywności wybranych organów na obrazach pacjentów, istnieje konieczność wykonania pomiarów fantomowych. W tym celu wykonano akwizycję 8 pojemników o pojemności 33 ml oraz 4 pojemników o pojemności 120 ml, napełnionych wodnym roztworem radioaktywnego technetu Tc99m o stężeniu 20-80 kBq/ml. Pojemniki umieszczono w dwu cylindrach fantomu Jaszczaka, które wypełniono wodnym roztworem radioaktywnego technetu Tc99m o stężeniu 8 kBq/ml. Oba cylindry ułożono obok siebie i wykonano jednoczesną akwizycję techniką SPECT/CT. Parametry akwizycji były identyczne jak podczas badań pacjentów.

Wyniki: Wyznaczono krzywe zmian aktywności w czasie (time activity curves- TAC) na seriach scyntygramów 45 pacjentów. Obliczono indywidualną aktywność skumulowaną oraz objętość wybranych organów: śledziony, nerek, wątroby. Wykazano, że adaptacyjny poziom odcięcia jest użyteczny nie tylko dla wyznaczenia objętości organu ale również dla wyznaczenia jego aktywności. Uzyskanie podobnych czasów wymywania tektrotydu u badanych pacjentów zainicjowało porównanie aktywności skumulowanej w organach, obliczonej z czasu efektywnego półtrwania indywidualnego T_{eff} 's i średniego T_{eff} . Wykazano wysoką zgodność aktywności skumulowanej Tc99m dla badanej grupy. Jednakże dla radionuklidów terapeutycznych, takich jak Y90, mogą wystąpić znaczące różnice pomiędzy leczonymi pacjentami. Dlatego tak istotne jest wykonywanie i analiza późnego skanu, po 24 godz., od podania radiofarmaceutyku, gdy tylko jest to możliwe.

Tabela 3 zawiera średnie wartości wyznaczonych dawek pochłoniętych dla poszczególnych organów. Śledziona pochłonęła najwyższą dawkę promieniowania 0.034 +/- 0.016 mGy/MBq po iniekcji Tc-99m Tektrotydu. Nerki pochłonęły średnio 0.024 +/- 0.008 mGy/MBq, podczas gdy wątroba otrzymała dawkę 0.004 +/- 0.002 mGy/MBq. Wyznaczone dawki pochłonięte po podaniu itru Y-90 wynosiły odpowiednio: 5.3 +/- 2.9 mGy/MBq dla śledziony, 3.8 +/- 1.4 mGy/MBq dla nerek and 1.4 +/- 0.8 mGy/MBq dla wątroby.

Table 3 Dawki średnie zaabsorbowane przez wybrane organy.

Organ	Tc-99m Absorbed Dose (mGy/MBq)	Y-90 Absorbed Dose (mGy/MBq)
Kidneys	0.024 +/- 0.008 (0.011 – 0.039)	3.8 +/- 1.4 (1.3 – 6.4)
Liver	0.013 +/- 0.005 (0.007 – 0.028)	1.4 +/- 0.8 (0.5 – 4.5)
Spleen	0.034 +/- 0.016 (0.012 – 0.095)	5.3 +/- 2.9 (1.3 – 16.3)

Wnioski: Opracowana technika indywidualnej dozymetrii jest dokładna i praktyczna. Nadaje się zatem do klinicznych zastosowań przed wykonywaniem terapii TRT. Poszczególne etapy obliczeń zawierają analizę obrazów uzyskanych hybrydową techniką SPECT/CT dla wyznaczenia krzywych zmian aktywności w czasie, wyznaczenia progów odcięcia tła dla segmentacji aktywności i objętości organów, a ponadto oszacowanie dawki pochłoniętej przy zastosowaniu dostępnych programów dozymetrycznych, jak np. OLINDA, w oparciu o wynik skumulowanej aktywności.

Personalized image based internal dosimetry for targeted radionuclide therapy.

H. Piwowarska-Bilska ¹, S. Shcherbinin ², J. Grimes ², B. Birkenfeld ¹, A. Celler ²

¹ Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland, ² University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.

Introduction: Targeted radionuclide therapy (TRT) is the systemic administration of radiopharmaceuticals that are designed to specifically target tumour tissue. The value of TRT is well established. It is widely recognized that internal radionuclide therapies should include patient-specific dose calculations to ensure the highest standard of care [1, 2]. Unfortunately, patient-specific treatment plans and dosimetry calculations are currently not routinely performed for TRT as they are for external radiation therapy. As a result, many patients are not receiving the optimum activity for their specific case and are often underdosed. The trouble is that accurate dose calculations can be quite time consuming and difficult to perform. In order for more routine patient-specific treatment planning to be realized, a dose assessment technique that is practical for clinical use must be developed.

Aim: Our aim was to design and validate a patient-specific, quantitative method for accurate calculation of doses for TRT. The method uses biodistribution information from imaging (ex. Tc-99m) to predict doses to be delivered by a therapeutic agent (such as Y-90).

Materials & Methods:

Patient studies

Forty-five patients (23 males, 22 females) with a median age of 57 (range 7-78), being scanned for suspected NETs were included in this study. All scans were acquired using a dual head Infinia Hawkeye 4 camera (GE Healthcare). For each patient, multiple (2-5) WB planar scans and one SPECT/CT scan were obtained over a period of 1-24 hours following injection of 450-1000 MBq of Tc-99m Tektrotyd.

Phantom experiment

Before applying adaptive thresholds for source region volume and activity estimation in patient studies, it is necessary to first generate a plot of optimal threshold versus SBR based on known object volume and activity values from a phantom experiment. For this purpose, eight small containers, four 33 mL and four 120 mL in volume, were filled with Tc-99m activity with concentrations ranging from 20-80 kBq/mL. The containers were placed inside two large cylinders each with a volume of about 7000 mL (Jaszczak phantoms) and an initial background activity concentration of 8 kBq/mL. The two phantoms were placed side by side and scanned by SPECT/CT simultaneously. Acquisition parameters for both SPECT scans of the phantoms were identical to those used in patient studies.

Results: The methodology for the dose evaluation of tumours and normal organs in Tc-99m Tektrotyd images based on a series of imaging studies involving 45 patients has been outlined. In this evaluation, time-activity data was assessed using the hybrid planar/SPECT technique. Patient-specific activity concentrations and region volumes were determined from the SPECT images. It was shown that adaptive thresholding may not only be useful for volume definition, but also for recovery of source region activity. Similar washout times of Tektrotyd among patients in this study initiated the comparison of cumulative activity from patient specific T_{eff} 's and the T_{eff} averaged over the population of patients. This comparison revealed excellent agreement for Tc-99m calculated cumulative activities. However, when cumulative activities derived for the longer lived therapeutic radionuclide Y-90 were considered, the differences became significant in some cases, emphasizing the importance of the late (24h) planar scan and determination of patient-specific T_{eff} 's when possible.

Table 3 summarizes the average absorbed doses for normal organs. For the normal organs, the spleen typically received the highest absorbed dose with an average of 0.034 +/- 0.016 mGy/MBq from the injection of Tc-99m Tektrotyd. The kidneys followed with an average dose of 0.024 +/- 0.008 mGy/MBq, while the average dose to the liver was found to be 0.004 +/- 0.002 mGy/MBq. The Y-90 predicted normal organ doses were 5.3 +/- 2.9 mGy/MBq for the spleen, 3.8 +/- 1.4 mGy/MBq for the kidneys and 1.4 +/- 0.8 mGy/MBq for the liver.

Table 1 Normal organ average absorbed doses.

Organ	Tc-99m Absorbed Dose (mGy/MBq)	Y-90 Absorbed Dose (mGy/MBq)
Kidneys	0.024 +/- 0.008 (0.011 – 0.039)	3.8 +/- 1.4 (1.3 – 6.4)
Liver	0.013 +/- 0.005 (0.007 – 0.028)	1.4 +/- 0.8 (0.5 – 4.5)
Spleen	0.034 +/- 0.016 (0.012 – 0.095)	5.3 +/- 2.9 (1.3 – 16.3)

Conclusions: Patient-specific dosimetry that is both accurate and practical for clinical use in TRT has been demonstrated. Steps in the dose calculation method outlined in this study include the hybrid planar/SPECT technique for image acquisition and TAC determination, adaptive thresholding for source region activity and volume delineation, and a dose estimate program such as OLINDA for determination of tumour and organ doses from calculated cumulative activity.

URZĄDZENIA DLA MEDYCYNY NUKLEARNEJ



**Kalibrator dawki
radioizotopu**

**Ośłony na strzykawki
- wolframowe
i ołowiane**



**Źródła płaskie
do kontroli
kamery gamma**

 **POLATOM**

Narodowe Centrum
Badań Jądrowych
Ośrodek Radioizotopów
POLATOM
05-400 Otwock-Swierk
tel. 22 718 08 40
polatom@polatom.pl
www.polatom.pl



C-Thru™
Co-57 FLOOD SOURCES

Słowniki / dictionary / slovník

Powitania / pożegnania • Welcome / farewell • Vítejte / rozloučení

Dzień dobry • good morning • dobrý den

Cześć • Hi • Ahoj

Nazywam się... • My name is ... • Jmenuju se ...

Jestem z ... • I'm from ... • Jsem z ...

Miło mi Panią / Pana poznać • Nice to meet you Mr / Ms know • Rád vás poznávám pane / paní vědět

Tak! • Yes! • Ano!

Nie • not • ne

Nie rozumiem • I do not understand • nerozumím

Proszę mówić powoli • Please speak slowly • Prosím, mluvte pomalu

Proszę powtórzyć • Say that again please • prosim opakujte

Oto moja wizytówka • Here's my card • Tady je moje vizitka

Z przyjemnością • I am pleased to do so • s radosti

Dobranoc • good night • dobrou noc

Do widzenia • goodbye • sbohem

Dziękuję • thank you • děkuji

Do zobaczenia • See you • Uvidíme

Cieszę się że tu jestem • I'm glad I'm here • Jsem rád, že jsem tu

Poruszanie się / Get around / Pohybovat se

Pokój • room • pokoj

Śniadanie • breakfast • snídaně

Obiad • dinner • večeře

Kolacja • supper • večeře

Otwarte / zamknięte • Open / Closed • Otevřeno / Zavřeno

Którędy dojść do: • How to get to: • Kde je dosah:

- Schodów? • Steps? • kroky?
- Windy? • Elevators? • Výtahy?

- Toalety? • Toilets? • Toalety?
- Recepcji? • Reception? • Příjem?
- Basenu? Swimming pool? kaluž?
- Baru? • Bar? • Bar?

Na prawo / na lewo / prosto • To the right / To the left / straight • Vpravo / vlevo / rovně

Wczesnie / późno • Early / late • Dřívější / pozdější

Mam czas / nie mam czasu • I have time / I don't have time • Mám čas / nemám čas

Rekreacja / Recreation / Rekreace

Odnowa biologiczna / Spa • Wellness / Health Spa • Wellness / lázně

Bilard / kręgle • billiards / bowling • kulečník / americké kuželky

Pójdziemy... • Would you like to go ... • Půjdeme

- Potańczyć? • Dancing? • Tančící?
- Na spacer? • for a walk? • Na procházku?
- Do baru? • to the bar? • bar?

Poproszę... • I would like a... • Dejte mi...

- Wodę • Water • Voda
- Kawę • Coffee • Káva
- Herbatę • Tea • čaj
- Piwo • Beer • Pivo
- Wino • Wine • Víno

Piwo • Beer • Pivo

- Małe • Small • Malé
- Duże • Large • Velký
- Butelkowane • Bottled • Pivní lahve
- Z beczki • On the barrel • Na hlavni

Ile kosztuje piwo? • How much is the beer? • Kolik je pivo?

Gdzie można palić? • Where can I smoke? • Kde mohu kouřit?

Gotówka • cash • hotovost

Karta • card • karta

To miłe miejsce • A nice place • Pěkné místo

Dziękuję za uroczy wieczór • Thank you for a lovely evening • Děkuji za krásný večer

Branżowe / Industry / Branže

prawo atomowe • nuclear law • zákon o jaderné energetice

osobisty system dozimetri • personal dosimetry system • osobní dozimetrie systém

dawka pochłonięta • absorbed dose • absorbovaná dávka

dawka skuteczna (efektywna) • effective dose • účinná dávka

dawka progowa • threshold dose • prahová dávka

równoważnik dawki • dose equivalent • **dávkový ekvivalent**

aktywność • activity • aktivita

stężenie promieniotwórcze • activity concentration • koncentrace radioaktivního

promieniowanie tła • background radiation • radiačního pozadí

teren kontrolowany • controlled area • kontrolované pásmo

teren nadzorowany • supervised area • hlídané plochy

skutki niestochastyczne (deterministyczne) • deterministic effect • deterministické účinky

stochastyczne skutki promieniowania • stochastic effects of radiation • stochastické účinky záření

zdarzenie radiacyjne • emergency exposure situation • dopadající záření

narażenie • exposure • expozice, vystavení

okres półrozpadu • half life • poločas rozpadu

promieniowanie jonizujące • ionizing radiation • ionizujícího záření

ochrona radiologiczna • radiation protection • radiační ochrany

źródło promieniowania jonizującego • radiation source • zdroj ionizujícího záření

dawkomierz termoluminescencyjny • thermoluminescence dosimeter • termoluminiscenčních dozimetr

odpady promieniotwórcze • radioactive waste • radioaktivní odpad

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ

www.ichtj.waw.pl



TECHNOLOGIE JĄDROWE RADIOFARMACEUTYKI,
TECHNIKI RADIACYJNE, WZORCE CHEMICZNE,
STERYLIZACJA SPRZĘTU MEDYCZNEGO,
ZIMNA PASTERYZACJA, SPRZĘT RADIONOMETRYCZNY,
KONTROLA SZCZELNOŚCI INSTALACJI I RUROCIĄGÓW,
OCZYSZCZANIE GAZÓW I SCIEKÓW, CHEMICZNE
I ŚRODOWISKOWE ASPEKTY ENERGETYKI JĄDROWEJ.



INSTITUTE OF NUCLEAR CHEMISTRY
AND TECHNOLOGY



