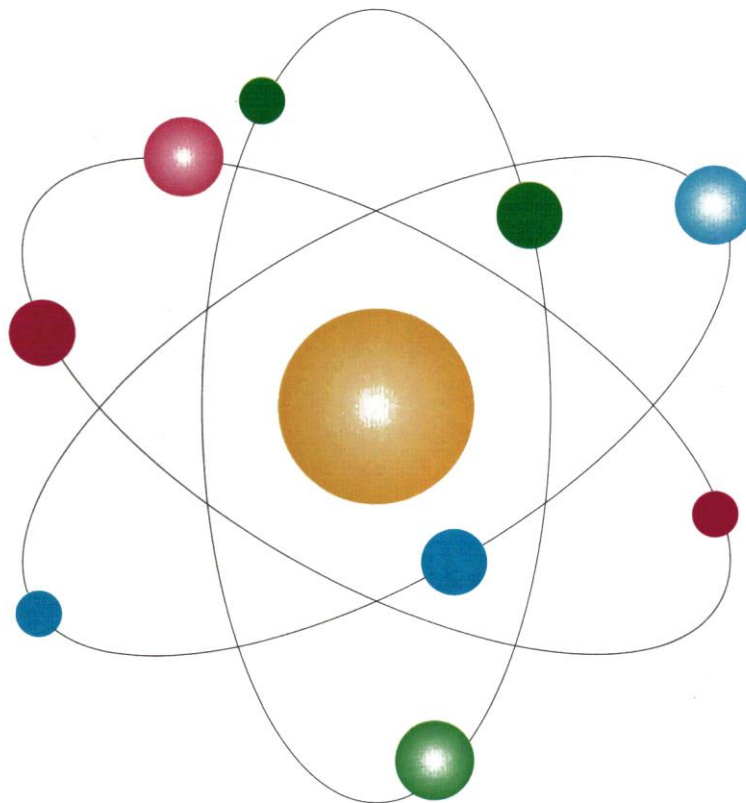


VII Spotkanie Inspektorów Ochrony Radiologicznej



SKORZĘCIN 20-23.06.2012

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

ORGANIZATOR

**Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
Poznań**

Program
VII spotkania IOR 20 - 23.06.2012 r. w Skorzęcinie
Zastosowanie źródeł promieniowania jonizującego w medycynie

20.06.2012 Środa

Przyjazd do Skorzęcina i zakwaterowanie (od godz. 17.00)

godz. 18.30 **Powitanie gości**
godz. 19.00 **Kolacja**

21.06.2012 Czwartek

godz. 9.00 - 9.50 Śniadanie
godz. 9.50 - 10.00 Otwarcie spotkania przez Prezesa SIOR Marię Kubicką

SESJA I WSPÓLNA – POMIARY DOZYMetryczne

Przewodniczą sesji: Jolanta Naniewicz i Ryszard Barański

Godzina	Wykładowca	Temat
10.00 - 10.15	<u>Maciej Skarzewski</u>	Centralny rejestr dawek indywidualnych Prezesa PAA.
10.15 - 10.30	<u>Leszek Grzejszczak</u>	Reagowanie na zdarzenia radiacyjne.
10.30 - 10.50	<u>Maciej Budzanowski</u> , Anna Sas-Bieniarz, Paweł Bilski, Anna Bubak, Renata Kopeć	Nowa metoda ponownego odczytu dawki w uprzednio odczytanych detektorach termoluminescencyjnych.
10.50 - 11.10	<u>Krzysztof Ciupek</u> Katarzyna Wołoszczuk, Katarzyna Szewczak	Akredytacja stanowiska promieniowania beta w LWPDiR.
11.10 - 11.30	<u>Maciej Budzanowski</u> , Agnieszka Szumska Renata Kopeć	Dozymetria na soczewki oczu - nowa metoda i usługa pomiaru Hp(3) w LADIS.

godz. 11.30 - 12.00 Przerwa kawowa

SESJA II WSPÓLNA – DOZYMETRIA, DAWKI, PZJ

Przewodniczą sesji: Kinga Kapecka i Jan Chaś

12.00 -12.30	<u>Katarzyna Gołnik</u> Maria Kowalska	Cytogenetyczna rekonstrukcja dawki pochłoniętej - usługa pomiarowa CLOR oraz przykłady jej praktycznego zastosowania.
12.30 -13.00	Grażyna Krajewska, <u>Katarzyna Wołoszczuk</u> , Krzysztof Ciupek	Narażenie pracowników na promieniowanie jonizujące od jodu promieniotwórczego w zakładach medycyny nuklearnej.

13.00 -13.30	<u>Marta Bogusz-Czerniewicz</u>	Wstępne wyniki badania ankietowego realizowanego w ramach projektu KE ACCIRAD - Guidelines on risk analysis of accidental and unintended exposures in radiotherapy - Wytycznych Komisji Europejskiej w zakresie analizy ryzyka przypadkowych i niezamierzonych napromieniowań w radioterapii.
13.30 -14.00	<u>Wojciech Głuszewski</u>	Zastosowanie techniki jądrowych do identyfikacji i konserwacji dzieł sztuki na przykładzie obrazów Rembrandta z kolekcji Lanckorońskich.

godz. 14.00 - 15.00 Obiad

SESJA III WSPÓLNA - ENERGETYKA JADROWA - EDUKACJA

Przewodniczą sesji: Patrycja Mantaj i Wiesław Gorączko

15.00 -15.40	<u>Wojciech Głuszewski</u>	Maria Skłodowska-Curie prekursorką metody radiacyjnej sterylizacji.
15.40 -16.15	<u>Wiesław Gorączko</u>	Jądrowy cykl paliwowy dla Polski.
16.15 -16.30	<u>Rafał Pietrzyk</u>	Edukacja dla energetyki jądrowej na uczelniach w Polsce.
16.30 -17.00	<u>Wojciech Głuszewski</u>	Oddziaływanie promieniowania jonizującego na materię.

godz. 19.00 - Kolacja

22.06.2012r. Piątek

godz. 9.00 - 10.00 Śniadanie

SESJA IV - OCHRONA RADIOLOGICZNA W RTG

Przewodniczą sesji: Dorota Wróblewska i Krzysztof Ciupek

10.00 -10.30	<u>Jolanta Naniewicz</u>	Ostony w tomografii komputerowej.
10.30 - 10.50	<u>Monika Jędrzejewska,</u> Bartosz Węcowski, Andrzej Latek, Robert Laska	Testy specjalistyczne obowiązek, przymus, konieczność? Jak przygotować pracownię?
10.50 -11.10	<u>Andrzej Olejnik</u>	Najnowsze rozwiązania w diagnostyce obrazowej. <u>DISmed</u>
11.10 - 11.30	<u>Robert Jakubowski</u>	Aparaty DR firmy Akfa Akfa HealthCare

godz. 11.30 - 12.00 Przerwa kawowa

SESJA V - REGULACJE PRAWNE MINISTRA ZDROWIA

Przewodniczą sesji: Ewa Cylwik i Jerzy Michnikowski

12.00 -12.30	<u>Piotr Możdżeń</u> Dorota Wróblewska	Aktualne zagadnienia prawno-legislacyjne oraz organizacyjne z zakresu stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych.
12.30 -13.00	<u>Ryszard Kowski</u>	Procedury i audyty kliniczne.
13.00 -13.30	<u>Izabela Milcewicz-Mika</u> , Maciej Budzanowski, Renata Kopeć, Katarzyna Cerek, E. Jaksan, W. Kawalec, M. Kuras, P. Rogalski, M. Stolarz	Testy specjalistyczne - porównanie i analiza wyników badania parametrów fizycznych urządzeń radiologicznych w rentgenodiagnostyce i radiologii zabiegowej.
13.30 -14.00	<u>Jan Chaś</u>	Wybrane dane statystyczne dotyczące nadzoru nad aparatami rentgenodiagnostycznymi sprawowanym przez Państwową Inspekcję Sanitarną.

godz. 14.00 - 15.00 Obiad

SESJA VI - APARATURA W RTG

Przewodniczą sesji: Monika Jędrzejewska i Ryszard Kowski

15.00 -15.20	<u>Przemysław Janiak</u>	Aspekty pomiarowe i techniczne związane z wykonywaniem testów specjalistycznych w rentgenodiagnostyce.
15.20 -15.40	<u>Liliana Chojnacka</u>	Systemy cyfrowe firmy Fujifilm
15.40-16.00	<u>Grzegorz Jezierski</u>	Historia muzeum lamp rentgenowskich.
16.00 -16.20	<u>Monika Jędrzejewska,</u> Bartosz Węcowski	Towarzystwo Inżynierii Klinicznej – założenia i cele.
16.20 -16.40	<u>Mateusz Koterak.</u>	Innowacyjne rozwiązania w teleradiologii Project Manager Hospital Investment Group Sp. z o.o.

16.40 -17.00	Dyskusja	
--------------	----------	--

godz. 19.00 - Kolacja

23.06. 2012 r. Sobota

godz. 8.00 - 9.00 Śniadanie

**Zakończenie spotkania
Wyjazd ze Skorzęcina**

STRESZCZENIA

MACIEJ SKARŻEWSKI	PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI
CENTRALNY REJESTR DAWEK INDYWIDUALNYCH PREZESA PAA	
Tematy: Jak poprawnie wypełniać karty zgłoszeniowe do centralnego rejestru dawek? Do czego jest potrzebny Paszport dozymetryczny? 10 lat działalności centralnego rejestru dawek indywidualnych promieniowania jonizującego.	

<u>LESZEK GRZEJSZCZAK</u>	CENTRUM ZDARZEŃ RADIACYJNYCH
REAGOWANIE NA ZDARZENIA RADIACYJNE	
1.Podstawy prawne 2.Definicja zdarzenia 3.Rodzaje zdarzeń 4.Plany postępowania awaryjnego 5.Elementy struktury systemu reagowania 6.Prezes PAA 7.System reagowania PAA 8.Zadania CEZAR 9.Monitoring radiacyjny 10.Przekazywanie wyników	

<u>MACIEJ BUDZANOWSKI, ANNA SAS- BIENIARZ, PAWEŁ BILSKI, ANNABUBAK, RENATA KOPEĆ</u>	INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ PAN LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ LADIS KRAKÓW
NOWA METODA PONOWNEGO ODCZYTU DAWKI W UPRZEDNIO ODCZYTANYCH DETEKTORACH TERMOLUMINESCENCYJNYCH W LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ IFJ	

PAN.

Współczesny rozwój technologii powoduje coraz częstsze wykorzystywanie promieniowania jonizującego w wielu dziedzinach działalności człowieka. Promieniowanie to może być szkodliwe dla zdrowia w związku z czym niezbędne są działania prowadzące do zminimalizowania ryzyka narażenia zawodowego ludzi pracujących z promieniowaniem oraz ciągłość kontroli poziomu ich narażenia.

W Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN prowadzone są pomiary dawek promieniowania jonizującego przy pomocy nowoczesnych dawkomierzy TLD. Oprócz wielu zalet pasywne dawkomierze termoluminescencyjne posiadają kilka wad do których należy między innymi brak możliwości powtórnego odczytu dawki. W przypadku gdy pomiar dawki nie był wiarygodny nie istnieje możliwość sprawdzenia poprawności odczytu dawkomierza. W laboratorium LADIS podjęto próby opracowania metody pozwalającej na powtórny odczyt dawkomierza po uprzednim naświetleniu go promieniowaniem UV. Opracowywana metoda pozwoli na weryfikację oraz szczegółową analizę przypadków przekroczeń dawek granicznych.

**KRZYSZTOF CIUPEK
KATARZYNA WOŁOSZCZUK
KATARZYNA SZEWCZAK**

**CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ**

AKREDYTACJA STANOWISKA PROMIENIOWANIA BETA W LWPDIR

Prawidłowy wybór i stosowanie odpowiednich dawkomierzy odgrywa podstawową rolę w jakości pomiarów wykonywanych dla potrzeb monitoringu indywidualnego lub środowiska, w tym w miejscu pracy. Dawkomierze powinny posiadać odpowiednie parametry metrologiczne dla typu i energii promieniowania. Zgodnie z krajowymi przepisami legislacyjnymi, każdy dawkomierz niewyposażony w źródło kontrolne, powinien być wzorcowany raz w roku (przed pierwszym zastosowaniem a następnie okresowo). Aktualnie, żadne krajowe Laboratorium Wzorcujące nie dysponuje akredytowanymi

procedurami w zakresie pomiarów mocy dawek i dawek promieniowania beta. W Polsce zatem, dozymetria indywidualna personelu pracującego w narażeniu na promieniowanie prowadzona jest głównie dla dawki pochłoniętej od promieniowania gamma. W związku z powyższym, Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych i Radonowych (LWPDiR) w CLOR, zakupiło wzorzec wtórny promieniowania beta BSS 2 (Beta Secondary Standard) produkcji QSA Global GmbH. Stanowisko to wyposażone jest w źródła:

- Pm-147 o średniej energii promieniowania beta równej 0,06MeV
- Kr-85 o średniej energii promieniowania beta równej 0,24MeV
- Sr-90/Y-90 o średniej energii promieniowania beta równej 0,8MeV

W celu polepszenia parametrów wiązki promieniowania beta, do każdego źródła dołączony jest odpowiedni filtr. Stanowisko BSS 2 posiada zautomatyzowany panel sterowany przez operatora przy pomocy komputera. Oprogramowanie wraz z uaktualnianymi przez PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) współczynnikami kalibracji umożliwia prawidłowy odczyt pochłoniętej mocy dawki/dawki zgodnie z obowiązującymi normami ISO.

Obecnie Laboratorium Wzorcowania Przyrządów Dozymetrycznych i Radonowych uzyskało nowe świadectwa kalibracji źródeł i przymierza się do zorganizowania porównań międzylaboratoryjnych w zakresie mocy dawki promieniowania beta (wymogi akredytacyjne Polskiego Centrum Akredytacji). W czasie wystąpienia przedstawione zostaną wyniki dotychczasowych prac jak i harmonogram działań mających na celu uzyskanie akredytacji PCA.

<p>MACIEJ BUDZANOWSKI AGNIESZKA SZUMSKA RENATA KOPEĆ</p>	<p>INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ KRAKÓW</p>
<p>DOZYMETRIA NA SOCZEWKI OCZU - NOWA METODA I USŁUGA POMIARU HP(3) W LADIS.</p>	
<p>W ostatnich latach zaobserwowano wzrost zainteresowania oceną dawek na soczewki oczu w radiologii interwencyjnej, ze względu na fakt, że zaćma może być indukowana przez dawki promieniowania na poziomie niższym niż dotychczas sądzono. Ostatnie badania epidemiologiczne wykazały, że dawki mniejsze niż 0,5 Gy mogą powodować zaćmę, podczas gdy inne badania sugerują nawet, że nie istnieje taki próg dawki.</p> <p>W odpowiedzi na nowe dane, ICRP (International Commission of Radiological Protection) oraz BBS (Basic Safety Standards) wydała zalecenie zmniejszające limit dawki na soczewki oka z 150 mSv do 20 mSv. Zalecenie to zostanie przejęte jako podstawowa norma bezpieczeństwa a poprzez UE stanie się wymogiem prawnym. Z tego powodu pomiar dawek na soczewki oczu, w niektórych przypadkach będzie konieczny.</p> <p>Indywidualne dozymetry osobiste noszone na tułowie Hp(10) czy dawkomierze pierścionkowe Hp(0,07) nie dają możliwości poprawnego zmierzenia dawki na soczewki oka. Detektory oczne pozwalają na precyzyjne pomiary dawek promieniowania na soczewki oczu Hp(3), również w przypadku stosowania</p>	

okularów ochronnych. W ramach europejskiego projektu projektu ORAMED (<http://www.oramed-fp7.eu>) opracowano pierwszy dawkomierz specjalnie przeznaczony do pomiarów Hp(3). Dawkomierz ten spełnia wszystkie wymagania dotyczące stosowania go w dozymetrii w radiologii zabiegowej.

W LADIS od lutego 2012 wdrożono pomiar dawek Hp(3) na soczewki oczu jako rutynową procedurę.

KATARZYNA GOLNIK
MARIA KOWALSKA

CENTRALNE LABORATORIUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

**CYTOGENETYCZNA REKONSTRUKCJA DAWKI POCHŁONIĘTEJ - USŁUGA
POMIAROWA CLOR ORAZ PRZYKŁADY JEJ PRAKTYCZNEGO
ZASTOSOWANIA**

Skutkiem działania promieniowania jonizującego na człowieka są różnego rodzaju zmiany w cząsteczkach, komórkach i tkankach organizmu. Zmiany, które cechuje trwałość, swoistość na promieniowanie i proporcjonalność do dawki pochłoniętej mogą stanowić użyteczne markery biologiczne. Najlepszym biomarkerem dawki jest częstość występowania chromosomów dicentrycznych (dicentryków) w limfocytach krwi. Biomarker ten wykorzystywany jest w metodzie cytogenetycznej rekonstrukcji dawki przeprowadzanej w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) w Warszawie. Pracownia Dawek Indywidualnych i Środowiskowych CLOR posiada wprowadzony i udokumentowany system jakości, który spełnia wymagania Normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005. Pracownia posiada akredytację Państwowego Centrum Akredytacji na metodę wyznaczania pochłoniętych dawek promieniowania γ ^{60}Co i promieniowania X (243 kV, HVL-2,5 mm). Poza akredytacją CLOR może wyznaczać pochłonięte dawki od promieniowania γ ^{192}Ir , mieszanego promieniowania $n+\gamma$ ze źródła izotopowego Am-Be oraz innych źródeł promieniowania jonizującego.

Cytogenetyczna Rekonstrukcja Dawki jest szczególnie przydatna wtedy, kiedy ofiara zdarzenia radiacyjnego wymaga specjalistycznego leczenia, a w czasie zdarzenia nie posiadała dawkomierza osobistego, albo uległ on uszkodzeniu lub skażeniu substancjami promieniotwórczymi, a w czasie zdarzenia nie były prowadzone kontrolne pomiary promieniowania. Kolejne przykłady zastosowania to: ekspozycja dużej liczby osób i konieczność ustalenia, kto został narażony, a kto nie, oraz postępowanie wyjaśniające w związku z zarejestrowaniem przez dawkomierz osobisty pracownika dawki promieniowania przekraczającej limit roczny. Dokładna ocena dawki wymaga przeanalizowania 1000 komórek metafazowych lub znalezienia 100 dicentryków. Obserwowana częstość występowania dicentryków jest następnie przeliczana na dawkę pochłoniętą za pomocą odpowiedniej krzywej wzorcowej, formuł (wzorów) matematycznych i programu komputerowego *Chromosomal ABerration cAlculation Software (CABAS)*.

Próbka krwi użyta do rekonstrukcji dawki nie musi być świeżo pobrana. Między pobraniem a rozpoczęciem hodowli mogą upłynąć 1-2 dni, co oznacza, że krew

można wysłać do laboratorium pocztą kurierską lub dostarczyć osobiście, przez inspektora ochrony radiologicznej lub inną upoważnioną osobę. Próbka krwi może być pobrana dopiero po upływie 24 godzin od potencjalnego narażenia i nie później niż 6 miesięcy po narażeniu. We krwi obwodowej liczba limfocytów zawierających dicentryki maleje wykładniczo z czasem. Połowiczny czas życia limfocytów z dicentrykami (T) ocenia się na ok. 130 dni, a jego zakres na 95-220 dni. Dzieje się tak, dlatego, że stare limfocyty są usuwane z organizmu i zastępowane przez młode komórki ze szpiku kostnego, które dicentryków nie zawierają. Ocena dawki jest tym mniej dokładna, im więcej czasu upłynęło między napromienieniem a pobraniem próbki krwi. W przypadku narażenia całego ciała na dawki promieniowania X lub γ większe od 1 Gy, próbki krwi powinny być pobierane już po 24 godzinach od zdarzenia, gdyż popromienne przesunięcie limfocytów z krwi do innych tkanek powoduje spadek ich liczby we krwi obwodowej. Dicentryki mogą występować także spontanicznie w komórkach nienapromienionych. Wyznaczona przez nas spontaniczna częstość występowania dicentryków wynosi średnio 1 dicentryk na 1000 komórek (zakres: 0-2 dicentryki na 1000 komórek). Dlatego też, na podstawie obliczeń statystycznych, najmniejsza wykrywalna dawka ma wartość 0,09 Gy dla promieniowania X i 0,17 Gy dla promieniowania γ ^{60}Co .

W prezentacji omówione zostaną trzy przypadki cytogenetycznej rekonstrukcji dawki przeprowadzone w 2011 roku.

**GRAŻYNA KRAJEWSKA KATARZYNA
WOŁOSZCZUK KRZYSZTOF CIUPEK**

**CENTRALNE LABORATORIUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ**

**NARAŻENIE PRACOWNIKÓW NA PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE OD JODU
PROMIENIOTWÓRCZEGO W ZAKŁADACH MEDYCZYNY NUKLEARNEJ**

CLOR wykonuje pomiary na zawartość promieniotwórczego jodu I-131 w tarczycy u pracowników Zakładów Medycyny Nuklearnej w Polsce od 1997 r. W tych placówkach medycznych prowadzone są badania diagnostyczne - scyntygraficzne badania obrazowe tarczycy, wychwyt tarczycowy, oznaczanie poziomu hormonów tarczycowych, badania obrazowe serca i nerek (także z użyciem izotopu technetu) oraz izotopowe badania terapeutyczne - leczenie schorzeń tarczycy, w tym nowotworów tego gruczołu.

Pomiary radiojodu są wykonywane przy użyciu przenośnego zestawu spektrometru promieniowania gamma (prod. Canberra-Packard), składającego się z detektora NaI(Tl) 3x3 cale oraz analizatora wielokanałowego Canberra UniSPEC z systemem analizy widma Genie-2000. Minimalna mierzalna aktywność (MDA) zestawu pomiarowego, zależna od warunków pomiarowych w konkretnym zakładzie medycyny nuklearnej, wynosi 10 – 50 Bq (dla standardowego czasu pomiarowego 300 sekund).

W latach 2008 -2011 wykonano pomiary zawartości I-131 (oraz Tc-99m) w dziesięciu placówkach medycznych w Polsce. Personel tych placówek, podzielony umownie, w

MARTA BOGUSZ - CZERNIEWICZ

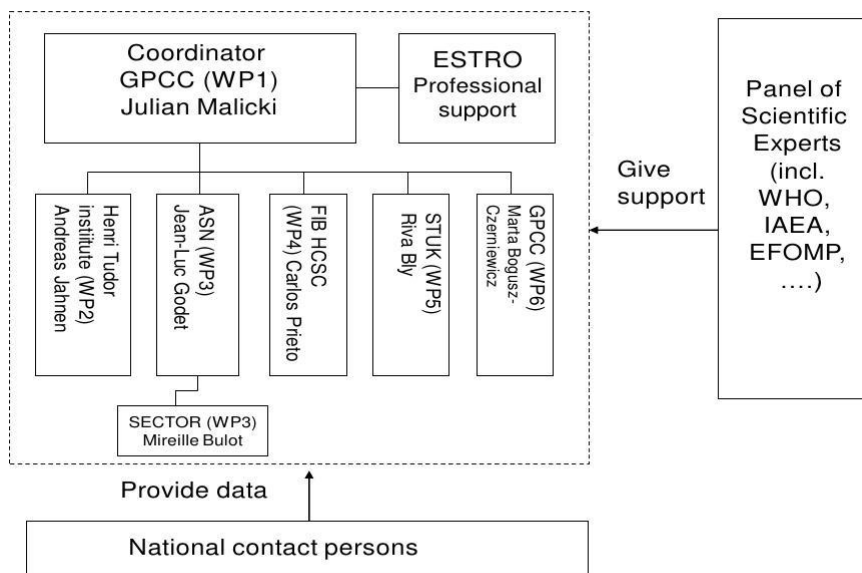
**WIELKOPOLSKIE CENTRUM ONKOLOGII
POZNAŃ**

**WSTĘPNE WYNIKI BADANIA ANKIETOWEGO REALIZOWANEGO W RAMACH
PROJEKTU KE
ACCIRAD - GUIDELINES ON RISK ANALYSIS OF ACCIDENTAL AND UNINTENDED
EXPOSURES, IN RADIOTHERAPY - WYTYCZNYCH KOMISJI EUROPEJSKIEJ W
ZAKRESIE ANALIZY RYZYKA PRZYPADKOWYCH I NIEZAMIERZONYCH
NAPROMIENIOWAŃ W RADIOTERAPII**

zależności od czynności jakie wykonuje z izotopami promieniotwórczymi, na pracowników technicznych (badania diagnostyczne), medycznych (lekarze, pielęgniarki) i pomocniczych (salowe, sprzątające), wykazuje obecność radiojodu (oraz technetu) w tarczycy. Średnia zmierzona aktywność w tarczycy pracowników zakładów medycyny nuklearnej wyniosła 600 Bq (zakres 50 Bq – 70 kBq). Średnia i zakres aktywności I-131 wyniósł odpowiednio 1500 Bq (100 Bq – 70 kBq), 400 Bq (30 Bq – 3000Bq), 150 Bq (50 Bq - 1000Bq) dla grupy pracowników technicznych, medycznych i pomocniczych. Nie stwierdzono istotnych korelacji pomiędzy poziomem zawartości I-131 a kategorią zawodową pracowników. Jednakże personel z grupy pracowników technicznych wykazuje wyższy poziom radiojodu w porównaniu z pracownikami pomocniczymi. Na bazie pomiarów dokonano oceny narażenia od wchłonieć jodu promieniotwórczego, licząc roczne dawki skuteczne od wchłoniętego I-131 u pracowników. Obliczenia dawek przeprowadzono przy założeniu, że maksymalna dawka skuteczna narażonych pracowników nie może przekroczyć 20 mSv/rok. Wartość średnia dawki skutecznej wynosi poniżej 50% limitu 20 mSv.

Projekt ACCIRAD złożono w lipcu 2011 r. w ramach przetargu ogłoszonego przez Komisję Europejską. Projekt pozytywnie przeszedł procedurę konkursową i w styczniu 2012 r. przyjęty został do finansowania.

Skład konsorcjum projektu ACCIRAD, stanowią światowej sławy instytucje: Wielkopolskie Centrum Onkologii (lider projektu) reprezentowany przez Juliana Malickiego (koordynatora pakietu zadaniowego WP1 – zarządzanie projektem), oraz Martę Bogusz-Czerniewicz (lidera pakietu WP6 – organizacja warsztatów naukowych). Public Research Centre Henri Tudor (Luksemburg) reprezentowany przez Andreas Jahnen i Ralf Herbst (liderów pakietu WP2 – przygotowanie badania ankietowego na temat stopnia implementacji postanowień Dyrektywy 97/43 w zakresie m.in. oceny ryzyka zdarzeń radiacyjnych), Nuclear Safety Authority (Francja) reprezentowane przez Jean Luc Godet i Mireille Bulot (Sector) – (liderów pakietu WP3 – których rolą jest przegląd i ocena zdarzeń radiacyjnych w Europie). Fundacion Investigacion Biomedica Hospital Clinico San Carlos (Hiszpania) reprezentowany przez Carlos Prieto, Jose Delgado (z Hospital Universitario 12 de Octubre) oraz Maria Luisa Ramirez i Arturo Perez (z CSN) – liderów pakietu WP4 – polegającego na przeglądzie metodologii klasyfikacji, raportowania i rejestracji zdarzeń radiacyjnych) Radiation and Nuclear Safety Authority (Finlandia) reprezentowany przez Ritva Bly, Hannu Jarvinen liderów pakietu WP5 – których zadaniem jest opracowanie wytycznych dot. oceny ryzyka zdarzeń radiacyjnych, oraz Przedstawiciele Europejskiego Towarzystwa Radioterapii Onkologicznej - Marco Krengli i Philippe Maignon – jako ciało doradcze konsorcjum.



Ryc. 1 Konsorcjum projektu ACCIRAD

Panel ekspercki, którego rolą jest ocena wyników pracy konsorcjum, stanowią reprezentanci kluczowych organizacji międzynarodowych w tym: Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologii (ICRP) Międzynarodowej Organizacji Zdrowia (WHO),

Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA), Europejskiego Towarzystwa Radioterapii Onkologicznej (ESTRO), Europejskiej Federacji Towarzystw Elektoradiologicznych (EFRS), Europejskiej Federacji Organizacji Fizyków Medycznych (EFOMP), jak również wybitni eksperci w dziedzinie leczenia onkologicznego z wykorzystaniem promieniowania jonizującego.

Projekt będzie trwał dwa lata (do grudnia 2013 r.) a jego celem jest opracowanie europejskich wytycznych w zakresie analizy ryzyka przypadkowych i niezamierzonych napromieniowań w radioterapii. Rezultaty prac konsorcjum zaprezentowane zostaną w Poznaniu podczas otwartych europejskich warsztatów naukowych, w kwietniu 2013 roku (www.accirad-workshop.eu).

Pierwsze wyniki przeprowadzonych badań ankietowych na temat stopnia wdrożenia postanowień MED Dyrektywy w krajach UE, stanowiąc będą temat dyskusji podczas kolejnego spotkania konsorcjum w Helsinkach w terminie 19-20.06.2012.

<u>Wojciech Głuszewski</u>	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie
MARIA SKŁODOWSKA-CURIE PREKURSORKĄ METODY RADIACYJNEJ STERYLIZACJI	
<p>Chemia radiacyjna jest nauką zajmującą się zjawiskami chemicznymi wywołanymi przez działanie promieniowania jonizującego na materię. Pojęcie radiolizy wprowadziła do nauki Maria Skłodowska – Curie. Zauważyła ona, że w kontakcie soli radu z wodą powstają produkty gazowe i przez analogię do elektrolizy nazwała to zjawisko radiolizą. Rozwój chemii radiacyjnej zaowocowały w późniejszym czasie praktycznymi zastosowaniami promieniowania jonizującego w wielu dziedzinach przemysłu, medycyny, rolnictwa, ochrony środowiska, badań kosmicznych i nauki.</p> <p>W roku, w którym obchodzimy 80 rocznicę powstania Instytutu Radowego w Warszawie warto przypomnieć, że podwaliny pod dzisiejsze technologie radiacyjnej sterylizacji dały prace Marii Skłodowskiej-Curie. Wówczas już zdawano sobie sprawę z możliwości wykorzystania „radiacji” do unieszkodliwiania patogenów, jednak nie dysponowano jeszcze odpowiednio dużymi źródłami promieniowania. Nie były one zresztą tak naprawdę na początku ubiegłego wieku potrzebne, gdyż większość ówczesnych wyrobów medycznych tanio i skutecznie wyjaławiano termicznie. Metody radiacyjne musiały, więc poczekać jeszcze kilkadziesiąt lat na praktyczne zastosowania. Dopiero postęp w dziedzinie chemii i przetwórstwa polimerów, jaki miał miejsce w latach pięćdziesiątych XX wieku - który doprowadził do upowszechnienia się w praktyce medycznej sprzętu jednorazowego użytku - spowodował zapotrzebowanie na tzw. „zimne” metody wyjaławiania. Wrócono wówczas do prac nad oddziaływaniem promieniowania na mikroorganizmy. Gwoli ścisłości należy dodać, że wcześniej do zimnej sterylizacji zastosowano metody chemiczne. Do dnia dzisiejszego konkurują ze sobą te dwie technologie: gazowa - oparta na toksycznym działaniu tlenu etylenu (ETO) i</p>	

stosunkowo później rozwinięta technika radiacyjna wykorzystująca wiązkę elektronów, promieniowanie *gamma* i promieniowanie hamowania. Metoda radiacyjna, mimo wieloletnich już doświadczeń jest nadal traktowana jako najbardziej nowoczesne rozwiązanie w dziedzinie masowego wyjaławiania wyrobów w temperaturze zbliżonej do pokojowej. Sterylizacja radiacyjna posiada kilka unikatowych zalet, które powodują, że w wielu przypadkach jest po prostu nie do zastąpienia. Pozwala na przykład, w odróżnieniu od metod gazowych, sterylizować wyroby w całej objętości łącznie z opakowaniem jednostkowym i zbiorczym. Nie ma, więc potrzeby przepakowywania kartonów z wyrobami. Dla porównania ETO, działa jedynie na powierzchnie materiału i wymaga późniejszego długotrwałego wietrzenia, które nawiasem mówiąc nigdy nie jest stuprocentowe. Na świecie obserwuje się tendencję do odchodzenia od metod chemicznych a ściślej mówiąc chemiczno – fizycznych (potrzeba stworzenia opakowania przepuszczalnego dla gazu) na rzecz technologii radiacyjnych. Nie są to jednak zmiany tak szybkie, jak mogliby oczekiwać tego producenci akceleratorów i przemysłowych źródeł *gamma*. Wytwórcy urządzeń do gazowej sterylizacji „nie zasypiają gruszek w popiele” i stale unowocześniają instalacje, dzięki czemu stają się one coraz bardziej bezpieczne dla obsługi i otoczenia. Z punktu widzenia pacjentów ważne jest jednak, że metoda radiacyjna nie pozostawia w wyrobach szkodliwych zanieczyszczeń i jest sposobem pewniejszym, nie istnieje, bowiem w tym przypadku możliwość pominięcia patogenów w trudno dostępnych dla gazu miejscach. Proces radiacyjnej obróbki, zwłaszcza wiązką elektronów, jest również znacznie szybszy od procesów chemicznych. Czas przebywania wyrobów pod skanerem akceleratora, liczony na pojedynczy wyrób, to zaledwie kilkanaście sekund. Wysterylizowanie dużej partii produktów to czas maksymalnie kilku godzin. Kartony po napromienieniu można od razu przewieźć do hurtowni lub szpitala.

W stosunkowo krótkim czasie obróbka radiacyjna stała się ogólnie dostępna i obecnie traktowana jest niemal jak usługa rutynowa. W naszym kraju, który ma duże osiągnięcia w dziedzinie przemysłowych zastosowań technik radiacyjnych, postawiono głównie na promieniowanie elektronowe. Podstawową zaletą technik akceleratorowych w porównaniu ze źródłami radioizotopowymi, wyposażonymi najczęściej w promieniotwórczy kobalt (^{60}Co) jest dużo większą mocą dawki a co za tym idzie możliwością dostarczenia energii promieniowania w bardzo krótkim czasie. Pozwala to zmniejszyć wydajność procesów postradiacyjnego utleniania, będących głównym czynnikiem degradacji polimerów. Akceleratory są również lepiej postrzegane w opinii społecznej, jako w pewnym sensie zwykłe urządzenia elektryczne, które po wyłączeniu nie stwarzają zagrożenia radiologicznego. Jak się ocenia przeszło 50% wyrobów medycznych jednorazowego użytku na świecie jest obecnie sterylizowanych radiacyjnie.

OSOBNYM DYSKUTOWANYM OD LAT ZAGADNIENIEM JEST WYKORZYSTANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO DO UTRWALANIA PŁODÓW ROLNYCH. PROWADZONE OD LAT BARDZO GRUNTOWNE BADANIA UDOWADNIAJĄ, ŻE OBRÓBKA RADIACYJNA ŻYWNOŚCI JEST BEZPIECZNĄ DLA ZDROWIA METODĄ KONSERWACJI.

OBECNIE PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE STOSUJE SIĘ RÓWNIEŻ DO STERYLIZACJI FARMACEUTYKÓW, KOSMETYKÓW, ZIOŁ, PRZYPRAW ZIOŁOWYCH I DZIEŁ SZTUKI.

Współczesne akceleratory charakteryzują się parametrami odpowiednimi do potrzeb w danej dziedzinie zastosowań, przy czym energia elektronów nie przekracza 10 MeV. To ograniczenie daje gwarancję, że obróbka radiacyjna nie wywoła radioaktywności napromienionego materiału. Teoretycznie, w reakcjach fotojądrowych wysokoenergetycznego promieniowania γ z jądrami niektórych pierwiastków mogą

tworzyć się izotopy radioaktywne. Dlaczego więc formalne ograniczenia dotyczą wiązki elektronów, a nie źródeł kobaltowych i cezowych? Otóż w kobaltowych instalacjach stosuje się kwanty promieniowania γ o energiach 1,33 MeV i 1,17 MeV, emitowane przez wzbudzone jądra ^{60}Ni , powstające w wyniku β rozpadu ^{60}Co . W przypadku bardzo nielicznych już źródeł cezowych do radiacyjnej obróbki wykorzystuje się kwanty promieniowania gamma o jeszcze mniejszej energii. Wszystkie te energie są o rząd wielkości mniejsze od progów energetycznych na aktywację jądrową. Obróbka radiacyjna w źródłach γ nie stwarza pod względem radiologicznym zagrożeń dla wyrobów.

Promieniowanie γ o dużej energii, z niewielką zresztą wydajnością powstaje natomiast jako wynik hamowania elektronów. Szansa na to, że materiał po napromieniowaniu wiązką elektronów będzie radioaktywny jest jednak bardzo mała. Po pierwsze, musiałby on zawierać miedź, ale i wówczas radionuklidy uległyby rozpadowi bardzo szybko. Tak, więc w zasadzie do sterylizacji polimerów można byłoby bezpiecznie wykorzystywać wiązki elektronów o energii np. 13 MeV. Jednak, aby zapobiec wszelkim nawet czysto hipotetycznym podejrzeniom o wzbudzenie radioaktywności żywności, zwłaszcza konserwowanej za pomocą promieniowania elektronowego wprowadzono restrykcyjne ograniczenia energii elektronów do wspomnianych już 10 MeV.

- Z.P. Zagórski, Sterylizacja Radiacyjna z elementami chemii radiacyjnej i badań radiacyjnych, IChTJ, Warszawa 2007, s.272
- Z. Zimek, Technika radiacyjna w PTJ, 2008, Vol. 51, Z.4, s. 15-22
- W. Głuszewski, Z.P. Zagórski, Procesy radiacyjnego sieciowania polimerów, Tworzywa Sztuczne i Chemia 2010, 2, 58-60
- Głuszewski, W., Panta, P., Kubera, H.,(2006). Wpływ promieniowania jonizującego na materiały opakowaniowe, Opakowanie Nr. 9, 24.
- Chmielewski, A.G., (2006). Packaging for food irradiation, Raport B IChTJ (1/06)
- Zagórski, Z.P., Głuszewski, W., Rzymiski, W., (2002). Radiacyjna modyfikacja polimerów, Plastics Review, 7(20): 23-2

<u>WOJCIECH GŁUSZEWSKI</u>	CENTRUM BADAŃ I TECHNOLOGII RADIACYJNYCH INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ
ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA MATERIE	
Wprowadzenie	
W wykładzie omówiono podstawowe kwestie z zakresu oddziaływania z materia	

trzech rodzajów promieniowania jonizującego stosowanych obecnie na skalę przemysłową do obróbki radiacyjnej materiałów - *wiązki elektronów, promieniowania γ oraz promieniowania hamowania*. Zwrócono uwagę na różnicę między napromienieniem i promieniotwórczością. Wykazano, że przemysłowe instalacje radiacyjne nie mogą wywołać jądrowej aktywacji w napromienionych wyrobach.

Promieniowaniem jonizującym określa się wszystkie rodzaje promieniowania, które wywołują oderwanie przynajmniej jednego elektronu od atomu lub cząsteczki albo wybitego elektronu ze struktury krystalicznej. Promieniowanie jonizujące bezpośrednio to obiekty posiadające ładunek elektryczny – jonizują głównie przez oddziaływanie kulombowskie. Promieniowanie jonizujące składające się z obiektów bez ładunku elektrycznego jonizuje materię poprzez rozpraszanie comptonowskie, efekt fotoelektryczny oraz kreację par elektron - pozyton.

1 elektronowolt, eV, jest to energia kinetyczna, jaką uzyskuje elektron przyśpieszony w polu elektromagnetycznym o różnicy potencjałów jednego wolta, V.

Podstawową jednostką miar w chemii radiacyjnej jest grej (Gy). Definiuje się go jako jednostkę dawki pochłoniętej, tj. absorpcji energii jednego dżula (J) w 1 kilogramie napromienianej materii.

Oddziaływanie wiązki elektronów z materia

W obróbce radiacyjnej wykorzystuje się wysokoenergetyczne elektrony o energii nie większej niż 10 MeV i mocy wiązki od kilku do kilkudziesięciu kW. Stopień jonizacji elektronami wyraża się ilościowo poprzez tzw. **straty jonizacyjne**: - dE/dx, czyli część energii kinetycznej elektronu, wydatkowanej na procesy jonizacji i wzbudzenia atomów danego ośrodka materialnego. Zależy on od liczby porządkowej Z, atomów ośrodka, początkowej energii elektronów, oraz od liczby elektronów orbitalnych w 1 cm³ materiału ośrodka.

Straty radiacyjne elektronu to część energii elektronu tracona w wyniku kulombowskiego hamowania ładunkami jąder atomowych ośrodka materialnego. W przypadku wody, miękkiej tkanki biologicznej oraz polimerów organicznych, (z których są wykonywane np. wyroby medyczne jednorazowego użytku) i energii elektronów równej 10 MeV straty radiacyjne są o rząd wielkości mniejsze w porównaniu do strat jonizacyjnych.

W celu porównania różnych oddziaływań wprowadzono w fizyce jednostkę przekroju czynnego, δ , który to termin jest miarą prawdopodobieństwa zaistnienia danego oddziaływania. Jednostką przekroju czynnego jest barn, **b**, o wymiarze 1x10⁻²⁴ cm².

Wyniki obliczeń masowej zdolności hamowania elektronów dla wody (Z efektywne ~7), uzyskane na podstawie wzoru Bethe'go, dla szerokiego zakresu energii od 10 eV do 10 MeV charakteryzują się maksymalną wartością przy energii 146 eV, natomiast w przedziale od 1 do 10 MeV zmiany są pomijalne.

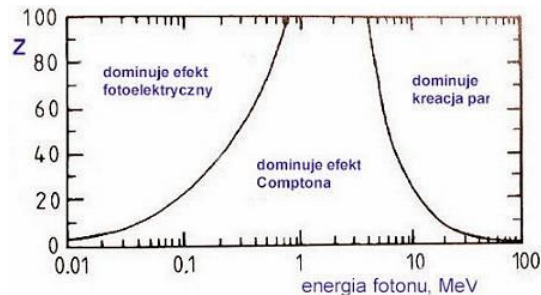
Zestawienie zależności masowej zdolności hamowania z zasięgiem elektronów ilustruje fakt, że przy tysiącrotnym zwiększeniu energii elektronów absorbowanych w wodzie lub materiale równoważnym wodzie następuje wzrost zasięgu aż 10 tysięcy razy większy, natomiast zdolność hamowania obniża się tylko dziesięciokrotnie.

Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materia

W przypadku promieniowania elektromagnetycznego, tzn. γ (⁶⁰Co) lub rentgenowskiego (X) oddziaływanie z materia przebiega inaczej niż dla wysokoenergetycznych elektronów.

Najważniejsze są trzy zjawiska:

- Efekt fotoelektryczny, w którym niskoenergetyczny foton zostaje zaabsorbowany w atomie, a jego energia zostaje wyemitowana w postaci fotoelektronu. Powstaje para zjonizowany atom i fotoelektron. Wszelkiego typu fotokomórki działają na tej zasadzie.
- Odrzut lub rozproszenie Comptona, dla którego energia fotonu przewyższa znacznie energię elektronów orbitalnych. W rezultacie foton traci część energii na emisję elektronu komptonowskiego, a rozproszony foton zmienia pierwotny kąt padania na dany atom. Poglądowo można powiedzieć, że foton i elektron zachowują się podobnie do zderzenia bil (jest to tzw. model „kul bilardowych”). Szczegółowy opis zjawiska jest bardzo skomplikowany. Zjawisko Comptona dominuje w szerokim zakresie energii fotonów. W przypadku promieniowania γ (^{60}Co) zjawisko Comptona przy średniej energii fotonu równej 1,25 MeV nie zależy w ogóle od liczby atomowej, Z , ośrodka materialnego.
- Jeżeli energia fotonu przekracza poziom 1,022 MeV, to wtedy ma miejsce tworzenia par: elektron – pozytron, które to cząstki naładowane elektrycznie ulegają anihilacji z emisją dwu nowych fotonów o energiach 0,511 MeV.



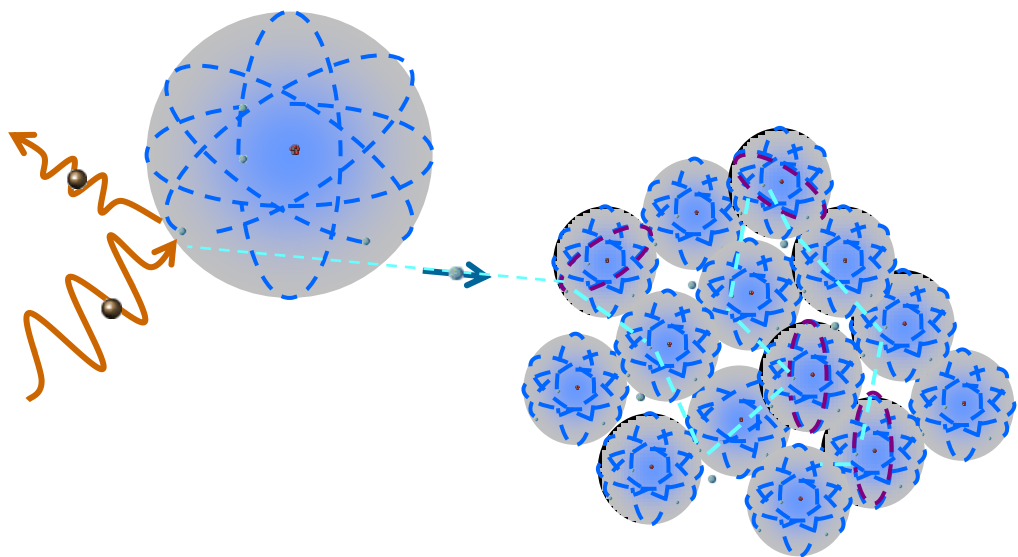
Reakcje fotojądrowe.

Możliwe jest wzbudzenie w materiale radionuklidów w wyniku działania wysokoenergetycznego promieniowania elektronowego. Odpowiedzialne są za to reakcje fotojądrowe zachodzące z udziałem promieniowania elektromagnetycznego powstającego w efekcie hamowania elektronów. Ograniczenie w instalacjach przemysłowych energii elektronów do 10 MeV eliminuje to niewielkie zresztą ze względu na krótki czas życia radionuklidów zagrożenie.

Reakcja fotojądrowa	Próg energetyczny	Półokres rozpadu
$^{65}\text{Cu} (\gamma, n) ^{64}\text{Cu}$	10,2 MeV	12 godzin
$^{63}\text{Cu} (\gamma, n) ^{62}\text{Cu}$	10,9 MeV	10 minut
$^{64}\text{Zn} (\gamma, n) ^{63}\text{Zn}$	13,8 MeV	9 minut
$^{16}\text{O} (\gamma, n) ^{15}\text{O}$	16,3 MeV	2,1 minuty
$^{12}\text{C} (\gamma, n) ^{11}\text{C}$	18,7 MeV	21 minut

Podsumowanie

- Oddziaływanie wysokoenergetycznych elektronów akceleratorowych oraz fotonów gamma i rentgenowskich jest bardzo skomplikowanym zjawiskiem.
- Najważniejszymi skutkami oddziaływania wysokoenergetycznych elektronów z materią są straty jonizacyjne, które dominują ilościowo, oraz straty radiacyjne mające znaczenie drugorzędne przy optymalnej energii początkowej – równej 10 MeV i niskim Z na poziomie około 7.
- W przypadku wysokoenergetycznych fotonów gamma i rentgenowskich dominuje ilościowo efekt Comptona a za zjawiska chemiczne odpowiedzialne są powstałe wtórnie elektrony komptonowskie.



- Efektywność procesów radiacyjnych zależy istotnie od gęstości elektronowej napromienianego materiału, wielkości zastosowanej dawki promieniowania i od ewentualnej zawartości wody, która w wyniku indukowanego promieniowania radiolizy generuje produkty aktywne chemicznie.

Spis rekomendowanej literatury:

- Basdevant J.L., Rich J., Spiro M., Fundamentals in Nuclear Physics, Springer, New York, 2005.
- H.Bethe, W. Heitler, Proc. Roy.Soc.A., 145, 83 (1934)
- H.Bethe, Handbuch der Physik, vol.24, p.273, Springer, Berlin, 1953.
- R.Evans, Atomic Nucleus, McGraw Hill, New York 1955: reprint 1975.
- R.M. Sternheimer, M.J. Berger and S.M. Seltzer, Atomic Data and Nuclear Data Tables 30, 261, (1984).
- Mozumder, Radiation Chemistry, Wiley, 1995
- J. Lilley, Nuclear Physics – Principles and Applications, J. Wiley, New York 2001.
- Mozumder, J.L. Magee, Rad. Res., 28, 203, (1966)
- D.E. Lea, Actions of Radiations on Living Cell, Cambridge University Press, Cambridge 1956.
- U.Fano, Phys.Rev., 92, 328, 1953.
- ICRU Report No 16: Linear Energy Transfer, Washington, 1970.
- ICRU Report No 37: Stopping Powers for Electrons and Positrons, Washington,

1984.

- A.K. Savinskij, Vzaimodejstve elektronov s tkaneekvivalentnymi sredami, Moskwa, 1984.
- J.C.H. Spence, High-Resolution Electron Microscopy, Oxford University Press, 2003.

WIESŁAW GORĄCZKO

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA
INSPEKTOR OCHRONY
RADIOLOGICZNEJ
EDUKATOR ENERGETYKI JĄDROWEJ
POLSKIE TOWARZYSTWO
NUKLEONICZNE**

JĄDROWY CYKL PALIWOWY DLA POLSKI

Omówiono na wstępie elementy jądrowego uranowego cyklu paliwowego, które mogą być realizowane w Polsce.

Największym problemem współczesnej energetyki jądrowej (przed którym stoi także Polska), to decyzja o sposobie gromadzenia i/lub przeróbce wypalonego paliwa jądrowego. Są dwie filozofie postępowania z wysokoaktywnym wypalonym paliwem jądrowym, a mianowicie :

recykling wypalonego paliwa – cykl zamknięty

traktowanie wypalonego paliwa jako odpad, bez podejmowania działań recyklingowych – cykl otwarty.

Oba cykle charakteryzują się zarówno cechami pozytywnymi, jak i negatywnymi.

Autor przedstawia różnice wynikające z możliwości przyjęcia w Polsce filozofii cyklu zamkniętego, a mianowicie :

Możliwość recyklingu nawet do 96% wypalonego paliwa jądrowego

Oszczędność nawet do 34% naturalnych zasobów uranu

Możliwość zmniejszenia 5-eciofoldowej ilości powstających wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych w elektrowni jądrowej

Zmniejszenie 10-ciofoldowej aktywności wysokoradiotoksycznych odpadów promieniotwórczych

Wprowadzenie cyklu zamkniętego spowoduje wzrost ceny 1 kWh o około 6%.

Omówiono postępowanie z odpadami promieniotwórczymi za granicą, w szczególności doświadczenia i technologię we Francji.

W konkluzji autor stwierdza, że zamknięty cykl paliwowy jest najlepszym rozwiązaniem dla Polski, zarówno pod względem technologicznym, ekologicznym, właściwej gospodarki odpadami, ochrony radiologicznej, jak i polityki społecznej.

RAFAŁ PIETRZYK

**UNIwersytet ADAMA MICKIEWICZA W
POZNANIU**

EDUKACJA DLA ENERGETYKI JĄDROWEJ NA UCZELNIACH W POLSCE

W ostatnim czasie projekt powstania w Polsce pierwszej elektrowni atomowej nabrał tempa i istnieją już wyznaczone wstępnie daty kolejnych etapów wdrożenia inwestycji. Jednak sama elektrownia to nie wszystko, należy pamiętać że każde urządzenie potrzebuje operatora i osoby odpowiedzialnej za jego stan. Postanowiliśmy sprawdzić jak do projektu przygotowują przyszłych absolwentów polskie uczelnie wyższe. Na podstawie informacji znalezionych na stronach atom.pl postanowiliśmy zadać pytanie uczelniom tam

wymienionym w jaki sposób przygotowują swoich studentów jako przyszłych pracowników energetyki jądrowej.

WOJCIECH GŁUSZEWSKI

**Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w
Warszawie**

**ZASTOSOWANIE TECHNIKI JĄDROWYCH DO IDENTYFIKACJI I KONSERWACJI
DZIEŁ SZTUKI NA PRZYKŁADZIE OBRAZÓW REMBRANDTA Z KOLEKCJI
LANCKOROŃSKICH**

Konserwacja dzieł sztuki początkowo polegała na studiach porównawczych, kompozycyjnych, ikonograficznych i stylistycznych. Wszystkie one, podobnie jak proste metody fizyko-chemiczne nie dawały dostatecznie pełnej informacji o badanym obiekcie. Dopiero zastosowanie technik jądrowych pozwoliło na szczegółowe rozpoznanie i identyfikację materiału, z którego wykonano dzieło. Opracowano metody oznaczania pierwiastków śladowych w badanych obiektach oraz sposoby na określenie techniki, jaką posługiwał się artysta. Obecnie techniki nuklearne wykonuje się stosując: diagnostykę, obrazowanie, dokumentację, badania nad budową technologiczną i technologią wyrobu, prace nad pochodzeniem, datowanie oraz identyfikację falsyfikatów.

Określenie składu pierwiastkowego w sposób nieniszczący jest kluczowym warunkiem w prowadzeniu analizy dla próbek o szczególnej wartości. Mogą to być, obiekty zabytkowe lub dzieła sztuki ewentualnie inne przedmioty o dużej wartości materialnej. Możliwość wykonania analizy pierwiastkowej w sposób nieniszczący zakłada wykorzystywanie technik analitycznych niewymagających pobrania próbki z badanego obiektu i niepowodujących zmian właściwości materiału.

Te warunki spełnia fluorescencja rentgenowska XRF. Jest ona jedną z najlepszych technik analitycznych służących do analizy składu pierwiastkowego wszelkiego rodzaju próbek. Badane próbki mogą mieć prawie każdy kształt i być w różnym stanie skupienia. Proszki i pasty analizowane są w taki sam sposób, jak ciała stałe lub ciecze. Fluorescencja rentgenowska umożliwia analizy pierwiastków od berylu do uranu w zakresie stężeń od poziomu ppm do 100%. Metoda ta jest obecnie najczęściej stosowaną techniką analityczną w badaniach nieniszczących. Ze względu na szybkość analizy i możliwość wykonania pomiarów bez jakiegokolwiek przygotowania próbek XRF znajduje szerokie zastosowanie w metalurgii, ochronie środowiska (ocena skażenia gleby i osadów) oraz konserwacji dzieł sztuki i zabytków. Ręczne spektrometry XRF używane są powszechnie do prowadzenia badań polowych przez geologów, petrochemików i archeologów. Jako źródła promieniowania w technice XRF najczęściej wykorzystuje się lampę rentgenowską. W przyrządach przenośnych spotyka się wciąż izotopy promieniotwórcze. Obecnie jednak, ze względu na restrykcje dotyczące przewożenia urządzeń zawierających źródła promieniowania jonizującego producenci zastępują je miniaturowymi lampami rentgenowskimi.

W ostatnich latach 80% publikacji naukowych z zakresu identyfikacji dzieł sztuki cytuje wyniki badań uzyskane za pomocą technik jądrowych.

Ciekawy przykład wykorzystania technik rentgenowskich do identyfikacji dzieł sztuki można znaleźć w Zamku Królewskim w Warszawie. Na stałej ekspozycji prezentowane są obrazy, подарowane w 1994 r. Zamkowi przez prof. Karolinę Lanckorońską, spadkobierczynię rodu, należące wcześniej do Kazimierza Rzewuskiego. W ten sposób

dzieła jednego z najznakomitszych zbiorów prywatnych w Europie, są udostępnione szerokiej publiczności. Dotychczas prezentowane w różnych salach ekspozycyjnych Zamku, zyskały obecnie specjalną aranżację w nowo przygotowanych wnętrzach. W kolekcji znajduje się 35 wysokiej klasy obrazów, w tym 15 z galerii Stanisława Augusta. Obok portretów założycieli i twórców kolekcji – przedstawicieli rodu Rzewuskich w Galerii znajdują się dwa z trzech, obecnych w polskich zbiorach, dzieł Rembrandta – *Dziewczyna w ramie obrazu* i *Uczony przy pulpicie*. Po drugiej stronie obrazów Rembrandta wyeksponowano zdjęcia rentgenowskie tych arcydzieł. W ten skromny sposób zwrócono uwagę na pracę naukowców i historyków sztuki, którzy co jeszcze raz podkreślam bardzo często korzystają z nuklearnych metod konserwacji i identyfikacji obiektów o znaczeniu historycznym. Na koniec można jeszcze dodać, że zwiedzający galerię Lanckorońskich mogą również obejrzyć niedawno otwartą w zeszłym roku wystawę kolekcji Tomasza Niewodniczańskiego, zmarłego niedawno fizyka jądrowego przedsiębiorcy i kolekcjonera. W wykładzie krótko omówiona zostanie zasada fluorescencji rentgenowskiej oraz historia warszawskiej Giocondy jak nazywany jest obraz „Dziewczyna w ramie obrazu”. W istocie są to dwa obrazy. Rembrandt początkowo zrobił szkic do portretu osoby, która jak można sądzić zrezygnowała z zamówienia. Deski, na których wykonywano obrazy był cenne, tak, więc z oszczędności wykorzystał ją do kolejnego portretu. Można się zastanowić, czy korzystając z współczesnych metod analitycznych nie udało się odtworzyć pierwotnego obrazu. Znając technikę malarską artysty oraz mając pełną wiedzę na temat farb, jakie stosował moglibyśmy stworzyć „oryginalną” kopię nienamalowanego obrazu Rembrandta.



Literatura:

Wojciech Głuszewski, Śladami Króla Midasa, *Postępy Techniki Jądrowej*, 3, 2011, 49-51

Wojciech Głuszewski, Zbigniew P. Zagórski, Quoc Khoi Tran, Laurent Cortella, Maria Skłodowska Curie - the precursor of radiation sterilization methods, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 400, 2011, 1577- 582

Raport IAEA, Nuclear Techniques for Preservation of Cultural Heritage Artefacts, Laurent Cortella & Quoc Khoi Tran, *Atelier Regional de Conservation - Nuc léart Grenoble, France*, Wojciech Jerzy Głuszewski, *Institute of Nuclear Chemistry and Technology Warsaw, Poland*, Ioan Valentin Moise & Corneliu Catalin Ponta *Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering, IRASM Radiation Processing Centre Bucharest - Magurele, Romania*, 2011, 44 str.

OSŁONY W TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ

W czasie badań diagnostycznych oraz symulacji metodą techniką tomografii komputerowej wiązka pierwotna jest kierowana wyłącznie w stronę pacjenta. Osłonność ścian ma zabezpieczać miejsca przebywania osób w sąsiedztwie tomografu komputerowego wyłącznie przed promieniowaniem rozproszonym od ciała pacjenta i promieniowaniem ubocznym, pochodzącym z głowicy urządzenia. W obliczeniach można posłużyć się szczegółowymi wzorami, podanymi w literaturze źródłowej. Najnowsze rozwiązania technologiczne, stosowane w tomografach komputerowych, są omówione i uwzględnione we wzorach w opracowaniu Amerykańskiej Komisji ds. Ochrony Radiologicznej i Pomiarów – NCRP 147.

Współczesne tomografy wyposażone są w obracającą się wokół osi stołu pacjenta lampę rentgenowską, która generuje wachlarzową wiązkę, kolimowaną do nominalnej szerokości T_b (podawana w centymetrach) w osi obrotu. Typowe napięcia stosowane podczas procedur CT mieszczą się w zakresie 120 – 140 kV_p; wiąże się to z powstawaniem stosunkowo wysokich dawek promieniowania rozproszonego w otoczeniu urządzenia i odpowiednimi wymaganiami dla osłon.

W trybie badania diagnostycznego pacjenta z zastosowaniem skanów spiralnych pacjent na stole przesuwany jest wzdłuż osi obrotu lampy ze stałą prędkością v . Wiązka promieniowania podąża wzdłuż linii śrubowej na powierzchni cylindrycznego fantomu; czas obrotu lampy τ o 360° jest mniejszy lub równy 1 s. Jeśli czas przesunięcia pacjenta na stole przypadający na obrót gantry $b = v\tau$ jest większy niż nominalna szerokość wiązki T_b , skok spirali dla danej sekwencji badania ($p = b/T_b$) jest większy od jedności.

W skanerze jednowarstwowym nominalna szerokość wiązki (grubość warstwy) zmienia się w zakresie 1 – 10 mm. W skanerze wielowarstwowym czy wielorzędowym nominalna szerokość wiązki może wynosić 40mm lub więcej i zawierać n warstw

W skanerze wielowarstwowym/wielorzędowym stosuje się pierścień detektorów, które mogą zarejestrować większą liczbę obrazów częściowych w czasie jednego obrotu; przekroje takie są cieńsze niż nominalna szerokość kolimowanej wiązki.

W nowych aparatach do wielorzędowej tomografii komputerowej, uzyskane dane zostają zapisywane cyfrowo w sposób ciągły, gdyż aparaty te zapewniają uzyskanie tak zwanego spiralnego skanu objętościowego. Następnie można je poddać wtórnym rekonstrukcjom z użyciem następujących technik graficznych:

MIP (maximum intensity projection) – projekcja największych natężeń, wykorzystywana w obrazowaniu naczyń krwionośnych.

MPR (multiplanar reformed reconstruction) – rekonstrukcja w dowolnej płaszczyźnie, umożliwiająca ocenę przekrojów naczyń, mięśnia sercowego, zastawek serca

VR (volume rendering) – rekonstrukcja objętościowa, umożliwiająca uzyskanie trójwymiarowych obrazów, pozwalające na odwzorowanie stosunków anatomicznych, na przykład odwzorowanie przebiegu naczyń

SSD (shaded surface display) – rekonstrukcje powierzchniowe, w których obraz tworzony jest z powierzchniowych pikseli o największym stopniu pochłaniania

wirtualna endoskopia - pozwalająca na odwzorowanie narządów od wewnątrz na przykład:

wirtualna kolonoskopia

wirtualna bronchoskopia

wirtualna angiografia - na przykład koronarografia TK

W dozymetrii służącej do pomiaru dawki promieniowania rozproszonego wokół cała pacjenta poddawanego diagnostyce metodą tomografii komputerowej stosuje się standardowe fantomy akrylowe głowy i ciała o średnicy 16 i 32 cm i długości ok. 15 cm.

Tomografia komputerowa obecnie rozwija się bardzo szybko, wiele danych istotnych do obliczenia obciążenia dawką w otoczeniu urządzenia można uzyskać dla określonych procedur bezpośrednio z monitora urządzenia. W wielu tomografach na monitorze wyświetlany jest już wskaźnik dawki $CTDI_{vol}$ lub wartość DLP (dose-length product), gdzie:

$$DLP = CTDI_{vol} \times L$$

Oraz

$$CTDI_{vol} = 1/3 CTDI_{100,central} + 2/3 CTDI_{100,Peryt/p}$$

Gdzie długość skanowania pacjenta dana jest przez:

$$L = N_R \times b$$

Preferowanym podejściem do obliczania realnej dawki tygodniowej w osłanianych punktach jest metoda DLP z uwzględnieniem realnej liczby procedur specyficznych dla danego ośrodka niż posługiwanie się wskaźnikiem $CTDI_{100}$.

Istotne jest również samo pojęcie procedury. Niektóre z nich prowadzone są łącznie w czasie tego samego badania, dla tego samego pacjenta, np. CT jamy brzusznej łączone z CT klatki piersiowej. W związku z tym w obliczaniu tygodniowego obciążenia dawką osłon aparatu do tomografii komputerowej liczba procedur może być większa niż liczba pacjentów. W obliczeniu osłon założymy możliwie maksymalne obciążenie typowymi procedurami dla ośrodka onkologicznego oraz fakt, że niektóre procedury zawierają skanowanie tego samego obszaru dwu- lub trzykrotnie w badaniach z użyciem kontrastu.

Typowe wartości DLP podawane są często w specyfikacji technicznej danego tomografu komputerowego.

Wymagany współczynnik transmisji B osłony (odwrotność współczynnika osłabiania) obliczamy na podstawie wzoru:

$$B_n = \frac{H_w \cdot l_n^2}{l_1 \cdot T \cdot D_p} \quad (11)$$

Gdzie:

H_w - ogranicznik dawki do zastosowania w miejscu osłanianym,

T - współczynnikiem przebywania w tym miejscu,

D_p - dawka w odległości 1 m od wszystkich procedur prowadzonych w tygodniu na aparacie,

l_1 - odległość referencyjna 1 m
 l_n - odległość punktu „n” od centrum rozpraszania.

Mając wartość wymaganego współczynnika transmisji w osłonie B_n wyznaczamy z wykresów podanych w opracowaniu NCRP 147 wymaganą grubość osłony dla danego punktu.

Najdokładniejszą metodą wyznaczenia osłon jest posługiwanie się rozkładem izodoz dla danego urządzenia, zamieszczanych w materiałach producenta. Jest to metoda bardziej czasochłonna, ale można użyć takich rozkładów dla niektórych kierunków osłaniania dla potwierdzenia wymaganych parametrów osłony.

MONIKA JĘDRZEJEWSKA,
BARTOSZ WĘCKOWSKI,
ANDRZEJ LUTAK,
ROBERT LASKA

**1.LABORATORIUM
BADAWCZE
AMIKA
KONSORCJUM
MEDYCZNE
SP.ZO.O.
2.LABORATORIUM
QUALYMED
R.LASKA,
A.LUTAK SPÓŁKA
JAWNA**

**TESTY SPECJALISTYCZNE OBOWIĄZEK, PRZYMUS, KONIECZNOŚĆ?
JAK PRZYGOTOWAĆ PRACOWNIE?**

W prezentacji zostanie przedstawiony sposób przygotowania pracowni rentgenowskiej do wykonania testów specjalistycznych. Postaramy się odpowiedzieć między innymi na pytania dlaczego firma wykonująca testy specjalistyczne wymaga wglądu do testów akceptacyjnych (odbiorczych), dlaczego tak ważny jest protokół optymalizacji procesu wywoływania oraz jaka jest rola przedstawiciela pracowni podczas testów. Zaznaczone zostaną także różnice między testami specjalistycznymi wykonywanymi na aparatach z obrazowaniem analogowym a aparatami ucyfrowionymi oraz aparatami z obrazowaniem w pełni cyfrowym.

ANDRZEJ OLEJNIK

**DISMED
WARSZAWA**

NAJNOWSZE ROZWIĄZANIA W DIAGNOSTYCE OBRAZOWEJ

<u>ROBERT JAKUBOWSKI</u>	AGFA HEALTHCARE WARSZAWA
APARATY DR FIRMY AKFA	

<u>PIOTR MOŹDŹEN</u> DOROTA WRÓBLEWSKA	KRAJOWE CENTRUM OCHRONY ZDROWIA W SŁUŻBIE ZDROWIA ŁÓDŹ
AKTUALNE ZAGADNIENIA PRAWNO- LEGISLACYJNE ORAZ ORGANIZACYJNE Z ZAKRESU STOSOWANIA PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W CELACH MEDYCZNYCH	
<p>W ramach wykładu przedstawione zostaną najistotniejsze kwestie wynikające z aktualnie obowiązujących przepisów dotyczących stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych, a więc przepisów zamieszczonych w rozdziale 3a ustawy – Prawo atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (t. jedn. Dz. U. z 2012 r., poz. 264) oraz odpowiednich przepisów wykonawczych. Wśród tych ostatnich, przedmiotem szczególnej uwagi będą niektóre uregulowania rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. <i>w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej</i> (Dz. U. 2011, Nr 51, poz. 265) w ponad rok od wejścia w życie Rozporządzenia.</p> <p>Przedstawiona zostanie rola Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia w systemie instytucjonalno-prawnym służącym ochronie radiologicznej w medycynie, z uwzględnieniem zadań wynikających z ustawy – Prawo atomowe, rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 4 maja 2006 r. <i>w sprawie organizacji, trybu działania i szczegółowych zadań Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia</i> (Dz. U. z 2006, Nr 85, poz. 592 oraz z 2011, Nr 35, poz. 180), a ponadto przepisów resortowych Ministra Zdrowia wpływających na rzeczywistą skalę możliwych działań Centrum w organizowaniu systemu ochrony radiologicznej w Polsce, uczestniczeniu w działalności legislacyjnej, czy też w działalności związanej z interpretowaniem przepisów prawnych z tego zakresu.</p> <p>Przegląd i ocena niektórych rozwiązań przyjętych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 18 lutego 2011 r. zostaną zatem zaprezentowane z punktu widzenia instytucji powołanej ustawowo do monitorowania stanu ochrony radiologicznej wynikającego z medycznych zastosowań promieniowania jonizującego. Przegląd powyższy obejmował będzie również odniesienie się do najistotniejszych - z dotychczas zgłoszonych - propozycji, zmian Rozporządzenia, w szczególności do pojawiających się propozycji jego zmian w kierunku ograniczenia wymagań dla podmiotów stosujących promieniowanie jonizujące w zakresie stomatologii.</p> <p>W ramach prezentacji przybliżone zostaną organizacyjno-prawne ramy działalności komisji do spraw procedur i audytów klinicznych zewnętrznych, zobowiązanych ustawowo do opracowania wzorcowych procedur radiologicznych. Zaprezentowane zostanie ponadto podsumowanie dotychczasowej działalności komisji, w szczególności aktualny stan realizacji powyższego obowiązku przez komisje oraz znaczenie obowiązywania wzorcowych procedur radiologicznych w kontekście przepisów prawnych z zakresu stosowania promieniowania w celach medycznych.</p>	

W uzupełnieniu prezentacji, skierowana zostanie również uwaga na inne przepisy prawne pozostające w relacji do przepisów z zakresu stosowania promieniowania jonizującego i mające wpływ na ich spójną interpretację lub stosowanie. Wskazane zostaną także przepisy aktów wykonawczych z zakresu stosowania promieniowania w medycynie, których zmiana wydaje się niezbędna, a jest zależna od nowelizacji odpowiednich przepisów ustawy – Prawo atomowe.

<u>RYSZARD KOWSKI</u>	ŁOŚ ŁÓDŹ
PROCEDURY I AUDYTY KLINICZNE	

I. MILCEWICZ-MIKA, M. BUDZANOWSKI, R. KOPEĆ, K. CEREK, E. JAKSAN, W. KAWALEC, M. KURAS, P. ROGALSKI, M. STOLARZ	INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ PAN LABORATORIUM DOZYMETRII INDYWIDUALNEJ I ŚRODOWISKOWEJ LADIS KRAKÓW
<u>WYNIKI BADANIA FIZYCZNYCH PARAMETRÓW APARATÓW RENTGENOWSKICH WYKORZYSTYWANYCH W RADIOLOGII.</u>	
<p>Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie mierzy dawki promieniowania jonizującego dla ponad 5000 instytucji w Polsce. W roku 2007 Laboratorium rozpoczęło nową działalność związaną z wykonywaniem testów specjalistycznych aparatury rentgenowskiej używanej w celach diagnostycznych w placówkach medycznych. Laboratorium posiada akredytację (AB-1317) na wykonywanie badań właściwości fizycznych urządzeń RTG w radiografii ogólnej, fluoroskopii, mammografii a także tomografii komputerowej oraz stomatologii. Przeprowadzanie testów specjalistycznych aparatury wykorzystywanej w celach diagnostycznych jest obecnie obowiązkowe w Polsce i obejmuje coroczne testy m. in. generatorów wysokiego napięcia (napięcie, dawki, czas), lampy rentgenowskiej (wielkość ogniska), geometrii oraz systemu automatycznej kontroli ekspozycji (AEC). Testom podlegają również ciemnie i proces wywoływania, negatospoty oraz ekrany wzmacniające.</p> <p>W przedstawianej analizie zbadano wyniki testów przeprowadzonych w wybranych jednostkach opieki zdrowotnej w latach 2009-2010. Testy zostały przeprowadzone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia</p>	

2005 roku, „w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej”. Zanalizowano wyniki testów 175 aparatów w radiografii ogólnej oraz 30 aparatów w radiologii zabiegowej. Należy podkreślić, że negatywny wynik testu nie powoduje automatycznego wycofania aparatu z użytkowania, jest natomiast podstawą do podjęcia natychmiastowych działań w kierunku wyregulowania bądź naprawy aparatu. Wyniki testów jasno wskazują na konieczność regularnej kontroli parametrów fizycznych aparatury rentgenowskiej.

Aparaty wykorzystywane w radiologii zabiegowej powinny znajdować się pod szczególnym nadzorem, ponieważ procedury medyczne wykorzystujące te aparaty są skomplikowane i często długie procedury są wykonywane bezpośrednio w wiązce promieniowania RTG. To stwarza realne ryzyko nadmiernej ekspozycji na promieniowanie jonizujące dla pacjenta. Dwadzieścia spośród 30 zbadanych aparatów nie wykazało, żadnych nieprawidłowości w działaniu. Wynika z tego, że blisko 34% aparatów uzyskuje negatywne wyniki w testach.

JAN CHAŚ MATEUSZ MOTYLSKI	GŁÓWNY INSPEKTORAT SANITARNY WARSZAWA
WYBRANE DANE STATYSTYCZNE DOTYCZĄCE NADZORU NAD APARATAMI RENTGENODIAGNOSTYCZNYMI SPRAWOWANYM PRZEZ PAŃSTWOWĄ INSPEKCJĘ SANITARNĄ	
<p>Państwowi wojewódzcy inspektorzy sanitarni, wg art. 5. ust. 4 i art. 63 ust. 2 ustawy - <i>Prawo atomowe</i> z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz. U. z 2007 r. Nr 42, poz. 276, tekst jednolity), sprawują nadzór i wydają zezwolenie na uruchamianie i stosowanie aparatów rentgenowskich do celów diagnostyki medycznej, radiologii zabiegowej, radioterapii powierzchniowej i radioterapii schorzeń nienowotworowych oraz uruchamianie pracowni stosujących takie aparaty.</p> <p>Oceny stanu technicznego i bezpieczeństwa radiologicznego aparatów rentgenowskich dokonano na podstawie informacji przekazanych przez państwowych wojewódzkich inspektorów sanitarnych według stanu na dzień 31 grudnia 2011 r. W pracy przedstawiono dane statystyczne związane z rodzajem, liczebnością, strukturą wiekową i demograficzną aparatów rentgenodiagnostycznych w poszczególnych województwach w latach 2008 – 2011 r. Szczególną uwagę zwrócono na mammograficzne aparaty rentgenowskie.</p> <p>Podsumowanie: Nadzorem objętych było w 2011 r. ok. 14 500 aparatów rentgenowskich używanych do celów diagnostycznych. Co rok wzrasta liczba aparatów rentgenowskich w stomatologii (ok. 60% w 2011 r.). Średni wiek aparatury rentgenodiagnostycznej wynosił ok. 8 lat, zaś średni wiek mammografów wynosił ok. 7 lat (2011 r.). Liczba aparatów rentgenowskich użytkowanych w kraju w 2011 r. wahała się w granicach od 256 sztuk (opolskie) do 2605 (mazowieckie) w zależności od województwa. Średni wiek mammografów użytkowanych w 2011 r. w programie skringowym w poszczególnych województwach wynosił od 4,3 lat (zachodnio-pomorskie) do 7,2 lat (lubuskie). Średni wiek aparatów NMR w 2011 r. wyniósł 6 lat</p>	

<u>PRZEMYSŁAW JANIAK</u>	KRAJOWE CENTRUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W OCHRONIE ZDROWIA ŁÓDŹ
ASPEKTY POMIAROWE I TECHNICZNE ZWIĄZANE Z WYKONYWANIEM TESTÓW SPECJALISTYCZNYCH W RENTGENODIAGNOSTYCE	
<p>Jakość obrazu rentgenowskiego oraz narażenie radiacyjne pacjentów i personelu wykazują bezpośrednią zależność od stanu technicznego aparatu rentgenowskiego. W celu utrzymania lub poprawy jakości funkcjonowania aparatury rentgenodiagnostycznej należy monitorować, oceniać</p>	

i utrzymywać na wymaganym poziomie wartości wszystkich fizycznych parametrów eksploatacyjnych wymienionych w załączniku nr 6 do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r.

Brak jednoznacznego zdefiniowania niektórych mierzonych wielkości fizycznych wymienionych w załączniku numer 6, pozwala na stosowanie przez laboratoria badawcze odmiennych procedur badawczych, co w konsekwencji może doprowadzić do pojawienia się istotnych różnic pomiarowych.

W wystąpieniu, na podstawie dotychczasowych doświadczeń Działu Kontroli Jakości Krajowego Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia, zostanie przedstawiona analiza czynników mogących wpłynąć na końcowy wynik pomiaru i ocenę wybranych parametrów fizycznych z zakresu testów specjalistycznych aparatury rentgenodiagnostycznej.

<u>LILIANA CHOJNACKA</u>	FUJIFILM
SYSTEMY CYFROWE FIRMY FUJIFILM	

<u>GRZEGORZ JEZERSKI</u>	POLITECHNIKA OPOLSKA
HISTORIA MUZEUM LAMP RENTGENOWSKICH	
<p>8 listopada 2011 roku miało miejsce uroczyste otwarcie "Muzeum Lamp Rentgenowskich przy Politechnice Opolskiej". Uroczystość ta obchodzona w ramach 45-lecia Politechniki Opolskiej zbiegła się ze 110 rocznicą przyznania Wilhelmowi Rentgenowi pierwszej w historii Nagrody Nobla. W prezentacji zostanie przedstawiona historia powstania prywatnego zbioru lamp rentgenowskich tj. od 2005 r. jak również aktualny stan kolekcji mieszczącej się budynku Politechniki przy ul. Prószkowskiej 76. Kolekcja ta aktualnie liczy 740 niepowtarzalnych eksponatów (głównie lamp rentgenowskich, ale także kołpaków, głowic i całych aparatów rentgenowskich, różnych akcesoriów i literatury dotyczącej promieniowania rentgenowskiego, artystycznych fotografii rentgenowskich) które pochodzą od 322 darczyńców, w tym od 123 ofiarodawców z poza Polski. Niewątpliwą zaletą tej kolekcji jest to, że przedstawia ona lampy rentgenowskie z różnych zastosowań, tj. medycznych, przemysłowych, dyfrakcji i fluorescencji rentgenowskiej, ale także pokazuje ich rozwój na przestrzeni stuletniej historii lampy rentgenowskiej (W. Coolidge 1913 r.). Muzeum to od samego początku jego utworzenia wzbudza żywe zainteresowanie nie tylko wśród użytkowników tego promieniowania (w muzeum przedstawiono 18 obszarów</p>	

zastosowania promieniowania rentgenowskiego), ale także wśród uczniów szkół podstawowych i średnich.

<u>MONIKA JEDRZEJEWSKA</u> <u>BARTOSZ WĘCKOWSKI</u>	TOWARZYSTWO INŻYNIERII KLINICZNEJ
ZAŁOŻENIA I CELE	

<u>MATEUSZ KOTERAS</u>	PROJECT MANAGER HOSPITAL INVESTMENT GROUP SP. Z O.O.
INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA W TELERADIOLOGII	
<p>Czym jest teleradiologia? Jak działa zdalny opis badań diagnostycznych w systemie teleradiologii?</p> <p>Jakie innowacyjne rozwiązania proponuje teleradiologia?</p> <p>Jakie korzyści czerpie szpital z posiadania systemu teleradiologii?</p> <p>W jaki sposób zyskuje lekarz specjalista pracując za pomocą systemu teleradiologii?</p> <p>Krótkie podsumowanie</p>	

SPONSORZY

	AGFA
---	-------------



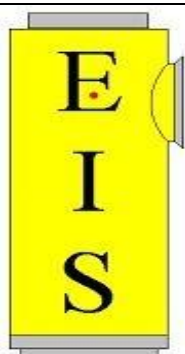
**KONSORCJUM MEDYCZNE
AMIKA
SPÓŁKA Z.O.O.
LABOLATORIUM BADAWCZE
WRZEŚNIA**



**CENTRALNE LABOLATORIUM
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
WARSZAWA**

DISMED

**DISMED SP. Z.O.O.
WARSZAWA**



**DARIUSZ SIBILSKI
ELECTRONIC INSTRUMENT SERVICE
POZNAŃ**

FUJIFILM

FUJI FILM



INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ
KRAKÓW



OK[®]
Medical
Systems

OK MEDICAL SYSTEM
POZNAŃ



HOSPITAL INVESTMENT GROUP
POZNAŃ

UCZESTNICZY SPOTKANIA

NAZWISKO	IMIĘ	NAZWA MIEJSCOWOŚCI
ADAMCZYK KOŻLICKA	WENETA	SŁUPSK
BOGUSZ -CZERNIEWICZ	MARTA	POZNAŃ
BUDZANOWSKI	MACIEJ	KRAKÓW
CIUPEK	KRZYSZTOF	WARSZAWA
CYLWIK	EWA	BIAŁYSTOK
CHAŚ	JAN	WARSZAWA
CHOJNACKA	LILIANA	POZNAŃ
FIEC	KINGA	PLESZEW
GOLNIK	KATARZYNA	WARSZAWA
GRZEJSZCZAK	LESZEK	WARSZAWA
JAKUBOWSKI	ROBERT	WARSZAWA
JANIAK	PRZEMYSŁAW	ŁÓDŹ
JASTRZĘBSKA	HANNA	OSTRÓW MAZOWIECKA
JĘDRZEJEWSKA	MONIKA	WRZEŚNIA
KAPECKA	KINGA	POZNAŃ
KAZIMIERCZYK	DANUTA AGATA	OSTRÓW MAZOWIECKA
KUJAWA	MACIEJ	WARSZAWA
KOTERAS	MATEUSZ	POZNAŃ
KOWALIK	ANNA	POZNAŃ
KOWSKI	RYSZARD	ŁÓDŹ
KUBICKA	MARIA	POZNAŃ
LEWANDOWSKA	DOROTA	PUSZCZYKOWO
MALARA	EWA	KRAKÓW
MAŁEK	BOŻENA	WROCŁAW
MANTAJ	PATRYCJA	POZNAŃ
MILEWICZ- MIKA	IZABELA	KRAKÓW
MICHNIKOWSKI	JERZY	POZNAŃ
MIKOŁAJCZYK	KATARZYNA	BYDGOSZCZ
MRÓZ	TOMASZ	WROCŁAW
NANIEWICZ	JOLANTA	WARSZAWA
NOWAK	ANNA	KRAKÓW
OLEJNIK	ANDRZEJ	WARSZAWA
PAWLAK	ŁUKASZ	ŁÓDŹ
PEJKA	RYSZARD	POZNAŃ
RADZISZOWSKA	ANNA	GDAŃSK
SKARŻEWSKI	MACIEJ	WARSZAWA
SŁOTWIŃSKI	RAFAŁ	POZNAŃ
SMOLIŃSKI	STEFAN	WROCŁAW
WALCZAK	MARZENA	KATOWICE
WĘCKOWSKI	BARTOSZ	WRZEŚNIA
WOŁOSZCZUK	KATARZYNA	WARSZAWA
WRÓBLEWSKA	DOROTA	ŁÓDŹ