NARODOWE MUZEUM MORSKIE w Gdańsku

Narodowe Muzeum Morskie
ul. Ołowianka 9-13, 80-751 Gdańsk

Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej
ul. Garbary 15, 61-866 Poznań, www.sior.pl
tel. 061 8850-521, fax 061 8850-723
regon 634341434, NIP 778-13-99-407

Polskie Towarzystwo Nukleoniczne

Konferencja
„Zastosowanie promieniowania jonizującego w badaniach i konserwacji zabytków”

organizowana przez
Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej w Poznaniu
Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne Warszawa
Tczew – Gdańsk, 10-11.05.2018

10.05.2018 – Centrum Konserwacji Wraków Statków – Tczew

CKWS, ul. Paderewskiego 24, 83-110 Tczew

10.00-10.15	Otwarcie konferencji przez Dyrekcję Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku oraz Prezesa SIOR

Sesja I - godz. 10.15 - 11.25

Sesja inauguracyjna

	Wykładowca	**Temat**
10.15-10.35	Edward Raban Państwowa Agencja Atomistyki Warszawa	Ochrona radiologiczna w muzealnictwie.
10.35-10.55	Wojciech Głuszewski ICHTJ Warszawa	Nowe inicjatywy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA/IAEA) w dziedzinie harmonizacji nieniszczących badań (NDT), szkoleń i certyfikacji dla inżynierii lądowej i dziedzictwa kulturowego.
10.55-11.15	Wojciech Głuszewski ICHTJ Warszawa	Radiacyjna konserwacja obiektów o znaczeniu historycznym - zalety i zagrożenia.

11.15-11.25	Panel dyskusyjny

11.25-11.40	Przerwa kawowa

Sesja II - godz. 11.40 - 13.30

Radiografia cyfrowa

	Wykładowca	**Temat**
11.40-12.00	Grzegorz Jezierski Muzeum Lamp Rentgenowskich	Historia radiografii cyfrowej
12.00-12.20	Jakub Kowalczys PCB Service	Różnice między radiografią cyfrową CR i DR
12.20-12.40	Krzysztof Domachowski, Dariusz Łaski BalticTest	Zastosowanie radiografii cyfrowej w badaniach materiałów o zróżnicowanej gęstości na przykładzie oceny stanu technicznego połączeń śrubowych na zabytkowym żaglowcu STS Generał Zaruski
12.40-13.10	Katarzyna Mielcarek Politechnika Gdańska Irena Rodzik, Katarzyna Schaefer Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku	Doświadczenia w wykorzystaniu radiografii cyfrowej w badaniu zabytków archeologicznych przez Narodowe Muzeum Morskim w Gdańsku.
13.10-13.20	Krzysztof Goździcki NDT-NET Sp. z o. o., Lublin Roman Stasiuk ASP w Warszawie	Komunikat: Zastosowanie panelu DDA w Pracowni Konserwatorskiej Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie.
13.20-13.30	Panel dyskusyjny	

13.30-14.45	LUNCH – Restauracja „Piaskowa” - ul. Piaskowa 3, 83-110 Tczew

SESJA III – godz. 14.45 – 17.00

14.45-15.15	**Zwiedzanie Muzeum Wisły w Tczewie** Wystawa ma przede wszystkim zapoznać zwiedzających z problematyką wiślaną w jak najszerszym kontekście.
15.30-16.00	**Zwiedzanie Centrum Konserwacji Wraków Statków w Tczewie** Centrum Konserwacji Wraków Statków wraz z Magazynem Studyjnym w Tczewie to najnowszy, zbudowany w 2016 roku, oddział Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku. To jedno z niewielu miejsc w kraju, gdzie można zapoznać się z technikami

	budowy dawnych łodzi oraz statków, poznać historię polskiego żeglarstwa i podejrzeć muzealnych konserwatorów przy pracy. Oprowadzanie: Dział Edukacji NMM.
16.00-17.00	**Zwiedzanie Pracowni Konserwatorskiej, Pracowni RTG i XRF**. Oprowadzanie: Dział Konserwacji Muzealiów

Od 19.00	Spotkanie integracyjne w Pensjonacie Vela w Tczewie

11.05.2018 - Ośrodek Kultury Morskiej Gdańsk

Tokarska 21-25 - Gdańsk

Sesja IV godz. 10.20 – 12.30

Panel dyskusyjny – sala konferencyjna w OKM

Podział na dwie grupy tematyczne

1. Zastosowanie metody XRF w badaniach zabytków – Piotr Linke BRUKER
2. Zastosowanie technik cyfrowych w badaniu obiektów muzealnych – Jakub Kowalczys PCB Service, Irena Rodzik NMM

13.00-13.45	**Zwiedzanie wystaw stałych znajdującej się w Spichlerzach na Ołowiance**. Wystawy zawierają: przekrojową wystawę o morskich dziejach Polski i Polaków od wczesnego średniowiecza aż po czasy współczesne; historię nurkowania oraz najciekawsze stanowiska archeologiczne w Polsce i na świecie oraz wystawę poświęconą Jerzemu Wojciechowi Doerfferowi jednej z najważniejszych postaci polskiego okrętownictwa i przemysłu stoczniowego.
13.45-14.30	**Zwiedzanie Statku - muzeum „Sołdek”**- pierwszego zbudowanego przez polski przemysł stoczniowy statku pełnomorskiego Oprowadzanie: Dział Edukacji NMM
14.30-14.45	Zakończenie konferencji - Maria Kubicka SIOR, Irena Rodzik NMM Ładownia Sołdka

Kontakt:
- **Maria Kubicka** – Prezes Stowarzyszenia Inspektorów Ochrony Radiologicznej w Poznaniu, maria.kubicka@wco.pl, tel.: 666-352-235
- **Irena Rodzik** – Kierownik Działu Konserwacji Muzealiów, Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku, i.rodzik@nmm.pl, tel.: 603-209-049

Materiały konferencyjne

Edward Raban	**Państwowa Agencja Atomistyki Warszawa**

Ochrona radiologiczna w muzealnictwie

1. Ochrona radiologiczna jako zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom - ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych i jej podstawowe zasady:
    a. Uzasadnienie działalności związanej z narażeniem;
    b. Optymalizacja działalności związanej z narażeniem;
    c. Dawki graniczne pracowników i osób z ogółu ludności.

2. Źródła narażenia na promieniowanie jonizujące:
    a. Eksponaty: naturalne i sztuczne źródła promieniowania jonizującego;
    b. Środowisko: narażenie na radon;
    c. Narzędzia; materiały i urządzenia stosowane w badaniach i konserwacji.

3. Reglamentacja działalności związanej z narażeniem:
    a. Stopniowe podejście: zezwolenie, zgłoszenie, wyłączenie z reglamentacji;
    b. Kryteria reglamentacji: aktywność i stężenie promieniotwórcze, moc dawki promieniowania jonizującego, energia promieniowania jonizującego;
    c. Zasady reglamentacji: źródła promieniowania jonizującego izotopowe i nieizotopowe.

4. Kontrola narażenia na promieniowanie jonizujące:
    a. Rodzaje kontroli: środowiskowa indywidualna;
    b. Kategorie narażenia pracowników;
    c. Podział lokalizacji miejsc pracy.

5. Zasady bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym.
    a. Narażenie zewnętrzne: czas narażenia, odległość od źródła promieniowania, osłony przed promieniowaniem;
    b. Narażenie na radon: czas pracy na stanowisku, wentylacja, lokalizacja i izolacja miejsca pracy.

Wojciech Głuszewski

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie

Nowe inicjatywy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA/IAEA) w dziedzinie harmonizacji nieniszczących badań (NDT), szkoleń i certyfikacji dla inżynierii lądowej i dziedzictwa kulturowego.

Radiacyjna konserwacja obiektów o znaczeniu historycznym - zalety i zagrożenia

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) w Wiedniu wydała długo oczekiwaną monografię “Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation” poświęconą zastosowaniu technik radiacyjnych do konserwacji obiektów o znaczeniu historycznym. Redaktorem zbiorowej pracy był zmarły niestety w zeszłym roku Jhon Havermans. W książce można znaleźć rekomendację dla technik radiacyjnych w konserwacji różnych rodzajów obiektów historycznych. Przytaczam zwięzły opis wpływu promieniowania jonizującego na różne materiały w postaci tabeli odsyłają po szczegóły do angielskojęzycznej monografii dostępnej w Internecie [1]. Przyjęto następujące kryteria i oznaczenia: **Zalecana (Z)** - dobrze przyjęta i oznacza, że aplikacja jest przeprowadzana często i z powodzeniem; **Badania (B)** - wciąż są prowadzone prace eksperymentalne; **Potencjał (P)** - oznacza, że aplikacja nadaje się do materiału ale niektóre kwestie wymagają wyjaśnienia; **Niezalecane (N)** - oznacza, że aplikacja nie jest odpowiednia dla materiału; **Brak zainteresowania (BZ)** - oznacza, że chociaż można skutecznie zastosować metodę radiacyjną to nie ma takiej potrzeby

Obiekt	**rekomendacja**
Obrazy sztalugowe (na płótnie), drewniane panele, kamień,	BZ
Papier, rysunki, manuskrypty, druki, książki	P
Pergamin, wyroby skórzane	P
Płótno, tkaniny, gobeliny	BZ
Wyroby z wikliny	N
Meble	Z
Przedmioty dekoracyjne (kompozyty)	P
Instrumenty muzyczne	P
Drewniane elementy konstrukcji (budynki, statki, łodzie itp.)	Z
Nasiąknięte wodą archeologiczne drewniane artefakty	Z
Drewniane (suche) posągi	Z
Drewniane (suche) posągi z polichromią lub złoceniami	P

Kości, rogi, kość słoniowa, szkielety, bursztyn	N
Porowate kamienne posągi	P
Kamień porowaty (lub cegła) elementy konstrukcji	P
Tynk, sztukaterie	P
Kolekcje etnograficzne	P
Historia naturalna	BZ
Mumie	BZ
Fotografie i filmy	P

[1] IAEA RADIATION TECHNOLOGY SERIES No. 6; “Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation”; International Atomic Energy Agency; Vienna International Centre; 245 stron; ISBN 978–92–0–103316–1; ISSN 2220–7341

Grzegorz Jezierski	Muzeum Lamp Rentgenowskich Opole

Historia radiografii cyfrowej

Dynamiczny rozwój różnych zastosowań badań radiograficznych z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego jaki obecnie obserwujemy ma miejsce dzięki pojawieniu się w ostatnich latach detektorów cyfrowych zastępujących od lat stosowaną błonę rentgenowską. Oczywiście stymulatorem tego rozwoju jest przede wszystkim medycyna, gdzie podstawowym wymaganiem jest stosowanie jak najczulszego detektora promieniowania rentgenowskiego, tj. wymagającego jak najmniejszej dawki do zobrazowania. Ale także inne dziedziny gospodarki w których wymagania jakościowe odgrywają istotną rolę (jak np. przemysł spożywczny, lotniczy, stoczniowy, motoryzacyjny, elektroniczny i in.) czy też obszar szeroko pojętego bezpieczeństwa (security) stymulują rozwój różnorodnych detektorów cyfrowych. W niniejszej prezentacji przedstawiono krótki zarys rozwoju detektorów cyfrowych stosowanych w radiografii.

Jakub Kowalczys	PCB Service

Różnice między radiografią cyfrową CR i DR

Radiografia czy tez Rentgenografia polega na użyciu promieniowania rentgenowskiego w celu prześwietlenia badanego obiektu i uzyskaniu obrazu tego obiektu na detektorze. W przypadku Radiografii tradycyjnej detektorem jest klisza/błona światłoczuła. Radiografia analogowa jest stosowana już od 1897 roku, czyli dwa lata po odkryciu przez Wiliama Rentgena promieniowania rentgenowskiego. Przez ten okres metody obrazowania z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego znacznie się rozwinęły.

Radiografię dzielimy na radiografię pośrednia, czyli radiografię cyfrową (Computed Radiography) oraz na radiografię bezpośrednia czyli radiografie DR (Digital Radiography) W dalszej części prezentacji przedstawię różnice pomiędzy tymi dwoma metodami (lub pomiędzy radiografią pośrednia i bezpośrednia). Porównanie detektorów w radiografii: w CR detektorem jest płyta obrazowa natomiast w DR detektorem jest matryca cyfrowa z scyntylatorem. Płyta obrazowa składa się z kilku warstw z której naj ważniejsza jest warstwa luminoforowa zbudowana z kryształów fosforu, to one w sposób pasywny przechowują obraz utajony, który powstaje podczas ekspozycji. Panel cyfrowy DR składa się z scyntylatora, oraz matryc cyfrowych które rejestrują obraz. W obu przypadkach w celu uzyskania obrazu niezbędne jest promieniowanie. Czasy ekspozycji w przypadku metody CR jest znacznie dłuższy niż w przypadku metody DR. Prześwietlenie płótna metodą CR trwało 60 sekund natomiast metodą DR zaledwie 5 sekund. Obie ekspozycje zostały wykonane przy tych samych parametrach napięcia i natężenia.

Kolejna różnica pomiędzy tymi metodami jest taka, iz płyta obrazowa jest elementem pasywnym i nie potrzebuje energii baterii do przechowania obrazu po ekspozycji, natomiast panel DR jest elementem aktywnym.

Porównanie metody odczytania obrazu: w przypadku metody CR, aby uzyskać obraz musimy zeskanować płytę obrazowa w specjalnym skanerze, dopiero po takiej operacji uzyskujemy obraz widoczny na ekranie monitora. W przypadku metody DR obraz z detektorów przekazywany jest bezpośrednio do komputera i wyświetlany na ekranie monitora w czasie rzeczywistym, dlatego ta metoda jest nazywana metodą bezpośrednią.

Przedstawienie z czego składa się zestaw CR (skaner, płyta, laptop, lampa), porównanie z czego składa się zestaw DR(panel, zasilanie, laptop, lampa). Porównanie powierzchni aktywnych. W przypadku Panelu maksymalna powierzchnia to około 40 cm x 40 cm, w metodzie CR maksymalna powierzchnia dostępnych płyt obrazowych to 216 cm x 35 cm. Przykłady uzyskanych obrazów za pomocą DR i CR. Obraz, drewniane pudełko z zawartością. Pytania i odpowiedzi.

Krzysztof Domachowski
Dariusz Łaski

BalticTest

Zastosowanie radiografii cyfrowej w badaniach materiałów o zróżnicowanej gęstości na przykładzie oceny stanu technicznego połączeń śrubowych na zabytkowym żaglowcu STS Generał Zaruski

Niniejsza praca ma na celu przybliżyć wykorzystanie zastosowania radiografii cyfrowej do wykonywania oceny stanu technicznego obiektów.
W pierwszej części podano powód wykonania badań radiograficznych na jednostce STS Generał Zaruski. Przybliżono dzieje powstania i historię tego jachtu szkoleniowego, należącego dzisiaj do Gdańskiego Ośrodka Sportu. Przedstawiono także laboratorium, które wykonało przegląd statku. Była nim firma BalticTest Sp. z o.o. Sp. K. z Gdyni posiadająca uprawnienia i doświadczenie w wykonywaniu badań nieniszczących, w tym radiograficznych.
W dalszej części pracy omówiono i krótko scharakteryzowano techniki cyfrowe stosowane w radiografii przemysłowej. Wymieniono zalety i wady radiografii komputerowej w porównaniu z tradycyjną metodą błonową. Wyszczególniono niektóre z zastosowań technik cyfrowych.
Następnie w oparciu o wykorzystanie radiografii cyfrowej podjęto się oceny stanu technicznego połączeń śrubowych na zabytkowym żaglowcu STS Generał Zaruski. Do badań wykorzystano źródło promieniowania X-RAY oraz system radiografii cyfrowej (CR) HPX, pozwalające na interpretację wyników natychmiastowo po przeprowadzonym badaniu. Rezultaty badań przedstawiające faktyczny stan połączeń śrubowych omówiono w części badawczej niniejszej pracy.
Wykorzystując wspomniane wyniki badań ukazano szerokie spektrum zastosowania radiografii cyfrowej w badaniach materiałów o zróżnicowanej gęstości. Wykazano, że ta metoda badawcza może być wykorzystywana do kontroli technicznych obiektów wykonanych z różnych materiałów.

Irena Rodzik, Katarzyna Mielcarek
Katarzyna Schaefer

Narodowe Muzeum Morskie
w Gdańsku Dział Konserwacji
Muzealiów
Politechnika Gdańska

Doświadczenia w wykorzystaniu radiografii cyfrowej w badaniu zabytków archeologicznych przez Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku

Pracownia konserwatorska w Muzeum Morskim powstała w 1974 roku. Od samego początku jej funkcjonowania planowano zastosowanie promieniowania X do badań zabytków pozyskanych podczas badań archeologicznych. Niestety, brak finansów oraz problemy lokalowe i formalne nie pozwoliły na utworzenie takiej pracowni w tamtych latach.

Dopiero realizacja projektu budowy Centrum Konserwacji Wraków Statków wraz z magazynem studyjnym w Tczewie pozwoliła na urzeczywistnienie tego planu. Projekt polegał, między innymi, na budowie i wyposażeniu Pracowni Konserwatorskiej. Został on zrealizowany w 85% ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego, a 15% to wkład Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego.

Techniki rentgenowskie dają możliwość odkrycia tego, co nie jest widoczne gołym okiem. Badania struktury obiektu i produktów korozji w formie charakterystycznych nawarstwień wykonywane są w celu:

- ustalenia autentyczności obiektów,
- uzyskania informacji o technologii i technice stosowanej przez autora dzieła,
- zaplanowania technik konserwatorskich dla danego obiektu,
- poznania historii obiektu: gdzie był używany, w jakim przedziale czasu, w jakim celu i z jakiego materiału został wykonany oraz jaki był stan jego zachowania po wydobyciu.

W Narodowym Muzeum Morskim w Gdańsku jedną z podstawowych metod wykorzystywanych w początkowej fazie badań jest promieniowanie rentgenowskie.

RTG daje nam możliwość sprawdzenia, jak wyglądają mechanizmy działania zabytków, bez uszkodzenia eksponatu, jak np. w przypadku pistoletów skałkowych z XVII i XVIII wieku, stanowiących część arsenału wydobytego w Rowach. Konstrukcje te są nierozbieralne lub tak skorodowane, że ich analizowanie bez uszkodzenia byłoby niemożliwe.

Poznanie działania zabytku jest niezwykle ważne podczas procesu konserwacji. Zanim dojdzie do pracochłonnych i czasochłonnych prac konserwatorskich, obiekt zostaje prześwietlony i dzięki temu odsłania swoje

tajemnice. Zdjęcia wykonane przy użyciu specjalistycznych kaset dają niekiedy jedyną możliwość poznania autentycznego kształtu zabytku, który znajduje się pod warstwą zwartej konkrecji, a także poznania schematu produkcji, co jest bardzo ważne również w pracach rekonstrukcyjnych.

Krzysztof Goździcki
Roman Stasiuk

NDT – NET Sp. z o. o., Lublin
ASP w Warszawie

Zastosowanie panelu DDA w Pracowni Konserwatorskiej Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie - Komunikat

Akademia Sztuk Pięknych w Warszawie w ramach projektu współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego rozstrzygnęła przetarg na dostawę przenośnego zestawu do wykonywania i digitalizacji zdjęć rentgenowskich. Zapotrzebowany zestaw składał się z kierunkowej lampy rentgenowskiej Eresco 42 MF4 z zakresem mocy od 5 do 200kV, panelu detekcyjnego XRPad 4336 firmy PerkinElmer o wielkości pixela 100µm i aktywnej powierzchni 35 x 43 cm oraz programu do akwizycji, analizy i archiwizacji radiogramów - XVu. Zestaw detekcyjny został tak dobrany aby zapewnić wykonywanie zdjęć wszelkich obiektów muzealnych począwszy na obrazów na płótnach przy użyciu niskich energii lampy rentgenowskiej, poprzez ikony, rzeźby wykonane w drewnie jak i w kamieniu, wyroby ceramiczne a także eksponatów wykonanych z metali. Zaprezentowane przykłady ukazują zakres prac wykonywanych przez Pracownię Konserwatorską ASP oraz możliwości techniczne zastosowanej technologii.

Plakaty

Wojciech Głuszewski	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, w.gluszewski@ichtj.waw.pl

NOWE INICJATYWY MIĘDZYNARODOWEJ AGENCJI ENERGII ATOMOWEJ (MAEA/IAEA) W DZIEDZINIE HARMONIZACJI NIENISZCZĄCYCH BADAŃ (NDT), SZKOLEŃ I CERTYFIKACJI DLA INŻYNIERII LĄDOWEJ I DZIEDZICTWA KULTUROWEGO

Radioizotopowe źródła promieniowania gamma (kobalt ^{60}Co, cez ^{137}Cs, iryd ^{192}Ir, iterb ^{169}Yb, selen ^{75}Se) odgrywają nadal istotną rolę we współczesnej radiografii. Alternatywą są promieniowania rentgenowskie otrzymywane za pomocą różnych typów akceleratorów elektronów. Ściślej mówiąc promieniowania hamowania o widmie ciągłym powstające w wyniku bombardowania przyspieszonymi elektronami tarcz z ciężkich pierwiastków. Tradycyjnie promieniowaniem rentgenowskim nazywa się charakterystyczne dla danego pierwiastka fotony o ściśle określonej energii, powstające w wyniku przeskoku elektronów między powłokami atomowymi.

Badania defektoskopowe pozwalają na wykrywanie wad powierzchniowych i wewnętrznych bez niszczenia badanego obiektu (porowatości, pęknięcia, jamy skurczowe, obce wtrącenia). Są one stosowane głównie do oceny jakości materiałów, gdyż w odróżnieniu od wyrywkowych metod niszczących dają możliwość 100 procentowej kontroli wyrobów.

W identyfikacji dzieł sztuki stosuje się również techniki fluorescencji rentgenowskiej: z dyspersją energii (energy dyspersive XRF – EDXRF), z dyspersją długości fali (wavelength dispersive XRF – WDXRF), z całkowitym odbiciem wewnętrznym (total reflection XRF – TRXRF), PIXE (particle induced X-ray fluorescence). Dodać można jeszcze neutronową analizę aktywacyjną oraz analizę ramanowską.

Rynek usług w badaniach NDT ma obecnie charakter globalny. W przetargach na prace badawcze mogą startować eksperci z różnych państw. Problem w tym, że brak jest spójności między krajowymi standardami i procedurami dotyczącymi szkoleń i certyfikacji personelu. W konsekwencji zagraża to międzynarodowej współpracy przy realizacji dużych projektów oraz zwiększa w przypadku oceny infrastruktury lądowej ryzyko wypadków i katastrof. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) zainicjowała, więc nowy regionalny projekt, którego celem jest wymiana doświadczeń w dziedzinie badań nieniszczących wykorzystujących promieniowania jonizujące. Skierowany jest on

głównie do krajów dawnego bloku wschodniego, chociaż zainteresowanie współpracą wyraziły również liczne kraje z spoza tego regionu. Pełna lista zgłoszonych krajów to: Armenia, Austria, Azerbejdżan, Białoruś, Bośnia i Hercegowina, Bułgaria, Chorwacja, Cypr, Czechy, Estonia, Francja, Gruzja, Niemcy, Grecja, Węgry, Włochy, Kazachstan, Kirgizja, Łotwa, Litwa, Malta, Montenegro, Polska, Portugalia, Mołdawia, Rumunia, Rosja, Serbia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania, Tadżykistan, Macedonia, Turcja, Ukraina, Anglia, Uzbekistan. Wszystkim chętnym zaproponowano skorzystanie z najlepszych doświadczeń zaawansowanych w badaniach NDT krajów, jakimi są Niemcy, Francja i USA. Jednym ze sposobów popularyzacji wiedzy na ten temat jest nauka na odległość. Wykorzystanie Internetu zmniejsza koszty szkoleń i nie wymaga oddelegowywania pracowników na kursy. W wyniku dyskusji na etapie tworzenia programu projektu wyodrębniono problematykę radiografii w konserwacji i rewaloryzacji obiektów archeologicznych oraz dzieł sztuki. Techniki rentgenowskie stały się obecnie podstawowym narzędziem pracy konserwatorów. W odróżnieniu jednak od inżynierii lądowej nie ma w tym przypadku wypracowanych standardów postepowania. Bardzo często muzea posługują się aparaturą zaprojektowaną dla potrzeb przemysłowych lub medycznych. Olbrzymi postęp w konstrukcji urządzeń stosujących promieniowanie jonizujące spowodował, że współcześnie historycy sztuki współpracują z chemikami, inspektorami ochrony radiologicznej a ostatnio również elektronikami. Wspieranie zwłaszcza regionalnych muzeów i laboratoriów konserwatorskich w wykorzystywaniu jądrowych technik obrazowania, jako narzędzia diagnostycznego a także radiacyjnych technologii dezynsekcji, dezynfekcji i konsolidacji, powinno poprawić proces przywracania i konserwacji dzieł sztuki oraz archeologicznych artefaktów.

POSTER

Paulina Janowska, **Agnieszka Pasieka,** **Ewelina Pyszka,** **Izabela Milcewicz-Mika**	**Instytut Fizyki Jądrowej** **im. H. Niewodniczańskiego** **Polskiej Akademii Nauk** **ul. Radzikowskiego 152, Kraków**

Ocena indywidualnego równoważnika dawki na całe ciało Hp(10) oraz kermy w powietrzu K_a w wybranych placówkach wykorzystujących promieniowanie jonizujące w celach przemysłowych na podstawie pomiarów Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej IFJ PAN

Powszechność stosowania promieniowania jonizującego w życiu człowieka powoduje, że wśród osób narażonych zawodowo liczną grupę stanowi branża przemysłowa. Przemysł wykorzystuje promieniowanie m.in. do kontroli jakości, sterylizacji, produkcji materiałów wytwarzanych lub modyfikowanych radiacyjnie, wykrywania nieszczelności oraz wad. Badania nieniszczące swoje zastosowanie znalazły między innymi w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym, petrochemicznym, maszynowym, w górnictwie, hutnictwie, budownictwie, a także w metodach badania dzieł sztuki, gdzie szczególnie ważna jest dokładność i bezstykowy charakter metod. Wszystko to skutkuje prowadzeniem ciągłego monitoringu narażenia zawodowego personelu oraz środowiska pracy ze względu na szkodliwość promieniowania jonizującego na zdrowie człowieka.

W Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS) IFJ PAN prowadzone są pomiary dawek promieniowania jonizującego dla osób narażonych zawodowo przy pomocy nowoczesnych dawkomierzy TLD. LADIS wykonuje pomiary indywidualnego równoważnika dawki na całe ciało Hp(10), indywidualnego równoważnika dawki na dłonie $H_p(0,07)$, indywidualnego równoważnika dawki na soczewki oczu Hp(3) oraz dawki środowiskowej jako kerma w powietrzu K_a lub przestrzennego równoważnika dawki $H^*(10)$. Laboratorium wykonuje pomiary dla ponad 9000 instytucji z całego kraju.

W przypadku dozymetrii całego ciała wykorzystywane są dawkomierze typu DI-02 pozwalające wyznaczyć indywidualny równoważnik dawki Hp(10) na głębokości d=10 mm informujący o narażeniu narządów wewnętrznych na promieniowanie jonizujące. Laboratorium LADIS stosuje w tym celu termoluminescencyjne detektory (TL) typu MTS-N (LiF: Mg, Ti).

Dawkomierze środowiskowe typu DS-04 są chętnie używane samodzielnie lub jako dopełnienie dozymetrii indywidualnej. Zgodnie z ustawą Prawo Atomowe dla kategorii B ocena stopnia narażenia może być dokonana na podstawie wyników dozymetrycznych w środowisku pracy, które Laboratorium LADIS określa przy pomocy wysokoczułych detektorów termoluminescencyjnych typu MCP-N (LiF: Mg, Cu, P). Obecnie monitoring miejsca pracy prowadzony jest dla ponad 5000 punktów pomiarowych.

W pracy przedstawiona zostanie szczegółowa analiza stopnia narażenia pracowników zatrudnionych w branży przemysłowej, opierając się na danych uzyskanych z pomiarów kwartalnych indywidualnego równoważnika dawki na całe ciało Hp(10) oraz kermy w powietrzu K_{air} przeprowadzonych przez laboratorium LADIS w latach 2016-2017.

Należy pamiętać, że w wielu przemysłowych branżach wykorzystywanie promieniowania zapewnia kontrolę jakości, która gwarantuje ciągłość procesu produkcji, zachowanie jednorodności wyrobów, oraz zmniejszenie do minimum awaryjności urządzeń i instalacji, a rzetelna kontrola dawek pracowników oraz środowiska pracy pozwala nadzorować poziom narażenia zawodowego, a tym samym prawidłowość stosowania procedur dotyczących ochrony radiologicznej w konkretnych placówkach.