



Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej Warszawa Central Laboratory for Radiological Protection

INFORMACJA O WYNIKACH DZIAŁALNOŚCI STATUTOWEJ W 2004 ROKU

OCENA DAWEK DLA ORGANIZMÓW ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE



- gryzoń (a rodent)
- kaczka (a duck)
- żaba (a frog)
- ryba słodkowodna (a freshwater fish)
- flądra (a marine flatfish)
- pszczoła (a bee)
- krab (a crab)
- ślimak morski (a marine snail)
- dżdżownica (a earthworm)
- sosna (a pine tree)
- trawa (a grass)
- wodorosty (a seaweed)

WSPÓŁPRACA Z INSTYTUCJAMI W KRAJU I ZAGRANICĄ



BADANIA NAUKOWE



SZKOLENIE POPULARYZACJA NORMALIZACJA



ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI



SPECJALNE LABORATORIA BADAWCZE



SŁUŻBY PUBLICZNE BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONITORING RADIOLOGICZNY



ZWALCZANIE PRZEMYTU MATERIAŁÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH I JĄDROWYCH



OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO



BADANIE JODU-129 W ŚRODOWISKU

KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH



MONITORING JODU PROM. W TARCZYCY



CYTOGENETYCZNA REKONSTRUKCJA DAWEK



WZORCOWANIE PRZYZRĄDÓW DOZYMETRYCZNYCH



EKSPLOATACJA SIECI STACJI ASS-500 I PMS



PRACOWNIA DOZYMETRII RADONU KOMORA WZORCOWA



MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO



MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH



OCENA SYTUACJI RADIOACYJNEJ W OTOCZENIU OŚRODKA ŚWIERK I SKŁADOWISKA RÓŻAN



WSTĘP.....	4
1 BADANIA NAUKOWE.....	5
1.1 TWORZENIE BAZY DANYCH Z FUNKCJAMI OPISUJĄCYMI STANDARDOWE KRZYWE WZORCOWE DO CYTOGENETYCZNEJ OCENY INDYWIDUALNYCH DAWEK PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO O RÓŻNYCH WARTOŚCIACH LET DLA POTRZEB OŚRODKA DYSPOZYCYJNEGO SŁUŻBY AWARYJNEJ W CLOR	5
1.2 BADANIE ROZMIESZCZENIA ¹²⁹ I I JODU STABILNEGO W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO	6
1.3 ¹²⁹ I I JOD STABILNY W TARCZYCACH SAREN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI	7
1.4 BADANIE ZALEŻNOŚCI OCENY NARAŻENIA RADONOWEGO W BUDYNKACH OD ROZKŁADU WIELKOŚCI CZĄSTEK ZWIĄZANYCH Z POCHODNYMI RADONU	8
1.5 OCENA DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE	9
2 SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONTORING RADIOLOGICZNY	14
2.1 ZAPEWNIENIE FUNKCJONOWANIA STACJI PMS SYSTEMU WCZESNEGO WYKRYWANIA SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH	14
2.2 EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500	14
2.3 WYKONYWANIE ZADAŃ SŁUŻBY AWARYJNEJ I PREZESA PAA I PUNKTU OSTRZEGAWCZEGO (WARNING POINT) ORAZ ZAPEWNIENIE FUNKCJONOWANIA RUCHOMEGO LABORATORIUM SPEKTROMETRYCZNEGO ..	15
2.4 DZIAŁANIA MAJĄCE NA CELU UDOSKONALENIE SYSTEMU WYKRYWANIA I IDENTYFIKACJI MATERIAŁÓW I ŹRÓDEŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH BĘDĄCYCH PRZEDMIOTEM NIELEGALNEGO OBROTU NA TERENIE KRAJU I NA GRANICACH PAŃSTWA	17
2.5 ANALIZA ZAGROŻENIA W WYPADKU WIELKOSKALOWYCH AWARII RADIACYJNYCH I WYBÓR OPTYMALNYCH METOD POSTĘPOWANIA DLA OCHRONY LUDNOŚCI POLSKI	19
2.6 WYKONANIE KOMPLEKSOWYCH POMIARÓW SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KSOP W RÓŻANIE ORAZ W OTOCZENIU OŚRODKA W ŚWIERKU	21
2.7 PRZEPROWADZENIE UZUPEŁNIAJĄCYCH POMIARÓW SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE	22
2.8 ORGANIZOWANIE POMIARÓW INTERKALIBRACYJNYCH OZNACZANIA CS-137 DLA WSZYSTKICH PLACÓWEK POMIAROWYCH ORAZ SR-90 DLA WYBRANYCH 9 PLACÓWEK	23
2.9 ZADANIE INWESTYCYJNE PT. "PRZYGOTOWANIE POMIESZCZEŃ DO URUCHOMIENIA LABORATORIUM ANALIZY NIEZNANYCH MATERIAŁÓW ROZSZCZEPIALNYCH I PROMIENIOTWÓRCZYCH"	25
2.10 MONITORING STĘŻENIA ¹³⁷ Cs W GLEBIOWYCH LATACH 2004-2006	25
2.11 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO W 2004 ROKU	28
2.12 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W 2004 ROKU	29
2.13 ANALIZA I OCENA ZMIAN RADIOAKTYWNOŚCI SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W POLSCE (W LATACH 1980 - 2003)	30
3 OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO	31
3.1 OCENA ROCZNYCH DAWEK DLA LUDNOŚCI POLSKI OD PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO ŹRÓDEŁ NATURALNYCH I POCHODZENIA SZTUCZNEGO OBECNYCH W ŚRODOWISKU ORAZ OD ŹRÓDEŁ STOSOWANYCH W PRZEMYSŁE I MEDYCYNIE (OCENA ZA 2003 R.)	31
3.2 OCENA WCHŁONIĘĆ IZOTOPÓW CS-137 I SR-90 Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ	33
3.3 KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH W 2004 ROKU	35
3.4 UTRZYMANIE LABORATORIUM POMIARU ZAWARTOŚCI JODU PROMIENIOTWÓRCZEGO W TARCZYCY DLA POTRZEB DZIAŁANIA SŁUŻB AWARYJNYCH ORAZ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO	36
3.5 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMETRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2004 ROKU	37
4 ZAPEWNIENIE SYSTEMU JAKOŚCI I KOMPETENCJI TECHNICZNYCH.....	40
4.1 BADANIE PARAMETRÓW METROLOGICZNYCH DETEKTORÓW TL DO POMIARÓW PEROMIENIOWANIA GAMMA I BETA	40
4.2 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DOZYMETRII RADONU W ZAKRESIE KALIBRACJI DETEKTORÓW I PRZYRZĄDÓW DO POMIARU STĘŻENIA RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU	42

4.3	ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI PRACOWNI WZORCOWANIA DOZYMetrycznego LABORATORIUM WZORCÓW WTÓRNYCH (DLWW) DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	43
5	GRANTY BADAWCZE KRAJOWE (KBN)	45
5.1	PROJEKT BADAWCZY KBN NR 5T 07E 008 25 PT	45
5.2	PROJEKT CELOWY KBN NR 6T 0051 2002 C/05826	45
6	SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA	46
6.1	DZIAŁALNOŚĆ SZKOLENIOWA W 2004 ROKU	46
6.2	DZIAŁALNOŚĆ BIBLIOTEKI	46
6.3	DZIAŁALNOŚĆ WYDAWNICZA	47
6.4	UPOWSZECHNIANIE I PROMOCJA OSIĄGNIĘĆ NAUKI	47
6.5	INFORMACJA I OPINIE NA TEMAT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	47
6.6	SEKRETARIAT KOMITETU TECHNICZNEGO Nr 246 DS. OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	47
7	WSPÓLPARACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA	49
7.1	KOMISJA WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ	49
7.2	MIĘDZYNARODOWA AGENCJA ENERGII ATOMOWEJ, MAEA, WIEDEŃ, AUSTRIA	49
7.3	KOMISJA HELSIŃSKA (HELSINKI COMMISSION, BALTIC MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION COMMISSION, HELCOM MORS)	49
7.4	INSTYTUT RADOWY IM. W. G. CHŁOPINA Z ST. PETERSBURGA	50
7.5	BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, BERLIN, NIEMCY	50
7.6	PHYSIK-TECHNIK-INNOVATION, ELAGEN, NIEMCY	50
7.7	WSPÓŁPRACA KRAJOWA PRZY EKSPLOATACJI SIECI STACJI (ASS-500 i PMS) SIECI MONITORINGU RADIOLOGICZNEGO ŚRODOWISKA	50
7.8	REALIZACJA PROJEKTU „INVESTIGATION OF PU ISOTOPES CONTAINED IN GROUND – LEVEL AIR IN CENTRAL EUROPE”	50
7.9	WYMIANA WYNIKÓW DOTYCZĄCYCH RADIOAKTYWNOŚCI PRZYZIEMNEJ WARSTWY POWIETRZA	50
7.10	WSPÓŁPRACA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU	51
7.11	WSPÓŁPRACA KRAJOWA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADIOAKTYWNOŚCI NATURALNEJ SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH	51
7.12	KLUB POLSKICH LABORATORIÓW BADAWCZYCH POLLAB	51

WSTĘP

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej prowadzi działalność naukową, operacyjną i prewencyjną, której celem jest zapewnienie ochrony społeczeństwa i środowiska Polski przed szkodliwym działaniem promieniowania jonizującego. Większość badań naukowych i prac rozwojowych CLOR ma charakter wieloletni. Dotyczy to głównie prac z zakresu radiobiologii i radioekologii oraz związanych z monitoringiem skażeń promieniotwórczych środowiska. Badania naukowe oraz prace rozwojowe stanowią około 30% działalności CLOR. Ta proporcja rozłożenia sił i środków na działalność naukową oraz na prace operacyjne i prewencyjne odpowiada obecnym tendencjom w ochronie radiologicznej na świecie. Również prace operacyjne są pracami wieloletnimi. Wynika to z konieczności zapewnienia ciągłości funkcjonowania służb ochrony radiologicznej.

Dyscypliny i kierunki prac prowadzonych w CLOR są następujące:

RADIOBIOLOGIA

RADIOEKOLOGIA

SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONTORING
RADIOLOGICZNY

OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO

SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA

WSPÓŁPRACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA

CLOR realizuje swoje obowiązki łącząc działania techniczno-operacyjne z pracami badawczymi i działalnością szkoleniową. Zapewnia to z jednej strony efektywne wykorzystanie zaplecza badawczego przy transferze nowych rozwiązań technologicznych i prawnych do zadań operacyjnych i szkoleniowych, zaś z drugiej związanie kadry naukowej z praktyką i poszukiwaniem nowych rozwiązań. Działalność ma zasięg krajowy i wiąże się z szeroką współpracą międzynarodową.

CLOR współpracuje z krajowymi i zagranicznymi placówkami badawczymi, organizacjami międzynarodowymi, organami i służbami państwowymi, instytucjami prywatnymi.

1 BADANIA NAUKOWE

1.1 TWORZENIE BAZY DANYCH Z FUNKCJAMI OPISUJĄCYMI STANDARDOWE KRZYWE WZORCOWE DO CYTOGENETYCZNEJ OCENY INDYWIDUALNYCH DAWEK PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO O RÓŻNYCH WARTOŚCIACH LET DLA POTRZEB OŚRODKA DYSPOZYCYJNEGO SŁUŻBY AWARYJNEJ W CLOR

M.Kowalska, R.Siwicki

Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania

J.Rostkowska

Centrum Onkologii - Instytut im. M.Skłodowskiej-Curie, Warszawa.

Przypadek niekontrolowanego napromienienia 5 pacjentek Centrum Onkologii w Białymstoku, który miał miejsce w lutym 2001 roku, wyraźnie pokazał, że dozymetria biologiczna stanowi cenne uzupełnienie fizycznych metod pomiaru i oceny dawki pochłoniętej.

Biologiczne metody oceny dawki polegają na badaniu stopnia uszkodzeń tkanek lub komórek napromienionej osoby. Znajomość wielkości dawek będących wynikiem niekontrolowanych ekspozycji na promieniowanie jonizujące, z jednej strony ułatwia lekarzom podjęcia odpowiedniego postępowania medycznego wobec poszkodowanych osób, z drugiej zaś stanowi podstawę do oszacowania ryzyka wystąpienia w przyszłości niepożądanych skutków zdrowotnych, głównie nowotworów. Oprócz niekontrolowanych wypadków radiacyjnych wskazania do biologicznej weryfikacji fizycznych pomiarów dawek są również znaczne nieuzasadnione przekroczenia tzw. dawek granicznych; budzące wątpliwość roszczenia pracowników z tytułu uszczerbku na zdrowiu oraz praca w warunkach zmiennych pól promieniowania lub warunkach przewlekłego wewnętrznego i zewnętrznego narażenia na promieniowanie.

Od połowy lat 60-tych podstawą biologicznej dozymetrii promieniowania jonizującego jest badanie występowania chromosomów dicentrycznych w stymulowanych do dzielenia się limfocytach ludzkiej krwi obwodowej (*IAEA, 1986, Biological Dosimetry: Chromosomal Aberration Analysis for Dose Assessment. Technical Reports Series 260, Vienna: International Atomic Energy Agency*). Postępowanie takie jest możliwe, ponieważ częstość dicentryków powstałych w wyniku pochłonięcia dawki promieniowania jest proporcjonalna do jej wielkości. Ocena dawki pochłoniętej wymaga pobrania krwi od badanej osoby; pobudzenia limfocytów do podziału w hodowli, a następnie przygotowania preparatów cytologicznych w czasie pierwszego popromiennego podziału mitotycznego. Kolejnym krokiem jest określenie częstości dicentryków i porównanie jej z wynikami oznaczeń w limfocytach napromienionych *in vitro*. Postępowanie takie jest możliwe dzięki podobieństwu pomiędzy częstością dicentryków po napromienieniu *in vivo* i *in vitro*. Standardowe krzywe wzorcowe opracowuje się zazwyczaj wcześniej, stosując różne dawki promieniowania i różne rodzaje promieniowań. Do opracowania takich krzywych wykorzystuje się limfocyty wielu dawców. Są nimi kobiety i mężczyźni w różnym wieku. Ma to na celu standaryzację wyników, gdyż zjawiskiem normalnym są osobnicze różnice w promienio-wrażliwości limfocytów.

Swoją pozycję złotego standardu dicentryki zawdzięczają wysokiej swoistości na promieniowanie jonizujące (tylko bardzo niewiele czynników chemicznych indukuje ten typ aberracji chromosomowych) oraz niskiej częstości spontanicznej (średnio 1 dicentryk na 1000 limfocytów), która nie zależy od wieku, stanu zdrowia warunków pracy lub stylu życia dawcy krwi. Dzięki temu dolna granica wykrywalności dawki znajduje się w pobliżu 0,1 Gy promieniowania X i γ . Z powodu zmienionej morfologii dicentryki nie mogą być jednak przekazywane komórkom potomnym. Skutkiem tego jest postępujący w czasie spadek we krwi obwodowej limfocytów zawierających chromosomy dicentryczne. Dla dozymetrii biologicznej oznacza to, że dokładność oceny dawki maleje w miarę upływu czasu od momentu pochłonięcia dawki. W przeciwieństwie do dicentryków translokacje mogą przetrwać w puli komórek limfocytopoetycznych przez wiele pokoleń komórkowych. Częstość translokacji w limfocytach krwi obwodowej jest więc względnie stała w czasie i dokładna ocena dawki może być przeprowadzona nawet w wiele lat po napromienieniu

(IAEA, 2001, Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment. A Manual Technical Reports Series 405, Vienna: International Atomic Energy.)

W okresie sprawozdawczym wdrożono konwencjonalną i molekularną metodykę analizy aberracji chromosomowych w komórkach metafazowych. W pierwszym przypadku była to technika jednolitego barwienia chromosomów roztworem barwnika Giemsy, która umożliwia wykrywanie takich aberracji strukturalnych jak dicentryki, pierścienie i fragmenty acentryczne. W drugim technika FISH przeznaczona głównie do wykrywania wszelkich rodzajów translokacji. Do hybrydyzacji in situ użyto sond skierowanych przeciwko DNA chromosomów #1 i #4 oraz sond przeciwko małym obszarom DNA w pobliżu centromerów poszczególnych chromosomów. Sonda skierowana przeciwko chromosomowi #1 była związana z isocytianianem fluoresceiny (FITC), który emituje światło zielone, a sonda przeciwko chromosomowi #4 ze świecącą na czerwono czerwienią teksańską. Wszystkie chromosomy #1 miały zatem kolor zielony, a chromosomy #4 czerwony. Ponieważ DNA chromosomów #1 i #4 stanowi około 14% ludzkiego genomu, wydajność detekcji translokacji i dicentryków z udziałem tych chromosomów wynosiła około 26%. Do klasyfikacji aberracji chromosomowych pomiędzy pomalowanymi i niepomalowanymi chromosomami stosowano tzw. nomenklaturę PAINT. Jest to akronim od ang. Protocol for Aberration Identification and Nomenclature Terminology. PAINT opracowano specjalnie z myślą o technice malowania chromosomów a jego wielką zaletą jest to, że umożliwia rozkład złożonych aberracji chromosomowych na proste aberracje składowe. Dzięki temu można je wykorzystać przy ocenie dawki.

Wymienione wyżej techniki analizy aberracji chromosomowych zastosowano następnie do zbadania występowania dicentryków i translokacji w limfocytach dawców, których krew napromieniono in vitro różnymi dawkami promieniowania X lub gamma kobaltu-60. Stosowane dawki wynosiły odpowiednio: 0 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 2,00; 3,00 i 4,00 Gy. Dawcami byli ochotnicy zatrudnieni w CLOR. Były to trzy kobiety i trzech mężczyzn, których wiek wahał się od 28 do 59 lat. Wszyscy dawcy to osoby zdrowe, które w czasie swojej pracy zawodowej nigdy nie przekroczyły 1mSv. Jest to tzw. dawka graniczna dla pojedynczych osób z ludności (w przypadku promieniowania X i gamma dawka 1Gy odpowiada 1 Sv). Wśród dawców było natomiast dwóch nałogowych palaczy. Występowanie dicentryków badano u wszystkich sześciu dawców, natomiast translokacje jedynie u trójki dawców, których limfocyty cechowały się najwyższym wskaźnikiem mitotycznym. Powodem tego był bardzo wysoki koszt sond molekularnych i konieczność utrzymania się w ramach posiadanych środków finansowych.

Wyniki badań częstości dicentryków i translokacji posłużą do opracowania uśrednionych krzywych zależności dawka-efekt dla promieniowania X i gamma, które będą spełniały rolę krzywych wzorcowych do oceny dawek pochłoniętych w niekontrolowanych zdarzeniach radiacyjnych radiacyjnych oraz weryfikacji fizycznych pomiarów dawek w przypadkach znacznych nieuzasadnionych przekroczeń tzw. dawek granicznych.

1.2 BADANIE ROZMIESZCZENIA ¹²⁹I I JODU STABILNEGO W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO

M.Suplińska, Z.Pietrzak-Flis Zakład Higieny Radiacyjnej

Jod posiada dwa izotopy naturalne i szereg izotopów antropogenicznych. Izotopy naturalne to trwałe ¹²⁷I oraz promieniotwórczy ¹²⁹I (T_{1/2} = 1,57x10⁷ lat) powstający w reakcjach oddziaływania promieniowania kosmicznego z ksenonem oraz w wyniku rozszczepienia ciężkich jąder. Naturalne stężenia ¹²⁹I są bardzo niskie, ilość ¹²⁹I ze źródeł naturalnych ocenia się na 1,66 TBq. Próby z bronią jądrową wniosły do środowiska 0,37 TBq, a uwolnienia ¹²⁹I do atmosfery z uszkodzonego reaktora w Czarnobylu, ok. 0,045 TBq. Ciekłe uwolnienia ¹²⁹I z zakładów w Sellafield i La Hague wynoszące odpowiednio 6,27 TBq i 14,8 TBq, przenoszone prądami morskimi do Morza Północnego docierają również do Bałtyku przez Cieśniny Duńskie. Istniejące dane o stężeniu ¹²⁹I w osadach dennych z Cieśniny Kattegat oraz badania z dwu sub-rejonów Bałtyku Południowego rozpoczęte w CLOR 2002

roku wskazują, że skażenie tym radionuklidem zmniejszało się z odległością od miejsca wpływu izotopów przez Cieśninę Duńskie.

W roku 2004 zaplanowano kontynuowanie badań nad rozmieszczeniem ^{129}I w osadach dennych w próbkach rdzeniowych z kolejnych trzech lokalizacji. W przygotowanych próbkach oznaczono stężenia ^{137}Cs , konieczne do wyliczenia stosunków atomowych $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$. Stosowana w CLOR metoda oznaczenia izotopów ^{129}I i ^{127}I - radiochemiczna neutronowa analiza aktywacyjna, składa się z etapów: (1) wydzielania jodu z próbki metodą odparowania i ekstrakcji, (2) aktywacji w reaktorze jądrowym $\{^{129}\text{I}(n,\gamma)^{130}\text{I}; ^{127}\text{I}(n,2n)^{126}\text{I}\}$, (3) ponownego wydzielania izotopów jodu z próbek po aktywacji $\{^{130}\text{I} (T_{1/2}=12,36\text{ h})$ i $^{126}\text{I} (T_{1/2}=13,11\text{ d})\}$, (4) pomiaru ich aktywności metodą spektrometrii gamma.

Ze względu na brak paliwa w reaktorze „Maria” w roku 2004 badania zostały wstrzymane i będą kontynuowane w 2005 roku.

1.3 ^{129}I I JOD STABILNY W TARCZYCACH SAREN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI

I.Kamińska, Z.Pietrzak-Flis
Zakład Higieny Radiacyjnej

^{129}I jest jedynym izotopem promieniotwórczym jodu pochodzenia naturalnego o bardzo długim okresie połowicznego rozpadu ($T_{1/2} = 1.57 \times 10^7$ lat). Obecność ^{129}I w środowisku jest spowodowana zarówno naturalnymi procesami, jak również działalnością człowieka. Głównymi źródłami antropogenicznego ^{129}I są próbne wybuchy jądrowe, zakłady przerobu paliwa jądrowego, awaria czarnobylska, a także w mniejszym stopniu elektrownie jądrowe.

Długi okres połowicznego rozpadu i niska energia promieniowania ($E_{\beta}=150\text{ keV}$, $E_{\gamma}=39.6\text{ keV}$) powodują, że ^{129}I jest zaniebawiany jako źródło ekspozycji w skali globalnej, może jednak mieć znaczenie w sąsiedztwie zakładów przerobu paliwa jądrowego i elektrowni jądrowych. Izotop ten jest wykorzystywany z jednej strony jako znacznik do badania zachowania się jodu promieniotwórczego w środowisku, z drugiej zaś pozwala na ocenę uwolnień krótkożyciowych izotopów jodu promieniotwórczego do środowiska.

Biorąc pod uwagę długi okres połowicznego rozpadu ^{129}I , można oczekiwać, że w dłuższym przedziale czasu izotop ten znajdzie się w środowisku w taki sam sposób jak jod stabilny ^{127}I . Stosowaną metodą oceny zmian stężenia ^{129}I w środowisku jest określenie stosunku atomowego $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ w jego komponentach. Gruczoł tarczycy zawiera więcej jodu niż jakikolwiek inny składnik środowiska, a ponadto poziom jodu w tarczycy jest stały i dlatego wartość stosunku atomowego $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ w tym gruczole jest najbardziej czułym indykátorem wzrostu stężenia ^{129}I w środowisku. Badania prowadzone w wielu rejonach świata wykazały, że przed rokiem 1945 stosunek atomowy $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ w tarczycach był rzędu $10^{-12} - 10^{-10}$, po próbnym wybuchu jądrowym wzrósł do poziomu $10^{-9} - 10^{-8}$, po awarii czarnobylskiej w Dolnej Saksonii zawierał się w granicach od 0.36×10^{-8} do 6.0×10^{-8} , a w Szwecji – osiągnął wartość 4×10^{-7} . Dotychczas brakuje w Polsce danych na ten temat.

Celem badań jest oznaczenie stężeń ^{129}I i ^{127}I w tarczycach zwierząt żyjących w rejonach Polski, w których wcześniej określono wielkość depozycji ^{129}I po awarii reaktora w Czarnobylu, a także w rejonach w których brak jest takich informacji.

Zgodnie z planem badania miały być zapoczątkowane w 2004 roku. Okazało się jednak, że ich realizacja była niemożliwa z powodu braku paliwa jądrowego w reaktorze MARIA w Świerku. Obecnie reaktor MARIA wznowił działalność, dzięki czemu kontynuacja badań stała się możliwa.

W 2004 roku zbierano tarczycy zwierząt z kilku rejonów Polski. Dużą pomoc okazała nam Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych (GDLP), dzięki której nawiązano kontakt ze wskazanymi przez GDLP nadleśnictwami. Pomoc uzyskaliśmy również od dr. Wojciecha Bulskiego. Łącznie zebrano ok. 40 tarczyc pochodzących od Jeleni Szlachetnych i Sarn z następujących nadleśnictw: Rudnik (Puszcza Sandomierska), Stare Jabłonki (Puszcza Liwsko-Jabłonecka), Supraśl (Puszcza Knyszyńska), Szczebra oraz Głębokki Bród (Puszcza Augustowska).

^{129}I i ^{127}I oznaczane będą metodą radiochemicznej aktywacji neutronowej. W 2004 roku sprawdzono doświadczalnie metodę wydzielania jodu z próbek tarczycy. Metoda ta polega na przeprowadzeniu jodu obecnego w tarczycy do KI, spopieleniu próbki i wymyciu jodu gorącą wodą, a następnie wykonaniu kolejnych ekstrakcji, zateżeniu próbki i jej liofilizacji. Wydajność wydzielenia jodu kontrolowana jest za pomocą znacznika (^{125}I), dodawanego przed rozpoczęciem preparatyki. Dalszy przebieg oznaczania ^{129}I i ^{127}I jest taki sam jak w przypadku analizy gleby.

Praca ta nabiera znaczenia w związku z planowanym rozwojem energetyki jądowej w Polsce i potrzebą znajomości poziomu ^{129}I w środowisku przed uruchomieniem elektrowni jądowej, która może emitować ten izotop do otoczenia.

1.4 BADANIE ZALEŻNOŚCI OCENY NARAŻENIA RADONOWEGO W BUDYNKACH OD ROZKŁADU WIELKOŚCI CZĄSTEK ZWIĄZANYCH Z POCHODNYMI RADONU

K.Mamont-Cieśla, O.Stawarz, L.Kownacka

Zakład Dozymetrii

Sprawozdanie dotyczy pierwszego okresu sprawozdawczego dwuletniego projektu badawczego KBN nr 5 T07E 008 25.

W czterech różnych rejonach Polski, w przypadkowo wybranych pomieszczeniach i na otwartej przestrzeni, wykonano pomiary następujących wielkości fizycznych:

- stężenia radonu za pomocą monitora AlphaGUARD,
- stężenia energii potencjalnej α -krótkożyciowych pochodnych radonu oraz
- rozkładów średnic α -aktywnych cząstek - nośników produktów rozpadu radonu w powietrzu - za pomocą spektrometru średnic pochodnych radonu RPPSS.

Pomiary wykonano w następujących rejonach Polski:

- w Przesiece i okolicach, koło Jeleniej Góry (11 pomiarów w domach i dwa pomiary na dworze),
- w Leżajsku i okolicach (5 pomiarów w domach i 1 na dworze)
- w Lesznie wielkopolskim i okolicach (8 pomiarów)
- w okolicach Białegostoku (6 pomiarów w pomieszczeniach i jeden na dworze).

W sumie wykonano pomiary w 30 punktach pomiarowych w domach oraz w 4 na dworze.

Na podstawie wykonanych pomiarów obliczono dawki efektywne od radonu dla narażenia zawodowego (Occ) i dla populacji (Env) w oparciu o dwa modele:

1. epidemiologiczny rekomendowany przez ICRP 65 oraz
2. tzw. dozymetryczny rekomendowany przez ICRP 66.

W poniższej tabeli zebrano zakresy zmierzonych: stężeń radonu, PAEC, frakcji wolnej fp i odpowiadających im współczynników równowagi F, rocznych dawek obliczonych wg modelu dozymetrycznego oraz stosunków dawek oszacowanych na podstawie modelu dozymetrycznego do dawek obliczonych przy użyciu modelu epidemiologicznego dla narażenia zawodowego k_O i dla populacji k_E :

	Stęż.Rn [Bq/m ³]	PAEC [nJ/m ³]	fp [%]	F [%]	Roczne dawki[mSv/y] wg modelu dozymetr.		k_O	k_E
					Occ	Env		
w domach	23-1668	16-3805	0-48	9-64	0,4-70	0,2-37	0,8-2,2	0,6-1,5
na dworze	16-116	22-201	14-31	17-31	0,34-3,8	0,19-2,1	1,4-1,8	0,9-1,2

Porównano wyniki dla tych dwu modeli i przeanalizowano zależność rozbieżności między nimi od wartości tzw. frakcji wolnej tj. procentowego udziału cząstek/klastrów o najmniejszych średnicach: poniżej 10nm. Dawki dla populacji obliczane za pomocą modelu epidemiologicznego są niedoszacowane dla frakcji wolnej większej niż 17% a odpowiadające narażeniu zawodowemu dla frakcji wolnej w całym zakresie wartości.

1.5 OCENA DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE

P.Krajewski, L.Rosiak, M.Suplińska
Zakład Higieny Radiacyjnej

Wstęp

Organizacje odpowiedzialne za ochronę środowiska stają często przed problemem przedsięwzięcia kompleksowych działań w zakresie ochrony środowiska z uwzględnieniem wpływu promieniowania jonizującego a brak standardów radiologicznych spójnych ze standardami ochrony przed zatruciem fauny i flory substancjami chemicznymi, jak metale ciężkie czy związki organiczne, standardów pozwalających udowodnić, że środowisko jest faktycznie chronione przed promieniowaniem jonizującym, prowadzi do spadku zaufania społecznego do instytucji odpowiedzialnych za stan środowiska w danym kraju [1, 2]. Potrzeba opracowania takich standardów oraz kontynuacji badań w tym kierunku wynika z szeregu deklaracji i aktów legislacyjnych, gdzie w sposób szczególny wskazano na konieczność prowadzenia ekspertyz i ocen, które jasno i wyraźnie pokazywałyby brak zagrożenia środowiska od promieniowania jonizującego [3, 4, 5]. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie ideą stworzenia nowego systemu ochrony radiologicznej, który by ustalał normy ryzyka radiacyjnego nie tylko dla człowieka, lecz również dla otaczającej nas flory i fauny, a od 2000 roku prowadzi się konsekwentne działania, by wypracować kompleksowy system ochrony przed promieniowaniem jonizującym wszystkich żywych gatunków – np. stosując zbiór organizmów standardowych fauny i flory - dla oceny wpływu promieniowania jonizującego na środowisko w określonych rejonach geograficznych np.: w danym kraju lub w Europejskim i Arktycznym Ekosystemie, czemu mają służyć programy finansowane przez Unię Europejską: 5-ty Program Ramowy UE - FASSET (2000-2003) oraz 6-ty Program Ramowy UE ERIKA (2003-2006). Działania w tym kierunku są również zgodne z nowymi zaleceniami ICRP dotyczących rewizji istniejącego systemu ochrony radiologicznej [5, 6, 7].

System ochrony radiologicznej w Polsce ma opierać się na międzynarodowych standardach przyjmowanych w krajach Unii Europejskiej a Polska jako członek UE jest zobowiązana dostosować swoje prawa wewnętrzne do nowych uregulowań Wspólnoty i powinna uczestniczyć w rozwijaniu spójnego systemu ochrony środowiska. System, którego celem jest zapewnienie bezpiecznego stosowania źródeł promieniotwórczych przy jak najmniejszym i możliwym do zaakceptowania poziomie ryzyka dla środowiska, i który uznaje te same zasady oraz stosuje podobne rozwiązania, co systemy ochrony środowiska przed skażeniami nie-promieniotwórczymi, a ponadto dysponuje kompatybilnym zestawem standardów, kryteriów oraz limitów, dowodziłby „explicite”, jak duży margines bezpieczeństwa dla środowiska zapewnia energetyka jądrowa w stosunku do wielu innych gałęzi przemysłu.

Metody

Omawiany temat jest kontynuacją prac prowadzonych w latach 2000-2004, i ma na celu:

- opracowanie i adaptację na podstawie dostępnych danych światowych metod obliczeniowych pozwalających na określenie mocy dawek od promieniowania jonizującego otrzymywanych przez florę i faunę lądową i wodną w Polsce,

- weryfikację obliczeń modelowych w wybranych komponentach fauny i flory z danymi pomiarowymi,
- porównanie wyników obliczeń mocy dawek z zalecanymi normami.

W ramach planowanych w 2004 roku prac, kontynuowano weryfikację modeli dozymetrycznych zalecanych i opublikowanych przez US. Department of Energy, (USDOE, RAD-BCG CALCULATOR RELEASE 2 DOE-STD-1153, 2002) oraz ocenę ich przydatności dla oceny dawek dla organizmów morskich i lądowych. W w/w modelach proponuje się - „standardowe limity dawek” dla ochrony populacji wszystkich zwierząt wodnych i dla populacji roślin ($3600 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$) oraz dla zwierząt lądowych ($360 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$) co stanowi odpowiednio około ≈ 100 ; 1000 krotność promieniowania tła oraz $1/20$ tzw. dawki połowicznej śmiertelności dla ssaków LD_{50} [8, 9, 10].

Powyższe limity dawek ustalono przy założonych „poziomach bezpieczeństwa” napromienienia fauny i flory w oparciu o publikowane dane o jednorazowych i chronicznych efektach radiacyjnych, gdzie krytycznym punktem odniesienia była zdolność rozrodcza populacji. Zakłada się, że populacja będzie odpowiednio chroniona, jeśli moce dawek dla osobników poddanych maksymalnym napromienieniom nie przewyższają tych poziomów napromienienia. Opracowano „stopniową metodę” (graded approach) oceny ryzyka, jako sposób na pokazanie zgodności z obowiązującymi limitami i jako narzędzie dla prowadzenia przesiewowego szacowania następstw radiacyjnych. Za podstawę przesiewowego szacowania następstw radiacyjnych służą pochodne stężeń nuklidów promieniotwórczych w glebie, osadzie dennym i wodzie (Biota Concentration Guides).

W pierwszym „przesiewowym” podejściu przeprowadzono ocenę dawek od ^{137}Cs (sztuczny izotop promieniotwórczy uwolniony do środowiska po próbnym testach nuklearnych i awarii w Czarnobylu), ^{226}Ra (naturalny izotop promieniotwórczy) oraz $^{239,240}\text{Pu}$ (sztuczne izotopy promieniotwórcze uwolnione po próbnym testach nuklearnych) dla wybranych przedstawicieli fauny Morza Bałtyckiego (ryby: śledź, dorsz, szprot, płastuga, skorupiaków i organizmów dennych: omulek, podwój), oraz przedstawicieli środowiska lądowego (myszy leśnych) z Karkonoskiego Parku Narodowego - okolice Jakuszyce nad rzeką Kamienną. Podstawą dla oceny dawek od ekspozycji zewnętrznej były stężenia tych radioizotopów w osadzie dennym, wodzie morskiej i w glebie natomiast dawki od ekspozycji wewnętrznej oceniono na podstawie mierzonych stężeń tych radioizotopów w tkance badanego organizmu [11–17]. Z przedstawionych obliczeń wynikało, że dawki dla flory lądowej i fauny wodnej w Polsce od ^{137}Cs są rzędu paru procent proponowanych limitów, natomiast maksymalne dawki od ^{137}Cs dla fauny lądowej w rejonie najbardziej skażonym ^{137}Cs w Polsce po awarii w Czarnobylu (Stare Olesno $380 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.m}$) nie przekraczają 10% proponowanego limitu (360 Gy rok^{-1}). Maksymalne dawki od ^{226}Ra dla fauny wodnej nie przekraczają kilku procent proponowanego limitu, natomiast dawki dla fauny przybrzeżnej środowiska wodnego (śródlądowego) nie przekraczają 70% tego limitu (360 Gy rok^{-1}). Największe dawki (390 mGy rok^{-1} , 109% limitu) otrzymano dla fauny lądowej w rejonach Polski Południowej o podwyższonym stężeniu tego radionuklidu w glebie ($100 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.m}$). W tym przypadku przeprowadzono dokładniejszą analizę narażenia populacji małych ssaków na tych terenach. W analizie wykorzystano wysuszone próbki małych ssaków otrzymane z Instytutu Ochrony Środowiska KUL oraz dane o zawartości ^{226}Ra w glebie Radiologicznego Atlasu Polski (1997). Pomiar zawartości ^{137}Cs w organizmach gryzoni przeprowadzono metodą spektrometrii gamma a zawartość ^{226}Ra metodą emanacyjną po wstępnej mineralizacji próby.

Wyniki

Wyniki oznaczeń ^{137}Cs , ^{226}Ra oraz ^{40}K przedstawiono w Tabeli 1. Średnie stężenie ^{226}Ra we wszystkich badanych gatunkach gryzoni zawierało się w granicach $1 \pm 0.5 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.w.m}$ z niewielką tendencją spadkową u nornika burego i ryjówki górskiej. Średnie stężenie ^{137}Cs zawierało się w granicach $70 \pm 60 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.w.m}$, z tendencją spadkową dla nornika burego ($20 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.w.m}$). Stężenie potasu ^{40}K zawierało się w granicach $130 \pm 120 \text{ Bq kg}^{-1} \text{ s.w.m}$.

Otrzymane wyniki posłużyły do weryfikacji modeli dozymetrycznych opracowane przez USDOE.

Modele dozymetryczne opracowane przez USDOE przyjmują maksymalne wartości współczynników bioakumulacji (woda-tkanka zwierzęcia) znacznie przewyższające otrzymane z pomiarów wartości tych współczynników. Przykładowo: dla ^{137}Cs model zakłada wartość 22000 Lkg^{-1}

podczas gdy określone na podstawie pomiarów wartości tych współczynników mieszczą się w zakresie od 30 do 300 Lkg⁻¹, dla ²²⁶Ra model USDOE przyjmuje wartość 3200 Lkg⁻¹ podczas gdy wyniki pomiarów wskazują na wartość tego współczynnika wartościach zakresie od 20 do 500 Lkg⁻¹. To samo dotyczy współczynników przejść dla fauny lądowej (gleba-tkanka zwierzęcia): dla ¹³⁷Cs model USDOE zakłada wartość 100¹ gdy tym czasem otrzymane z pomiarów wartości mieszczą się w zakresie od 0.2 do 2, dla ²²⁶Ra model USDOE obecnie zakłada wartość 0.06¹ (w poprzedniej wersji standard USDOE przyjmował wartość 1.3¹) natomiast mierzone wartości zawierają się w granicach od 0.006 do 0.02.

Tabela 1. Stężenie Ra-226, Cs-137 i K-40 w ciele wybranych przedstawicieli gryzoni w Parku Narodowym Jakuszyce

Gryzoń	Ilość prób	Masa [g]		Ra-226 [Bq/kg ś.m.]		Cs-137 [Bq/kg ś.m.]		K-40 [Bq/kg ś.m.]	
		Średnia	Odch Std	Średnia	Odch Std	Średnia	Odch Std	Średnia	Odch Std
Mysz leśna (Apodemus flavicolis)	17	20.4	1.8	1.0	0.5	95.3	72.2	134	72
Mysz zaroślowa (Apodemus silvaticus)	8	26.8	4.9	1.4	0.5	44.0	29.7	97	35
Nornica ruda (Clethrionomys glareolus)	11	19.0	3.0	1.2	0.6	81.1	26.2	198	221
Nornik bury (Microtus agrestis)	10	28.7	7.5	0.7	0.2	21.1	12.4	67	26
Ryjówka malutka (Sorex minutus)	3	3.4	0.2	1.5	0.6	73.4	6.4	163	148
Ryjówka górską (Sorex alpinus)	7	7.0	0.5	0.5	0.2	87.6	85.1	147	92
Suma całkowita	56	19.9	8.5	1.0	0.5	69.8	59.6	130	122

Tabela 2. Roczne dawki pochłonięte dla niektórych organizmów w Polsce mGy rok⁻¹

	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³⁹ Pu	Całkowita
Skorupiaki M. Bałtyckiego	0.26 0.14 – 0.5	5.1 3.4 – 7.7	0.005 0.003 – 0.01	5.4 3.5 – 8.2
Ryby M. Bałtyckiego	0.28 0.14 – 0.5	0.39 0.26 – 0.54	-	0.67 0.4 – 1.0
Gryzoń Jakuszyce	6.8 0.17 – 29	1.0 0.32 – 10	-	8.1 4.9 – 39

¹ (kg_{sucha masa gleby}/kg_{świeżej masy tkanki})

Z przeprowadzonych oszacowań wynika, że sumaryczne roczne dawki dla fauny morskiej nie przekraczają 0.2% proponowanego limitu dawek ($3600 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$), natomiast wkład poszczególnych dróg ekspozycji do dawki całkowitej zależy od rozpatrywanego radionuklidu. Dla ^{137}Cs , 95% wkład do dawki całkowitej daje ekspozycja zewnętrzna od osadu dennego ($\text{max } 0.5 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$). Dla ^{226}Ra istotny wkład do dawki całkowitej wnosi dawka od ekspozycji wewnętrznej (60% dla ryb i omułka, 98% dla podwoju). Dawki od $^{239,240}\text{Pu}$ stanowią jedną tysięczną dawki sumarycznej i są do zanedbania. Sumaryczne dawki dla przedstawicieli fauny lądowej również nie przekraczają 1% przewidzianego limitu dawek ($360 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$) przy porównywalnym udziale ^{137}Cs i ^{226}Ra (1.4 i $1.3 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$).

Wnioski

„Konserwatywne” podejście modelu dozymetrycznego USDOE jest uzasadnione w pierwszym etapie „przesiewowej” metody oceny narażenia środowiska, gdy dokonuje się oszacowań dawek maksymalnych ale może dawać, dla poszczególnych radionuklidów, nieprawdziwy obraz wkładu poszczególnych dróg ekspozycji do dawki całkowitej, a w szczególnych przypadkach może prowadzić do oceny dawek przewyższających ustalone limity. Przykładowo, zastosowanie konserwatywnego współczynnika bioakumulacji USDOE dla ^{226}Ra wynoszącego 1.3 daje dawkę otrzymywaną przez faunę lądową (małych ssaków) żyjącą w rejonach Polski Południowej o podwyższonym stężeniu tego radionuklidu w glebie ($100 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) równą $390 \text{ mGy} \cdot \text{rok}^{-1}$ co stanowi 109% limitu. Otrzymane oceny posłużą do odpowiedzi na pytanie, czy skażenie fauny i flory w Polsce odpowiada nowym, obecnie rozwijanym na świecie i zalecanym standardom ochrony fauny i flory przed promieniowaniem.

Wyniki pracy przedstawiono na 11 Międzynarodowym Kongresie IRPA, 23-28 maj 2004, Madryt.

Podziękowania

Autorzy pracy składają podziękowanie prof. zw. dr hab. Romanowi Andrzejewskiemu z Instytutu Ochrony Środowiska KUL oraz Międzynarodowego Centrum Ekologii PAN za udostępnienie próbek.

Bibliografia

1. Pentreath R. J., Woodhead D.S., Towards the development of criteria for the protection of marine fauna in relation to the disposal of radioactive waste in to the sea, Radiation Protection in Nuclear Energy, vol 2, Vienna, IAEA, s. 213-243 (1998)
2. International Atomic Energy Agency, Protection of the Environment from the Effects of Ionizing Radiation, IAEA-TECDOC-1091, Vienna (1999)
3. UNCED. United Nations Conference on the Environment and Development, Rio Declaration on Environment and Development (New York: United Nations) (1992)
4. OSPAR CONVENTION FOR THE PROTECTION OF THE MARINE ENVIRONMENT OF THE NORTH EAST ATLANTIC, Sintra Statement, Ministerial Meeting of the OSPAR Commission, Sintra 22-23 July 1998, Summary Record OSPAR 98/14/1, annex 45 (1998)
5. International Commission on Radiological Protection, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 60 (Oxford: Pergamon Press) (1991).
6. Projekt Zaleceń Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP 2005)
7. Domotor S., Higley K., DOE's Graded Approach for Evaluating Radiation Doses to Biota, IAEA Specialist Meeting on Protection of the Environment from the Effects of Ionizing Radiation, August 29-September 1, IAEA (2000).
8. U.S. Department of Energy, A graded approach for evaluating radiation doses to aquatic and terrestrial biota, Technical Standard DOE-STD-1153-2002, Washington, DC. USA..
9. U.S. Department of Energy, Order DOE 5400.5, Radiation Protection of the public and the Environment, (1993)
10. U.S. Department of Energy, Radiation Protection of the Public and the Environment, (1) Notice of proposed rule making, (March 25, 1993), Washington, DC. USA
11. Baltic Marine Environmental Protection Commission, Project Group For Monitoring of Radioactive Substances In The Baltic Sea (Mors) Mors-Pro 7/2002

12. Zalewska T., Distribution of ^{137}Cs in Southern Baltic Sea Waters 15 Years After Chernobyl Accident. Proceedings of "III Native Conference of Radiochemistry and Nuclear Chemistry". Kazimierz Dolny, 6-9 May 2001. Isbn-83-909690-1-7, P 83.
13. Überwachung Des Meeres. Bericht Für Die Jahre 1993/94. Bundesamt Für Seeschifffahrt Und Hydrographie. Hamburg 1999. Issn 0724-0449.
14. Suplińska M., Adamczyk A., Monitoring of radioactive substances in Southern Baltic Sea, 2000. Bottom sediments and biota. MORS-PRO 6/2001/4/4, Stockholm, Sweden, (2001).
15. Jagielak J., Biernacka M., Henschke J., Sosińska A., Radiation Atlas of Poland, 1997. Environmental Monitoring Books, ISBN 83-85787-22-4, 45 (1998).
16. Wardaszko T., Radwan I., Pietrzak Flis Z., Monitoring radioactive contamination: measurements radioactive contamination water and sediments in river and lakes in 1999-2001, General Inspectorate of Environment Protection, (2002).
17. Rosiak L., Central Laboratory for Radiological Protection, personal communication, 2003.

2 SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONITORING RADIOLOGICZNY

2.1 ZAPEWNIENIE FUNKCJONOWANIA STACJI PMS SYSTEMU WCZESNEGO WYKRYWANIA SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH

K.Isajenko, P.Lipiński
Zakład Dozymetrii

W listopadzie 1995 roku zostały uruchomione w Polsce pierwsze stacje PMS monitoringu promieniotwórczych skażeń środowiska (początkowo było ich pięć). Stacje te pracują w systemie „on-line” tzn. w sposób ciągły prowadzą pomiar skażeń środowiska, a zebrane dane przekazują automatycznie do komputerów. W sytuacji normalnej stacje pracują w trybie godzinowym (istnieje możliwość przejścia na tryb 10-cio minutowy w przypadku sytuacji alarmowej).

Sieć stacji PMS zapewnia ciągłe, automatyczne pozyskiwanie wyników ze wszystkich ośrodków, rozmieszczonych równomiernie na terenie całego kraju. Stacje PMS w sposób ciągły mierzą moc dawki oraz pewne parametry meteorologiczne (wielkość opadu, temperatura) oraz zbierają widmo przy użyciu sondy scyntylacyjnej NaJ.

Do 31 grudnia 2004r. pracowało trzynaście takich stacji. Są one zlokalizowane w Warszawie, Szczecinie, Koszalinie, Gdyni, Olsztynie, Białymstoku, Lublinie, Sanoku, Krakowie, Wrocławiu, Zielonej Górze, Toruniu i Łodzi. W większości przypadków stacje te są instalowane w sąsiedztwie stacji do poboru próbek aerozoli z powietrza ASS-500 (prod. CLOR), gdyż oba typy stacji mierzą wielkości w pewien sposób uzupełniające się (stacje ASS-500 pobierają aerozole znajdujące się w powietrzu – a więc są jednym z ogniw systemu mierzącego stężenia izotopów w powietrzu, natomiast stacje PMS mierzą stężenia izotopów promieniotwórczych w otoczeniu). Wszystkie stacje PMS są za pośrednictwem modemów i linii telefonicznych (lub sieci lokalnej LAN – w Warszawie) połączone z serwerem, który został umieszczony w CLOR. W PAA także znajduje się serwer, na którym za pośrednictwem sieci LAN replikowana jest baza danych znajdująca się w CLOR. Niestety według najbliższych planów PAA, obie sieci stacji będą rozłączone (pomimo, że ich integracja nastąpiła przy zgodzie i częściowym finansowaniu PAA). Rozdzielenie rozpoczęło się w pierwszych dniach lutego br. od stacji zlokalizowanej w Warszawie.

Rok 2004 był ostatnim rokiem, w którym CLOR prowadził serwis stacji PMS. Na rok 2005 prace serwisowe były tematem ogłoszonego pod koniec ubiegłego roku przez PAA przetargu. Przetarg wygrała jednoosobowa prywatna firma, która od 1 stycznia 2005r. przejęła opiekę nad siecią stacji PMS.

2.2 EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500

P.Lipiński, M.Biernacka, M.Bysiek, K.Isajenko
Zakład Dozymetrii

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej jest właścicielem sieci ASS-500 stacji poboru aerozoli (12 szt.) z przyziemnej warstwy powietrza atmosferycznego w Polsce. W roku 2004 na terenie Polski działało 13 stacji tego typu: Warszawa, Białystok, Gdynia, Szczecin, Lublin, Świder, Katowice, Sanok, Kraków, Wrocław, Toruń, Łódź, Zielona Góra. Stacja w Zielonej Górze, której właścicielem jest PAA została włączona do sieci w maju 2004 roku. Stacje pracują w cyklu tygodniowym. Dziesięć z tych stacji jest wyposażonych w spektrometr pozwalający na obserwację widma promieniowania gamma aerozoli gromadzonych na filtrze w systemie „on-line”. Filtry po poborze są mierzone za pomocą wysokorozdzielczej spektrometrii gamma. W roku 2004 wykonano

łącznie 666 pomiarów filtrów. Do końca 2004 stacje ASS-500 były zintegrowane ze stacjami PMS. Państwowa Agencja Atomistyki podjęła decyzję o dezintegracji w roku 2005 tych dwóch sieci stacji podając jako powód wpływ stacji ASS-500 na niezawodność stacji PMS (!).

Podczas seminarium zostały przedstawione wyniki pomiarów aerozoli zebranych na filtrach oraz omówiona eksploatacja sieci stacji ASS-500 w ciągu roku 2004 (działania serwisowe, konserwacja stacji, szkolenia użytkowników terenowych).

W poniższej tabeli podano wartości średnie oraz zakresy stężeń radionuklidów występujących w powietrzu w Polsce w roku 2004.

Radionuklid	Stężenie w powietrzu, [μBq/m ³] Wartość średnia (zakres)	Liczba oznaczeń	Miejscowość i okres wystąpienia maksymalnego stężenia
¹³⁷ Cs	1.2±0.04 (<0.1- 7.3)	666	Białystok, 5.01 - 12.01
¹³¹ I	0.5±0.02 (<0.1- 9.0)	666	Białystok, 29.11 - 6.12
⁷ Be	3040±50 (600-7600)	666	Katowice, 31.05 - 7.06
⁴⁰ K	15.0±0.3 (1.9- 60.3)	666	Gdynia, 4.10 - 11.10
²¹⁰ Pb	390± 7 (87-1405)	642	Łódź, 26.01 - 2.02
²²⁶ Ra	5.6±0.1 (<1.7-24.8)	666	Gdynia, 20.12 - 27.12
²²⁸ Ra	1.1±0.03 (<0.2- 5.3)	666	Sanok, 1.03 - 8.03

2.3 WYKONYWANIE ZADAŃ SŁUŻBY AWARYJNEJ I PREZESA PAA I PUNKTU OSTRZEGAWCZEGO (WARNING POINT) ORAZ ZAPEWNIENIE FUNKCJONOWANIA RUCHOMEGO LABORATORIUM SPEKTROMETRYCZNEGO

R..Tańczyk

Zakład Prewencji i Służby Awaryjnej CLOR

Dyżury dyspozytorów i dozymetrycznych ekip interwencyjnych pełnione były nieprzerwanie zgodnie miesięcznymi harmonogramami. W skład dozymetrycznej ekipy interwencyjnej wchodził pracownik wyznaczony w harmonogramie pracy oraz dyspozytor przyjmujący zgłoszenia. W razie wyjazdu ekipy dyspozytor zastępowany był przez kierownika Zakładu Prewencji i Służby Awaryjnej CLOR lub innego upoważnionego pracownika służby awaryjnej.

Ekipy wyposażone były w sprzęt pomiarowy i dozymetryczny umożliwiający: identyfikację rodzaju promieniowania, identyfikację izotopów gamma promieniotwórczych, pomiar mocy dawki promieniowania gamma i neutronów, wykrywanie i pomiar skażeń promieniotwórczych. Służba Awaryjna stale dysponowała jednym samochodem osobowym oraz Ruchomym Laboratorium Spektrometrycznym.

Dyspozytorzy służby awaryjnej prowadzili na bieżąco raport, w którym zapisywane były napływające informacje dotyczące funkcjonowania służby awaryjnej i punktu ostrzegawczego. W przypadku powiadomień o zdarzeniach radiacyjnych informacje o zdarzeniach zapisywane są również na formularzu „powiadomienie/uzupełnienie powiadomienia o zdarzeniu radiacyjnym”. Wypełniony formularz przekazywany był niezwłocznie do CEZAR-a.

W okresie sprawozdawczym dyspozytorzy służby awaryjnej otrzymali 34 powiadomień o zdarzeniach radiacyjnych.

W okresie sprawozdawczym udzielono co najmniej 500 telefonicznych konsultacji nie związanych z likwidacją zdarzeń radiacyjnych i ich skutków.

W okresie sprawozdawczym ekipa interwencyjna podejmowała działania na miejscu zdarzenia 9 razy.

Ruchome Laboratorium wyjeżdżało do pomiarów środowiskowych, na miejsce zdarzenia lub w celach technicznych 11 razy.

Zgodnie z międzynarodową konwencją o wczesnym powiadamianiu o awariach jądrowych, komunikaty o powstałych poza granicami kraju awariach przekazywane są do krajowego punktu kontaktowego. Nadawcami komunikatów są: Emergency Response Center w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (ERC-IAEA) w Wiedniu, odpowiednie władze kraju, w którym awaria się wydarzyła oraz z NATO Euro-Atlantic Disaster Response Center (EADRCC).

W okresie sprawozdawczym punkt ostrzegawczy nie otrzymał żadnych informacji o awariach i incydentach w elektrowniach jądrowych lub sytuacjach zagrożenia radiacyjnego.

W 2004 roku krajowy punkt ostrzegawczy otrzymał 29 informacji. Natychmiast po nadejściu informacji powiadomiono o tym telefonicznie Dyżurnego Awaryjnego PAA z równoczesnym wysłaniem stosownego faksu do CEZAR a w niezbędnych przypadkach również do nadawców faksów.

Zestawienie liczbowe wyjazdów ekip interwencyjnych w roku 2004

Data	Rodzaj zdarzenia	Miejsce	Uwagi
19-02-2004	Znalezienie substancji promieniotwórczych	<i>Milanówek</i> prywatne mieszkanie	Powiadomienie nr 2/2004, opatrunek radowy z okresu międzywojennego
05-03-2004	Ćwiczenie służb	<i>Warszawa</i> stacja metra	Powiadomienie nr 4/2003
11-03-2004	Ćwiczenie służb	<i>Warszawa</i> Sala Kongresowa w PKIN	Powiadomienie nr 6/2004
05-05-2004	Znalezienie substancji promieniotwórczych	<i>Warszawa</i> odpady komunalne	Powiadomienie nr 11/2004, źródło Cs-137 o niewielkiej aktywności porzucone przez nieznanego właściciela
23-07-2004	Znalezienie substancji promieniotwórczych	<i>Suboczyn</i> Składowisko Odpadów Komunalnych	Powiadomienie nr 16/2004, fiolka z solami radu pochodząca z okresu międzywojennego
02-08-2004	Znalezienie substancji promieniotwórczych	<i>HERBY k/Częstochowy</i> składowisko złomu metali kolorowych	Powiadomienie nr 17/2004, skażony promieniotwórczo izotopem Co-60 złom miedzi
28-09-2004	Ćwiczenie służb	<i>Bobrowniki</i> - Przejście Graniczne z Białorusią	Powiadomienie nr 21/2004
28-09-2004	Ćwiczenia służb	<i>Gródek</i> - okolice Przejścia Granicznego w Bobrownikach	Powiadomienie nr 22/2004
08-10-2004	Znalezienie substancji promieniotwórczych	<i>Warszawa</i> odpady komunalne	Powiadomienie nr 24/2004, opakowania po materiałach promieniotwórczych pochodzące z jednego z warszawskich szpitali.

Zestawienie liczbowe zdarzeń radiacyjnych zarejestrowanych w roku 2004

Rodzaj zdarzenia	Liczba zdarzeń radiacyjnych	Numery powiadomień o zdarzeń radiacyjnych	Uwagi
Podejrzanie o promieniotwórczość	9	1/2004, 10/2004, 24/2004, 25/2004, 26/2004, 27/2004, 29/2004, 29/2004, 32/2004	Opakowania po materiałach promieniotwórczych, odpady komunalne o podwyższonym poziomie promieniowania gamma
Pożar instalacji ze źródłami	1	3/2004	Czujki dymu
Znalezienie substancji promieniotwórczych	7	2/2004, 11/2004, 13/2004, 16/2004, 17/2004, 20/2004, 23/2004	Sole radu, porzucone źródło Cs-137, złom skażony Co-60, przewóz nie zadeklarowanego źródła
Awaria urządzenia	3	9/2004, 14/2004, 15/2004	Zablokowanie źródła w defektoskopie, uszkodzenie źródła w czasie transportu wewnętrznego
Wypadek drogowy	1	18/2004	Wypadek drogowy samochodu przewożącego źródła
Kradzież źródła	8	5/2004, 7/2004, 8/2004, 12/2004, 19/2004, 28/2004, 30/2004, 31/2004	Czujki dymu, aparatura izotopowa
Źródła bez nadzoru	1	33/2004	
Ćwiczenie służb	4	4/2004, 6/2004, 21/2004, 22/2004	
Razem	34		

2.4 DZIAŁANIA MAJĄCE NA CELU UDOSKONALENIE SYSTEMU WYKRYWANIA I IDENTYFIKACJI MATERIAŁÓW I ŹRÓDEŁ PROMIENIOTWÓRCZYCH BĘDĄCYCH PRZEDMIOTEM NIELEGALNEGO OBROTU NA TERENIE KRAJU I NA GRANICACH PAŃSTWA

S.Sterliński, G.Smagala, D.Grabowski, I.Kamińska, P.Lipiński, J.Parus, M.Suplińska, R.Tańczyk

Celem zadań podjętych w 2002 i kontynuowanych do końca 2004 roku była realizacja projektu Unii Europejskiej PECO (Pays Europe Centrale Orientale) i jego Modelowego Planu Postępowania, który ma przyczynić się do harmonizacji z europejską siecią krajowego systemu reagowania na zdarzenia nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi w Polsce.

Prowadzono prace związane z niżej wymienionymi zadaniami:

1. Organizacja i przeprowadzenie ćwiczenia praktycznego w terenie związanego z przejęciem materiału jądrowego lub promieniotwórczego nieznanego pochodzenia.
2. Weryfikacja po przeprowadzonym ćwiczeniu praktycznym:
 - a. Podręcznika systemu reagowania na zdarzenia nielegalnego i niezamierzonego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi opracowanego z wykorzystaniem modelowego planu postępowania zaproponowanego w projekcie PECO.

- b. Laboratoryjnych kompetencji CLOR w zakresie analizy i kategoryzacji przejętych materiałów promieniotwórczych oraz prób pobranych ze środowiska.
3. Współpraca z instytucjami zagranicznymi w zakresie harmonizacji technik i metod pomiarowych oraz udziału w ekspertyzach analiz materiałów rozszczepialnych nieznanego pochodzenia.

Przejęcie materiału promieniotwórczego, najczęściej niewiadomego pochodzenia, wymaga szczególnego traktowania i takiego postępowania, aby nie zniszczyć ewentualnych śladów zdarzenia a także nie stwarzać niepotrzebnego zagrożenia dla ludzi i środowiska. Istotna jest tu ścisła współpraca i współdziałanie kompetentnych władz, służb i instytucji, które posiadają wiedzę i doświadczenie między innymi w takich dziedzinach jak: ochrona radiologiczna, ochrona zdrowia, pirotechnika, kryminalistyka klasyczna, czynności procesowe, kategoryzacja materiału w terenie, zabezpieczenie materiału jądrowego, transport, dekontaminacja, analiza laboratoryjna, jądrowa ekspertyza sądowa. Pomocnym w zrealizowaniu takiej współpracy będzie opracowany w postaci podręcznika i wdrożony zintegrowany system reagowania RITNUM (Response to Illicit Trafficking of Nuclear Material), zgodny z Modelowym Planem zaproponowanym w projekcie PECO, obejmującym działania od przejęcia materiału, po jego wielopoziomą analizę w kraju, transfer do specjalistycznego laboratorium za granicą, przygotowanie ekspertyzy, aż po likwidację lub objęcie zabezpieczeniami i ochroną fizyczną materiału jądrowego. Ujęcie modelowe dostosowano do aktualnego stanu prawnego Polski. Projekt dokumentu wymagał opinii wszystkich zaangażowanych podmiotów i poddania go weryfikacji.

Opracowany, w ramach zadania realizowanego przez CLOR w 2003, „Podręcznik systemu reagowania na zdarzenia nielegalnego lub niezamierzonego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi w Polsce” wersja nr 05 wymagał praktycznego sprawdzenia w terenie. Wykorzystano w tym celu dotychczasową współpracę z władzami i służbami Podlasia. Ich zaangażowanie i doświadczenia poprzez udział w październiku 2003 w ćwiczeniu aplikacyjnym systemu reagowania przyczyniły się do tego wyboru. Zatem ćwiczenie praktyczne przeprowadzono na Podlasiu w Bobrownikach w dniu 28 września 2004 roku a podręcznik stanowił podstawę do przygotowania scenariusza ćwiczenia BOBROWNIKI 2004. Uznano za stosowne przyjęcie takiego scenariusza ćwiczenia, który sprawdzi współdziałanie i kompetencje różnych służb dla dwóch powiązanych ze sobą miejsc zdarzeń, przejścia granicznego i terenu nie objętego bezpośrednią kontrolą Straży Granicznej, lecz będącego w gestii kompetencji wielu innych służb współpracujących z Wojewodą Podlaskim, w szczególności służb Policji. Uzgodniony i przyjęty do realizacji scenariusz był pewnego rodzaju kompromisem zależnym między innymi do posiadanych sił i środków oraz czasu przeznaczanego na przeprowadzenie ćwiczenia.

Ćwiczenie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem próbek rzeczywistych materiałów jądrowych i promieniotwórczych przejętych w podobnych zdarzeniach w minionym okresie. W ćwiczonych incydentach uwzględniono możliwość potencjalnego powiązania materiałów promieniotwórczych z materiałami wybuchowymi lub urządzeniami wybuchowymi, jak też z tzw. ‘blokadą obiektu’ przez grupę przestępców. Podmiotami ćwiczącymi były służby województwa podlaskiego odpowiednio do przyjętego do realizacji scenariusza ćwiczeń. Do ćwiczących z Podlasia dołączyły i udzieliły im wsparcia: całodobowa Krajowa Służba Awaryjna, specjaliści CLOR w zakresie kategoryzacji materiałów jądrowych i promieniotwórczych a także pomiarów skażeń środowiska oraz ekipa transportowa z Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Świerku. Praktyczne działania służb były obserwowane przez grupę ponad 100 osób reprezentujących 31 instytucji krajowych, 5 organizacji międzynarodowych lub krajów obcych oraz przez grupę dziennikarzy podlaskich mediów publicznych. Przebieg ćwiczenia był komentowany przez przedstawicieli podmiotów ćwiczących.

Wnioski i doświadczenia z przeprowadzonego ćwiczenia praktycznego wykorzystano do weryfikacji podręcznika. Aktualnie „Podręcznik systemu reagowania na zdarzenia nielegalnego i/lub niezamierzonego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi w Polsce” wersja numer 06 uwzględnia także zmiany, które wystąpiły w 2004 roku.

Do przeprowadzenia w czasie ćwiczenia demonstracyjnego kategoryzacji materiałów promieniotwórczych wykorzystano bardzo prosty sprzęt tzw. mini-spektrometry oparte na detektorach scyntylacyjnych, o zdolności rozdzielczej niewystarczającej do identyfikacji mieszaniny materiału

promieniotwórczego, czy jądrowego. Zatem, zgodnie ze scenariuszem ćwiczenia przejęte przedmioty i pobrane próbki środowiskowe zostały przewiezione do CLOR celem przeprowadzenia badań laboratoryjnych w zakresie analizy i kategoryzacji przejętych w czasie ćwiczenia materiałów jądrowych i promieniotwórczych oraz w zakresie analiz próbek pobranych ze środowiska. Po wykonaniu pomiarów laboratoryjnych w CLOR zlecono dodatkowe badania na Uniwersytecie Warszawskim i w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej w celu pogłębienia identyfikacji przejętych materiałów jądrowych. Próbki materiałów jądrowych tj. dwóch pastylek paliwowych o wzbogaceniu U-235 około 2% oraz 10g proszku uranu zubożonego o wzbogaceniu U-235 około 0,25% wysłano do ITU za pośrednictwem firmy OBRI Polatom w Świerku. W 2005 roku badania próbek przejętych materiałów jądrowych będą kontynuowane w laboratoriach ITU z udziałem dwóch ekspertów CLOR.

W ramach współpracy międzynarodowej były kontakty zarówno w zakresie harmonizacji technik i metod pomiarowych jak i analiz materiałów rozszczepialnych nieznanego pochodzenia. Na uwagę zasługuje współpraca z Instytutem Pierwiastków Transuranowych (ITU), Międzynarodową Agencją Energii Atomowej (IAEA), Biurem Federalnym Ochrony Radiologicznej Niemiec (BfS) i Międzynarodową Techniczną Grupą Roboczą ds. przemytu jądrowego (ITWG) a wiązało się to z:

- realizacją projektu PECO;
- udziałem w opracowywaniu procedury sądowej analizy materiałów rozszczepialnych nieznanego pochodzenia;
- harmonizacją technik i metod pomiarowych;
- podwyższaniem kwalifikacji i nabywaniem umiejętności w zakresie nowych technologii pomiarowych oraz dostępności on-line do specjalistycznego systemu baz danych.

Na uwagę zasługuje:

- Kontrakt (20791) pomiędzy ITU i CLOR będący kontynuacją poprzedniej umowy PECO (wszedł w życie 2 lipca 2003), w ramach którego nastąpiło doposażenie CLOR w detektor planarny, co pozwoliło na wykorzystanie otrzymanego wcześniej z ITU oprogramowania, MGAU i MGA, do określania wzbogacenia (odpowiednio) uranu i plutonu w próbkach o dowolnej geometrii bez konieczności posiadania wzorców kalibracyjnych.
- Udział w europejskim projekcie ITU pt. „Harmonizacja technik i metodologii w pomiarach promieniotwórczości w środowisku”, w którym uczestniczy 12 laboratoriów z 8 krajów. W ramach projektu będą prowadzone prace w zakresie weryfikacji metodyk stosowanych przy oznaczeniach rutynowych oraz w warunkach alarmowych.
- Współpraca z Międzynarodową Techniczną Grupą Roboczą ds. przemytu jądrowego (ITWG) w sprawie utworzenia międzynarodowej sieci laboratoriów jądrowej analizy kryminalistycznej (INFL). Współpraca wiąże się z potencjalnym włączeniem Polski (CLOR współpracujący z innymi polskimi laboratoriami kryminalistyki klasycznej i sądowej analizy jądrowej) do międzynarodowej sieci laboratoriów specjalistycznych w zakresie sądowej analizy jądrowej materiałów nieznanego pochodzenia. Pierwszoplanowym zadaniem będzie zidentyfikowanie kompetentnych w tym zakresie instytucji krajowych, które mogą współpracować ze sobą a następnie ustaleniem w jakim zakresie kategoryzacja i analiza przejętych materiałów jądrowych nieznanego pochodzenia może być wykonana w Polsce - w zakresie pełnym a więc z uwzględnieniem pełnej analizy kryminalistyki klasycznej i jądrowej, czy w zakresie podstawowym uwzględniając kryminalistykę klasyczną i podstawowe elementy sądowej analizy jądrowej (np. tylko kategoryzacja materiału).

2.5 ANALIZA ZAGROŻENIA W WYPADKU WIELKOSKAŁOWYCH AWARII RADIACYJNYCH I WYBÓR OPTIMALNYCH METOD POSTĘPOWANIA DLA OCHRONY LUDNOŚCI POLSKI

Z.Jaworowski

W CLOR prowadzono prace studialne nad problemami zagrożenia ludności Polski w przypadku wielkich katastrof jądrowych, wojny jądrowej, oraz radiacyjnych ataków terrorystycznych. Pomimo braku energetyki jądrowej w Polsce i wynikającej z tego raczej niewielkiej skali zagadnień

technicznych bezpieczeństwa jądrowego, nasz kraj jest potencjalnie zagrożony katastrofami 21 jądrowych reaktorów energetycznych, znajdujących się do odległości ok. 250 km od naszych granic. Dwa z nich są tego samego typu co zniszczony reaktor w Czarnobylu. Światowy arsenał jądrowy stanowi obecnie nieco mniej niż 50 000 głowic bojowych, o łącznej mocy około 20 000 megaton. Znaczna część tej broni, w stanie gotowości bojowej, zlokalizowana jest w Europie i jej sąsiedztwie, a także w niektórych krajach poza tym kontynentem, mających środki przenoszenia o zasięgu obejmującym nasz kraj. Zagrożenie bronią jądrową nie zostało dotąd wyeliminowane i prace nad rozpoznawaniem jego wielkości i skutków, oraz środkami ochrony ludności [1], winny być kontynuowane. Znacznie mniejszy, lecz bardziej realny problem terroryzmu z użyciem tzw. „brudnych bomb” radiacyjnych, a także skutków zdrowotnych militarnych zastosowań zubożonego uranu [2, 3] [4] jest przedmiotem wstępnych badań w naszej instytucji.

Analizy przeprowadzone w CLOR wskazują, że konwencjonalne ataki na reaktory energetyczne poza Polską, nie prowadziłyby do większych strat ludności ani w pobliżu tych reaktorów, ani w naszym kraju. Również ogólnosiwiatowy opad radioaktywny w przypadku użycia nawet całych światowych zapasów broni jądrowej nie prowadziłby do strat śmiertelnych. W przypadku ataku jądrowego masowymi czynnikami śmiertelnego rażenia byłaby fata termiczna i uderzeniowa, a przede wszystkim promieniowanie gamma pyłów radioaktywnych zdeponowanych na naszym terytorium jako opad lokalny z wybuchów jądrowych przeprowadzonych na naszym terytorium lub w państwach sąsiednich. Zasięg terytorialny śmiertelnego zagrożenia opadem promieniotwórczym byłby wielokrotnie większy od stref śmiertelnego rażenia falą termiczną i uderzeniową. Nuklearny atak na Polskę o łącznej mocy sięgającej zaledwie 1,5% światowego arsenału jądrowego, mogłoby spowodować 100% zgonów nie ukrytej ludności. Przy takim ataku ukrycie ludności w schronach przeciw-opadowych, może zapewnić przeżycie około 80% narodu. Natomiast w warunkach naszego kraju, niemal w każdym przypadku usiłowania ewakuacji ludności prowadziłyby do gwałtownego zwiększenia strat śmiertelnych.

Nowe światło na powyższe problemy rzuca doświadczenie zdobyte w naszym kraju oraz zagranicą po katastrofie jądrowej w Czarnobylu [5, 6]. Wykazała ona, że inaczej niż w przypadku eksplozji broni jądrowej, promieniotwórczy opad po katastrofie reaktora jądrowego, rozkłada się na wielkich obszarach w sposób skrajnie nierównomierny, zależnie od lokalnych warunków pogodowych, niemożliwych do przewidzenia z dostatecznym wyprzedzeniem i dokładnością [7]. Okazało się również, że wszystkie komputerowe prognozy pionowego rozkładu skażeń atmosfery po awarii w Czarnobylu, okazały się fałszywe. Ograniczały one wznios skażeń tylko do wysokości 1500 m, podczas gdy polski Program Poboru Prób Wysokościowych (HASP), wchodzący w skład Służby Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych, w całym okresie emisji radioaktywności ze zniszczonego reaktora, stwierdził zasięg radioaktywnych skażeń dochodzący, co najmniej do wysokości 15 000 m. Z tego powodu prognozowanie sytuacji skażeń oparte na komputerowych modelach transportu mas powietrznych należy traktować jako niepewne. Przy podejmowaniu decyzji ochronnych może ono być traktowane jedynie, jako wstępne i raczej hipotetyczne przybliżenie, które musi być szybko zweryfikowane i zastąpione analizą sytuacji opartą na pomiarach skażeń terytorium kraju i atmosfery. W przypadku ataku nuklearnego, jonizacja powietrza oraz impuls elektromagnetyczny (EMP)

Wywołany wybuchami jądrowymi, mogą prowadzić do niemal całkowitego sparaliżowania telekomunikacji radiowej i przewodami napowietrznymi. W tej sytuacji rola „centrum” schodzi na plan dalszy, a podstawowe znaczenie mają przygotowania i działania ochronne na najniższych szczeblach organizacyjnych. Rola „centrum” oraz całej struktury organizacyjnej obrony cywilnej i państwa, będzie stawała się coraz bardziej istotna dla zmniejszenia strat ludności, w miarę przechodzenia do wczesnego i późnego okresu odbudowy. Jedyną sprawnie działającą oraz dysponującą odpowiednią wiedzą i poziomem technicznym strukturą organizacyjną w Polsce, przydatną do ostrzegania ludności w przypadku wielko-skalowego zagrożenia radiacyjnego, oraz do udzielania kompetentnej pomocy doradczej strukturom rządowym, jest nadzorowany przez CLOR system wykrywania skażeń radioaktywnych.

1. Jaworowski Z., Potrzebne schrony osłonowe., Strażak PL. Ratowniczy Bank Wiedzy. 2002, <http://www.strazak.pl/spis/spis/php?grupa=obrona>.
2. Jaworowski Z., Medical effects of depleted uranium in Kosovo. 2001, Radsafe. http://www.cnts.wpi.edu/RSH/Docs/Other%20Docs/DU/medical_effects_of_du_ZJ.htm.
3. Jaworowski Z., Atomowy Osama. Polityka, 2002(43(2373)).

4. Jaworowski Z., Bródna bomba. POLITYKA, 2002(Nr 25 (2355), 22 czerwca, 2002): p. 72-73.
5. Jaworowski Z., Lessons of Chernobyl. Australasian Radiation Protection Society Newsletter, +2004. 30(May, 2004): p. in print.
6. Jaworowski Z., Chernobyl accident - emergency monitoring and protection measures in Poland, in New Risks, J. L.A. Cox and P.F. Ricci, Editors. 1990, Plenum Press: New York. p. 469-476.
7. Jaworowski Z., et al., A highly radioactive Chernobyl Deposit in a Scandinavian glacier. J. Environ. Radioactivity, 1997. 35(1): p. 91-108.

2.6 WYKONANIE KOMPLEKSOWYCH POMIARÓW SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KSOP W RÓŻANIE ORAZ W OTOCZENIU OŚRODKA W ŚWIERKU

L.Kownacka, P.Krajewski, I.Radwan, A.Adamczyk, E.Chrzanowski, J.Hulej

Zakład Higieny Radiacyjnej

K.Isajenko, P.Lipiński, A.Żak, S.Szymański, A.Ząbek

Zakład Dozymetrii

Praca była finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki. W roku 2004 w ramach w/w zadania wokół obu ośrodków pobrano ogółem 146 próbek, z czego 104 w otoczeniu KSOP w Różanie i 42 w otoczeniu Ośrodka w Świerku. W 19 próbkach wód rzecznych, studziennych i źródłanych wykonano pomiary stężenia cezu promieniotwórczego wraz ze wstępną analizą γ -spektrometryczną, 3 pomiary stężenia strontu-90 w próbkach wód studziennych, 24 pomiary całkowitej aktywności substancji β promieniotwórczych w próbkach wód gruntowych, w 32 próbkach wykonano pomiary stężenia trytu, a w 52 próbkach gleby, trawy, zboża oraz aerozolu atmosferycznego przeprowadzono ilościowe analizy γ -spektrometryczne. W 15 punktach zmierzono moc dawki komorą jonizacyjną. Pomierzono skażenia terenu wykonując 3 objazdy wybranych obszarów Ruchomym Laboratorium Spektrometrycznym (2-krotnie wokół KSOP-Różan i 1-krotnie wokół Ośrodka Świerk).

Okolice KSOP-Różan.

Stężenie substancji promieniotwórczych w różnych komponentach środowiska była na niskim poziomie, poza trawą. Średnie stężenie cezu wynosiło: wody rzeki Narew - $0,0022 \text{ Bq/dm}^3$, wody studzienne - $0,0008 \text{ Bq/dm}^3$, wody źródlane - $0,0017 \text{ Bq/dm}^3$ oraz stężenie trytu: wody rzeki Narew - $0,5 \text{ Bq/dm}^3$, wody studzienne - $1,2 \text{ Bq/dm}^3$, wody źródlane - $1,4 \text{ Bq/dm}^3$.

Średnia całkowita promieniotwórczość β zmierzona w próbkach wody gruntowej jest również na niskim poziomie i wynosiła $0,143 \text{ Bq/dm}^3$, stężenia trytu w wodach gruntowych - $1,5 \text{ Bq/dm}^3$ (stężenia te są wyższe w jednym punkcie poboru wód gruntowych - tak jak w latach ubiegłych).

W innych próbkach środowiskowych stężenia ^{137}Cs wynoszą:

gleba: $2,86 \text{ Bq/kg}$, zboże: $0,35 \text{ Bq/kg}$, trawa: w pierwszej serii (wiosna) wynosiły od $<0,5$ do $7,42 \text{ Bq/kg}$ suchej masy, a w jesiennej serii były wysokie i wynosiły od $144,8$ do $15342,2 \text{ Bq/kg}$ suchej masy.

Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 98 nGy/h i była w granicach wartości mierzonych w Polsce.

Pomiary radioaktywności terenu wokół składowiska odpadów mierzone Ruchomym Laboratorium Spektrometrycznym wykazały wyższe aktywności niż w latach ubiegłych.

Okolice Ośrodka Świerk

Stężenie substancji promieniotwórczych w różnych komponentach środowiska było na niskim poziomie, podobnie jak w latach ubiegłych. Średnie stężenie cezu wynosiło: wody rzeki Świder - $0,0013 \text{ Bq/dm}^3$, wody studzienne - $0,004 \text{ Bq/dm}^3$, wody z oczyszczalni ścieków - $0,007 \text{ Bq/dm}^3$ oraz wody rzeki Wisły - $0,0023 \text{ Bq/dm}^3$.

W innych próbkach środowiskowych stężenia ^{137}Cs są również na niskim poziomie: gleba: $1,12 \text{ Bq/kg}$, zboże: $<0,2 \text{ Bq/kg}$, trawa: $7,9 \text{ Bq/kg}$ suchej masy, aerozole atm: $1,0 \mu\text{Bq/m}^3$.

Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 70,0 nGy/h i była w granicach wartości mierzonych w Polsce.

Radioaktywność terenu wokół Ośrodka Świerk mierzona Ruchomym Laboratorium Spektrometrycznym jest na takim samym poziomie jak w innych obszarach Polski.

2.7 PRZEPROWADZENIE UZUPEŁNIAJĄCYCH POMIARÓW SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE

L.Kownacka, P.Krajewski, I.Radwan, M.Suplińska, I.Kamińska, E.Chrzanowski

Zakład Higieny Radiacyjnej

P.Lipiński, A.Ząbek

Zakład Dozymetrii

Praca była finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w okresie od 8 listopada do 15 grudnia 2004 roku. W ramach w/w zadania w otoczeniu składowiska pobrano próbki środowiskowe i wykonano oznaczenia zgodnie z przyjętym harmonogramem.

Metody stosowane do poszczególnych oznaczeń zawartości radionuklidów w różnych komponentach środowiska były zgodne z opracowaniem: „Techniki pomiarowe stosowane w pomiarach kontrolnych służących do oceny sytuacji radiacyjnej w otoczeniu Ośrodka Świerk i KSOP-Różan” wykonanym w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej w 2003 roku i zatwierdzonym przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki.

W otoczeniu KSOP w Różanie pobrano ogółem 11 próbek wody (woda wodociągowa z Różana, wody z rzeki Narew oraz wody głębinowe ze stałych punktów kontrolnych). W wodach wodociągowych i rzecznych oraz w zbiorczej próbce utworzonej z 8 próbek wód głębinowych po przeprowadzeniu wstępnych analiz γ -spektrometrycznych, wykonano radiochemiczne oznaczenia cezu promieniotwórczego:

- stężenie cezu w próbce wody wodociągowej – $0,00085 \pm 0,00017 \text{ Bq/dm}^3$

- stężenia cezu w próbkach wody z rzeki Narew:

WR1 (powyżej składowiska) - $0,0020 \pm 0,0003 \text{ Bq/dm}^3$

WR3 (poniżej składowiska) – $0,0029 \pm 0,0003 \text{ Bq/dm}^3$

- stężenie cezu w zbiorczej próbce wód gruntowych - $0,0017 \pm 0,0003 \text{ Bq/dm}^3$

W 11 punktach pobrano próbki trawy (5 stałych punktów kontrolnych, 5 punktów nowych położonych w odległości 100 – 300 m od ogrodzenia, oraz punkt o najwyższej aktywności) i przeprowadzono w nich analizy γ -spektrometryczne:

- stężenia cezu w trawie w stałych punktach poboru wynosiło od 51 do 4160 Bq/kg s.m.

- stężenia cezu w trawie w nowych punktach poboru wynosiło od 46 do 18904 Bq/kg s.m.

- stężenia cezu w trawie w punkcie o najwyższej aktywności (przy parkanie) - 40742 Bq/kg s.m.

Obok tych punktów wykonano pomiary stężenia Cs-137 oraz całkowitej liczby zliczeń w widmie promieniowania gamma z wykorzystaniem Ruchomego Laboratorium Spektrometrycznego.

2.8 ORGANIZOWANIE POMIARÓW INTERKALIBRACYJNYCH OZNACZANIA CS-137 DLA WSZYSTKICH PLACÓWEK POMIAROWYCH ORAZ SR-90 DLA WYBRANYCH 9 PLACÓWEK

W.Muszyński, B.Rubel, D.Grabowski, W.Kurowski, J.Świętochowska
Zakład Skażeń Promieniotwórczych

Wyniki porównania międzylaboratoryjnego oznaczania aktywności Cs-137 przez placówki podstawowe

Zakład Skażeń Promieniotwórczych Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej przeprowadził dla podstawowych placówek pomiarowych porównanie międzylaboratoryjne w zakresie oznaczania aktywności ^{137}Cs na zlecenie Państwowej Agencji Atomistyki. Zgodnie z wymaganiami zlecniodawcy aktywność ^{137}Cs w materiale do badań porównawczych nie powinna przekraczać 1 Bq/kg.

Przebadano różnorodne materiały: mleko, mąkę, płatki owsiane, różne rodzaje kasz. Ostatecznie zdecydowano się na kaszę o aktywności odpowiadającej wymaganiom zlecniodawcy, jak również poziomom jakie powinna oznaczać placówka podstawowa zgodnie z Rozporządzeniem RM z dnia 17 grudnia 2002r. Przygotowano jedną próbę o wadze 50 kg. Próbę wymieszano, sprawdzono jednorodność wykonując pomiary w 10% losowo pobranych próbek, ponownie wymieszano. Następnie przygotowano próbki o wadze 1 kg, ponownie sprawdzono jednorodność i oznaczono aktywność badanej kaszy. Wykonano pomiary 49 próbek kaszy oznaczając aktywność ^{137}Cs . Pomiary wykonywano spektrometrem z oprogramowaniem Genie 2000 i detektorem HPGe. Układ pomiarowy kalibrowano wzorcem Mix gamma firmy Amersham. Poprawność działania aparatury i stosowanej kalibracji sprawdzono w międzynarodowym porównaniu organizowanym przez PROCORAD (Francja). Probki po ok. 1 kg zapakowano w woreczki polietylenowe i rozesłano do 46 placówek deklarujących wykonywanie oznaczeń aktywności ^{137}Cs metodą radiochemiczną lub spektrometryczną. Dwie placówki z 48 zarejestrowanych placówek podstawowych ze względu na likwidację nie brały udziału w pomiarach interkalibracyjnych. Uczestniczące laboratoria zostały zakodowane i jedynie zainteresowanemu podano numer przyporządkowania (kod).

Wyniki interkalibracyjnych pomiarów przysłało 45 placówek. Jedna z placówek poinformowała o braku możliwości wykonania oznaczenia.

Aktywność Cs-137 w atestowanej próbce kaszy wynosiła: $0,75 \pm 0,04$ Bq/kg

Placówki wykonały 64 oznaczenia aktywności Cs-137 w próbce kaszy w tym:

metodą spektrometryczną – oznaczenie wykonało 16 placówek,

metodą radiochemiczną – 10 placówek,

metodą radiochemiczną i spektrometryczną - 19 placówek.

1. Oznaczenie metodą spektrometryczną.

Wykonano 35 oznaczeń w tym: 30 spektrometrem z detektorem NaI i 5 z detektorem Ge(Li). W 12 przypadkach podano tylko limit detekcji (MDA), wynosił on od $<0,48$ Bq/kg do $<3,2$ Bq/kg. W pozostałych 23 oznaczeniach podano konkretne aktywności i dla tych wartości przeprowadzono analizę. Do odrzucenia wyników zastosowano test Grubbsa i Dixona. Odrzucono wyniki 0 Bq/kg i 3,28 Bq/kg.

Wartość maksymalna 1,9 Bq/kg

Wartość minimalna 0,4 Bq/kg

Wartość średnia 1,08 Bq/kg

95% przedział ufności dla wartości średniej $1,08 \pm 0,22$ Bq/kg

Wszystkie wyniki pomiarów zawierają się w granicach od 0 Bq/kg do 3,28 Bq/kg.

Granice błędu oznaczenia w stosunku do wartości atestowanej są od -100% do 337%

Liczba wyników w granicach błędu (+ 10%) 1 wynik

Liczba wyników granicach błędu (-25% - +50%) 10 wyników

Wyniki pomiarów oznaczeń spektrometrycznych wskazują, że 29% oznaczeń zostało wykonanych na poziomie uznawanym za zadawalający (-25% +50%). Duży rozrzut wyników oznaczeń może być

spowodowany jakością części spektrometrów stosowanych w placówkach. Przede wszystkim dotyczy to niestabilności pracy toru spektrometrycznego. Wpływ na wyniki oznaczeń może mieć poprawność wyznaczenia wydajności spektrometru.

2. Oznaczenie metodą radiochemiczną.

Wykonano 29 oznaczeń. Odrzucono wyniki 2,8; 4,26; 4,49 Bq/kg. Stosowano test Grubbsa, Dixona i t-Studenta.

Wartość maksymalna 2,48 Bq/kg

Wartość minimalna 0,4 Bq/kg

Wartość średnia 1,34 Bq/kg

95% przedział ufności dla wartości średniej $1,34 \pm 0,21$ Bq/kg

Wszystkie wyniki pomiarów aktywności ^{137}Cs zawierały się w granicach od 0,4 Bq/kg do 4,69 Bq/kg.

Granice błędu oznaczenia w stosunku do wartości atestowanej zawierały się w granicach od -46,7% do +525,3%.

Liczba wyników w granicach błędu (+ 10%) 3 wyniki

Liczba wyników w granicach błędu (-25% - +50%) 8 wyników

Wyniki pomiarów oznaczeń radiochemicznych wskazują, że 28% oznaczeń zostało wykonanych na poziomie uznawanym za zadowalający (-25% +50%). Wyniki oznaczeń są wyższe od wartości atestowanej. Na błędy w tym oznaczeniu mogła wpłynąć:

- niecałkowita mineralizacja próbki w piecu muflowym, co z kolei powodowało trudności w rozpuszczaniu w kwasie azotowym lub solnym, jak również nieprawidłowe wyznaczenie zawartości popiołu;
- zastosowanie wzorca potasowego a nie wzorcowego roztworu izotopu cezu-137 do kalibracji aparatury pomiarowej;
- zbyt duża liczba próbek równoległych, co powodowało, że mierzone aktywności mogły być poniżej lub na granicy limitu detekcji.

Wyniki porównania międzylaboratoryjnego oznaczania aktywności Sr-90 przez placówki podstawowe

Zgodnie z ustaleniami interkalibracja została przeprowadzona dla 9 placówek deklarujących wykonywanie oznaczeń Sr-90.

Materiałem do pomiarów interkalibracyjnych było mleko w proszku. Przygotowano jednorodną próbę ok. 12 kg. Próbę wymieszano i sprawdzono jej jednorodność oznaczając spektrometrycznie aktywność ^{137}Cs . Następnie przygotowano próbki w woreczkach polietylenowych po ok. 1000g. Z każdego worka pobrano po 100g mleka w proszku i wykonano oznaczenie Sr-90 zgodnie z metodyką radiochemiczną stosowaną w placówkach pomiarowych. Aktywność zmierzono w układzie pomiarowym Low Level Betamulticounter produkcji duńskiej o limicie detekcji 0,007 Bq/próbę i tle średnio 0,13 imp/min. Układ kalibrowano wzorcem Y-90 przygotowanym z wzorcowego roztworu Sr-90.

Aktywność Sr-90 w atestowanej próbce mleka w proszku wynosiła: $0,60 \pm 0,03$ Bq/kg

Woreczki z pozostałym mlekiem zostały zapakowane i wysłane do 9 placówek wykonujących oznaczenia aktywności ^{90}Sr . Uczestniczące laboratoria zostały zakodowane i zainteresowanemu podano numer kodu.

Wyniki interkalibracyjnych pomiarów przysłało 7 placówek. Dwie placówki nie wykonały oznaczeń z powodu remontu (placówka w SSE Poznań) i braku odczynników (placówka SSE Łódź).

Placówki wykonały oznaczenie korzystając z jednolitej metodyki radiochemicznej. Pomiary wykonano w układzie pomiarowym SAPOS-90 z sondą z cienkim scyntylatorem plastikowym. Do odrzucenia wyników zastosowano test Q i t-Studenta. Nie odrzucono żadnego z wyników.

Wartość średnia 0,53 Bq/kg

Wartość minimalna 0,15 Bq/kg

Wartość maksymalna 0,83 Bq/kg

95% przedział ufności dla wartości średniej $0,53 \pm 0,19$ Bq/kg

Nadesłane wyniki są w zakresie od 0,15 Bq/kg do 0,83 Bq/kg, różnice oznaczenia w stosunku do wartości atestowanej zawierają się w granicach od -75,0% do +38,3%. Poza dwoma skrajnymi, pozostałe wyniki oznaczeń wykonanych przez placówki nie odbiegają w sposób istotny od wartości atestowanej i mieszczą się w przedziale +25%.

W porównaniu do interkalibracji z 2003 roku widać znaczną poprawę, nawet, jeżeli nie uwzględniano wydajności nośników. Przy prawidłowo przeprowadzonej analizie ^{90}Sr w mleku w proszku wydajność powinna być, co najmniej 90%.

Należy zwrócić uwagę na kalibrację układu pomiarowego. Nie może on być kalibrowany wzorcem K-40. Również zbyt mała masa analizowanej próbki może być powodem rozbieżności wyników.

2.9 ZADANIE INWESTYCYJNE PT. "PRZYGOTOWANIE POMIESZCZEŃ DO URUCHOMIENIA LABORATORIUM ANALIZY NIEZNANYCH MATERIAŁÓW ROZSZCZEPIALNYCH I PROMIENIOTWÓRCZYCH"

L.Rosiak, Z.Pietrzak-Flis, J.Hulej
Zakład Higieny Radiacyjnej

W ramach umowy Nr 4/IN/2004 zawartej pomiędzy CLOR i PAA w dniu 20 stycznia 2004 r. przygotowano pomieszczenia i uruchomiono laboratorium analizy nieznanych materiałów rozszczepialnych i promieniotwórczych w części pracowni kl. II Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej.

Adaptacja i modernizacja pomieszczeń obejmowała wyposażenie przyszłego laboratorium w nową instalację elektryczną oraz nową instalację wyciągową, współpracującą ze zmodernizowaną instalacją nawiewną (8-krotna wymiana powietrza w ciągu godziny). Pomieszczenia zostały odnowione (farba zmywalna). Zainstalowano odpowiednio szczelne okno. Oba pomieszczenia przyszłego laboratorium zostały połączone okienkiem w ścianie.

Koncepcja wyposażenia laboratorium opierała się na instalacji w mniejszym z pomieszczeń komory rękawicowej, którą CLOR miał otrzymać, w ramach pomocy, od Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. W związku z tym laboratorium zostało wyposażone w następujący sprzęt laboratoryjny: dwa dygestoria (w tym radiochemiczne), ciąg roboczy złożony ze stołów laboratoryjnych i zlewu, wirówkę, zgrzewarkę do folii, wagę analityczną, wózek laboratoryjny, radiometr RUM-1 z zestawem 3 sond a także zestaw niezbędnych materiałów laboratoryjnych jak szkło laboratoryjne, pipety, kanistry itp.

Ponadto zmodernizowana została śluza sanitarna, usprawniono windę towarową (decyzja Urzędu Dozoru Technicznego o dopuszczeniu do eksploatacji), a także wykonano żwirowy podjazd bezpośrednio pod drzwi laboratorium.

Instalacja komory rękawicowej została odłożona na późniejszy termin. Poza swoim podstawowym działaniem czyli sporadycznym badaniem nieznanych materiałów rozszczepialnych i promieniotwórczych w zakresie aktywności przewidzianych dla pracowni kl. II laboratorium może działać jako pracownia radiochemiczna do oznaczeń Cs-137 i Pu-239,240 w próbkach środowiskowych oraz Cs-137, U-234, U-235 i U-238 w próbkach moczu.

2.10 MONITORING STĘŻENIA ^{137}Cs W GLEBIW LATACH 2004-2006

M.Biernacka, P.Lipiński
Zakład Dozymetrii

Praca pt. „Monitoring stężenia ^{137}Cs w glebie w latach 2004-2006” jest prowadzona w ramach Programu Państwowego Monitoringu Środowiska zgodnie z Umową Nr 9/2004/F zawartą z Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska w dniu 12.05.2004r, finansowaną ze środków Narodowego

Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Praca ma na celu określanie aktualnego rozkładu terytorialnego, dla obszaru całej Polski, depozycji ^{137}Cs [kBq/m^2] dla powierzchniowej warstwy gleby (oraz stężeń radionuklidów naturalnych w Bq/kg). Potrzebę monitoringu promieniowania jonizującego w środowisku, w tym monitoringu skażeń promieniotwórczych gleby, określają regulacje prawne obowiązujące w Europie i Polsce.

Badania prowadzone w ramach powyższej pracy obejmują oznaczanie stężeń ^{137}Cs oraz radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w naszym kraju w próbkach pobieranych do badań laboratoryjnych w cyklu dwuletnim.

Punkty poboru próbek gleby (254 punkty) są rozmieszczone na terenie całej Polski i zlokalizowane w ogródkach meteorologicznych stacji i posterunków Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

W roku 2004 w ramach realizacji pracy wykonano następujące zadania:

- w październiku 2004r. pobrano, korzystając z podwykonawstwa IMiGW, próbki gleby z 254 punktów: 254 próbki z warstwy powierzchniowej o grubości 10 cm i 10 próbek z warstwy o grubości 25 cm, zgodnie z metodyką zatwierdzoną przez Prezesa PAA;
- zaprowadzono rejestr pobranych próbek;
- wszystkie próbki przygotowano do pomiaru spektrometrycznego przeprowadzając ich suszenie, rozdrabianie, przesiewanie, ważenie, umieszczanie w pojemnikach pomiarowych typu Marinelli 0,5 dm³;
- wykonano pomiary spektrometryczne 20 próbek metodą półprzewodnikowej spektrometrii promieniowania gamma, zatwierdzoną przez Prezesa PAA, w celu oznaczenia w badanych próbkach stężeń ^{137}Cs (oraz radionuklidów naturalnych);
- opracowano raport cząstkowy zawierający wyniki oznaczeń stężeń ^{137}Cs i radionuklidów naturalnych w próbkach gleby pobranych z rejonu śląskiego;
- wzięto udział w pomiarach porównawczych mających na celu oznaczenie zawartości ^{137}Cs w glebie, zorganizowanych przez Państwową Agencję Atomistyki oraz Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002r. (w sprawie stacji wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych i placówek prowadzących pomiary skażeń promieniotwórczych, Dz. U. Nr 239, poz. 2030).

Próbki gleby były pobierane w ogródkach meteorologicznych stacji i posterunków IMiGW. Każda próbka składała się z 7 porcji pobranych za pomocą stalowego wykrojnika o średnicy 2 cale. Do pomiaru stosowano metodę półprzewodnikowej spektrometrii promieniowania gamma z użyciem detektorów HPGe. Wyniki pomiarów zostały zaprezentowane w postaci map radiologicznych z wykorzystaniem oprogramowania typu GIS MapInfo 6.0 PL.

W wyniku pomiarów spektrometrycznych w 20 próbkach gleby, w tym w 19 z rejonu śląskiego (zgodnie z podziałem kraju na rejony przyjętym przez IMiGW) określono stężenia ^{137}Cs w [kBq/m^2] oraz ^{226}Ra , ^{228}Ac i ^{40}K [Bq/kg].

Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń poszczególnych radionuklidów dla gleby z rejonu śląskiego, pobranej w październiku 2004r. wynoszą odpowiednio:

- dla ^{137}Cs : śr. 1,39 kBq/m^2 ; zakres [0,75 – 2,73] kBq/m^2 ,
- dla ^{226}Ra : śr. 17,3 Bq/kg ; zakres [8,9 – 42,2] Bq/kg ,
- dla ^{228}Ac : śr. 16,4 Bq/kg ; zakres [7,3 – 39,6] Bq/kg ,
- dla ^{40}K : śr. 372 Bq/kg ; zakres [210 – 568] Bq/kg .

Jak wynika z badań prowadzonych w ubiegłych latach oraz w roku 2004 rejon śląski (obejmujący części województw: pomorskiego, zachodniopomorskiego, kujawsko-pomorskiego oraz warmińsko-mazurskiego) charakteryzuje się stężeniami ^{137}Cs niższymi niż średnia dla Polski, która w okresie 1988-2000 zmieniała się od wartości 4,64 kBq/m^2 do wartości 3,20 kBq/m^2 .

Stężenie ^{137}Cs w powierzchniowej warstwie gleby, poczynając od 1988r., systematycznie maleje, wskutek rozpadu promieniotwórczego tego nuklidu ($T_{1/2} = 30,02$ lat) oraz jego wnikania w głębsze warstwy gleby.

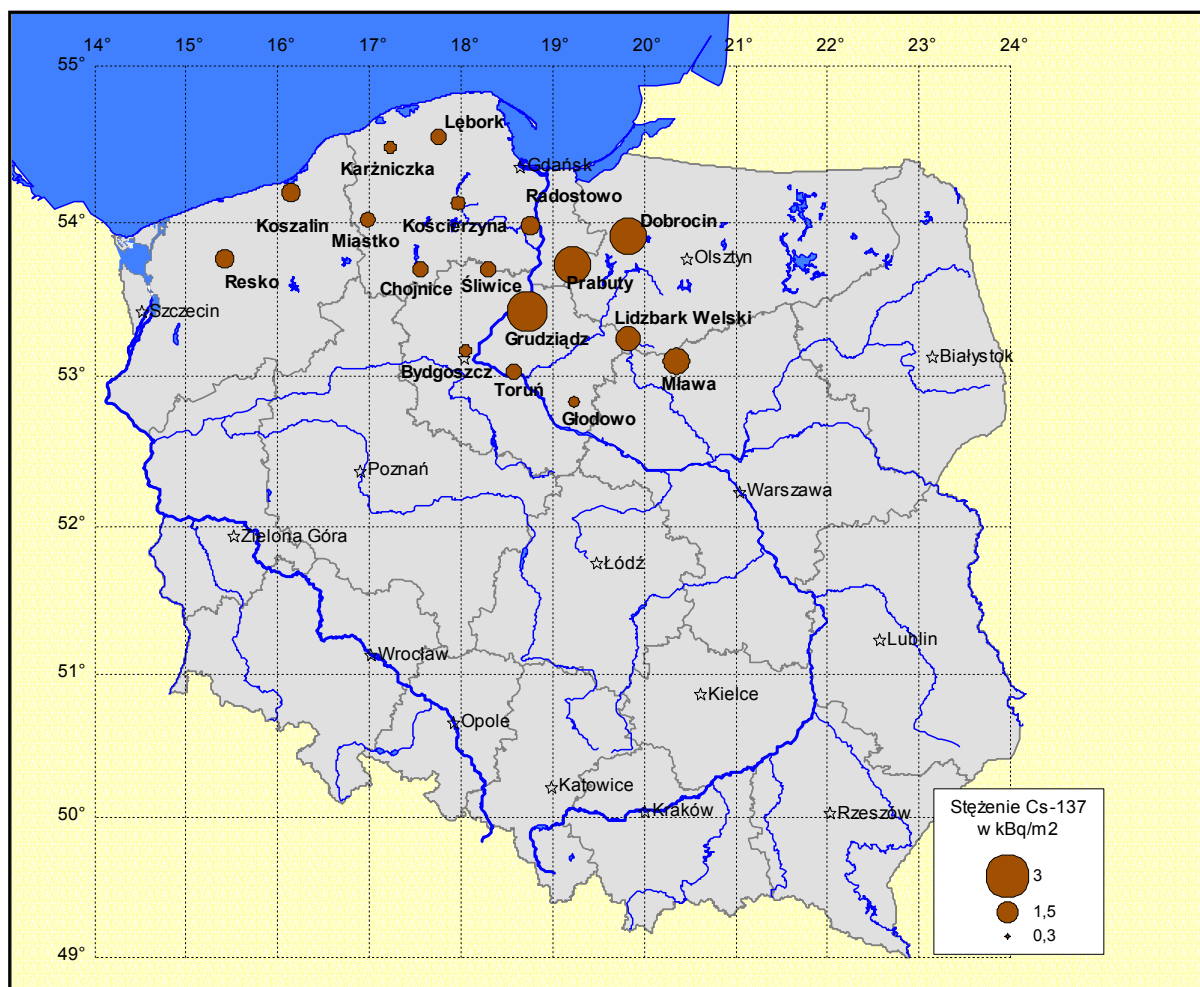
Wartość stężenia ^{134}Cs , mierzalnego do roku 1996, jest obecnie poniżej dolnej granicy detekcji (LLD), ponieważ radionuklid ten z uwagi na stosunkowo krótki okres połowicznego zaniku ($T_{1/2} = 2,07$ lat) uległ rozpadowi.

Średnie dla rejonu słupskiego stężenia w glebie naturalnych radionuklidów: ^{226}Ra oraz ^{228}Ac (17,3 Bq/kg oraz 16,4 Bq/kg) mają wartości niższe niż średnie dla Polski – obliczone dla kilkunastoletniego okresu prowadzenia monitoringu gleby – wynoszące odpowiednio: 24,9 Bq/kg oraz 21,1 Bq/kg. Ma to związek z rodzajem gleb występujących na terenie Polski północno-zachodniej, gdzie w znacznej części są to gleby torfowe lub zawierające piaski.

Średnie stężenie ^{40}K wynoszące dla rejonu słupskiego 372 Bq/kg jest bliskie średniemu stężeniu dla Polski (403 Bq/kg). Rozkład stężeń tego radionuklidu na terenie kraju charakteryzuje się bowiem większą jednorodnością niż w przypadku rozkładu ^{226}Ra i ^{228}Ac .

Rozkład terytorialny stężenia ^{137}Cs w rejonie słupskim przedstawiono na załączonym rysunku. W roku 2005 będą kontynuowane sukcesywne pomiary spektrometryczne próbek gleby pobranych w październiku 2004r., pochodzących z kolejnych rejonów kraju.

Stężenie Cs-137 w powierzchniowej warstwie gleby - Pobór - Październik 2004



2.11 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO W 2004 ROKU

M. Suplińska, I. Radwan, A. Adamczyk

Zakład Higieny Radiacyjnej

Praca wykonana zgodnie z umową z PAA nr 9 /SP/2004

Badania środowiska morskiego prowadzone są regularnie przez wszystkie kraje nadbałtyckie a koordynowane są przez Komisję Helsińską. Zakres prac CLOR obejmuje coroczne oznaczanie substancji promieniotwórczych w dwu komponentach środowiska morskiego: w osadach dennych i rybach. We wszystkich badanych próbkach wykonywane są oznaczenia ^{137}Cs , a w wybranych ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr , ^{226}Ra . Jako uzupełnienie, wykonywanego przez IMGW monitoringu wody morskiej, CLOR w wybranych próbkach wody prowadzi oznaczenia ^{226}Ra i ^3H . Dane o skażeniach polskiej strefy ekonomicznej Bałtyku przekazywane są każdego roku do Banku Danych Komisji Helsińskiej.

Osady denne

Analizowano próbki osadów dennych pochodzące z Basenu Gdańskiego, morza otwartego oraz Basenu Bornholmskiego.

Depozycja ^{137}Cs różniła się w badanych sub-rejonach od $4,9 \text{ kBq m}^{-2}$ w Zatoce Gdańskiej do $1,9 \text{ kBq m}^{-2}$ w Basenie Bornholmskim. Najwyższe stężenia ^{137}Cs występowały w górnych warstwach osadów. Zakres stężeń ^{137}Cs w Basenie Gdańskim w warstwach osadów od 0 do 3 cm mieścił się w zakresie $200\text{--}270 \text{ Bq kg}^{-1}$, podczas gdy w Basenie Bornholmskim stężenia ^{137}Cs mieściły się w zakresie $70\text{--}90 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Depozycja plutonu była również zróżnicowana i wynosiła dla $^{239,240}\text{Pu}$ od $0,15 \text{ kBq m}^{-2}$ w Zatoce Gdańskiej do $0,026 \text{ kBq m}^{-2}$ w Basenie Bornholmskim. W Zatoce Gdańskiej stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ w głębszych warstwach dochodziły do $9,3 \text{ Bq kg}^{-1}$ i były około 8 razy wyższe niż w Basenie Bornholmskim ($1,20 \text{ Bq kg}^{-1}$). Stężenia ^{238}Pu w poszczególnych warstwach mieściły się w zakresie $10\text{--}290 \text{ mBq kg}^{-1}$. Stosunki aktywności ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$ w poszczególnych warstwach osadów mieściły się w granicach $0,02\text{--}0,05$ czyli były typowe dla opadu globalnego.

Różnice w depozycji ^{90}Sr pomiędzy rejonem Zatoki Gdańskiej ($0,12\text{--}0,17 \text{ kBq m}^{-2}$), a morzem otwartym ($0,19 \text{ kBq m}^{-2}$) były niewielkie. Rozmieszczenie ^{90}Sr w profilach głębokości osadów dennych w Zatoce Gdańskiej wskazuje, że głównym źródłem skażeń był opad globalny, mniejszy wpływ miało skażenie po awarii czarnobylskiej. Stosunek aktywności $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ w warstwach od 0 cm do 5 cm ($0,01\text{--}0,02$) potwierdza, że depozycja ^{90}Sr po awarii czarnobylskiej w rejonie Zatoki Gdańskiej nie przekracza 2 % depozycji ^{137}Cs .

Stężenia ^{226}Ra w osadach dennych różniły się w zależności od miejsca poboru próbek, a były wyrównane wzdłuż badanych profili. W osadach Zatoki Gdańskiej (P-116) średnie stężenie ^{226}Ra wyniosło $31,7 \pm 1,1 \text{ Bq kg}^{-1}$, a w Głębi Bornholmskiej (P-5) $49,5 \pm 3,4 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Ryby

Średnie stężenie ^{137}Cs w mięsie ryb wyniosło $6,8 \pm 1,15 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{s.m.}}$. Najbardziej skażony był dorsz ($7,6 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{s.m.}}$), a najmniej płastuga ($6,1 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{s.m.}}$). Stężenie aktywności ^{137}Cs w rybach bałtyckich od 1990 roku ulega powolnemu spadkowi. Zmiany aktywności ^{137}Cs w rybach w okresie 1990–2004 mają charakter wykładniczy. Wyliczony efektywny okres połowicznego spadku aktywności ^{137}Cs w rybach (T_{eff}) wynosi około 16,6 lat.

Woda

Rozmieszczenie ^{226}Ra w wodzie na obszarze Bałtyku Południowego jest jednorodne. Średnie stężenie ^{226}Ra w wodzie z Bałtyku Południowego w roku 2004 wyniosło $3,09 \pm 0,29 \text{ Bq m}^{-3}$.

Stężenia ^3H w wodzie bałtyckiej w ostatnich latach utrzymują się na tym samym poziomie. Średnie stężenie trytu w roku 2004 wynosiło $1,97 \pm 0,33 \text{ kBq m}^{-3}$ i nie odbiegło od stężeń ^3H określonego dla wód śródlądowych.

2.12 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W 2004 ROKU

Z.Pietrzak-Flis, L.Rosiak, I.Kamińska, E.Chrzanowski
Zakład Higieny Radiacyjnej

Pracę wykonano na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (umowa nr 75/2003/F) finansowaną ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy o dotację nr 684/2003/Wn50/MN-PO-BD/D

Praca jest kontynuacją zadania rozpoczętego w 2003 roku. Program monitoringu przewiduje oznaczanie w wodzie cezu-137 i strontu-90 oraz w osadach dennych - cezu-137 i izotopów alfa promieniotwórczych plutonu ($^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu).

Oznaczanie Cs-137, Sr-90, Pu-239+240 i Pu-238 jest ważne dla poznania obecnego poziomu stężenia tych radionuklidów w środowisku wodnym. Badania te umożliwiają także ocenę źródeł pochodzenia wyżej wymienionych izotopów promieniotwórczych obecnych w wodzie i w osadach dennych oraz zmiany stężeń w czasie.

Próbki wody i osadów dennych pobierano dwukrotnie: w okresie wiosennym i jesiennym. Pobór próbek w roku 2004 objął, zgodnie z planem badań, dorzecza Wisły (7 punktów poboru) i Odrę (5 punktów poboru) oraz jeziora usytuowane w kilku rejonach Polski (6 jezior). 20 litrowe próbki wody z rzek pobierano z głównego nurtu, a z jezior z miejsc dostępnych z pomostów. Około 1 kilogramowe zbiorcze próbki osadów dennych pobierano z trzech miejsc oddalonych od siebie o ok. 50 m. Cs-137 i Sr-90 w wodach oraz izotopy Pu w osadach dennych oznaczano metodami radiochemicznymi, a Cs-137 w osadach dennych metodą spektrometrii gamma.

Stężenia ^{137}Cs w wodach rzek zawierały się w granicach od 1,42 mBq/l (Annopol - Wisła) do 6,20 mBq/l (Chałupki - Odra) w okresie wiosennym i od 1,80 mBq/l (Płock - Wisła) do 8,81 mBq/l (Wrocław - Odra) w okresie jesiennym. Poziom tego radionuklidu w wodach Wisły i jej dopływów był na ogół niższy niż w wodach Odrę i Warty. Stężenia ^{137}Cs w wodach jezior zawierały się wiosną w granicach od 1,72 mBq/l (Niesłysz) do 9,88 mBq/l (Rogóżno), a jesienią od 1,92 mBq/l (Wadąg) do 6,10 mBq/l (Rogóżno). Poziom tego radionuklidu w jeziorach zajmował miejsce pośrednie pomiędzy stężeniami w dorzeczu Wisły i Odrę.

Zakres stężenia ^{90}Sr w wodach rzek wynosił wiosną od 3,84 mBq/l (Annopol - Wisła) do 8,13 mBq/l (Chałupki - Odra), a jesienią od 3,40 mBq/l (Wyszków - Bug) do 10,7 mBq/l (Wrocław - Odra). W wodach jezior stężenia ^{90}Sr zawierały się wiosną w granicach od 2,22 mBq/l w Wigrach do 13,2 mBq/l w Rogóżnie, a jesienią od 2,28 mBq/l do 8,2 mBq/l w tych samych jeziorach. Poziom ^{90}Sr najniższy był w wodach Wisły, a najwyższy w wodach Odrę, a stężenia tego radionuklidu były od 1,2 do 2,7 razy wyższe niż stężenia ^{137}Cs . Średnie stężenia obu izotopów pozostawały na tym samym poziomie niezależnie od czasu pobierania próbek wody. Stwierdzono wysoką korelację pomiędzy stężeniami ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach rzek i jezior, co wskazuje że oba te izotopy pochodzą z jednego źródła - z uszkodzonego reaktora w Czarnobylu.

Najwyższe stężenie ^{137}Cs w osadach dennych rzek obserwowano wiosną w Odrze w Chałupkach (40,7 Bq/kg), a najniższe jesienią w Wiśle w Płocku (0,71 Bq/kg). Na ogół, w obu okresach poboru prób wyższe stężenia ^{137}Cs obserwowano w osadach dennych pochodzących z dorzecza Odrę niż z dorzecza Wisły. Stężenie tego izotopu w jeziorach było bardzo zróżnicowane. Najmniej ^{137}Cs obserwowano w Drawsku (3,75 Bq/kg wiosną i 7,89 Bq/kg jesienią), a najwięcej w Niesłysz (54,8 Bq/kg wiosną) oraz w Rogóżnie (44,3 Bq/kg jesienią). Średnie stężenia ^{137}Cs niższe były w próbkach osadów rzek i jezior pobranych jesienią od stężeń w próbkach wiosennych.

Stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych rzek wahały się od 3,64 mBq/kg w Wiśle w Kiezmorku (jesień) do 175 mBq/kg w Odrze (wiosna) we Wrocławiu. Stężenie ^{238}Pu w 8 z 24 próbek osadów było poniżej

granicy oznaczalności, a maksymalne stężenie (5,23 mBq/kg) oznaczono we Wrocławiu. W osadach dennych jezior najniższe stężenie $^{239,240}\text{Pu}$ (4,73 mBq/kg) obserwowano w Wigrach, a najwyższe (465 mBq/kg) w Niesłysz. Stężenie ^{238}Pu oznaczono w 3 z 12 próbek osadów jezior (pozostałe próbki poniżej granicy oznaczalności). Maksymalne (10,1 mBq/kg) oznaczono w Niesłysz. Ze stosunku aktywności ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$, który zawierał się w granicach od 0,026 – 0,248 można wnioskować, że skażenie środowiska izotopami plutonu jest spowodowane głównie opadem globalnym. Wyliczony udział plutonu pochodzenia czarnobylskiego waha się, zależnie od miejsca poboru próbek, od 5 do 46%.

Praca będzie kontynuowana w 2005 roku.

2.13 ANALIZA I OCENA ZMIAN RADIOAKTYWNOŚCI SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W POLSCE (W LATACH 1980 - 2003)

A.Żak, M.Biernacka

Zakład Skażeń Promieniotwórczych

W Polsce od 1980 roku istnieje system badań atestacyjnych surowców i materiałów przeznaczonych do budownictwa mieszkaniowego. Od 1.01.2003 obowiązek badań rozszerzono na inne rodzaje budownictwa, przy czym do oceny materiału stosuje się obecnie „wskaźniki aktywności” obliczane ze wzorów:

$$f_1 = \frac{S_K}{3000} + \frac{S_{Ra}}{300} + \frac{S_{Th}}{200} \quad (\text{wielkość bezwymiarowa})$$

oraz $f_2 = S_{Ra}$ wyrażone w [Bq/kg].

Wartości graniczne wskaźników zależą od zastosowania materiału lub surowca.

Np. dla budownictwa mieszkaniowego wartości graniczne wynoszą:

$$f_1 = 1$$

$$f_2 = 200 \text{ Bq/kg}$$

W 2004 roku w ramach omawianej pracy opracowano wyniki zebrane w latach 1980 do 2002 oraz odrębnie (ze względu na zmianę definicji f_1) opracowano wyniki za 2003r. Odpowiednie tabele opublikowano w wydawnictwie GUS „Ochrona Środowiska 2004”.

Do 20 lutego 2005 zebrano wyniki badań 1167 próbek za 2004r, z czego 48 wyników pochodzi z CLOR, zaś pozostałe 1119 z 20 laboratoriów współpracujących z CLOR. Opracowano wstępne wyniki badań za 2004r. dla wybranych grup surowców i materiałów.

Ponadto wykonano następujące prace:

- przeszkolono personel 7 laboratoriów (łącznie 27 osób) w zakresie wykonywania pomiarów atestacyjnych radioaktywności naturalnej;
- wykonano 6 kompletów objętościowych wzorców kalibracyjnych dla aparatury typu MAZAR (obecnie jeszcze trwają pomiary wzorcowe);
- kontynuowano prace związane z wymaganiami systemu jakości: cotygodniowe pomiary kontrolne, kalibracja aparatury, prowadzenie dokumentacji itp.
- rozpoczęto prace nad rozszerzeniem systemu jakości na pomiary mocy dawki promieniowania fotonowego;
- opublikowano w „Postęпах Techniki Jądrowej” Vol. 47 z. 2/2004r. wyniki badań interkalibracyjnych przeprowadzonych w 2003r.
- opracowano ekspertyzę dotyczącą narażenia na promieniowanie jonizujące osób zatrudnionych w Hucie Szkła Zakładu Thompson w Piasecznie.
- na bieżąco udzielano konsultacji w sprawie pomiarów i interpretacji wyników otrzymywanych przez pracownię dysponującą aparaturą typu AZAR/MAZAR, po wejściu w życie przepisów określonych w Rozporządzeniu RM z dnia 3 grudnia 2002r.

3 OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO

3.1 OCENA ROCZNYCH DAWEK DLA LUDNOŚCI POLSKI OD PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO ŹRÓDEŁ NATURALNYCH I POCHODZENIA SZTUCZNEGO OBECNYCH W ŚRODOWISKU ORAZ OD ŹRÓDEŁ STOSOWANYCH W PRZEMYSŁE I MEDYCYNIE (OCENA ZA 2003 R.)

J.Henschke, M.Biernacka, K.Posłuszny, D.Grabowski, B.Rubel

Praca ma na celu dokonywanie corocznej, aktualnej oceny dawki efektywnej, pochodzącej od różnych źródeł promieniowania jonizującego, otrzymywanej przez statystycznego mieszkańca Polski. Ocena narażenia ludności kraju dokonywana jest głównie na podstawie wyników badań uzyskanych przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej. Brane są również pod uwagę badania prowadzone przez inne instytucje, takie jak Główny Instytut Górnictwa w Katowicach (narażenie górników pracujących w kopalniach węgla kamiennego) oraz Instytut Medycyny Pracy w Łodzi (narażenie związane z diagnostyką medyczną). Wyniki oceny przekazywane są do Głównego Urzędu Statystycznego, który publikuje je w swoich wydawnictwach: Małym Roczniku Statystycznym oraz „Ochrona Środowiska” jak również do międzynarodowej organizacji UNSCEAR, która uwzględnia nasze dane w wydawanych przez siebie raportach.

Z przeprowadzonej oceny wynika, że wartość średnia całkowitej dawki efektywnej otrzymanej w roku 2003 przez statystycznego mieszkańca Polski wyniosła 3,35 mSv.

Na wartość tę złożyło się promieniowanie źródeł naturalnych i pochodzenia sztucznego obecnych w środowisku oraz źródeł stosowanych w przemyśle i medycynie.

Największy udział w tej wartości, 74% (ok. 2,5 mSv), ma promieniowanie radionuklidów naturalnych a wśród nich promieniowanie pochodzące od radonu stanowiące 40,6%(1,36 mSv). Znaczną składową, wynoszącą ok. 25% (0,85 mSv) jest również dawka wynikająca ze stosowania promieniowania w diagnostyce medycznej.

Wartość rocznej dawki efektywnej powodowanej promieniowaniem radionuklidów pochodzenia sztucznego, które znalazły się w środowisku na skutek awarii jądrowych, wyniosła 0,008 mSv, co odpowiada ok. 0,2% wartości całkowitej dawki przypadającej na statystycznego mieszkańca Polski.

Porównując wartości dawki efektywnej określonej dla statystycznego mieszkańca Polski w wyniku ocen prowadzonych w latach ubiegłych można zauważyć, że zmiany dawki są raczej niewielkie. Wynikają one głównie ze zmian niektórych współczynników przeliczeniowych, na podstawie których szacuje się dawki dla poszczególnych źródeł promieniowania. Kolejne publikacje UNSCEAR zalecają nieco inne współczynniki. Można więc przyjąć, że sytuacja radiologiczna naszego kraju nie ulega obecnie zmianie.

Poniżej przedstawione zostały w postaci rysunku kołowego udziały dawek efektywnych pochodzących od poszczególnych źródeł promieniowania w 2003r. Szczegółowe dane dotyczące dawek efektywnych zostały zestawione również w załączonej tabeli.

**WARTOŚCI ŚREDNICH ROCZNYCH DAWEK EFEKTYWNYCH OTRZYMANYCH PRZEZ
MIESZKAŃCÓW POLSKI Z NATURALNYCH I SZTUCZNYCH ŹRÓDEŁ
PROMIENIOWANIA W 2003 ROKU**

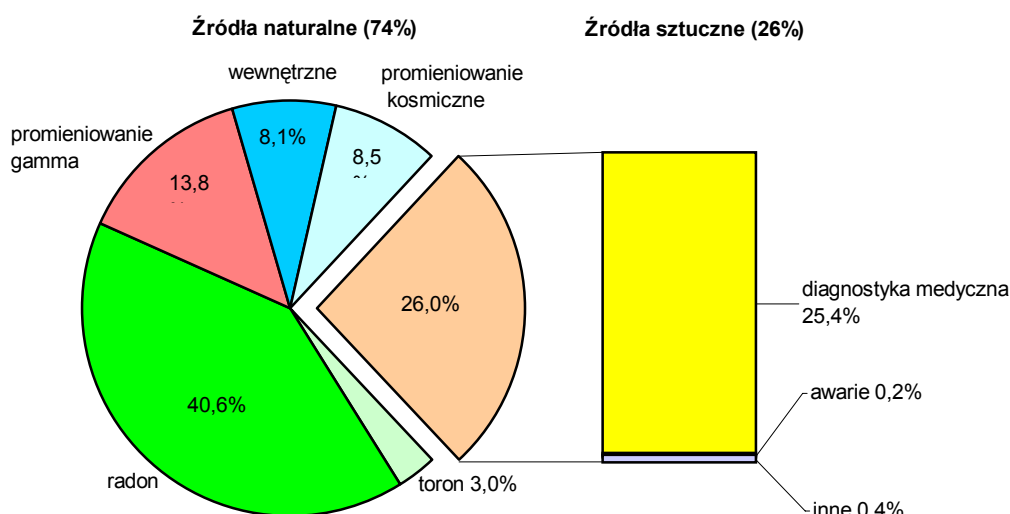
WYSZCZEGÓLNIENIE	ŚREDNIE DAWKI		NARAŻENIE POPULACJI	
	mSv/osobę		w %	
	1986 ^{a)}	2003	1986 ^{a)}	2003
O G Ó Ł E M	3,68	3,35	100,0	100,0
ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA W ŚRODOWISKU				
POCHODZENIA NATURALNEGO				
RAZEM.....	2,74	2,48	74,5	74,0
Promieniowanie na zewnątrz budynków (q=0,2) ^{b)}				
- promieniowanie kosmiczne.....	0,07	0,068	1,9	2,0
- ziemskie promieniowanie gamma od radionuklidów naturalnych.....	0,04	0,052	1,1	1,6
- promieniowanie radonu-222 i jego krótkożyciowych pochodnych.....	0,06	0,064	1,6	1,9
- promieniowanie radonu-220 (toron).....	0,02	0,009	0,5	0,3
Promieniowanie wewnątrz budynków (q=0,8) ^{b)}				
- promieniowanie kosmiczne.....	0,22	0,216	6,0	6,5
- promieniowanie gamma.....	0,38	0,410	10,3	12,2
- promieniowanie radonu-222 i jego pochodnych w powietrzu.....	1,43	1,297	38,9	38,7
- promieniowanie radonu-220 (toron).....	0,15	0,092	4,1	2,7
Radionuklidy inkorporowane				
- naturalne (wyłączając radon, toron).....	0,37	0,273	10,1	8,1
POCHODZENIA SZTUCZNEGO				
RAZEM.....	0,32	0,011	8,7	0,3
Promieniowanie na zewnątrz budynków (q=0,2) ^{b)}				
- opad promieniotwórczy z wybuchów jądrowych.....	0,002	0,000	0,1	0,0
- skażenia po awarii EJ w Czarnobylu.....	0,056	0,000	1,5	0,0
Radionuklidy inkorporowane				
- opad promieniotwórczy z wybuchów jądrowych.....	0,01	0,003	0,3	0,1
- skażenia po awarii EJ w Czarnobylu:				
- skażenia powietrza.....	0,045	0,000	1,2	0,0
- skażenia żywności.....	0,207	0,008	5,6	0,2
ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA STOSOWANE W DIAGNOSTYCE MEDYCZNEJ				
RAZEM.....	0,59	0,850	16,1	25,4
Diagnostyka rentgenowska.....	0,54	0,800	14,7	23,9
Badania radioizotopowe in vivo.....	0,05	0,050	1,4	1,5
NARAŻENIE ZAWODOWE				
RAZEM.....	0,023	0,003	0,6	0,1
Promieniowanie zewnętrzne.....	0,002	0,001	0,1	0,0
Promieniowanie radonu i jego pochodnych w kopalniach:				
- węgla kamiennego.....	0,020	0,001	0,5	0,0
- innych.....	0,001	0,001	0,0	0,0
PRZEDMIOTY POWSZECHNEGO UŻYTKU				
	0,005	0,005	0,1	0,2

^{a)} w okresie jednego roku od momentu awarii EJ w Czarnobylu

^{b)} współczynnik czasu przebywania na zewnątrz i wewnątrz budynków

Ź r ó d ł o: dane Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej.

Procentowy udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w rocznej dawce efektywnej otrzymanej przez mieszkańca Polski w 2003 r. (3,35 mSv)



3.2 OCENA WCHŁONIEŃ IZOTOPÓW CS-137 I SR-90 Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ

B.Rubel, J.Świętochowska, M.Roguska, W.Kurowski, D.Grabowski, W.Muszyński
Zakład Skażeń Promieniotwórczych

Celem pracy była ocena wchłonień sztucznych izotopów promieniotwórczych Cs-137 i Sr-90 z żywnością oraz oszacowanie dawki, jaką otrzymują ludzie w wyniku spożywania żywności zawierającej te izotopy na podstawie analizy poszczególnych produktów a także gotowych zestawów dań.

Materiałem do badań były produkty żywnościowe: mleko, produkty mleczne, mięso, ryby, drób, warzywa, owoce i produkty zbożowe. Produkty te pochodziły z dużych sklepów – supermarketów. Uzasadnione jest przyjęcie, że przynajmniej raz w roku każdy mieszkaniec Warszawy i okolic kupi produkt w takim sklepie. Ponadto produkty oferowane w tych sklepach pochodzą z terenu całej Polski i można je traktować jako reprezentatywne dla spożywanych w kraju. Produkty do badań były pobierane losowo według założonego harmonogramu.

Ponadto pobrano w lutym 2004 zestaw 10 obiadów ze stołówki Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie oraz we wrześniu 10 całodziennych zestawów (śniadania, obiady i kolacje) w Instytucie Głuchoniemych w Warszawie.

W próbkach produktów oraz gotowych zestawach dań oznaczano stężenia Cs-137 i Sr-90. Aktywność Cs-137 oznaczano metodą spektrometryczną (spektrometr Canberra z detektorem HPGe i oprogramowaniem Genie 2000). Pomiary prowadzono w geometrii Marinelli lub cienkiej warstwie w naczyniu cylindrycznym. Oznaczano również aktywność Cs-137 metodą radiochemiczną (sorpcja cezu z roztworu analizowanej próbki na złożu AMP). Stront oznaczano metodą radiochemiczną poprzez pomiar aktywności Y-90. Pomiary aktywności beta złoża AMP i preparatu itru 90

prowadzono w niskotłowym układzie pomiarowym produkcji duńskiej (Low-level beta GM multicounter system).

Otrzymane wyniki zestawiono w tabelach.

Tabela 1. Aktywności Cs-137 i Sr-90 w produktach żywnościowych, 2004

Produkt	Aktywność Cs-137 [Bq/kg]	Aktywność Sr-90 [Bq/kg]
Mleko i produkty mleczne	0,15 - 1,87	0,01 - 0,55
Mięso i przetwory	0,17 - 15,43	0,04 - 0,08
Drób	0,17 - 0,55	0,02 - 0,09
Ryby	0,12 - 6,79	0,01 - 0,07
Jaja	0,13	0,02
Warzywa	0,04 - 0,39	0,01 - 0,31
Owoce	0,02 - 0,51	0,01 - 0,15
Produkty zbożowe	0,05 - 0,75	0,01 - 0,22

Średnia aktywność Cs-137 w mleku wynosiła 0,70 Bq/l a produktach mlecznych 0,86 Bq/kg. Najwyższe aktywności Cs-137 zarejestrowano w wołowinie i cielęcinie. Spożycie jednak tych gatunków mięsa nie jest duże, najwięcej spożywamy mięsa wieprzowego (aktywność Cs-137 poniżej 1 Bq/kg). W przypadku ryb wyższe wartości rejestrowane są dla ryb morskich

Tabela 2. Aktywność Cs-137 i Sr-90 w zestawach posiłków

Posiłek	Cs-137 średnia (zakres) [Bq/posiłek]	Sr-90 średnia (zakres) [Bq/posiłek]
Śniadanie	$0,65 \pm 0,10$ (0,27 – 1,09)	0,03 (0,01 – 0,06)
Obiad	$0,35 \pm 0,06$ (0,09 – 1,09)	0,03 (0,01 – 0,06)
Kolacja	$0,09 \pm 0,03$ (0,01 – 0,39)	0,02 (0,01 – 0,05)

Śniadania w Instytucie Głuchoniemych składały się z zupy mlecznej, pieczywa, wędliny lub sera, warzywa lub owocu, dżem, kakao lub herbaty. Obiady były dwu-daniowe z kompotem lub napojem owocowym. Kolacje były zimne: pieczywo, wędlina lub ser, owoc lub warzywo. Zestawy całodzienne były urozmaicone, zapewniały wykorzystanie w ciągu 10 dni różnorodnych produktów żywnościowych. Mogły więc stanowić reprezentatywną próbę do oceny wchłonięć i oszacowania dawki. Obiady w stołówce IChTJ były dwu daniowe.

Na podstawie uzyskanych wyników badań oceniono wchłonięcia izotopów Cs-137 i Sr-90 i oszacowano dawkę od wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych.

Tabela 3. Wchłonięcia Cs-137 i Sr-90 z przeciętną roczną racją pokarmową, 2004 [Bq/osobę, rok]

Wchłonięcia	Cs-137	Sr-90
Na podstawie analizy produktów żywnościowych	334,6	71,0
Na podstawie analizy zestawów dań gotowych	358,1	29,2

Tabela 4. Roczna dawka skuteczna otrzymana w wyniku wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych, 2004, [μSv]

Oszacowana dawka	Cs-137 [μSv]	Sr-90 [μSv]
Na podstawie analizy produktów żywnościowych i średniego spożycia	4,2	1,8
Na podstawie analizy i spożycia zestawów dań gotowych	4,7	0,8

Wstępne wyniki badań wskazują, że ocenę dawek od Cs-137 otrzymywanych na podstawie analizy dań gotowych można prowadzić w oparciu o żywienie całodzienne prowadzone w zakładach żywienia zbiorowego. Różnorodności zestawów i fakt wykorzystywania wszystkich produktów żywnościowych zapewniają reprezentatywność prób.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że śniadania wnoszą nam ok.60% Cs-137 z żywnością. Jest to głównie związane ze spożyciem mleka i jego produktów. Praca będzie kontynuowana w 2005 roku i to pozwoli na potwierdzenie otrzymanych wyników badań, jednocześnie może wyjaśnić duże rozbieżności pomiędzy dawką od Sr-90 oszacowaną na podstawie analizy poszczególnych produktów i dań gotowych.

3.3 KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH W 2004 ROKU

M.Wasek, M.Wyszkowski

Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania

Pracownia Dawek Indywidualnych i Środowiskowych w 2004 roku prowadziła kontrolę narażenia zawodowego od zewnętrznych źródeł promieniowania dla 3523 osób.

Pomiary dawek indywidualnych od promieniowania fotonowego X i γ wykonywano metodą fotometryczną oraz wykorzystując dawkomierze termoluminescencyjne. Pomiary odbywały się w cyklach miesięcznych i kwartalnych.

W grupie kontrolowanych, 1064 osób to pracownicy instytucji naukowych, 948 osób to pracownicy zakładów przemysłowych, 1238 to osoby zatrudnione w placówkach leczniczych oraz 273 osób zakwalifikowano w grupie zakładów "inne" (inne dziedziny gospodarki).

Wyniki kontroli wykazały, że 98,8% osób kontrolowanych otrzymało dawki mniejsze od 0.1 granicznej dawki rocznej ($<2\text{mSv/rok}$) (99,9% ogólnej liczby kontrolowanych osób otrzymało dawki poniżej 0.3 granicznej dawki rocznej). Szczegółową analizę narażenia zawodowego w grupach zakładów: "Naukowe", "Przemysłowe", "Lecznicze" i "Inne" oraz dla całej monitorowanej populacji w zależności od dawek otrzymywanych na całe ciało przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1.

Grupy zakładów	Liczba osób kontrolowanych	Kontrolowany organ		Liczba osób, które otrzymały dawki:				Średnia wartość rocznych dawek [mSv]
				Poniżej 0,1 rocznego limitu	Poniżej 0,3 rocznego limitu	Poniżej rocznego limitu	Powyżej rocznego limitu	
Naukowe	1 064	Hp(10)	1 064	1 058	1 058	1 062	2	0,2
		Hp(007)	41	39	39	40	1	1,7
Przemysłowe	948	Hp(10)	948	931	948	948	0	0,5
Lecznicze	1 238	Hp(10)	1 238	1 230	1 226	1 238	0	0,3
		Hp(007)	45	45	45	45	0	1,2
Inne	273	Hp(10)	273	260	269	272	1	0,4
RAZEM	3 523	Hp(10)	3 523	3 479	3 501	3 520	3	0,3
		Hp(007)	86	84	84	85	1	1,4

W 2004 roku stwierdzono 3 przypadki, w których dawki przekroczyły roczną dawkę graniczną 20 mSv, lecz nie przekroczyły wartości 50 mSv, dopuszczanych przez rozporządzenie Rady Ministrów jeśli w przeciągu kolejnych 5 lat suma dawek nie przekroczy 100 mSv.

Ponadto wykonano 86 pomiarów dawek na ręce (dawkomierze fotometryczne noszone na nadgarstku ze względu na wykonywanie czynności manualnych ze źródłami promieniowania jonizującego oraz dawkomierze termoluminescencyjne). Tylko 1 osoba otrzymała dawkę większą od rocznego limitu (czyli powyżej 500 mSv).

W 2004 r. prowadzono prace mające na celu podtrzymanie uzyskanej wcześniej akredytacji. W plan kontroli systemu jakości wprowadzono badania spójności pomiarowej techniki fotometrycznej określania równoważnika dawki.

3.4 UTRZYMANIE LABORATORIUM POMIARU ZAWARTOŚCI JODU PROMIENIOTWÓRCZEGO W TARCZYCY DLA POTRZEB DZIAŁANIA SŁUŻB AWARYJNYCH ORAZ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIACYJNEGO

G.Krajewska
Zakład Higieny Radiacyjnej

Działania bieżące Laboratorium Monitoringu Jodu stanowią bardzo ważny element systemu pomiaru skażeń promieniotwórczych w Polsce na wypadek wystąpienia wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego lub lokalnych zdarzeń radiacyjnych. Wynikają one z obowiązującego w Polsce Prawa Atomowego i obejmowały w 2004r. m.in.:

- utrzymanie w gotowości do podjęcia natychmiastowych pomiarów, w wypadku wystąpienia awarii wielkoskalowej w kraju, zarówno aparatury pomiarowej (dwa zestawy stacjonarne oraz przenośny) jak i personelu do jej obsługi – wykonywanie systematycznych pomiarów tła przy pomocy wymienionej aparatury w pomieszczeniu Laboratorium oraz badanie powtarzalności pomiarowej układów polegające na prowadzeniu pomiarów kontrolnych liczby zliczeń w obszarze energetycznym jodu-131 przy pomocy źródła kalibracyjnego typu MOCK;
- prowadzenie systematycznych pomiarów kontrolnych napromieniania tarczycy promieniotwórczym jodem u pracowników wybranych zakładów medycyny nuklearnej w Polsce oraz ocena narażenia zawodowego w wyniku wchłonięć promieniotwórczego I-131, I-125 oraz Tc-99m drogą wziewną oraz ustaleniu istotnych czynników zmniejszających to narażenie – przeprowadzono pomiary w 5 zakładach medycyny nuklearnej w Polsce (Kraków i Rzeszów), poziomy jodu-131 w tarczycy u pracowników nie przekroczyły 2% wartości dopuszczalnej dla narażonych zawodowo;

3. kalibracja aparatury pomiarowej Laboratorium przy użyciu technetu-99m do oceny narażenia pracowników zakładów medycyny nuklearnej od tego izotopu - wykonano kalibrację zestawu przenośnego oraz przeprowadzono badanie zależności współczynnika kalibracji od położenia detektora względem gruczołu tarczowego ;
4. organizowanie systemu współdziałania Laboratorium z wybranymi placówkami w kraju, celem utworzenia systemu monitoringu jodu w tarczycy u ludności Polski w przypadku wystąpienia w kraju wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego – przeprowadzono kalibrację zestawów do pomiaru jodu w tarczycy w zakładzie medycyny nuklearnej Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie , włączono jednostki do systemu placówek systemu monitoringu jodu ;
5. udział pracownika Laboratorium w konferencjach dot. ochrony radiologicznej i rozpowszechnianie wiedzy i doświadczeń uzyskanych na podstawie prowadzonych prac - 11-ty Międzynarodowy Kongres IRPA (23-28 maj 2004 r., Madryt , Hiszpania) plakat pt. "Measurement of Iodine Content in Thyroid of Occupationally Exposed Personnel" (G.Krajewska, P.Krajewski).

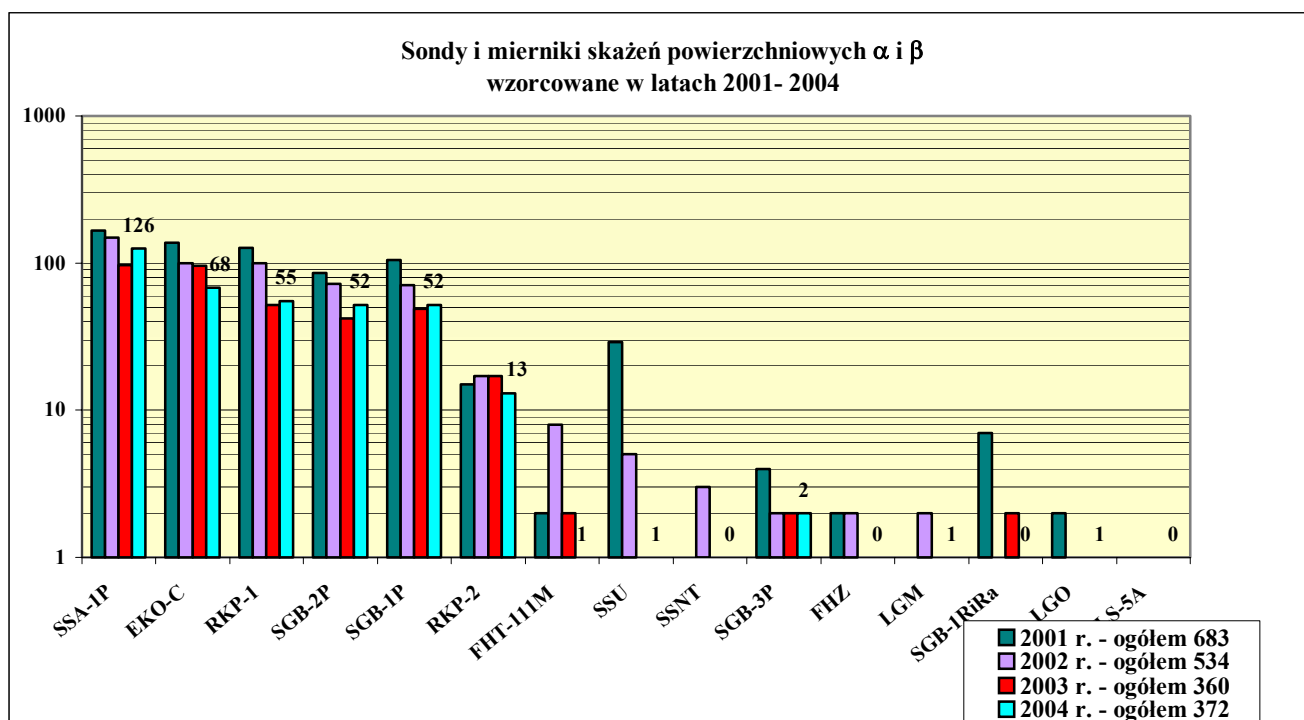
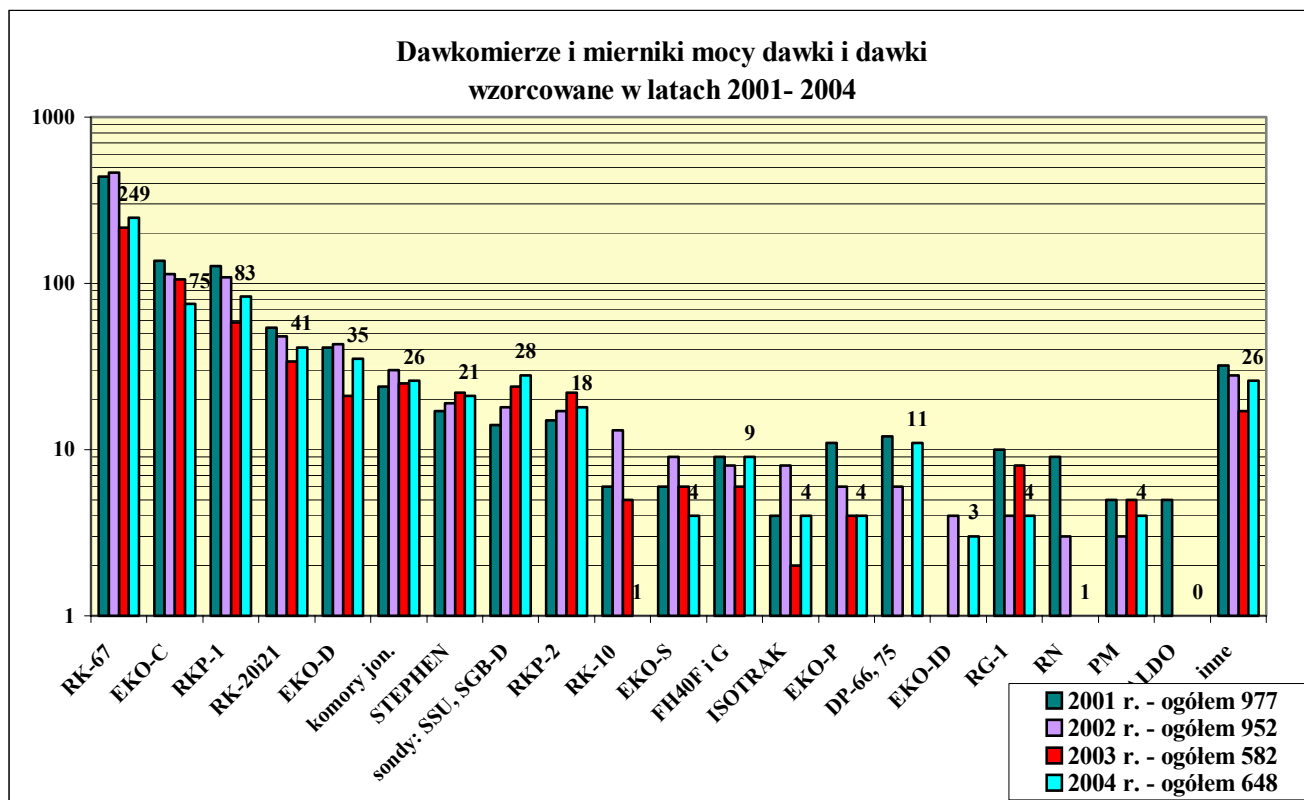
3.5 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMETRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2004 ROKU

H.Dzikiewicz-Sapiecha
Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania
Pracownia Wzorcowania - DLWW

Pracownia Wzorcowania - DLWW wykonała w 2004r. około 1000 wzorcowań dawkomierzy z komorami jonizacyjnymi, mierników promieniowania fotonowego i radiometrów z sondami promieniowania α i β , w zakresie pomiarów:

- mocy dawki i dawki promieniowania jonizującego dla różnych wielkości fizycznych i wielkości operacyjnych ICRU stosowanych dla potrzeb monitoringu otoczenia (miejsc pracy i środowiska) i monitoringu indywidualnego,
- powierzchniowych skażeń alfa i beta.

Analizę ilościową przyrządów kalibrowanych w latach 2001-2004 w zależności od typu przyrządu przedstawiono na poniższych rysunkach.



W dniu 17 listopada 2004r. w Pracowni Wzorcowania, Polskie Centrum Akredytacji przeprowadziło audit w nadzorze, w wyniku którego stwierdzono małą niezgodność dotyczącą zapisu niepewności pomiaru.

Poza realizacją statutowej działalności, personel Laboratorium uczestniczył w 2004 roku w następujących pracach dotyczących metrologii, normalizacji i zapewnienia jakości:

- dozymetria biologiczna – napromienianie wzorcowymi dawkami próbek krwi
- kalibracja przyrządów dozymetrycznych i radiometrycznych dla potrzeb CLOR

- wizyty stypendystów MAEA z zagranicznych Laboratoriów DLWW
- prowadzenie zajęć dt. działalności i roli DLWW w zakresie metrologii w ochronie radiologicznej
- uczestnictwo w pracach organizacji i towarzystw naukowych, krajowych i międzynarodowych (ISO TC 85)
- opiniowanie projektów norm ISO
- uczestnictwo DLWW (członek rzeczywisty, nr rejestru 507) w szkoleniach i zebraniach sprawozdawczych Klubu POLLAB
- cztery kontrole PAA w DLWW - październik 2004 roku.

4 ZAPEWNIENIE SYSTEMU JAKOŚCI I KOMPETENCJI TECHNICZNYCH

4.1 BADANIE PARAMETRÓW METROLOGICZNYCH DETEKTORÓW TL DO POMIARÓW PEROMIENIOWANIA GAMMA I BETA

M. Wasek, M. Wyszowski

Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania

Prowadzono prace mające na celu zbadanie parametrów metrologicznych detektorów termoluminescencyjnych (TLD) typu MTS-N i MCP-N. Opracowano metodę określania równoważnika dawki $H_p(10)$. Obecnie stosujemy następną procedurę określania dawki przy użyciu detektorów MTS-N:

1. Anilacja detektorów: 1 h – 400°C i 2 h – 100°C (proces zautomatyzowany)
2. Wysyłka detektorów do klienta – 3 szt. MTS-N
3. Odczyt, pomiar biegu własnego – sygnał netto S_p (średnia z 3 detektorów)
4. Powtórna anilacja detektorów jak w p. 1
5. Kalibracja – naswietlenie detektorów w źródle Ra-226 dawka wzorcowa $D_w=0,5$ mSv
6. Odczyt, pomiar biegu własnego – sygnał netto – S_w (wartość średnia z 3 detektorów)
7. Trzecia anilacja detektorów jak w p.1
8. Wysyłka detektorów do klienta – 3 szt.

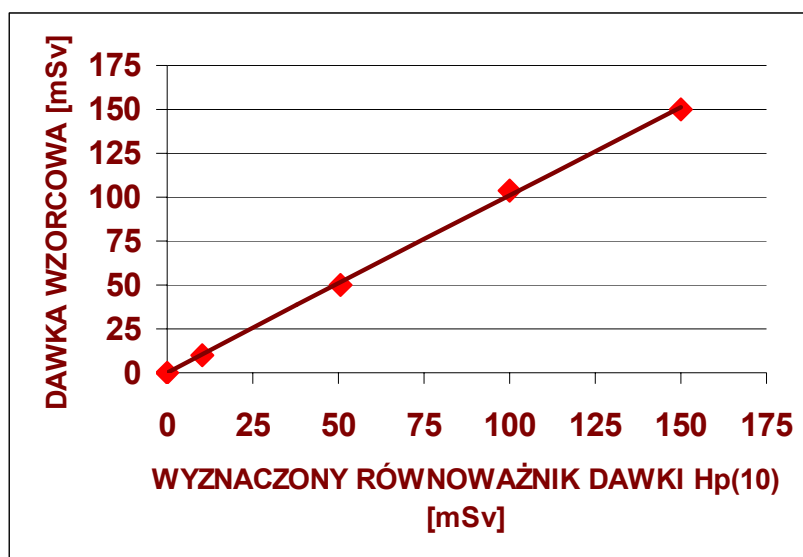
Zgodnie z powyższą procedurą określanie dawki otrzymujemy przy użyciu wzoru:

$$D_x(\text{mSv}) = \frac{S_p}{S_w} D_w$$

Wykonano serie pomiarów kontrolnych sprawdzających odpowiedź detektorów typu MTS-N i MCP-N po otrzymaniu dawki wzorcowej: 0,3 mSv; 10 mSv; 50 mSv; 100 mSv; 150 mSv. Dla obu typów detektorów uzyskano zależność liniową (patrz poniższe rysunki i tabele):

Tabela 1. Zależność dawka odczytana – dawka wzorcowa dla detektorów MTS-N

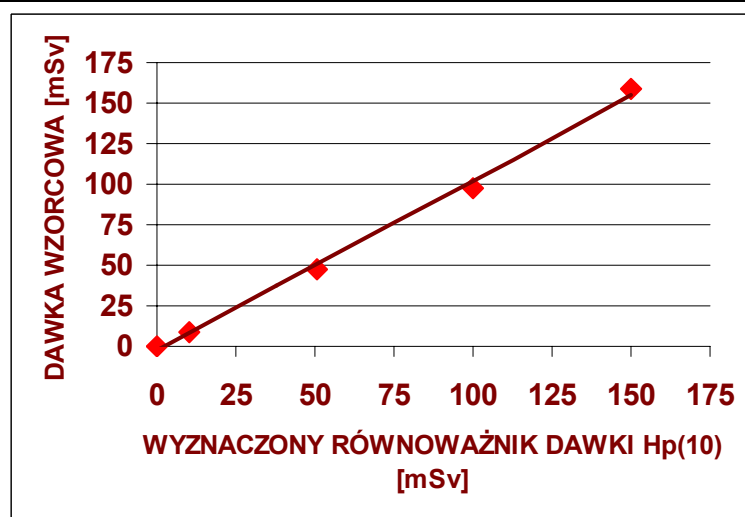
Dawka wzorcowa [mSv]	Wynik końcowy ± niepewność rozszerzona [mSv]	Niepewność względna [%]
0,3	0,32 ± 0,08	25
10,0	10,0 ± 0,3	3
50,4	50,4 ± 1,8	4
100	104,3 ± 3,6	3,5
150	150 ± 10	7



Rys.1 Zależność dawka odczytana – dawka wzorcowa dla detektorów MTS-N ($R = 0,9998$, współczynnik kierunkowy $a = 1,04 \pm 0,04$)

Tabela 2. Zależność dawka odczytana – dawka wzorcowa dla detektorów MCP-N

Dawka wzorcowa [mSv]	Wynik końcowy $\pm$ niepewność rozszerzona [mSv]	Niepewność względna [%]
0,3	$0,38 \pm 0,08$	21
10,0	$9,2 \pm 0,8$	9
50,0	$77,3 \pm 4,1$	5,3
100	97 ± 9	9,3
150	159 ± 11	7



Rys.2 Zależność dawka odczytana – dawka wzorcowa dla detektorów MTS-N ($R = 0,998$, współczynnik kierunkowy $a = 1,05 \pm 0,11$)

W 2005 r przewidujemy rozszerzenie akredytacji o technikę z użyciem detektorów TLD.

4.2 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DOZYMETRII RADONU W ZAKRESIE KALIBRACJI DETEKTORÓW I PRZYRZĄDÓW DO POMIARU STĘŻENIA RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU

K.Mamont-Cieśla, O.Stawarz
Zakład Dozymetrii

Sprawozdanie z umowy dotacyjnej nr 10/SP/2004 z PAA na 2004r., zawartej na podstawie par. 5 z dn. 3.12.2001 w sprawie dotacji celowej przeznaczonej na dofinansowanie działalności zapewniającej bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną kraju w zakresie zadania pt.

Zapewnienie i utrzymanie systemu jakości wzorcowania przyrządów dozymetrycznych

Zakres systemu jakości w PDR obejmuje wzorcowanie przyrządów do pomiaru stężenia radonu i przyrządów do pomiaru stężenia energii potencjalnej alfa krótkożyciowych pochodnych radonu w powietrzu oraz eksponowanie wzorcowymi stężeniami detektorów i przyrządów do pomiaru stężenia radonu w powietrzu.

Zadania określone w umowie z PAA są następujące:

1. Nadzór techniczny i konserwacja komory oraz jej wyposażenia
2. Opracowanie wyników ogólnopolskiej interkalibracji monitorów o pracy ciągłej do pomiarów stężenia radonu i energii potencjalnej alfa w powietrzu oraz stężenia radonu w wodach przygotowanych w PDR (I kwartał)
3. Udoskonalanie systemu jakości w PDR w zakresie wzorcowań monitorów radonu i jego pochodnych
4. Przeprowadzanie auditów wewnętrznych.

W 2004 roku wykonano następujące czynności związane z serwisem wyposażenia PDR: pomiary sprawdzające szczelność komory, rutynowe czynności konserwacyjne związane z zasilaniem przyrządów przenośnych, pomiary sprawdzające i czynności konserwacyjne generatora aerozoli i konserwację monitora jąder kondensacji RICH 100. Dokonano naprawy monitora WLx firmy Pylon (wymiana kostki EEPROM i instalacja programu dla nowej kostki), spektrometru średnic pochodnych radonu oraz pompy membranowej firmy KNF. Wymieniono także kompensator ciśnień w komorze klimatycznej.

Ważnym elementem systemu jakości jest sprawdzanie przyrządów. W 2004r. wykonano pomiary przepływów na 8 stopniach spektrometru średnic pochodnych radonu za pomocą rotametrów, pomiary wydajności zliczania cząstek alfa przez detektory 8 stopni pomiarowych RPPSS za pomocą źródła kontrolnego, pomiary wydajności zliczania cząstek alfa przez detektor monitora WLx za pomocą źródła kontrolnego, uzyskanie Świadectwa Wzorcowania GUM dla rotametrów, uzyskanie certyfikatów zgodności dla mierników temperatury i wilgotności względnej komory klimatycznej oraz pomiar sprawdzający dwóch monitorów radonowych AlphaGUARD i RPPSS w ustalonych, powtarzalnych warunkach stężenia radonu, stężenia energii potencjalnej alfa pochodnych radonu oraz stężenia aerozoli, w normalnych warunkach klimatycznych.

W I kwartale 2004r. opracowano wyniki ogólnopolskiej interkalibracji monitorów o pracy ciągłej do pomiarów stężenia radonu i energii potencjalnej alfa w powietrzu oraz stężenia radonu w wodach przygotowanych w PDR. Wyniki przedstawiono na seminarium sprawozdawczym CLOR (luty 2004r.) oraz na międzynarodowej konferencji NORM IV w Szczyrku (maj 2004r.).

Wstępny audit wewnętrzny odbył się 19 lutego 2003 r. Ustalono wówczas spis dokumentów oraz zakres i rodzaj akredytacji. Dyskutowano m.in. nt. specyfiki wzorcowania w metrologii radonowej. W ramach udoskonalania systemu jakości w PDR utworzono, a następnie aktualizowano następujące dokumenty: Księga Jakości, Procedury i instrukcje ogólne, Księga Wzorcowania, Księga badań porównawczych, Księga zleceń i umów, Księga obiektów do wzorcowania, Księga zapisów z wzorcowań/eksponowań, Świadectwa Wzorcowania, Świadectwa Eksponowania Wzorcowymi Stężeniami, Karty przyrządów, Karty źródeł, Karty materiałów pomocniczych, Instrukcje obsługi przyrządów, Instrukcje obsługi źródeł, Instrukcje użytkowania oprogramowania, dokumenty

dotyczące personelu (odpis dyplomu, zakres obowiązków, świadectwa szkoleń, karta autoryzacji pracownika), formularze dotyczące działań korygujących i zapobiegawczych, zamawiania materiałów pomocniczych, sprawdzeń przyrządów, nadzoru nad dokumentacją, auditów, szkoleń i reklamacji.

W 2004r. odbyły się następujące audyty wewnętrzne:

- Wstępny przegląd dokumentacji – 4 maja (auditor wewnętrzny - mgr Katarzyna Posłuszny)
- Przegląd Księgi Jakości oraz procedur i instrukcji ogólnych – 14 czerwca (auditor wewnętrzny - mgr Katarzyna Posłuszny)
- Przegląd Księgi Wzorcowania – 30 czerwca i 29 lipca (auditor wewnętrzny - mgr Katarzyna Posłuszny)
- Audit techniczny – 9, 14 i 20 grudnia (auditor wewnętrzny - mgr inż. Janusz Henschke)
- Przegląd dokumentacji dotyczącej personelu, szkoleń, reklamacji oraz działań korygujących i zapobiegawczych – 28 grudnia (auditor wewnętrzny - mgr inż. Janusz Henschke).

Podczas auditów zauważono następujące niezgodności oraz problemy:

- nieuściślona kategoryzacja dokumentów
- nieuporządkowane i nieokreślone symbole procedur i instrukcji
- brak norm i innych wymaganych dokumentów
- zbyt ogólny opis metod wzorcowania oraz brak stwierdzenia, że są to metody własne i zwalidowane
- brak stwierdzenia, że nie ma państwowego ani międzynarodowego wzorca radonowego
- brak wpisów w kartach materiałów pomocniczych
- brak zapisów dotyczących szkoleń pracowników
- brak świadectwa wzorcowania rotamtru
- w przypadku detektorów i niektórych przyrządów do pomiaru stężenia radonu termin „wzorcowanie” należy zastąpić przez „eksponowanie wzorcowymi stężeniami”
- problem z liczeniem niepewności współczynnika korekcji w przypadku wzorcowania przyrządów do pomiaru stężenia energii potencjalnej alfa pochodnych radonu.

Dokumenty systemu jakości PDR zostały poprawione z uwzględnieniem niezgodności zauważonych podczas auditów.

4.3 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI PRACOWNI WZORCOWANIA DOZYMETRYCZNEGO LABORATORIUM WZORCÓW WTÓRNYCH (DLWW) DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

H.Dzikiewicz–Sapiecha, M.Bogusz, R.Siwicki
Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania

Pracownia Wzorcowania – Dozymetryczne Laboratorium Wzorców Wtórnych (DLWW) w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej wykonuje swoją działalność zgodnie z wdrożonym do praktyki Systemem Jakości, spełniając wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025. DLWW posiada certyfikat akredytacji dla Laboratorium Pomiarowego Nr AP 057 od listopada 2003 roku, przyznany przez Polskie Centrum Akredytacji (PCA) w zakresie wzorcowania przyrządów dozymetrycznych oraz napromieniania dawkami wzorcowymi dawkomierzy indywidualnych pasywnych. Zgodnie z decyzją Dyrektora PCA z dnia 1.02.2005 roku nazwa laboratoriów pomiarowych zmieniona została na laboratoria wzorcujące. Zgodnie z opinią Dyrektora PCA, zmiana ta powinna pozwolić na uniknięcie nieporozumień będących wynikiem mylnego rozumienia dotychczas stosowanego nazewnictwa.

Realizacja programu zapewnienia i utrzymania systemu jakości w DLWW jest pracą ciągłą, prowadzoną zgodnie z wymaganiami zawartymi w dokumentacji Systemu Jakości (Księga Jakości, Procedury i Instrukcje Ogólne oraz Procedury i Instrukcje Pomiarowe.

Prace wykonane w 2004 roku w celu zapewnienie wysokiej jakości wzorcowań przyrządów dozymetrycznych i radiometrycznych dotyczyły:

- utrzymywania wymaganej jakości technicznej Stanowisk Kalibracyjnych (przegląd serwisowy aparatury Stanowiska Kalibracyjnego Rentgenowskiego, naprawa automatycznego systemu jezdnego Stanowiska Kalibracyjnego Gamma nr 1) oraz systemów klimatyzacji i wentylacji Sal Kalibracyjnych (naprawa i wymiana uszkodzonych elementów i materiałów - filtrów).
- zapewnienia spójności pomiarowej dawkomierzy wzorcowych (kontrolnego i roboczego), z wzorcami wyższego rzędu - wykonano wzorcowanie w Głównym Urzędzie Miar w Warszawie zestawu dawkomierza wzorcowego z dwiema komorami jonizacyjnymi, zapewniając tym samym spójność pomiarową z wzorcem pierwotnym jednostki miary mocy kermy w powietrzu promieniowania gamma;
- uczestnictwa w badaniach międzylaboratoryjnych – w dniach 12 i 13 luty 2004 zorganizowano po raz pierwszy w Pracowni Wzorcowania - DLWW w CLOR pomiary porównawcze wzorcowych komór jonizacyjnych stosowanych w Laboratoriach IFJ i CLOR. do kalibracji przyrządów dozymetrycznych dla potrzeb ochrony radiologicznej;
- Wyniki otrzymane z przeprowadzonych pomiarów porównawczych wyrażone jako względne różnice wskazań pomiędzy dwiema komorami o objętości 1000 cm³ wynoszą 3,1%, a dla komór o objętości 30 cm³ wynoszą 2,8%. Otrzymane wartości ww. wyników znajdują się znacznie poniżej wartości 5,3% niepewności rozszerzonej uzyskanych wyników dla poziomu ufności 95% i współczynnika rozszerzenia k=2
- wykonywania wzorcowań w wielkościach i w zakresach pomiarowych określonych w Zakresie Akredytacji Laboratorium AP 057
- walidacji stanowisk kalibracyjnych, zgodnie z wymaganiami instrukcji QIS oraz norm ISO 4037-1, 2, 3
- szkolenia inspektorów ochrony radiologicznej - klientów Pracowni w zakresie zagadnień metrologicznych, metod wzorcowania dawkomierzy, mierników mocy dawki i dawki, mierników skażeń powierzchniowych dla monitoringu indywidualnego oraz środowiska.

W celu zapewnienia i utrzymania Systemu Jakości w Laboratorium w 2004 roku przeprowadzono:

- aktualizację i korektę dokumentacji Systemu Jakości zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17025,
- audyty wewnętrzne,
- wewnętrzne szkolenia personelu,
- Przegląd Zarządzania (22 listopada 2004r.) w celu zapewnienia stałej przydatności Systemu Jakości Laboratorium - program przeglądu zawierał ogólne omówienie Systemu Jakości Laboratorium, problemy działalności technicznej, omówienie przeprowadzonych auditów, wykonanie działań korygujących i zapobiegawczych, oraz skargi i reklamacje.

W dniu 17 listopada 2004r., w ramach procesu nadzoru Polskiego Centrum Akredytacji nad Laboratorium, został przeprowadzony w Pracowni Wzorcowania – DLWW audit w nadzorze wykonany przez auditorów zewnętrznych - wiodącego i technicznego.

Celem auditu było sprawdzenie :

- funkcjonowania Laboratorium od auditu akredytacyjnego zgodnie z posiadaną dokumentacją Systemu Jakości oraz wybranymi wymaganiami norm PN-EN ISO/IEC 17025:2001,
- ocena skuteczności działań korygujących po audicie akredytacyjnym,
- sprawdzenie wywiązywania się Laboratorium z zobowiązań kontraktowych.

Ponadto wykonano prace przygotowawcze do opracowania wniosków dotyczących dotacji z PAA dla Laboratorium Pomiarowego akredytowanego w PCA w celu:

- kontynuacji pracy planowanej do realizacji w 2005 roku pt. „Zapewnienie i utrzymanie systemu jakości w Pracowni Wzorcowania – Dozymetryczne Laboratorium Wzorców Wtórnych (DLWW) dla potrzeb ochrony radiologicznej,
- inwestycji planowanej do realizacji w 2005 roku pt. „Bieżąca modernizacja Akredytowanego Laboratorium Wzorców Wtórnych dla spełniania aktualnych wymagań metrologicznych”.
-

5 GRANTY BADAWCZE KRAJOWE (KBN)

5.1 PROJEKT BADAWCZY KBN NR 5T 07E 008 25 PT

Badanie zależności oceny narażenia radonowego w budynkach od rozkładu wielkości cząstek związanych z pochodnymi radonu, (od listopada 2003 r), wykonawcy: Kalina Mamont Cieśla, Ludwika Kownacka

5.2 PROJEKT CELOWY KBN NR 6T 0051 2002 C/05826

Tworzenie bazy danych z funkcjami opisującymi standardowe krzywe wzorcowe do cytogenetycznej oceny indywidualnych dawek promieniowania jonizującego o różnych wartościach LET, dla potrzeb Ośrodka Dyspozycyjnego Służby Awaryjnej w CLOR, wykonawcy: Maria Kowalska

6 SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA

J.Henschke

6.1 DZIAŁALNOŚĆ SZKOLENIOWA W 2004 ROKU

W 2004 roku przeprowadzono:

- 2 kursy na uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej typu IOR-1 i IOR-3,
- 5 kursów aktualizacji wiedzy dla inspektorów ochrony radiologicznej typu IOR-1 i IOR-3 (po odbyciu kursu i zdaniu egzaminu weryfikacyjnego inspektorzy mają przedłużone uprawnienia na okres następnych 5 lat),

W wyniku w/w kursów uprawnienia do pełnienia obowiązków inspektora ochrony radiologicznej uzyskało 126 osób, w tym 29 osób po raz pierwszy.

Ponadto przeprowadzono:

- 3 kursy typu S-A (w Budzisku, Kuźnicy Białostockiej i w Warszawie), w wyniku których uprawnienia do pełnienia funkcji ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiacyjnej uzyskało 89 osób.

Liczba osób, które uzyskały różnego typu uprawnienia w 2004 r.

<i>Typ uprawnień</i>	IOR-1 i IOR-3	S-A	<i>Razem</i>
<i>Liczba osób</i>	126	89	215

6.2 DZIAŁALNOŚĆ BIBLIOTEKI

W 2004r. czytelnicy wypożyczyli 609 pozycji w tym 108 książek oraz 501 czasopism. W ramach współpracy z innymi bibliotekami w kraju wypożyczono 17 pozycji oraz wykonano a następnie przesłano odbitki kserograficzne 53 artykułów z czasopism naukowych.

Biblioteka CLOR udostępniła swoje zbiory następującym instytucjom:

- Politechnice Wrocławskiej
- Bibliotece Nukleonicznej
- Instytutowi Energii Atomowej w Świerku
- Uniwersytetowi Opolskiemu
- Instytutowi Fizyki Jądrowej w Krakowie
- Centralnej Bibliotece Rolniczej, Oddział w Puławach
- Politechnice Świętokrzyskiej
- Instytutowi Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział w Katowicach

Zbiory biblioteki powiększyły się o 7 pozycji oraz o 27 pozycje, które znalazły się w naszych zasobach w wyniku darów. Ponadto przybyło 25 pozycji typu broszur, informatorów, katalogów i raportów. Nabytki wpisano do księgi inwentarzowej i włączono do katalogu alfabetycznego i tematycznego. Udzielano także informacji telefonicznych.

Zaprenumerowano 12 czasopism krajowych (w tym 11 naukowych) i 3 zagraniczne.

6.3 DZIAŁALNOŚĆ WYDAWNICZA

W 2004 r. wydane zostały następujące pozycje:

- Raport CLOR nr 147: **„Podstawowe zasady ochrony radiologicznej w aktualnym ustawodawstwie polskim”** T.Musiałowicz, CLOR, Warszawa, 2004.
- Raport CLOR nr 148: **„Powiadamianie ludności w sytuacji zagrożenia radiologicznego w Dyrektywie Rady Unii Europejskiej i w polskiej ustawie Prawo atomowe”**, T.Musiałowicz, CLOR, Warszawa, 2004.
- Raport CLOR nr 149: **„Zalecenia ICRP i ich wpływ na międzynarodowe i krajowe przepisy ochrony radiologicznej”**, T.Musiałowicz, CLOR, Warszawa, 2004.

6.4 UPOWSZECHNIANIE I PROMOCJA OSIĄGNIĘĆ NAUKI

We wrześniu 2004 r. CLOR brało udział w kolejnej – ósmej – edycji Festiwalu Nauki.

W ubiegłym roku udział CLOR ograniczył się jedynie do referatów prof. dr hab. Zbigniewa Jaworowskiego, które zostały wygłoszone na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego:

- w dniu 22 września 2004r. - wykład pt. **„Promieniowanie jądrowe – lekcja Czarnobyla”**,
- w dniu 23 września 2004r. - wykład pt. **„Kto skaża glob – człowiek czy przyroda”**.

W ramach współpracy z wyższymi uczelniami w CLOR zorganizowane zostały ćwiczenia i pokazy dla studentów Uniwersytetu im. Marii Skłodowskiej – Curie w Lublinie, Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, Międzywydziałowego Studium Ochrony Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

6.5 INFORMACJA I OPINIE NA TEMAT OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

Zakład prowadzi także działalność informacyjną w zakresie ochrony radiologicznej.

W 2004 r. udzielono ok. 1500 informacji (telefonicznych jak również za pośrednictwem poczty, faksu oraz poczty elektronicznej).

6.6 SEKRETARIAT KOMITETU TECHNICZNEGO NR 246 DS. OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

W 2004 r. w Sekretariacie Komisji wykonano następujące prace:

Opracowano projekt roboczy PN-12790-1 "Ochrona radiologiczna. Kryteria skuteczności kontroli radioaktywności w próbkach biologicznych"

Uzgodniono i przyjęto do ankiety adresowanej i powszechnej projekt PN-ISO 12794 „Energia jądrowa. Ochrona radiologiczna. Termoluminescencyjne dawkomierze indywidualne dla kończyn i oczu”

Przygotowano i przekazano do zatwierdzenia:

PN-ISO 8690 „Dekontaminacja powierzchni skażonych materiałami promieniotwórczymi. Metoda badania i oceny skuteczności dekontaminacji”.

PN-ISO 8769 „Wzorcowe źródła do kalibracji monitorów skażeń powierzchni. Emitery beta (maksymalna energia promieniowania beta powyżej 0,15 MeV) i emitery alfa”

PN-ISO 8769-2. „Wzorcowe źródła do kalibracji monitorów skażeń powierzchni. Część 2. Elektrony o energii poniżej 0,15 MeV i fotony o energii poniżej 1,5 MeV”

Zapiniowano 25 dokumentów ISO oraz 2 projekty PN opracowane przez inne Komitety Techniczne.

Zorganizowano 3 posiedzenia KT nr 246.

Prowadzono prace bieżące związane z korespondencją z członkami KT, zawieraniem umów na kolejne etapy opracowań normalizacyjnych, opracowywaniem sprawozdań, planów prac normalizacyjnych i współpracą z PKN.

7 WSPÓŁPRACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA

7.1 KOMISJA WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ

- udział w programie badawczym realizowanym w ramach 6-tego programu Ramowego UE „ERICA, Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management „, Contract FI6R-CT udostępnianie danych dotyczących automatycznych pomiarów mocy dawki za pomocą stacji PMS europejskiej centrali monitoringu radiologicznego EURDEP (European Union Radiological Data Exchange Platform) udostępnianie danych dotyczących automatycznych pomiarów mocy dawki za pomocą stacji PMS europejskiej centrali monitoringu radiologicznego EURDEP (European Union Radiological Data Exchange Platform), krajom bałtyckim CBSS (Council of Baltic Sea State), oraz niemieckiemu systemowi IMIS (Integrated Measurement and Information System). W ramach tego zadanie CLOR współpracuje z: _2003-508847

Institute for Environment and Sustainability, JRC Ispra
Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK, Finlandia
Norwegian Radiation Protection Authority, NRPA, Norwegia
Swedish Radiation Protection Authority, SSI, Szwecja
Bundesamt für Strahlenschutz, BfS, Niemcy

Instytut Pierwiastków Transuranowych ITU, JRC, Unia Europejska

Współpraca w projekcie „Harmonizacja technik i metodologii w pomiarach promieniotwórczości w środowisku” (12 laboratoriów z 8 krajów) W ramach projektu będą prowadzone prace w zakresie weryfikacji metodyk stosowanych przy oznaczeniach rutynowych oraz w warunkach alarmowych, kontrakt (20791) zawarty pomiędzy ITU i CLOR, będący kontynuacją poprzedniej umowy PECO (wszedł w życie 2 lipca 2003), którego zadaniem jest włączenie CLOR do międzynarodowej sieci laboratoriów specjalistycznych w zakresie jądrowej analizy sądowej materiałów nieznanego pochodzenia. Współpraca dotyczy planowanych działań Międzynarodowej Technicznej Grupy Roboczej ds. przemytu jądrowego (ITWG) i rozszerzenia kompetencji analitycznych CLOR w zakresie przejętych materiałów rozszczepialnych i promieniotwórczych.

7.2 MIĘDZYNARODOWA AGENCJA ENERGII ATOMOWEJ, MAEA, WIEDEŃ, AUSTRIA

- udział w ćwiczeniach interkalibracyjnych: oznaczanie ^{238}U , ^{234}U , ^{226}Ra i ^{228}Ra w wodach,
- udział w programie EMRAS (Environmental Modeling for Radiation Safety): prowadzenie Jodowej Grupy Roboczej zajmującej się testowaniem i walidacją modeli komputerowych służących do przewidywania dawek i skażeń środowiska przy uwolnieniach promieniotwórczego jodu z instalacji jądrowych.

7.3 KOMISJA HELSIŃSKA (HELSINKI COMMISSION, BALTIC MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION COMMISSION, HELCOM MORS)

- prace związane z monitoringiem substancji promieniotwórczych w Morzu Bałtyckim (współpraca wszystkich krajów nadbałtyckich)

7.4 INSTYTUT RADOWY IM. W. G. CHŁOPINA Z ST. PETERSBURGA

- dwustronna współpraca CLOR (badanie skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego)i

7.5 BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, BERLIN, NIEMCY

- udział w ćwiczeniach interkalibracyjnych: oznaczanie ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th , ^{238}U , ^{235}U i ^{234}U w próbkach moczu,
- udostępnianie danych dotyczących automatycznych pomiarów mocy dawki za pomocą stacji PMS niemieckiemu systemowi IMIS (Integrated Measurement and Information System).

7.6 PHYSIK-TECHNIK-INNOVATION, ELAGEN, NIEMCY

- testowanie i modernizacja produkowanych w Polsce stacji poboru aerozoli z przyziemnej warstwy powietrza atmosferycznego, typu ASS-500.

7.7 WSPÓŁPRACA KRAJOWA PRZY EKSPLOATACJI SIECI STACJI (ASS-500 I PMS) SIECI MONITORINGU RADIOLOGICZNEGO ŚRODOWISKA

Politechnika Szczecińska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wojewódzka Stacja Sanepid w Rzeszowie, IFJ w Krakowie, Politechnika Wrocławska, Oddział Morski IMGiW w Gdyni, Uniwersytet Zielonogórski, Politechnika Koszalińska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Politechnika Łódzka, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Akademia Medyczna w Białymstoku, Instytut Problemów Jądrowych w Świerku, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach, firma POLON-ZOT Sp. z o.o. w Milanówku, firma OPTIMEX w Warszawie, firma DYNAMIS w Toruniu.

7.8 REALIZACJA PROJEKTU „INVESTIGATION OF PU ISOTOPES CONTAINED IN GROUND – LEVEL AIR IN CENTRAL EUROPE”

Projekt zaczął się w 2001 roku i ma się zakończyć w połowie 2004 roku.

Instytucje polskie:

Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków;
Akademia Medyczna, Białystok;

Instytucje zagraniczne:

Physikalisch – Technische Bundesanstalt, PTB, Brunshwik, Niemcy;
Deutscher Wetterdienst, DWD, Niemcy;
Johannes Gutenberg Universitat, JGU/IKC, Niemcy

National Radiation Protection Institute, NRPI, Czechy;

7.9 WYMIANA WYNIKÓW DOTYCZĄCYCH RADIOAKTYWNOŚCI PRZYZIEMNEJ WARSTWY POWIETRZA

Belarus State Department for Hydrometeorology, Centre of Radiation and Environment Monitoring, Białoruś;

Physikalisch – Technische Bundesanstalt, Niemcy;

Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, Finlandia;

“Frederic Joliot-Curie” National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Węgry;

State Nuclear Regulatory Administration, Ukraina;

Federal Office of Public Health, Division of Radiation Protection, Szwajcaria;

7.10 WSPÓŁPRACA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU

Czech Technical University in Prague, Faculty of Dosimetry, Czechy,
National Radiation Protection Institute, Development & Rn Standardization, Czechy
State Metrological Center for Radon, National Authority for NBC Protection, Czechy
Institute of Chemical Process Fundamentals, Aerosol Laboratory, Czechy

7.11 WSPÓŁPRACA KRAJOWA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADIOAKTYWNOŚCI NATURALNEJ SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH

Instytut Techniki Budowlanej, ITB, Warszawa; Główny Instytut Górnictwa, Katowice;
Akademia Medyczna w Białymstoku; Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie;
Politechnika Gdańska; Politechnika Wrocławska; Instytut Mineralny Materiałów Budowlanych,
Opole; Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Betonów CEBET, Warszawa; Centralny Ośrodek
Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Izolacji Budowlanej, Toruń;
CERPROJEKT, Toruń;

7.12 KLUB POLSKICH LABORATORIÓW BADAWCZYCH POLLAB

Pracownia Wzorcowania – DLWW jako członek rzeczywisty, nr rejestru 507, uczestniczy w szkoleniach i zebraniach sprawozdawczych.

