



Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

Central Laboratory for Radiological Protection



INFORMACJA

O WYNIKACH DZIAŁALNOŚCI STATUTOWEJ

W 2005 ROKU



POWSTANIE CLOR

13 lipca 1957 r. Zarządzeniem Prezesa Rady Ministrów Nr 164 roku utworzono Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej - CLOR jako jedyną w kraju instytucję zajmującą się pracami operacyjnymi i naukowymi związanymi z bezpieczeństwem radiacyjnym kraju. Nadzór nad działalnością CLOR przez ponad 40 lat pełnił Urząd Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej (tj. centralny organ administracji rządowej powołany dla promocji wykorzystania energii jądrowej i zastosowań promieniowania jonizującego, przekształcony po kolejnych zmianach w 1982 r. w Państwową Agencję Atomistyki - PAA). Od 4 sierpnia 2001 r. organem sprawującym nadzór nad CLOR jest Minister Gospodarki, który zatwierdził w dniu 6 stycznia 2005 r. obowiązujący Statut Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej jako jednostki badawczo-rozwojowej.

MISJA CLOR

Strategicznym i priorytetowym celem działalności CLOR jest utrzymanie sprawnego i kompetentnego systemu ochrony populacji oraz osób zawodowo narażonych przed działaniem promieniowania jonizującego gotowego do podjęcia działań operacyjnych wynikających z bieżących potrzeb państwa.

Szczególne znaczenie zyskuje rola takiej instytucji w systemie bezpieczeństwa kraju wobec:

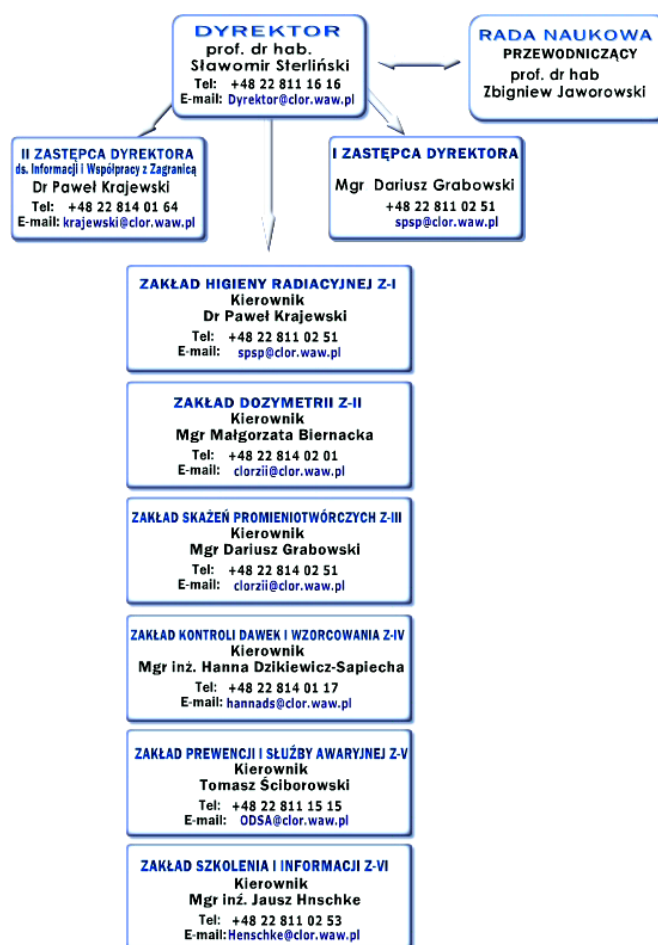
- wzrostu zastosowań substancji promieniotwórczych w technice i medycynie,
- stale istniejącego ryzyka emisji substancji promieniotwórczych z elektrowni jądrowych znajdujących się na terenie państw sąsiadujących,
- wzrastającego zagrożenia wykorzystania promieniowania lub materiałów radioaktywnych w celu destabilizacji funkcjonowania państwa,
- perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce.

ZADANIA

Statutowe obowiązki CLOR obejmują:

- zadania związane z ochroną ludności i środowiska przed promieniowaniem jonizującym,
- zadania związane z ochroną pracowników narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące,
- prowadzenie badań naukowych wspierających bezpieczeństwo radiacyjne,
- prowadzenie działalności szkoleniowej oraz informacyjnej społeczeństwa.

ORGANIZACJA



UNIKALNE STANOWISKA BADAWCZE:

CLOR prowadzi szeroką działalność w zakresie kalibracji, kontroli i standaryzacji aparatury dozymetrycznej i dysponuje unikalnymi w skali kraju stanowiskami do przeprowadzania testów przyrządów pomiarowych.

Dozymetryczne Laboratorium Wzorców Wtórnych służące do wzorcowania i badania wszystkich rodzajów dawkomierzy i mierników skażeń promieniotwórczych używanych w Polsce.

Znajdują się tu następujące kalibracyjne stanowiska:

Rentgenowskie, Gamma, Beta, Neutronowe oraz Skażeń Promieniotwórczych

Radonowe Stanowisko Wzorcowe służące wielu instytucjom do pomiarów kalibracyjnych na potrzeby dozymetrii radonowej jak i do prowadzenia prac badawczych w zakresie fizyki aerozoli,

Stanowiska do pomiaru radioaktywności beta.

Zestawy aparatury spektrometrycznej do pomiaru radioaktywności alfa i gamma.

Stanowisko do oznaczania trytu w wodzie.

Stanowisko do oznaczania aktywności jodu-129 i stężenia stabilnego jodu-127 w próbkach środowiskowych.

Stanowisko modelowania radiologicznego.

Laboratorium Pomiarów Jodu Promieniotwórczego przeznaczone do prowadzenia szybkiej oceny ekspozycji ludności lub pracowników w wypadku uwolnień ¹³¹I.

Laboratorium Dozymetrii Biologicznej.

Uzupełnienie systemu monitoringu skażeń promieniotwórczych środowiska stanowi opracowany i nadzorowany przez CLOR system pomiarów radioaktywności naturalnej surowców i materiałów budowlanych. W ramach tego systemu (26 laboratoriów) prowadzi się w całym kraju kwalifikację i ocenę przydatności materiałów budowlanych do stosowania w różnych typach budownictwa.

W oparciu o własne opatentowane rozwiązania konstrukcyjne CLOR stał się znanym producentem wysokoczułych polskich stacji wykrywania skażeń radioaktywnych powietrza ASS-500. Stanowią one główny trzon sieci radiacyjnego monitoringu Polski, i należą do najlepszych na świecie. Poza Polską zainstalowano je w 13 krajach, m.in. w Niemczech, Francji, Danii, Austrii, Hiszpanii, a także na poligonie atomowym Mururoa.

BUDŻET w 2005 roku

Przychody: 3.7 mln zł

Wydatki: 4.5 mln zł w tym 0.6 mln zł inwestycje

PRACOWNICY

W 2005 roku zatrudnionych w CLOR było 65 osób – w tym 49 pracowników naukowych, inżynierów, ekspertów ochrony radiologicznej oraz 16 pracowników administracyjno-ekonomicznych

ADRES

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej

ul. Konwaliowa 7, 03-194 Warszawa

tel/fax: 811-16-16 E-mail: dyrektor@clor.waw.pl

SPIS TREŚCI

1	BADANIA NAUKOWE	6
1.1	BADANIE ROZMIESZCZENIA ¹²⁹ I JODU STABILNEGO W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO	6
1.2	¹²⁹ I JOD STABILNY W TARCZYCACH SARN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI *)	7
1.3	OPRACOWANIE MODELI OCENY DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE	8
1.4	BADANIE ZALEŻNOŚCI OCENY NARAŻENIA RADONOWEGO W BUDYNKACH OD ROZKŁADU WIELKOŚCI CZĄSTEK ZWIĄZANYCH Z POCHODNYMI RADONU	11
1.5	WALIDACJA CYTOGENETYCZNYCH METOD OCENY DAWKI	12
2	SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONTORING RADIOLOGICZNY	13
2.1	EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500	13
2.2	POBÓR AEROSOLI ATMOSFERYCZNYCH W WYBRANYCH PUNKTACH NA TERENIE KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE I OZNACZENIE W NICH STĘŻEŃ IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH	15
2.3	KOMPLEKSOWE POMIARY SŁUŻĄCE OCENIE SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE ORAZ W OTOCZENIU TERENÓW NALEŻĄCYCH DO JEDNOSTEK ORGANIZACYJNYCH WYKONUJĄCYCH DZIAŁALNOŚĆ ZWIĄZANĄ Z NARAŻENIEM NA PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE DZIAŁAJĄCYCH W OTWOCKU-ŚWIERKU	16
2.4	ZWALCZANIE NIELEGALNEGO OBROTU I KRYMINALNEGO UŻYCIA SUBSTANCJI I BRONI CBRN	17
2.5	MONITORING STĘŻENIA ¹³⁷ CS W GLEBIE W LATACH 2004-2006	18
2.6	MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO	20
2.7	MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W LATACH 2003-2005	21
2.8	ANALIZA I OCENA ZMIAN RADIOAKTYWNOŚCI SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W POLSCE W LATACH 1980-2004	22
2.9	PRZEPROWADZENIE POMIARÓW PORÓWNAWCZYCH W ZAKRESIE OZNACZANIA IZOTOPÓW Cs-137 I Sr-90 PRZEZ PLACÓWKI PODSTAWOWE PROWADZĄCE POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH W RAMACH MONITORINGU RADIACYJNEGO KRAJU	25
3	OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO	30
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 2004 R.)	30
3.2	KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH	32
3.3	OZNACZANIE STĘŻENIA CS-137 I SR-90 W PRÓBKACH CAŁODZIENNEGO POŻYWIENIA MIESZKAŃCÓW WARSZAWY	33
3.4	OCENA WCHŁONIEĆ IZOTOPÓW CS-137 I SR-90 Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ W 2005	35
3.5	UTRZYMANIE LABORATORIUM POMIARU ZAWARTOŚCI JODU PROMIENIOTWÓRCZEGO W TARCZYCY DLA POTRZEB DZIAŁANIA SŁUŻB AWARYJNYCH ORAZ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIOLOGICZNEGO	37
3.6	WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMTRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2005 ROKU	38
3.7	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	40
4	ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI I KOMPETENCJI TECHNICZNYCH	42
4.1	ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH (PDIŚ) DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	42

INFORMACJE OGÓLNE

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	43
4.3	ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI WZORCOWANIA – DLWW	45
5	SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA	48
5.1	SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADU SZKOLENIA I INFORMACJI	48
6	WSPÓLPARACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA	50
6.1	KOMISJA WSPÓLNOTY EUROPEJSKIEJ	50
6.2	INSTYTUT PIERWIASTKÓW TRANSURANOWYCH ITU, JRC, UNIA EUROPEJSKA	50
6.3	MIĘDZYNARODOWA AGENCJA ENERGII ATOMOWEJ, MAEA, WIEDEŃ, AUSTRIA	50
6.4	KOMISJA HELSIŃSKA (HELSINKI COMMISSION, BALTIC MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION COMMISSION, HELCOM MORS)	50
6.5	INSTYTUT RADOWY IM. W. G. CHŁOPINA Z ST. PETERSBURGA	50
6.6	PHYSIK-TECHNIK-INNOVATION, ELAGEN, NIEMCY	50
6.7	WSPÓLPARACA KRAJOWA PRZY EKSPLOATACJI SIECI STACJI (ASS-500 I PMS) SIECI MONITORINGU RADIOLOGICZNEGO ŚRODOWISKA	51
6.8	WYMIANA WYNIKÓW DOTYCZĄCYCH RADIOAKTYWNOŚCI PRZYZIEMNEJ WARSTWY POWIETRZA	51
6.9	WSPÓLPARACA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU	51
6.10	WSPÓLPARACA KRAJOWA W DZIEDZINIE POMIARÓW RADIOAKTYWNOŚCI NATURALNEJ SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH	51
6.11	KLUB POLSKICH LABORATORIÓW BADAWCZYCH POLLAB	51

1 BADANIA NAUKOWE

1.1 BADANIE ROZMIESZCZENIA ^{129}I I JODU STABILNEGO W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO

M. Suplińska, Z. Pietrzak-Flis

Oznaczono ^{129}I , ^{127}I i ^{137}Cs w próbkach rdzeniowych osadów dennych z trzech lokalizacji: Głębi Bornholmskiej (P-5), wschodniej części morza otwartego (P-140) oraz Głębi Gdańskiej (P-1). Pobrane rdzenie dzielono na warstwy: 0-2, 2-5, 5-7 i 7-9 cm. Zawartość ^{129}I , ^{127}I i ^{137}Cs określano oddzielnie w każdej warstwie. ^{129}I i ^{127}I oznaczano metodą radiochemicznej neutronowej analizy aktywacyjnej (RNAA). Po wydzieleniu jodu z osadów dennych, próbki aktywowano w reaktorze jądrowym MARIA strumieniem neutronów $1,5 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Z ^{129}I w reakcji (n, γ) powstaje ^{130}I ($T_{1/2} = 12,3$ godz.), a z ^{127}I w reakcji $(n, 2n) - ^{126}\text{I}$ ($T_{1/2} = 13$ dni). Po aktywacji i schłodzeniu jod wydzielano z próbki i wytrącano w postaci PdI_2 . Pomiar aktywności ^{130}I i ^{126}I wykonywano metodą spektrometrii gamma. Równocześnie z próbkami aktywowano wzorzec ^{129}I i ^{127}I . W celu określenia wydajności procesu wydzielania jodu z próbki, przed rozpoczęciem analizy, do osadów dennych dodawano znaną aktywność znacznika ^{125}I . ^{137}Cs oznaczano metodą spektrometrii gamma.

Uzyskane wyniki wskazują, że skażenie osadów dennych jodem-129 na obszarze Bałtyku Południowego było zróżnicowane. Najwyższe skażenie stwierdzono we wschodniej części morza otwartego P-140 ($90,7 \text{ mBq/m}^2$), prawie dwukrotnie niższe obserwowano w Głębi Bornholmskiej P-5 ($47,8 \text{ mBq/m}^2$), a około 6 razy niższe w Głębi Gdańskiej P-1 ($14,9 \text{ mBq/m}^2$). Podobnie jak w przypadku ^{129}I zawartość jodu stabilnego w warstwie 0-9 cm była największa w P-140 (4,85 g) mniejsza w P-5 (3,97 g) i najmniejsza w P-1 (1,39 g).

Stężenia ^{129}I w osadach dennych malały wykładniczo z głębokością. W pierwszej warstwie (0-2cm) największe stężenie ^{129}I występowało w P-140 (morze otwarte) i wynosiło $11,3 \text{ mBq kg}^{-1}\text{sm}$. Stężenie ^{129}I w Głębi Bornholmskiej w powierzchniowej warstwie było wyraźnie niższe niż w próbce pobranej z otwartego morza ($6,68 \text{ mBq kg}^{-1}\text{sm}$), a najniższe w Głębi Gdańskiej ($3,49 \text{ mBq kg}^{-1}\text{sm}$). Różnice te można przypisać właściwościom fizykochemicznym osadów. Osady denne w rejonie morza otwartego (P-140 i P-5) kumulowały i trwalej wiązały jod, zarówno stabilny jak i promieniotwórczy, niż w Basenie Gdańskim. Określone w tej pracy stężenia ^{129}I były jednak niższe niż uzyskane wcześniej w Basenie Bornholmskim P-39 ($15,6 \text{ mBq kg}^{-1}\text{sm}$). Analizując wyniki z całego obszaru Bałtyku południowego można wnioskować, że ^{129}I dociera do Bałtyku poprzez Cieśniny Duńskie z zakładów przerobu paliwa jądrowego La Hague i Sellafield.

Stężenia jodu stabilnego w głąb osadów były dość wyrównane, ale obserwowano znaczne różnice związane z lokalizacją: od $86,0 \pm 2,6 \text{ mg kg}^{-1}\text{sm}$ w Głębi Gdańskiej do $208 \pm 11,7 \text{ mg kg}^{-1}\text{sm}$ w Głębi Bornholmskiej. W całym rejonie Bałtyku Południowego zakres stężeń wynosi od $55,1 \text{ mg kg}^{-1}\text{sm}$ do $393 \pm 21,1 \text{ mg kg}^{-1}\text{sm}$.

Obliczone stosunki $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ w poszczególnych warstwach maleją wraz z głębokością. W warstwie 0-2cm wartości te wyniosły od $0,65 \times 10^{-8}$ w Głębi Bornholmskiej do $1,03 \times 10^{-8}$ we wschodniej części morza otwartego, w kolejnych warstwach malały i w warstwie 7-9cm były one co najmniej o rząd niższe. Najwyższe wartości występujące w górnej warstwie świadczą, że wciąż istnieje źródło z którego ^{129}I dociera do Bałtyku.

Obliczone stosunki $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ w poszczególnych warstwach osadów mieściły się w zakresie 1,73-52,8 a więc przekraczały wielokrotnie stosunek $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ wyliczony dla uwolnień podczas awarii reaktora w Czarnobylu (0,18-0,28). Wysokie wartości stosunków atomowych $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ w warstwach do 9 cm głębokości wskazują, że izotopy te pochodzą z różnych źródeł.

Praca finansowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

1.2 ^{129}I I JOD STABILNY W TARCZYCACH SARN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI *)

Z. Pietrzak-Flis, I. Komarnicka, E. Chrzanowski, A. Adamczyk

Jod-129 i jod stabilny (^{127}I) oznaczono w tarczycach jeleni z siedlisk usytuowanych w południowo-wschodniej i północno-wschodniej Polsce. Tarczycy zwierząt pobrano w listopadzie 2004 roku w Nadleśnictwie Rudnik, woj. podkarpackie i w grudniu 2004 roku w Nadleśnictwie Supraśl, woj. podlaskie.

Do określania zawartości ^{129}I i ^{127}I stosowano radiochemiczną neutronową analizę aktywacyjną (RNAA) z wykorzystaniem procedury wstępnej preparatyki i wydzielania jodu z tarczyc [1] oraz zmodyfikowanej procedury analitycznej po aktywacji [2]. Próbkę aktywowano w reaktorze jądrowym MARIA w Świerku k/Otwocka strumieniem neutronów $1,5 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$; z ^{129}I w reakcji (n, γ) powstaje ^{130}I ($T_{1/2} = 12,3 \text{ godz.}$), a z ^{127}I w reakcji (n,2n) powstaje ^{126}I ($T_{1/2} = 13 \text{ dni}$). Równocześnie z próbkami aktywowany był wzorzec ^{129}I i ^{127}I . Wydajność wydzielania jodu z tarczycy określano na podstawie pomiaru ^{125}I . Izotop ten dodawano do próbek tarczyc na początku analizy, dzięki temu możliwe było określanie strat jodu w kolejnych etapach wydzielania jodu.

Oznaczono ^{129}I i ^{127}I w dziesięciu tarczycach jeleni w wieku od 1 do 6 lat, pochodzących z Nadleśnictwa Rudnik i w czterech tarczycach jeleni w wieku od 2-3 lat, z Nadleśnictwa Supraśl.

Stężenie ^{129}I w tarczycach jeleni z Nadleśnictwa Rudnik zawierało się w granicach od 0,96 do 3,88 mBq/g sm, natomiast stężenie jodu stabilnego od 0,88 do 4,78 mg/g sm. Nie stwierdzono zależności między stężeniem obu izotopów w zależności od płci i wieku zwierząt. Stwierdzono, że istnieje korelacja zupełna między stężeniem obu izotopów w tarczycach zwierząt. Uzyskane dane wskazują, że ^{129}I rozmieścił się w środowisku podobnie jak jod stabilny. Stosunek liczby atomów $^{129}\text{I} : ^{127}\text{I}$ równy $1,93 \times 10^{-7}$ świadczy, że ^{129}I obecny w tarczycach zwierząt pochodził z uszkodzonego reaktora w Czarnobylu.

Stężenie ^{129}I w tarczycach jeleni z Nadleśnictwa Supraśl mieściło się w zakresie od 2,51 do 6,69 mBq/g sm, a ^{127}I od 4,75 do 7,83 mg/g sm. Nie stwierdzono korelacji między stężeniami obu izotopów w analizowanych tarczycach. Brak korelacji świadczy o nierównomiernym rozmieszczeniu ^{129}I i ^{127}I w środowisku. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że również w tym rejonie ^{129}I pochodził z awarii czarnobylskiej; średni stosunek liczby atomów $^{129}\text{I} : ^{127}\text{I}$ wynosił $1,21 \times 10^{-7}$, chociaż w dwóch przypadkach był prawie o rząd wielkości niższy ($5,41 \times 10^{-8}$ i $6,18 \times 10^{-8}$).

Określony w tej pracy stosunek liczby atomów ^{129}I : ^{127}I w tarczycach jeleni był podobny do wartości obserwowanych w Szwecji w latach 1988-1989 i o rząd większy niż obserwowany po awarii czarnobylskiej w Niemczech (Dolna Saksonia) i w Japonii (Chiba).

Literatura

- [1]. X.Hou, A.F.Malencheko, J.Kucera, H.Dahgaard, S.P.Nielsen, Iodine-129 in thyroid and urine in Ukraine and Denmark, *Sci. Total .* 302,63-73,2003.
- [2]. Y.Muramatsu, S. Yoshida, Determination of ^{129}I and ^{127}I in environmental samples by neutron activation analysis (NAA) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), *J. Radioanal. Nucl. Chem., Articles* 197, 149-159, 1995.

*) Autorzy wyrażają podziękowanie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Lublinie i Białymstoku za pomoc w pobraniu tarczyc zwierząt.

Praca finansowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

1.3 OPRACOWANIE MODELI OCENY DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE

P. Krajewski, L. Rosiak, M. Suplińska

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie ideą stworzenia nowego systemu ochrony radiologicznej, który ustalałby normy ryzyka radiacyjnego nie tylko dla człowieka, lecz również dla otaczającej go flory i fauny. Od 2000 roku prowadzi się na świecie konsekwentne działania, aby wypracować kompleksowy system ochrony przed promieniowaniem jonizującym wszystkich żywych gatunków. W 2002 roku, Międzynarodowa Komisja Ochrony Radiologicznej ICRP, światowy autorytet w tej dziedzinie, wydała raport sugerujący zmianę obowiązującego obecnie systemu ochrony radiologicznej (ICRP 2002), a w roku 2005 raport zawierający propozycje referencyjnych gatunków¹ (ICRP 2005).

W 2002 roku US. Department of Energy, (USDOE, RAD-BCG CALCULATOR RELEASE 2 DOE-STD-1153, 2002) wprowadził „standardowe limity dawek” dla ochrony populacji wszystkich żywych organizmów równe: $3600 \text{ mGy}\cdot\text{rok}^{-1}$ dla populacji roślin i zwierząt wodnych oraz $360 \text{ mG}\cdot\text{rok}^{-1}$ dla zwierząt lądowych. Limity te są odpowiednio około 1000; 100 razy większe od przeciętnej dawki dla człowieka oraz stanowią odpowiednio 1/2; 1/20 tzw. dawki połowicznej śmiertelności dla ssaków LD_{50} . W Europie trwają intensywne prace w ramach międzynarodowych programów wspieranych przez Unię Europejską: FASSET EC (2001-2003), ERICA (2003-2007).

Od 2003 roku CLOR uczestniczy w badaniach programu ERICA.

¹ Organizmy referencyjne to typowi przedstawiciele roślin i zwierząt, których ocenione ryzyko radiacyjne będzie stanowiło wskaźnik narażenia pozostałych gatunków

Omawiany temat jest kontynuacją prac prowadzonych w CLOR w latach 2000-2004, i obejmuje:

- 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.

Otrzymane oceny dawek pozwolą na określenie narażenia, jaki dla środowiska stwarza planowana w Polsce energetyka jądrowa, co więcej umożliwią „dowód explicite”, jak duży margines bezpieczeństwa dla środowiska zapewnia energetyka jądrowa w porównaniu z energetyką konwencjonalną opartą na węglu czy ropie.

W 2004 roku opublikowano raport podsumowujący dokonania programu FASSET „Framework for assessment of environmental impact of ionising radiation in major European ecosystems, FASSET Final Report (May 2004), razem z szeregiem załączników zawierających opis i metodykę systemu, współczynniki przeliczeniowe dawek oraz bazy danych spodziewanych efektów promieniowania na środowisko (bazy danych dostępne są również w formie elektronicznej). Powstający obecnie i rekomendowany system UE jest bardziej rozbudowany i skomplikowany niż systemem DOE USA. W systemie UE wycofano się m.in. z ustalania różnych limitów dawek dla fauny wodnej oraz lądowej, stwierdzając jedynie², że próg znamienności statystycznej obserwowanych aberracji chromosomalnych u różnych organizmów wynosi $0.1 \text{ mGy}\cdot\text{godz}^{-1}$ (co stanowi $900 \text{ mGy}\cdot\text{rok}^{-1}$), natomiast zmniejszony wskaźnik reprodukcyjności lub zwiększony wskaźnik zachorowalności danej populacji może wystąpić powyżej mocy dawek $\text{mGy}\cdot\text{godz}^{-1}$ ($9000 \text{ mGy}\cdot\text{rok}$). Znacznie rozszerzono liczbę tzw. organizmów referencyjnych. O ile system DOE USA wyróżniał tylko cztery klasy organizmów żywych: florę lądową, faunę lądową, faunę wodną i faunę przybrzeżną, a system rekomendowany przez ICRP: dwanaście referencyjnych organizmów to system UE wprowadza: 13 referencyjnych organizmów lądowych, 13 referencyjnych organizmów morskich i 12 referencyjnych organizmów śródlądowych. Zwiększono również do 43 liczbę rozpatrywanych radionuklidów włączając m.in. K-40, podczas gdy system DOE USA rozpatruje tylko 23 radionuklidy.

Ponieważ Polska jako członek UE jest zobowiązana dostosować system ochrony radiologicznej zgodnie ze standardami przyjmowanymi w krajach Unii Europejskiej, w 2005 roku podjęto prace w CLOR modyfikujące istniejące modele obliczeniowe oraz przeprowadzono ponowne oszacowania dawek według metodyki zalecanej przez UE. Prowadzono również pomiary stężeń Ra-226, Cs-137 i K-40 w próbkach ryb słodkowodnych (płocie i leszcze) i żab, ponieważ gatunki te należą do organizmów referencyjnych systemu UE. Próbkę pochodziły z wybranych rejonów Woj. Mazowieckiego różniących się skażeniem Cs-137 po awarii w Czernobylu. Wyniki pomiarów przedstawia Tabela 1.

² W części 7 raportu poświęconemu efektom promieniowania

Tabela 1. Stężenie Ra-226, Cs-137 i K-40 w ciele płazów (żaba wodna - *rana esculenta*) w wybranych rejonach Polski

Miejsce pobrania prób	Ilość prób	Masa [g]		Ra-226 [Bq/kg ś.m.]		Cs-137 [Bq/kg ś.m.]		K - 40 [Bq/kg ś.m.]	
		Średnia Zakres		Średnia Zakres		Średnia Zakres		Średnia Zakres	
		min	max	min	max	min	max	min	max
Żyrardów	9	23.6		0.42		0.68		123.7	
		16.7	34.5	0.1	1.1	0.4	1.1	57	358.3
Pułtusk	4	16.2		0.06		2.0		43.2	
		14.5	19.8	0.03	0.1	1.9	2.1	28.3	65.0
Kozienice	4	18.6		0.16		10.2		74.1	
		17.3	23.6	0.06	0.22	4.1	30.9	48.4	115.0
Razem	17	20.7		0.28		4.9		99.0	
		14.5	34.5	0.03	1.1	0.4	30.9	28.2	358.3

Stężenia Ra-226 i K-40 różniły się znacząco w zależności od osobnika i nie wykazywały korelacji z miejscem poboru próby, stężenia Cs-137 największe były dla osobników z okolic Kozienic charakteryzujących się podwyższonym trzykrotnie opadem Cs-137 po Czarnobylu.

Ocenę dawek rocznych dla organizmów standardowych charakterystycznych dla środowiska lądowego i wodnego w Polsce przedstawia Tabela 2. Ocenę przeprowadzono dla radionuklidów wnoszących największy wkład do dawki całkowitej uwzględniając potas K-40 wg. metodyki rekomendowanej w UE. Maksymalne dawki roczne nie przekraczają 20 mGy, co stanowi 2% prognozy wykrywalności jakichkolwiek zmian chromosomalnych.

Tabela 2. Ocena rocznych dawek dla standardowych organizmów w Polsce

	K-40 [mGy rok ⁻¹]		Ra-226 [mGy rok ⁻¹]		Cs-137 [mGy rok ⁻¹]		Pu-238 [mGy rok ⁻¹]		Suma [mGy rok ⁻¹]	
	Średnia Zakres		Średnia Zakres		Średnia Zakres		Średnia Zakres		Średnia Zakres	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Skorupiaki M. Bałtyckiego	5.9		5.1		0.3		0.005		11.3	
	2.1	11.0	3.4	7.7	0.15	0.50	0.003	0.01	5.7	19.2
Ryby M. Bałtyckiego (dorsz, plastuga)	4.6		0.4		0.3		-		5.3	
	1.2	9.3	0.2	0.6		0.5	-	-	1.6	10.4
Gryzonie Park Narodowy Jakuszyce	0.5		3.3		0.6		-		4.4	
	0.1	1.2	0.3	10.0	0.15	2.0	-	-	0.6	13.2
Żaby (Rejon Woj. Mazowieckiego)	0.6		1.2		0.1		-		1.9	
	0.1	1.5	0.3	4.0	0.05	1.6	-	-	0.5	7.1

Prace związane z tym tematem będą kontynuowane w 2006 roku w ramach międzynarodowego programu UE ERICA i obejmują adaptację metod obliczeniowych oraz

prorowadzenie oceny dawek dla wybranych przedstawicieli standardowych organizmów środowiska leśnego.

Praca finansowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

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

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

W dozymetrii radonu stosuje się dwa podejścia do oszacowania radonowej dawki efektywnej od krótkożyciowych pochodnych radonu. Jedno, rekomendowane przez ICRP 65, oparte jest na modelu epidemiologicznym i drugie, rekomendowane przez ICRP 66, wykorzystuje dozymetryczne modele wchłaniania radionuklidów znajdujących się w powietrzu. W podejściu epidemiologicznym stosuje dwa stałe współczynniki konwersji energii potencjalnej α na dawkę oszacowane na podstawie badań epidemiologicznych górników uranowych: 1425 mSv/(Jh/m³) dla fizycznie pracujących i 1100 mSv/(Jh/m³) dla ogólnej populacji. W podejściu opartym na zastosowaniu modeli dozymetrycznych stosuje się współczynniki konwersji ważone ze względu na rozkład średnic aerozoli-nośników pochodnych radonu. Zastosowanie podejścia dozymetrycznego wymaga znajomości oprócz energii potencjalnej α również rozkładu średnic aerozoli. Ponieważ Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej jest w posiadaniu spektrometru średnic pochodnych radonu zbudowanego z baterii dyfuzyjnej i impaktorów, podjęto pracę mającą na celu porównanie dawek radonowych w domach w kilku rejonach Polski oszacowanych na podstawie tych dwu koncepcji.

W przypadkowo wybranych pomieszczeniach i na otwartej przestrzeni, w sześciu różnych rejonach Polski, 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 pochodnych radonu - za pomocą spektrometru średnic pochodnych radonu RPPSS.

W sumie wykonano pomiary w 56 punktach pomiarowych w 39 domach oraz w 4 punktach na dworze.

Na podstawie wykonanych pomiarów obliczono dawki efektywne od radonu dla osób pracujących fizycznie (Occ) i dla ogólnej populacji (Env) w oparciu o dwie koncepcje: epidemiologiczną i dozymetryczną. W poniższej tabeli zebrano zakresy zmierzonych i obliczonych w 57 punktach pomiarowych w domach i w 4 punktach na dworze : stężeń radonu, energii potencjalnej α (PAEC), frakcji wolnej fp (cząsteczki o średnicy <10 nm), współczynników równowagi F, rocznych dawek obliczonych wg modelu dozymetrycznego oraz stosunków dawek oszacowanych na podstawie modelu dozymetrycznego do dawek obliczonych przy użyciu koncepcji epidemiologicznej dla pracujących fizycznie k_0 i dla populacji k_E :

	Stęż.Rn [Bq/m ³]	PAEC [nJ/m ³]	fp [%]	F [%]	Roczne dawki [mSv/y] wg koncepcji dozymetr.		kO	kE
					Occ	Env		
w domach	19-1668	64-3805	0-53	8-64	0,5-70	0,2-37	0,8-2,6	0,6-1,7
na dworze	82-116	28-201	2-31	6-33	0,4-3,8	0,2-2,1	1,1-1,8	0,8-1,2

Porównano wyniki dla tych dwu koncepcji i przeanalizowano zależność rozbieżności między nimi od wartości tzw. frakcji wolnej tj. procentowego udziału cząstek/klastrów o najmniejszych średnicach: poniżej 10 nm. Dawki dla populacji obliczane za pomocą modelu epidemiologicznego są niedoszacowane dla frakcji wolnej większej niż 17% a odpowiadające narażeniu zawodowemu (dla pracujących fizycznie) dla frakcji wolnej powyżej 5%.

Realizacja projektu MEiN nr 5 T07E 008 25

1.5 WALIDACJA CYTOGENETYCZNYCH METOD OCENY DAWKI

M.Kowalska

Opracowane metodyki cytogenetycznej oceny dawki charakteryzują się wysoką dokładnością i powtarzalnością uzyskanych wyników.

Maksymalne wykrywalne dawki są rzędu 4-5 Gy. Wyższe dawki promieniowania hamują proliferację limfocytów, powodując brak podziałów komórkowych i uniemożliwiając badanie aberracji chromosomowych i mikrojąder.

Wartość minimalnych wykrywalnych dawek (tabela poniżej) jest najniższa w przypadku metody opartej na ocenie częstości dicentryków. Wynika to z faktu, że spontaniczna częstość dicentryków jest bardzo niska (ok. 1-2 na 1000 komórek) i w małym stopniu zróżnicowana osobniczo. W porównaniu z częstością dicentryków, częstość translokacji i mikrojąder może być nawet kilkanaście razy wyższa. Ponadto na jej wartość wpływa wiek oraz takie czynniki jak palenie papierosów czy przyjmowanie leków. Dlatego progi wykrywalności dawki są znacznie wyższe niż w przypadku dicentryków.

Minimalne wykrywalne dawki

Metoda	Promieniowanie X	Promieniowanie ⁶⁰ Co γ
Dicentryki	0,16 Gy	0,22 Gy
Translokacje	0,27 Gy	0,44 Gy
Mikrojądra	0,25 Gy	0,47 Gy

Niepewności oceny dawki zmienia się w zależności od wartości dawki. Dla wysokich dawek jest rzędu kilku procent. Dla dawek mniejszych od minimalnej wykrywalnej dawki może osiągnąć nawet 100%.

Praca sponsorowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

2 SLUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZENSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONITORING RADIOLOGICZNY

2.1 EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500

K.Isajenko, I.Kwiatkowska, P.Lipiński, M.Biernacka

Jest to praca ciągła, prowadzona w Zakładzie Dozymetrii CLOR od kilkunastu lat. Praca finansowana jest w ramach Służb Państwowych przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki.

Stacje poboru aerozoli typu ASS-500 pracują w sieci wczesnego ostrzeżenia w 13 lokalizacjach, rozmieszczonych równomiernie na terenie naszego kraju. Stacje pracują w dwóch trybach:

- Tryb „off-line” – pobór aerozoli z przyziemnej warstwy powietrza atmosferycznego na filtry Petrianowa przez okres tygodnia (w sytuacji normalnej), następnie wymiana filtru, jego suszenie, doprowadzenie do geometrii dyskowej oraz pomiar spektrometryczny.
- Tryb „on-line” – nad eksponowanym filtrem znajduje się sonda scyntylicyjna z detektorem NaI(Tl), która w sposób ciągły „obserwuje” filtr, mierzy jego aktywność i dane przekazuje do sterownika AS-01 zainstalowanego w stacji. Raz na godzinę dane są przesyłane do komputera stacyjnego, skąd za pośrednictwem modemów i publicznej sieci telefonicznej są przesyłane do komputera centralnego, znajdującego się w CLOR. Na komputerze tym zapisywane są w bazie danych zawierającej wyniki pomiarów skażenia filtrów ze wszystkich stacji. Na 13 stacji, w systemie „on-line” pracuje 10 – stacje w Świdrze, Łodzi i Toruniu nie są wyposażone w sondy i sterowniki AS-01.

Stacje produkowane są także przez niemiecką firmę PTI (z Erlangen) na licencji CLOR. Według stanu na 31 grudnia 2005 roku obecnie na świecie pracują 54 stacje ASS-500 (w tym 9 poza Europą) – w najbliższym czasie zostaną zainstalowane jeszcze trzy następne.

CLOR oprócz obsługi stacji i zbierania danych z sieci zobligowane jest także do prowadzenia prac konserwacyjno-serwisowych w sieci stacji. W roku 2005 odbyło się 11 wyjazdów pracowników Zakładu Dozymetrii CLOR do stacji terenowych.

W 2005 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, prowadzono systematyczne pomiary stężeń radionuklidów w przyziemnej warstwie powietrza atmosferycznego w cyklu tygodniowym. W Tabeli. 1 przedstawiono wyniki uzyskane z sieci stacji pracujących w trybie „off-line”.

W Tabeli. 2 przedstawiono dla roku 2005, dla poszczególnych stacji, dostępność danych przesyłanych do serwera w CLOR, jak również wartości minimalne, maksymalne i średnie stosunków zliczeń w kanałach analizatorów AS-01 pracujących w trybie „on-line”. „Dostępność danych” – jest to parametr, który mówi nam jak dobrze (prawidłowo) działała każda ze stacji. Podaje on procentowy udział prawidłowych danych (z prawidłową kalibracją) w ciągu całego roku. W roku 2005 dla całej sieci dostępność danych wynosiła 86,4% (wobec

85,7% w roku 2004 oraz 67,8% w roku 2003, a więc ciągle rośnie) i zmieniała się od 64,9% we Wrocławiu do 99,2 % na stacji zlokalizowanej w Gdyni.

Tabela. 1. Stężenia radionuklidów w powietrzu w Polsce w 2005 roku.

RADIONUKLID	Stężenie w powietrzu [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]		Liczba oznaczeń	Miejscowość i okres wystąpienia maksymalnego stężenia	
	Wartość średnia	zakres			
^{137}Cs	1.3 ± 0.04	(<0.1-11.4)	674	Białystok,	31.10 - 7.11
^{131}I	0.6 ± 0.03	(<0.1-12.5)	674	Wrocław,	5.12 - 12.12
^7Be	3080 ± 60	(590-9200)	674	Katowice,	11.07 - 18.07
^{40}K	17.8 ± 0.3	(<2.0-82.2)	674	Lublin,	10.10 - 17.10
^{210}Pb	465 ± 11	(41-2260)	671	Lublin,	7.11 - 14.11
^{226}Ra	5.5 ± 0.1	(<1.6-39.2)	674	Kraków,	11.04 - 18.04
^{228}Ra	1.1 ± 0.02	(<0.2-5.7)	674	Lublin,	29.03 - 4.04

Tabela. 2. Minimalne, maksymalne i średnie roczne stosunki liczb zliczeń w zakresie „jodowym” oraz „cezowym” na stacjach ASS-500 ze sterownikami AS-01 – rok 2005. Tabela powstała po odrzuceniu danych pochodzących z okresów, gdy sterownik był rozkalibrowany (przesunięty pik konwersji α - γ Am-241) lub dane były błędne. W kolumnie „DOSTĘPNOŚĆ DANYCH” podano procent prawidłowych danych na stacji w roku 2005.

STACJA	DOSTĘPNOŚĆ DANYCH [%]	ZAKRES „JODOWY”			ZAKRES „CEZOWY”		
		minimu m	maksimu m	średnia	minimu m	maksimu m	średnia
Warszawa	96,4	0,29	0,89	0,46	0,29	0,63	0,41
Gdynia	99,2	2,36	3,43	2,85	0,79	1,23	0,94
Szczecin	75,9	1,27	4,14	2,52	1,00	1,56	1,23
Wrocław	64,9	1,65	4,07	2,96	0,74	1,45	1,04
Kraków	85,5	0,70	1,58	1,07	0,66	1,28	0,90
Białystok	98,0	2,47	4,11	3,07	0,78	1,26	0,98
Sanok	87,6	0,61	2,49	1,83	0,45	1,54	1,14
Lublin	88,4	2,62	4,45	3,54	0,78	1,51	1,10
Katowice	91,8	1,41	2,57	2,08	0,94	1,46	1,20
Zielona Góra	76,2	0,94	1,87	1,38	0,81	1,21	0,98
POLSKA	86,4	0,29	4,45	2,18	0,29	1,56	0,99

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA:7/SP/2005

2.2 POBÓR AEROZOLI ATMOSFERYCZNYCH W WYBRANYCH PUNKTACH NA TERENIE KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE I OZNACZENIE W NICH STĘŻEŃ IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH.

L.Kownacka, K.Isajenko, A.Boratyński, R.Czekala, A.Ząbek

W ramach pracy na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie pobrano próbki aerozolu atmosferycznego w punktach wskazanych przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki. Warunki poboru próbek oraz szczegóły dotyczące miejsc poboru poszczególnych próbek, zostały ustalone podczas spotkania na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie przedstawicieli Państwowej Agencji Atomistyki, Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej oraz Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych.

W pięciu punktach kontrolnych (1-5) próbki aerozolu atmosferycznego były pobierane na filtr Petrianowa FPP-15-1.5 przy pomocy specjalistycznej, nowoczesnej, przenośnej aparatury, w której pomiar objętości przechodzącego przez filtr powietrza jest oparty na pomiarze prędkości przemieszczania się fali ultradźwiękowej. Wszystkie w/w próbki były pobierane po stronie zawietrznej w stosunku do usytuowania wybranych punktów ewentualnej emisji, na co pozwalała mobilność aparatury pomiarowej. Każdą próbkę otrzymywano poprzez przepuszczenie przez filtr 1500 m³ powietrza. Czas poboru jednej próbki wynosił około 5 godzin. Zgodnie z umową z szóstego punktu otrzymaliśmy od pracowników Składowiska dwa filtry (GMBH, włóknina PF-30, której skuteczność filtracji wynosi 90±5%), które były zamontowane w urządzeniu służącym do wentylowania pomieszczeń składowiska. Uzyskane dwa filtry F1 i F2, były zamontowane szeregowo – F2 był zamontowany jako pierwszy od strony komór w których są przechowywane odpady. Według uzyskanych informacji przepuszczono przez nie około 51 000 m³ powietrza, w czasie około 30 godzin pracy.

W próbkach oznaczano stężenia radionuklidów metodą spektrometrii promieniowania gamma.

W punktach od 1 do 5 stężenia poszczególnych izotopów wynosiły: Cs-137 od <5,5 do 16,9 μBq/m³, Be-7 od 745 do 1175 μBq/m³, Pb-210 od 254 do 33079 μBq/m³, stężenia K-40, Ra-226 i Ac-228 były poniżej granicy oznaczalności.

W dwóch szeregowo ustawionych filtrach z punktu 6 stężenia izotopów wynosiły:
Cs-137 - 13,5 i 39,7 μBq/m³, Be-7 – 35,2 i 55,3 μBq/m³, K-40 – 12,7 i 28,0 μBq/m³, Pb-210 – 1685 i 2345 μBq/m³, Ra-226 - <4,3 i <5,2 μBq/m³, Ac-228 – 3,1 i 8,7 μBq/m³, Co-60 – 1,8 i 1,2 μBq/m³, Am-241 – 5,0 i 4,1 μBq/m³.

Średnie stężenia dla Polski w okresie pobierania powyższych próbek wynosiły:
Cs-137 – 2,0 μBq/m³, Be-7 – 2825 μBq/m³, K-40 – 24,2 μBq/m³, Pb-210 – 729 μBq/m³.

Praca była finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki.

2.3 KOMPLEKSOWE POMIARY SŁUŻĄCE OCENIE SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE ORAZ W OTOCZENIU TERENÓW NALEŻĄCYCH DO JEDNOSTEK ORGANIZACYJNYCH WYKONUJĄCYCH DZIAŁALNOŚĆ ZWIĄZANĄ Z NARAŻENIEM NA PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE DZIAŁAJĄCYCH W OTWOCKU-ŚWIERKU.

L.Kownacka, K.Isajenko, P.Krajewski, P.Lipiński, I.Radwan, A.Żak, A.Adamczyk, E.Chrzanowski, J.Hulej, M.Kuczbajska, S.Szymański, A.Ząbek

W roku 2005 w ramach w/w zadania wokół obu ośrodków pobrano ogółem 124 próbki, z czego 86 w otoczeniu KSOP w Różanie i 38 w otoczeniu Ośrodka w Świerku. W 19 próbkach wód rzecznych, studziennych, źródłanych i z oczyszczalni ścieków 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 41 próbkach wód wykonano pomiary stężenia trytu, a w 44 próbkach gleby, trawy, zboża oraz aerozolu atmosferycznego przeprowadzono ilościowe analizy γ -spektrometryczne. W 20 punktach zmierzono moc dawki komorą jonizacyjną.

Okolice KSOP-Różan.

Stężenia substancji promieniotwórczych w różnych komponentach środowiska były na niskim poziomie, poza trawą, w której stężenia były jednak niższe niż w roku ubiegłym. Średnie stężenie cezu wynosiło: wody rzeki Narew - 0,0017 Bq/dm³, wody studzienne – 0,0009 Bq/dm³, wody źródlane – 0,0016 Bq/dm³ oraz stężenie trytu: wody rzeki Narew – 1,4 Bq/dm³, wody studzienne – 0,9 Bq/dm³, wody źródlane – 1,7 Bq/dm³.

Średnia całkowita promieniotwórczość β zmierzona w próbkach wody gruntowej jest również na niskim poziomie i wynosi 0,121 Bq/dm³, stężenia trytu w wodach gruntowych - 1,6 Bq/dm³ (stężenia te są wyższe w jednym punkcie poboru wód gruntowych – tak jak w latach ubiegłych).

W innych próbkach środowiskowych stężenia ¹³⁷Cs wynoszą:

gleba: 4,93 kBq/m², zboże: <0,14 Bq/kg, trawa: w pierwszej serii (wiosna) wynosiły od 4,98 do 58,96 Bq/kg suchej masy, a w jesiennej serii wynosiły od 2,93 do 251,9 Bq/kg suchej masy. W próbkach aerozolu atmosferycznego (500m³ powietrza przepuszczonego przez filtr) stężenia Cs¹³⁷ były poniżej granicy oznaczalności (pomiary gamma spektrometryczne) – natomiast stężenia ⁷Be i ²¹⁰Pb były dobrze mierzalne i ich stężenia były na poziomach występujących w Polsce.

Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 103 nGy/h i była w granicach wartości mierzonych w Polsce.

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 - 0,0012 Bq/dm³, wody studzienne – 0,0037 Bq/dm³, wody z oczyszczalni ścieków – 0,0071 Bq/dm³ oraz wody rzeki Wisły – 0,0020 Bq/dm³. Stężenie trytu, mierzone w tym roku po raz pierwszy, wynosiło: wody rzeki Świder - 0,77 Bq/dm³, wody studzienne – 1,05 Bq/dm³, oraz wody rzeki Wisły – 1,0 Bq/dm³.

W innych próbkach środowiskowych stężenia ¹³⁷Cs są również na niskim poziomie: gleba: 1,87 kBq/m², zboże: <0,5 Bq/kg, i trawa: 13,2 Bq/kg suchej masy.

Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 70,8 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.

Praca była finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

2.4 ZWALCZANIE NIELEGALNEGO OBROTU I KRYMINALNEGO UŻYCIA SUBSTANCJI I BRONI CBRN

G.Smagala

W 2005 roku prowadzono prace związane z udziałem w dwóch międzynarodowych projektach realizowanych przez UNICRI (United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute) w Turynie i ITU (Institute for Transuranium Elements) w Karlsruhe, w ramach programów Komisji Europejskiej odpowiednio: AGIS i PECO.

Kontrakt z UNICRI „Nielegalny obrót i kryminalne użycie substancji i broni CBRN (chemicznej, biologicznej, radiologicznej i jądrowej)” zobowiązywał do pomocy informacyjno-analitycznej odnośnie badanego tematu sytuacji w krajach będących nowymi członkami Unii Europejskiej i krajach sąsiadujących z UE (Rosji, Ukrainie i Białorusi). Oprócz Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej wsparcia analitycznego wykonawcom projektu (UNICRI, EUROPOL i SECI Center - Southeast European Cooperative Initiative) zapewniały trzy ośrodki badawcze: International Institute for Strategic Studies w Londynie, Stockholm International Peace Research Institute i Salzburg University.

W ramach realizacji projektu uczestniczono w dwóch spotkaniach roboczych, w Brukseli i Turynie. Podstawą do badań były informacje i dane krajowe zbierane poprzez dedykowane kwestionariusze UNICRI rozesłane kanałami dyplomatycznymi do badanych krajów. W Polsce zadanie było koordynowane przez Ministerstwo Spraw Zagranicznych, które wysłało kwestionariusz do właściwych władz, ale otrzymało od nich tylko szątkowe informacje. Wobec powyższego oraz z uwagi na udział CLOR w projekcie, kwestionariusz krajowy został opracowany w CLOR a następnie uzyskał akceptację MSZ jako dokument zawierający informacje będące oficjalnym stanowiskiem Polski w badanej tematyce. Ta podwójna rola CLOR, czyli uczestnika projektu i wspierania reprezentacji krajowej, była kontynuowana na spotkaniu w Turynie, zarówno w przedstawieniu prezentacji z Polski jak i w zadaniach warsztatowych z udziałem delegacji RP, składającej się z przedstawiciela Państwowej Agencji Atomistyki i Służby Celnej. Globalnie w realizacji projektu CLOR przyczynił się do opracowania szczegółowego dokumentu technicznego, analizy sytuacji zagrożenia w krajach będących przedmiotem badań projektu i oceny dokumentu końcowego

pt. „Illicit Trafficking and Criminal Use of CBRN Materials and Weapons in the New European Union and its Neighbouring Countries” opracowanego przez UNICRI, EUROPOL i SECI.

W ramach kontraktu z ITU „Zwalczanie nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi w Polsce” kontynuowano prace mające na celu podwyższenie kompetencji CLOR w zakresie przeprowadzania analiz przejętych materiałów jądrowych i promieniotwórczych oraz interpretacji uzyskanych wyników. Wysłane do ITU próbki materiałów jądrowych tj. pastylek paliwowych uranu nisko-wzbogaconego oraz proszku uranu zubożonego, wykorzystywane w ćwiczeniu demonstracyjnym w Bobrownikach we wrześniu 2004 a następnie poddane badaniom w CLOR, w marcu 2005 były analizowane w laboratoriach ITU w obecności dwóch ekspertów CLOR. Po przeprowadzeniu analiz został opracowany raport CLOR pt. „Analysis of LEU pellets and DU powder seized in Poland” przedstawiający wyniki badań w ITU oraz ich porównanie z wynikami uzyskanymi w CLOR. Raport stał się podstawą do wydania raportu pt. „Analysis of uranium pellets and powder seized in Poland” przez ITU w sierpniu 2005. We wrześniu 2005 CLOR opracował raport końcowy projektu PECO (w wersji angielskiej i polskiej) i ten kończący projekt dokument został wysłany do ITU.

Na uwagę zasługuje także współpraca CLOR z Międzynarodową Techniczną Grupą Roboczą ds. przemytu jądrowego (ITWG) w sprawie tworzenia międzynarodowej sieci laboratoriów jądrowej analizy kryminalistycznej (INFL). CLOR zgłosił do INFL swoją samoocenę zakresu kompetencji w dziedzinie jądrowej analizy sądowej, co jest równoznaczne z deklaracją udziału w planowanym ćwiczeniu międzynarodowym. Albowiem, zgodnie z ustaleniami na ostatnim spotkaniu grup ITWG i INFL w czerwcu 2005 w Pradze (Czechy), jedno z laboratoriów założycielskich sieci ma przygotować i rozesłać do badań typu ‘round-robin test’ próbki materiału jądrowego.

Praca częściowo sponsorowana przez MEiN w ramach dotacji statutowej.

2.5 MONITORING STĘŻENIA ¹³⁷Cs W GLEBIE W LATACH 2004-2006

M. Biernacka, K. Isajenko, P. Lipiński

Praca pt. „Monitoring stężenia ¹³⁷Cs w glebie w latach 2004-2006” jest prowadzona w ramach Programu Państwowego Monitoringu Środowiska zgodnie z Umową Nr 9/2004/F zawartą z Głównym Inspektoratem 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 ¹³⁷Cs [kBq/m²] 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 ¹³⁷Cs oraz radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w naszym kraju w próbkach pobieranych do badań laboratoryjnych w cyklu dwuletnim. W 2005r. mierzone były próbki gleby pobrane w październiku 2004r.

Punkty poboru próbek gleby (254 punkty) rozmieszczone na terenie całej Polski są zlokalizowane w ogródkach meteorologicznych stacji i posterunków Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Próbki gleby są mierzone metodą analizy spektrometrycznej promieniowania gamma z wykorzystaniem detektorów półprzewodnikowych HPGe.

Średnie dla Polski oraz zakresy stężeń poszczególnych radionuklidów dla 2005r. wynoszą odpowiednio:

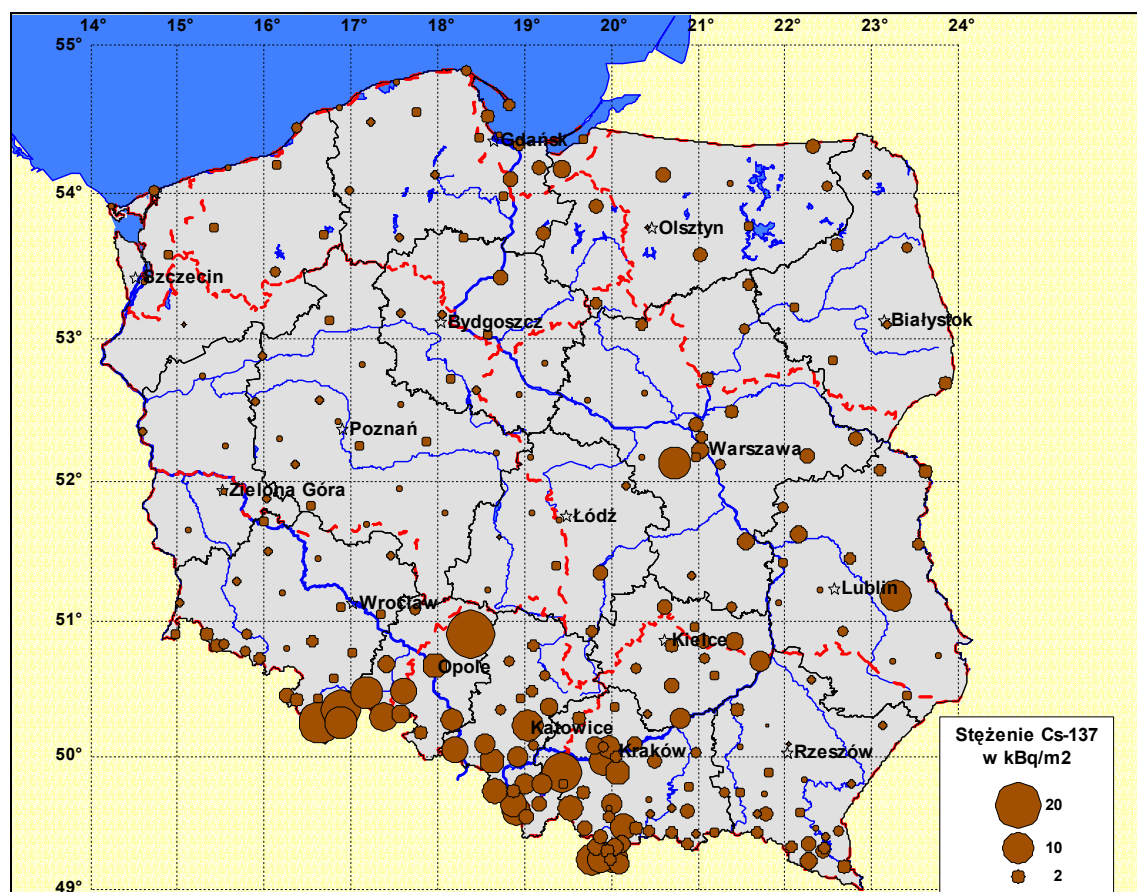
dla ^{137}Cs : śr. 2,54 kBq/m² ; zakres: 0,11 ÷ 23,68 kBq/m²;

dla ^{226}Ra : śr. 25,0 Bq/kg ; zakres: 4,2 ÷ 116,0 Bq/kg;

dla ^{228}Ac : śr. 23,4 Bq/kg ; zakres: 3,6 ÷ 82,3 Bq/kg;

dla ^{40}K : śr. 408 Bq/kg ; zakres: 60 ÷ 1028 Bq/kg.

Wyniki wszystkich badań zostały zaprezentowane w postaci tabel, histogramów, wykresów oraz map radiologicznych wykonanych z użyciem oprogramowania MapInfo 6.0 PL. Na załączonym rysunku przedstawiono mapę stężeń ^{137}Cs w punktach poboru próbek gleby wykonaną metodą kartodiagramu kołowego.



Stężenie Cs-137 w powierzchniowej (0-10) cm warstwie gleby w punktach poboru (październik 2004) rozmieszczonych na terenie Polski.

Praca była finansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

2.6 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO

M. Suplińska

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

Osady dennie

Analizowano próbki osadów dennych pochodzące z Basenu Gdańskiego, morza otwartego oraz Basenu Bornholmskiego. Depozycja ^{137}Cs różniła się w badanych sub-rejonach od $4,20 \text{ kBq m}^{-2}$ w Zatoce Gdańskiej do $1,27 \text{ kBq m}^{-2}$ 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 $159\text{-}291 \text{ Bq kg}^{-1}$, podczas gdy w Basenie Bornholmskim stężenia ^{137}Cs mieściły się w zakresie $67\text{-}74 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Oznaczenia plutonu obejmowały obszar Basenu Gdańskiego. Najwyższą depozycję ($0,265 \text{ kBq m}^{-2}$) obserwowano w Zatoce Gdańskiej (P-110), a prawie 5 razy niższą ($0,058 \text{ kBq m}^{-2}$) w Głębi Gdańskiej. Stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ w głębszych warstwach Zatoki Gdańskiej dochodziły do $10,5 \text{ Bq kg}^{-1}$ i były 3 razy wyższe niż w Głębi Gdańskiej ($3,06 \text{ Bq kg}^{-1}$).

Stężenia ^{238}Pu w poszczególnych warstwach osadów mieściły się w zakresie $17\text{-}344 \text{ mBq kg}^{-1}$, a stosunki aktywności ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$ ($0,02\text{-}0,05$) były typowe dla opadu po testach nuklearnych.

Stront-90 oznaczano w osadach z rejonów: Basenu Bornholmskiego, wschodniej części morza otwartego i Głębi Gdańskiej. Depozycja ^{90}Sr w rejonie Bałtyku Południowego była dość wyrównana, a jego zawartości w osadach dennych mieściły się w zakresie $0,15\text{-}0,19 \text{ kBq m}^{-2}$. Stężenia ^{90}Sr mieściły się w zakresie od $2,85\pm 0,28 \text{ Bq kg}^{-1}$ do $4,48\pm 0,48 \text{ Bq kg}^{-1}$. Nie zaobserwowano różnic w stężeniach ^{90}Sr w profilach głębokości osadów, a tylko niewielkie różnice związane z lokalizacją. Stosunek aktywności $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ w warstwach od 0 do 5 cm ($0,02\text{-}0,05$) potwierdza, że depozycja ^{90}Sr po awarii czarnobylskiej w Bałtyku Południowym nie przekraczała kilku procent depozycji ^{137}Cs .

Stężenia ^{226}Ra różniły się w zależności od miejsca poboru próbek, a były wyrównane wzdłuż profili osadowych. W Zatoce Gdańskiej (P-110) średnie stężenie ^{226}Ra wynosiło $26,7\pm 0,81 \text{ Bq kg}^{-1}$, a we wschodniej części morza otwartego (P-140) - $45,6\pm 1,18 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Ryby

Średnie stężenie ^{137}Cs w mięsie ryb wynosiło $6,80\pm 0,61 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{ś.m}}$. Z czterech analizowanych gatunków ryb najwyższe stężenie stwierdzono w dorszu - $7,69\pm 0,78 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{ś.m}}$ i było ono wyższe o ok. 15% od średniego stężenia wyliczonego dla pozostałych gatunków. Stężenia ^{137}Cs w rybach od 1990 roku ulegają powolnemu spadkowi, a zmiany te mają

charakter wykładniczy. Wyliczony efektywny okres połowicznego spadku aktywności ^{137}Cs w rybach bałtyckich (T_{eff}) wynosi 16,4 lata.

Woda

Rozmieszczenie ^{226}Ra w wodzie na obszarze Bałtyku Południowego jest jednorodne. Średnie stężenie ^{226}Ra w wodzie z Bałtyku Południowego w roku 2005 wynosiło $3,09 \pm 0,30$ Bq m^{-3} . Stężenia ^3H w wodzie bałtyckiej w ostatnich latach utrzymują się na tym samym poziomie. Średnie stężenie trytu w roku 2005 wynosiło $1,70 \pm 0,41$ kBq m^{-3} i nie odbiegało od stężeń ^3H określonego dla wód śródlądowych.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA:7/SP/2005

2.7 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH w latach 2003-2005

L. Rosiak, Z. Pietrzak-Flis, A. Adamczyk, E. Chrzanowski

Zgodnie z Programem monitoringu oznaczono w wodach powierzchniowych stężenie cezu-137 i strontu-90 oraz w osadach dennych - cezu-137 i izotopów alfa promieniotwórczych plutonu ($^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu).

Próbki wody i osadów dennych pobrano dwukrotnie: w okresie wiosennym i w okresie jesiennym z dorzecza Wisły (7 punktów) i Odry (5 punktów) oraz z sześciu jezior usytuowanych w kilku rejonach Polski. Próbki wody o objętości 20 litrów pobierano z głównego nurtu rzek, a z jezior - z pomostów. Osady denne pobierano przy brzegu rzek i jezior, z trzech miejsc oddalonych od siebie o ok. 50 m i sporządzano zbiorczą próbkę o masie ok. 1 kg. 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.

W okresie wiosennym i jesiennym najniższe stężenia ^{137}Cs w wodzie obserwowano w Wiśle (Annapol) i wynosiło ono odpowiednio 1,48 mBq/l i 1,31 mBq/l. Najwyższe stężenia zanotowano w wodzie pobranej z Odry w Chałupkach i wynosiły one 4,63 mBq/l w okresie wiosny i 6,30 mBq/l w jesieni. Poziom tego radionuklidu w wodach Wisły i jej dopływów był na ogół niższy niż w wodach Odry i Warty. Stężenia ^{137}Cs w wodach jezior zawierały się wiosną w granicach od 1,35 mBq/l (Drawsko) do 10,3 mBq/l (Rogóźno), a jesienią od 1,85 mBq/l (Drawsko) do 5,42 mBq/l (Rogóźno). Poziom tego radionuklidu w jeziorach zajmował miejsce pośrednie pomiędzy stężeniami w dorzeczu Wisły i Odry.

Zakres stężenia ^{90}Sr w wodach rzek wynosił wiosną od 2,89 mBq/l (Krajnik - Odra) do 5,15 mBq/l (Wrocław - Odra), a jesienią od 3,32 mBq/l (Wyszków - Bug) do 6,78 mBq/l (Głogów - Odra). W wodach jezior stężenia ^{90}Sr zawierały się wiosną w granicach od 2,02 mBq/l w Wigrach do 11,2 mBq/l w Rogóźnie, a jesienią od 2,96 mBq/l do 12,3 mBq/l w tych samych jeziorach. Podobnie jak w przypadku ^{137}Cs poziom ^{90}Sr był niższy w wodach Wisły niż w wodach Odry, a stężenia tego radionuklidu były od 1,5 do 1,9 razy wyższe niż stężenia ^{137}Cs .

Skażenie ^{137}Cs osadów dennych w rzekach było bardziej zróżnicowane niż skażenie wód tym izotopem. Najwyższe stężenie ^{137}Cs w osadach dennych rzek obserwowano wiosną w Odrze w Głogowie (33,8 Bq/kg), a najniższe także wiosną w Wiśle w Płocku (0,43 Bq/kg). W dorzeczu Wisły średnie stężenie ^{137}Cs w osadach dennych pozostawało jednakowe

w próbkach pobranych wiosną i jesienią, natomiast w dorzeczu Odry średnie stężenie tego radionuklidu zmniejszyło się w okresie jesiennym blisko dwukrotnie w stosunku do okresu wiosennego. Na ogół, w obu okresach poboru prób wyższe stężenia ^{137}Cs obserwowano w osadach dennych pochodzących z dorzecza Odry niż z dorzecza Wisły. Stężenie tego izotopu w jeziorach było bardzo zróżnicowane. Najmniej ^{137}Cs obserwowano wiosną w Drawsku (4,46 Bq/kg) i jesienią w Wadągu (4,09 Bq/kg), a najwięcej w Wadągu (14,9 Bq/kg wiosną) oraz w Rogóźnie (19,9 Bq/kg jesienią).

Stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych rzek wahały się od 3,65 mBq/kg w Wiśle w Płocku (wiosna) do 73,9 mBq/kg w Odrze w Głogowie (jesień). Stężenie ^{238}Pu w 14 z 24 próbek osadów było poniżej granicy oznaczalności, a maksymalne stężenie (6,43 mBq/kg) zanotowano w Warszawie. W osadach dennych jezior najniższe stężenie $^{239,240}\text{Pu}$ (4,46 mBq/kg) obserwowano wiosną w Drawsku, a najwyższe (60,9 mBq/kg) w tym samym okresie w Niesłyszcu. Stężenie ^{238}Pu oznaczono w 3 z 12 próbek osadów jezior (pozostałe próbki poniżej granicy oznaczalności). Maksymalne (3,17 mBq/kg) oznaczono w Rogóźnie. Ze stosunku aktywności ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$, który zawierał się w granicach od 0,078 – 0,226 można wnioskować, że skażenie środowiska izotopami plutonu pochodziło głównie z opadu globalnego. Wyliczony udział plutonu pochodzenia czarnobylskiego wahał się od 2,5 do 33% i zależał od miejsca poboru próbek

Pracę wykonano na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i była finansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

2.8 ANALIZA I OCENA ZMIAN RADIOAKTYWNOŚCI SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W POLSCE W LATACH 1980-2004

A. Żak, M. Biernacka

Od 1980r Zakład Dozymetrii CLOR prowadzi nadzór merytoryczny nad działalnością sieci laboratoriów wykonujących pomiary radioaktywności naturalnej surowców i materiałów stosowanych w budownictwie oraz prowadzi ogólnopolską bazę danych z zebranymi wynikami badań.

W 2005 roku do bazy danych wpisano 1376 wyników nadesłanych przez 12 laboratoriów, w tym 59 próbek zbadanych w CLOR

Nowe kryteria oceny przydatności surowca lub materiału do stosowania w różnych rodzajach budownictwa podano w Rozporządzeniu Rady Ministrów Nr 1850 z dnia 3 grudnia 2002r. oraz w Instrukcji ITB nr 234/2003.

Średnie wartości stężeń radionuklidów naturalnych i wartości wskaźników aktywności dla wybranych surowców i materiałów zbadanych w 2005 roku przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Średnie stężenia radionuklidów naturalnych i wskaźników aktywności f_1 i f_2 w wybranych surowcach i materiałach budowlanych pomierzone w 2005 roku.

Rodzaj surowca lub materiału budowlanego	Liczba próbek	Średnie stężenia radionuklidów [Bq/kg]			Średnie wartości wskaźników	
		Potas K-40	Rad Ra-226	Tor Th-228	f_1	f_2 [Bq/kg]
Surowce pochodzenia naturalnego						
piasek	5	163	7,8	8	0,12	7,8
Surowce pochodzenia przemysłowego						
popioły lotne	491	662	130,1	85,7	1,06	130,1
żużel kotłowy	187	562	93,1	69,9	0,83	93,1
kruszywo z popiołów	92	685	126,9	84,4	1,07	126,9
Materiały budowlane						
cement	78	269	34,7	24,6	0,27	34,7
beton komórkowy i lekki	91	412	62,1	44,2	0,56	62,1
betony inne	1	338	54,5	34,2	0,47	54,5
ceramika budowlana	239	715	50,2	45,9	0,63	50,2

Największe wartości stężeń naturalnych radionuklidów oraz wskaźników aktywności f_1 i f_2 spotyka się w odpadach przemysłowych stosowanych jako surowce wtórne.

Wartości wskaźnika aktywności f_1 dla pomierzonych w 2005 roku, 16,3% próbek popiołów lotnych i 1,6% próbek żużli przekraczają wartość graniczną $f_{1gr} = 1$ o więcej niż 20% i reprezentowane przez te próbki materiały nie mogą być stosowane jako surowce do produkcji materiałów dla budownictwa mieszkaniowego.

Biorąc pod uwagę wartości wskaźnika f_2 tylko 0,6% popiołów lotnych i 0,5% żużli nie spełnia wymagań dla tego rodzaju budownictwa.

W grupie wyrobów gotowych 1 próbka betonu miała przekroczoną wartość wskaźnika $f_{2gr} = 200$ Bq/kg, lecz przekroczenie to było mniejsze od 20%.

Analizowano przebieg średnich rocznych wartości f_1 i f_2 w latach od 1980 do 2005. Celem zlikwidowania nieciągłości przebiegu spowodowanego zmianą definicji f_1 obowiązującą od 2003r. wprowadzono wskaźnik F odnoszący wartości współczynników f_1 i wskaźników f_1 do średniej wartości f_1 dla gliny:

$$F = \frac{\text{współczynnik } f_1}{0,506} \text{ w latach od 1980 r. do 2002 r.}$$

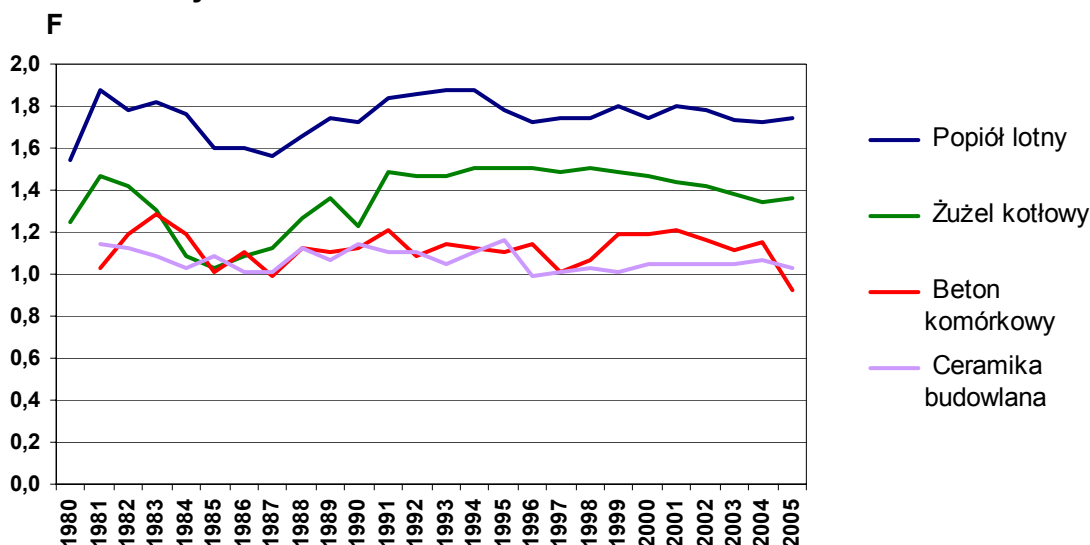
oraz

$$F = \frac{\text{wskaźnik } f_1}{0,610} \text{ od 2003 r.}$$

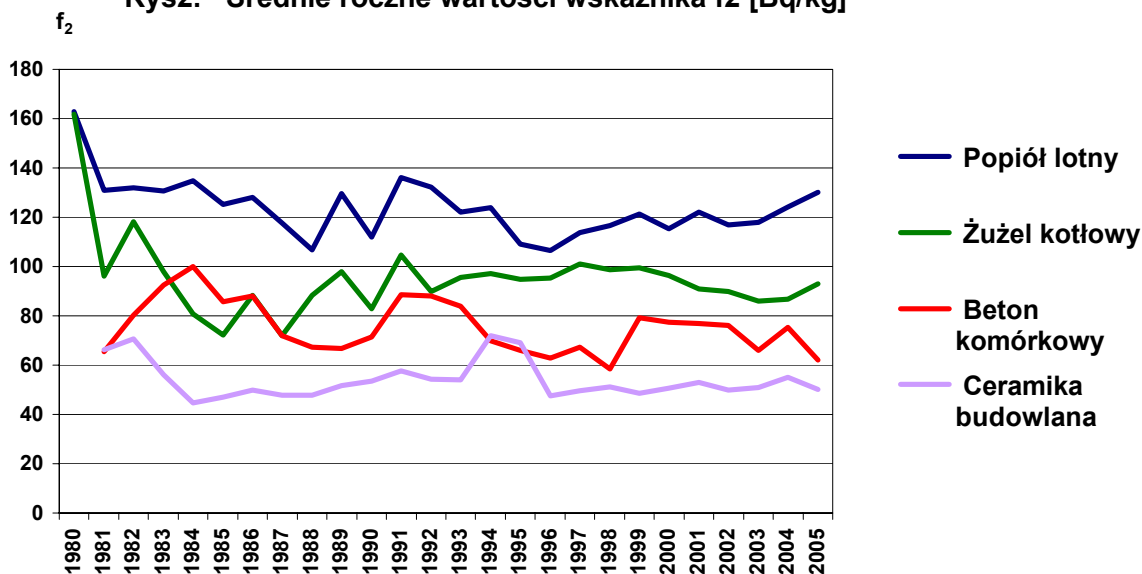
gdzie - 0,506 wartość współczynnika f_1 dla gliny,
- 0,610 wartość wskaźnika f_1 dla gliny.

Na rys. 1 i rys. 2 pokazano przebieg średnich rocznych wartości F oraz średnich wartości stężeń radu równych wartościom współczynników f_2 i wskaźników f_2 .

Rys1. Średnie roczne wartości wskaźnika F



Rys2. Średnie roczne wartości wskaźnika f2 [Bq/kg]



Prowadzono również prace związane z utrzymaniem wewnętrznego systemu jakości:

- prowadzenie ksiąg umów i zleceń, księgi próbek, księgi raportów i opinii;
- wykonywanie okresowych pomiarów wzorców kalibracyjnych i próbki wzorcowej „Koszyce”;
- wykonywanie kalibracji aparatury.

Sporządzono 2 komplety wzorców kalibracyjnych dla nowych laboratoriów oraz przeprowadzono trzy szkolenia uzupełniające dla laboratoriów pracujących w Bielawach (3 osoby), w Ostrołęce (2 osoby) i w Rybniku (2 osoby).

Opracowano tabele zawierające wartości minimalne, średnie i maksymalne stężenia radionuklidów i wartości wskaźników aktywności badanych materiałów które zamieszczono w wydawnictwie GUS „Ochrona Środowiska 2005” na str. 359 (za lata 1980-2002) i na str. 360 (za lata 2003 i 2004).

Na zlecenie Prezesa PAA przeprowadzono pomiary porównawcze próbki popiołu w których udział wzięło 29 laboratoriów. Sprawozdania zawierające opracowanie uzyskanych rezultatów (16 + 72 strony) przekazano do PAA.

Praca była finansowana ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki oraz funduszy własnych CLOR.

2.9 PRZEPROWADZENIE POMIARÓW PORÓWNAWCZYCH W ZAKRESIE OZNACZANIA IZOTOPÓW Cs-137 I Sr-90 PRZEZ PLACÓWKI PODSTAWOWE PROWADZĄCE POMIARY SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH W RAMACH MONITORINGU RADIACYJNEGO KRAJU

B. Rubel, W. Muszyński, W. Kurowski, D. Grabowski

Celem pracy było przeprowadzenie pomiarów porównawczych w zakresie oznaczeń aktywności izotopów Cs-137 i Sr-90 w próbkach materiału referencyjnego przez placówki podstawowe prowadzące pomiary skażeń promieniotwórczych w Polsce.

Materiałem referencyjnym do pomiarów porównawczych była woda pitna domieszkowana cezem 137 (wymagane stężenie cezu około 5 Bq na litr) lub strontem 90 (wymagane stężenie strontu około 2 Bq na litr).

W przygotowanym materiale referencyjnym stężenie Cs-137 wynosiło (5,14 + 0,26) Bq/l a stężenie Sr-90 (2,07 + 0,10) Bq/l na dzień 20 czerwca 2005 r.

Z roztworów wzorcowych (z Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów POLATOM w Świerku) przygotowano wagowo roztwory robocze do sprawdzenia kalibracji aparatury pomiarowej. Do sprawdzenia kalibracji dwóch spektrometrów gamma (analyzer wielokanałowy Canberra z oprogramowaniem GENIE 2000, detektory HPGe o wydajności: 30% (PGT) i 20% (TEN)) użyto robocze roztwory Cs-137 o aktywności 333,7 Bq/l + 3% oraz 4361,0 Bq/l + 3%.

Wykonano po 3 pomiary (w geometrii Marinelli 0,45 litra) każdego przygotowanego roztworu. Otrzymano następujące wyniki pomiarów:

Roztwór roboczy (333,7 + 10,0) Bq/l.

Aktywność zmierzona detektor PGT (328,6 + 5,7) Bq/l

detektor TEN (334,5 + 6,1) Bq/l

Roztwór roboczy (4361,0 + 130,8) Bq/l.

Aktywność zmierzona detektor PGT (4349,8 + 56,4) Bq/l

detektor TEN (4445,8 + 54,1) Bq/l

Różnice pomiędzy aktywnością wyliczoną na podstawie wagowo przygotowanego roztworu a aktywnością zmierzoną z przyjętymi w programie współczynnikami kalibracyjnymi mieszczą się w granicach rozszerzonej niepewności całkowitej.

Poprawność kalibracji była również sprawdzona w porównaniu międzynarodowym „Radiotoxicology Intercomparisons 2005”, organizowanym przez PROCORAD, Francja: aktywność Cs-137 w materiale referencyjnym (4,75 + 0,24) Bq/l, aktywność zmierzona (4,86 + 0,15) Bq/l.

Sprawdzono kalibrację układu pomiarowego promieniowania beta (Low-level β multicounter – produkcji duńskiej) wykorzystywanego do oznaczania aktywności Sr-90. Przygotowano roztwór roboczy Sr-90 o aktywności 4,148 Bq/ml. Pobrano 1 ml i 0,5 ml roztworu i stosując procedurę radiochemiczną oznaczania aktywności Sr-90 przygotowano preparaty pomiarowe itru-90 i wykonano pomiary aktywności. Wyliczono współczynniki kalibracji dla trzech torów pomiarowych. Wynosiły one:

0,036 + 0,001 [Bq*min/imp]

0,035 + 0,001 [Bq*min/imp]

0,035 + 0,001 [Bq*min/imp], i nie różniły się od współczynników kalibracji aparatury pomiarowej.

Materiał referencyjny do oznaczania Cs-137 przygotowano w pojemniku o objętości ok. 80 litrów. Pojemnik wysycono roztworem nośnika Cs jako CsCl w 0,1 mol/litr HCl. Pojemnik opróżniono i następnie nalano 64 litry wody pitnej, wodę zakwaszono (1 ml HNO₃ stęż. na 1 litr wody). Przygotowano rozcieńczony roztwór wzorcowy Cs-137, rozcieńczenie przeprowadzono zgodnie z zaleceniami producenta roztworu wzorcowego. Dodano do wody rozcieńczony roztwór wzorcowy w takiej objętości, aby otrzymać roztwór referencyjny o stężeniu wymaganym w zleceniu. Do wody nie dodawano nośnika Cs jako CsCl. W metodzie radiochemicznej oznaczania Cs, nośnik Cs wpływa niekorzystnie na sorpcję na złożu AMP.

Próbę wody wymieszano mechanicznie i zostawiono na trzy dni. Przyjmuje się, że roztwory wodne są homogenne na mocy praw fizycznych (termodynamicznych). Z tak przygotowanej próby pobrano 15 próbek i przeprowadzono pomiary. Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

- liczba pomiarów: 15
- zakres wartości wyników pomiarów: od (5,04 + 0,24) Bq/l do (5,37 + 0,27) Bq/l
- wartość średnia: (5,14 + 0,26) Bq/l

Różnice w oznaczonych aktywnościach poszczególnych próbek zawierają się w granicach błędu pomiarowego. Potwierdzona została jednorodność materiału referencyjnego. Stężenie Cs-137 w materiale referencyjnym wynosi $(5,14 + 0,26)$ Bq/l.

Sporządzono referencyjne próbki do rozesłania do placówek. Pojemniki HDPE (45 sztuk) wysycano roztworem CsCl w 0,1 mol/litr HCl w celu zapobieżenia reakcji Cs-137 ze ściankami naczynia. Następnie wlewano po ok. 1200 ml materiału referencyjnego do pojemnika.

Po upływie tygodnia z dwóch losowo wybranych pojemników pobrano próbki roztworu do ponownego oznaczenia stężenia Cs-137. Otrzymane wyniki $(5,10 + 0,24)$ Bq/l i $(5,18 + 0,25)$ Bq/l nie różnią się od wcześniej oznaczonego stężenia Cs-137 w materiale referencyjnym.

Dla sporządzenia materiału referencyjnego do oznaczania Sr-90, przygotowano 20 litrową próbę zakwaszonej wody (1ml stęż. HNO₃ na 1 litr wody) z dodatkiem nośnika Sr jako SrCl₂ w ilości 1mg na 1 litr wody. Następnie dodano do wody rozcieńczony roztwór wzorcowy w takiej objętości, aby otrzymać roztwór referencyjny o stężeniu wymaganym w zleceniu. Wodę wymieszano i pozostawiono na trzy dni. Następnie pobrano po 3 próbki o objętości 100, 250 i 500 ml i oznaczono aktywność Sr-90 zgodnie z procedurą radiochemicznego oznaczania Sr-90. Wyniki pomiarów zestawiono poniżej:

- liczba pomiarów: 9
- zakres wartości wyników pomiarów: od $(2,04 + 0,12)$ Bq/l do $(2,14 + 0,13)$ Bq/l
- wartość średnia: $(2,07 + 0,10)$ Bq/l

Wyniki pomiarów aktywności poszczególnych próbek wskazują na jednorodność materiału referencyjnego. Stężenie Sr-90 w materiale referencyjnym wynosi $(2,07 + 0,10)$ Bq/l.

Następnie przygotowano próbki materiału referencyjnego do rozesłania do placówek. Do 15 pojemników HDPE rozlano po ok. 1200 ml roztworu. Po upływie tygodnia pobrano z dwóch losowo wybranych pojemników próby do ponownego oznaczenia aktywności Sr-90. Otrzymane wyniki $(2,04 + 0,12)$ Bq/l i $(2,12 + 0,12)$ Bq/l nie różnią się od wcześniej oznaczonego stężenia Sr-90 w materiale referencyjnym.

Próbki materiału referencyjnego rozesłano do podstawowych placówek pomiarowych zgodnie z deklarowanym przez placówki udziałem w pomiarach porównawczych (próbki do oznaczeń Cs-137 do 41 placówek, próbki do oznaczeń Sr-90 do 7 placówek).

Wyniki pomiarów próbek materiału referencyjnego otrzymano z 41 placówek. Placówki wykonały 57 oznaczeń aktywności Cs-137 w tym:

- metodą spektrometryczną - oznaczenia wykonało 16 placówek,
- metodą radiochemiczną - 9 placówek
- metodą spektrometryczną i radiochemiczną - 16 placówek.

Łącznie pomiary aktywności Cs-137 metodą spektrometryczną wykonały 32 placówki a metodą radiochemiczną 25 placówek.

Wyniki oznaczeń Sr-90 metodą radiochemiczną w materiale referencyjnym nadeszło 7 placówek.

Wszystkie wyniki pomiarów wprowadzono do rejestru i przeprowadzono ich analizę. Wyniki pomiarów porównano z wartościami referencyjnymi. Wykorzystując właściwe testy (Dixona, Grubbsa, T-Studenta) odrzucono wyniki wątpliwe, pozostałe poddano analizie statystycznej.

Wyniki oznaczeń Cs-137 metodą spektrometryczną.

Nadesłano 32 wyniki, zakres wszystkich wyników 3,39 Bq/l – 6,18 Bq/l. W ocenie statystycznej uwzględniono 27 wyników, zakres 3,94 Bq/l – 6,16 Bq/l. Różnice wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od -23,3% do 19,8%. Wartość średnia 4,81 Bq/l, 95% przedział ufności dla wartości średniej (4,81 + 0,22) Bq/l.

Wyniki oznaczeń Cs-137 metodą radiochemiczną.

Nadesłano 25 wyników, zakres wszystkich wyników 2,16 Bq/l – 6,02 Bq/l. W ocenie statystycznej uwzględniono 24 wyniki, zakres 3,06 Bq/l – 6,02 Bq/l. Różnica wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od -40,5% do 17,1%. Wartość średnia 4,48 Bq/l, 95% przedział ufności dla wartości średniej (4,48 + 0,27) Bq/l.

Wyniki oznaczeń Sr-90.

Wyniki nadeszło 7 placówek. Zakres od 0,55 Bq/l do 3,01 Bq/l. Różnice wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od -73,4% do 45,4%. Wartość średnia (2,07 + 0,10) Bq/l.

Niewielka liczba oznaczeń i równomierny rozkład wyników oznaczeń w dużym przedziale nie umożliwia statystycznej oceny. Zastosowane testy nie dają podstaw do odrzucenia jakiegokolwiek wyniku. Wartość średnia z pomiarów jest zgodna z wartością referencyjną.

Oceniono dokładność i precyzję wyników oznaczeń aktywności w próbkach referencyjnych przez placówki pomiarowe. Wyznaczono parametr Z, który pozwala ocenić dokładność wyniku pomiaru na tle wyników pomiarów wszystkich placówek biorących udział

w porównaniu. Wyniki pomiarów porównawczych aktywności cezu 137 można ocenić pozytywnie. Na 57 wykonanych oznaczeń (spektrometrycznie i radiochemicznie), w analizie statystycznej nie uwzględniono 6 wyników. Zakres 52 analizowanych wyników od 3,06 Bq/l do 6,16 Bq/l. Wartość średnia analizowanych wyników 4,57 Bq/l.

Różnice, wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od -40,5% do 19,8%. Liczba wyników w przedziale + 25% wartości referencyjnej wynosi 48. Wartość bezwzględna wyznaczonego parametru Z jest mniejsza od 2 dla 45 wyników (wynik w sposób istotny nie różni się od wartości referencyjnej).

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy nr 21/OR/2005

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 2004 R.)

J. Henschke, M. Biernacka, 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 2004 przez statystycznego mieszkańca Polski wyniosła 3,34 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, 74,1% (ok. 2,5 mSv), ma promieniowanie radionuklidów naturalnych a wśród nich promieniowanie pochodzące od radonu stanowiące 40,7% (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 0,006 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 2004r. Szczegółowe dane dotyczące dawek efektywnych zostały zestawione również w załączonej tabeli.

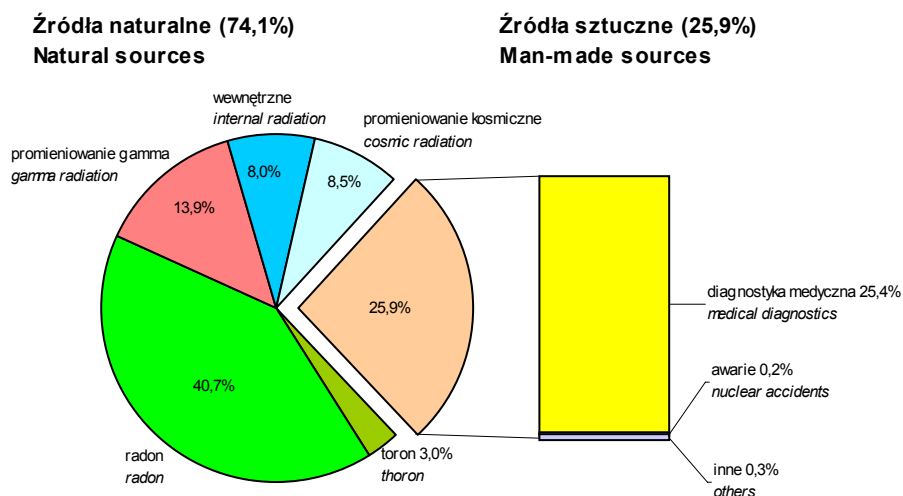
Tabela 1. Wartości średnich rocznych dawek efektywnych otrzymanych przez mieszkańców polski z naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania w 1986 i 2004 roku

Wyszczególnienie	Średnie dawki		Narażenie populacji	
	mSv/osobę		w %	
	1986 a)	2004	1986 a)	2004
Ogółem	3,68	3,34	100,0	100,0
Źródła promieniowania w środowisku pochodzenia naturalnego				
RAZEM	2,74	2,477	74,5	74,1
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)				
- promieniowanie kosmiczne	0,22	0,216	6,0	6,5
- promieniowanie gamma	0,38	0,410	10,3	12,3
- promieniowanie radonu-222 i jego pochodnych w powietrzu	1,43	1,297	38,9	38,8
- promieniowanie radonu-220 (toron)	0,15	0,092	4,1	2,7
Radionuklidy inkorporowane				
- naturalne (wyłączając radon, toron)	0,37	0,269	10,1	8,0
Źródła promieniowania w środowisku pochodzenia sztucznego				
RAZEM	0,32	0,009	8,7	0,3
Promieniowanie na zewnątrz budynków (q=0,2)				
- 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	0,006	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	0,02	0,001	0,5	0,0
- innych	0,001	0,001	0,0	0,0
Przedmioty powszechnego użytku	0,005	0,005	0,1	0,1

w okresie jednego roku od momentu awarii EJ w Czarnobylu

b) przy założeniu, że mieszkańcy Polski 80% czasu spędzają w budynkach

Roczna dawka efektywna promieniowania jonizującego według źródeł w 2004 r. (3,34 mSv)
annual effective dose by radiation sources in 2004 (3,34 mSv)



Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA:7/SP/2005

3.2 KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH

M. Wasek

Pracownia Dawek Indywidualnych i Środowiskowych w 2005 roku prowadziła kontrolę narażenia zawodowego od zewnętrznych źródeł promieniowania dla 3781 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, 1005 osób to pracownicy instytucji naukowych, 832 osoby to pracownicy zakładów przemysłowych, 1677 to osoby zatrudnione w placówkach leczniczych oraz 267 osób zakwalifikowano w grupie zakładów "inne" (inne dziedziny gospodarki).

Wyniki kontroli wykazały, że 94% osób kontrolowanych otrzymało dawki mniejsze od 0.1 granicznej dawki rocznej (<2mSv/rok) (100% 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	1 005	Hp(10)	1 005	978	999	1 005	0	0,5
		Hp(007)	36	36	36	36	0	6,2
Przemysłowe	832	Hp(10)	832	819	830	832	0	0,4
Lecznicze	1 677	Hp(10)	1 677	1 471	1 483	1 484	0	0,2
		Hp(007)	36	33	36	36	0	10,7
Inne	267	Hp(10)	261	265	267	267	0	0,6
RAZEM	3 781	Hp(10)	3 775	3 533	3 579	3 588	0	0,4
		Hp(007)	72	69	72	72	0	8,5

W 2005 roku nie stwierdzono przypadków, w których dawki przekroczyły roczną dawkę graniczną 20 mSv.

Ponadto wykonano około 70 pomiarów dawek na rękę (dawkomierze fotometryczne noszone na nadgarstku ze względu na wykonywanie czynności manualnych ze źródłami promieniowania jonizującego oraz dawkomierze termoluminescencyjne). Wykonano 552 odczyty z użyciem detektorów termoluminescencyjnych.

W 2005r. prowadzono prace mające na celu podtrzymanie uzyskanej wcześniej akredytacji. W plan kontroli systemu jakości wprowadzono badania spójności pomiarowej techniki fotometrycznej określania równoważnika dawki.

Praca prowadzona w ramach usług statutowych CLOR

3.3 OZNACZANIE STĘŻENIA CS-137 I SR-90 W PRÓBKACH CAŁODZIENNEGO POŻYWIENIA MIESZKAŃCÓW WARSZAWY

B. Rubel, W. Muszyński, W. Kurowski, D. Grabowski

Celem pracy było określenie aktywności Cs-137 i Sr-90 w całodziennym pożywieniu mieszkańców Warszawy.

Próby do badań były pobierane na terenie Warszawy przez 7 kolejnych dni od 26.09.2005 do 01.10.2005 z gospodarstw domowych, w których przygotowuje się posiłki w domu a nie korzysta na co dzień ze stołówek czy restauracji. Próby pochodziły z dzielnic: Praga-Południe, Bródno, Żoliborz, Wola, Ochota, Śródmieście i Uszów. Produkty do przygotowania posiłków w większości przypadków pochodziły z sieci dużych sklepów np. Auchan, Leclerc, Geant, lub osiedlowych bazarków. Poproszono osoby, które zgodziły się zbierać całodzienną żywność, aby odłożyły 2 średnie porcje rodzinne. Poproszono również, aby nie uwzględniano porcji osób będących na diecie np. odchudzającej (z reguły ograniczona ilość spożywanych produktów) jak również porcji małych

dzieci, ze względu na sposób żywienia. Nie sugerowano również, jaki zestaw potraw ma być przygotowany.

Oznaczenia Cs-137 i Sr-90 były przeprowadzane metodą radiochemiczną zgodnie z metodykami zatwierdzonymi przez Prezesa PAA. Pomiaru prowadzono, stosując zestaw pomiarowy Low Level Beta GM Multicounter System, produkcji duńskiej.

Oznaczone aktywności Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach zestawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach mieszkańców Warszawy

Data pobrania	Oznaczenie Cs-137		Oznaczenie Sr-90	
	Średnie stężenie Cs-137 [Bq/Dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/Dzień]	Średnie stężenie Sr-90 [Bq/dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/dzień]
25.09.2005	0,46	0,03	0,13	0,01
26.09.2005.	0,36	0,03	0,10	0,01
27.09.2005.	0,40	0,03	0,08	0,01
28.09.2005	0,43	0,03	0,13	0,01
29.09.2005	0,51	0,03	0,22	0,02
30.09.2005	0,51	0,03	0,15	0,01
01.10.2005.	0,43	0,03	0,09	0,01

Na podstawie otrzymanych wyników pomiaru oszacowano średnią aktywność Cs-137 i Sr-90 w całorocznej diecie jak również dawkę jako otrzymuje się w wyniku spożywania żywności zawierającej sztuczne izotopy promieniotwórcze. Dane zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całorocznym pożywieniu mieszkańców Warszawy, oraz szacunkowa dawka otrzymywana w wyniku spożywania żywności zawierającej te izotopy

Cs-137		Sr-90	
Stężenie Bq/rok	Dawka μ Sv	Stężenie Bq/rok	Dawka μ Sv
161	2,1	47	1,3
131 - 186	1,7 – 2,4	29 - 80	0,8 – 2,2

Dane są szacunkowe. Analizując jadłospisy trudno nie zauważyć, że w ciągu 7 dni wiele produktów, które z reguły wnoszą cez lub stront do racji pokarmowej nie były wykorzystane do przygotowywania posiłków (np. kasze, mięso wołowe) lub w małej ilości (np. mleko). Być może, gdyby posiłki pobierane były przez 7 kolejnych dni z tego samego gospodarstwa domowego do przygotowania posiłków użyto by więcej produktów z poszczególnych grup produktów. Poza tym do rocznej oceny wchłonąć Cs-137 i Sr-90 należałoby opierać na badaniu diety z kilku okresów roku.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy nr 22/OR/2005 z dnia 13 września 2005

3.4 OCENA WCHŁONIĘĆ IZOTOPÓW CS-137 I SR-90 Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ W 2005

B. Rubel, J. Świętochowska, W. Kurowski, D. Grabowski, W. Muszyński

Wraz ze spożywaną żywnością wprowadzane są do organizmu człowieka izotopy promieniotwórcze znajdujące się w produktach żywnościowych. Na podstawie wchłoneń tych izotopów z żywnością można oszacować dawkę, jaką otrzymuje człowiek. Ocenę wchłoneń można przeprowadzić oznaczając stężenia izotopów w poszczególnych produktach żywnościowych i przyjęty udział tych produktów w racji pokarmowej, można również analizować na podstawie całodziennych zestawów posiłków dla różnych grup wiekowych.

Celem pracy była ocena wchłoneń 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 z terenu Warszawy. Ponadto pobrano w 2005 roku 15 zestawów całodziennych (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. Stężenia Cs-137 i Sr-90 w produktach żywnościowych, 2005

Produkt	Stężenie Cs-137 [Bq/kg]	Stężenie Sr-90 [Bq/kg]
Mleko i produkty mleczne	0,12 - 1,72	0,01 – 0,97
Mięso i przetwory	0,18 – 5,22	0,01 – 0,13
Drób	0,20 – 0,28	0,07
Ryby	0,40 – 8,64	0,03 – 0,04
Jaja	0,09	0,02
Warzywa	0,07 – 0,21	0,01 – 0,33
Owoce	0,02 – 0,80	0,04 – 0,15
Produkty zbożowe	0,10 – 0,45	0,08

Średnia aktywność Cs-137 w mleku wynosiła 0,35 Bq/l a produktach mlecznych 0,58 Bq/kg. Najwyższe aktywności Cs-137 zarejestrowano w wołowinie i cielęcinie. Spożycie jednak tych gatunków mięsa nie jest duże, najczęściej spożywamy mięsa wieprzowego (aktywność Cs-137 poniżej 1 Bq/kg). W przypadku ryb wyższe wartości rejestrowane są dla ryb morskich.

Tabela 2. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w zestawach posiłków, 2005

Posiłek	Cs-137 średnia (zakres) [Bq/posiłek]	Sr-90 średnia (zakres) [Bq/posiłek]
Śniadanie	0,34 ± 0,03 (0,13 – 0,90)	0,04 ± 0,01 (0,02 – 0,10)
Obiad	0,26 ± 0,03 (0,10 – 0,41)	0,05 ± 0,01 (0,02 – 0,09)
Kolacja	0,11 ± 0,02 (0,06 – 0,19)	0,01 ± 0,001 (0,01 – 0,02)

Śniadania 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.

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 [Bq/osobę,rok] oraz roczna dawka skuteczna otrzymana w wyniku wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych [μ Sv], 2005

	Wchłonięcia [Bq/osobę,rok]		Oszacowana dawka [μSv]	
	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90
Na podstawie analizy produktów żywnościowych	213	46	2,8	1,3
Na podstawie analizy zestawów dań gotowych	259 190 – 464	37 22 – 51	3,4 2,5 – 6,0	1,0 0,6 – 1,4

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. Różnorodność zestawów i fakt wykorzystywania wszystkich produktów żywnościowych zapewniają reprezentatywność prób.

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

G. Krajewska

Działania bieżące Laboratorium Monitoringu Jodu Promieniotwórczego obejmowały w roku 2005, zgodnie z Umową Nr 7/SP/2005 (PAA-CLOR) następujące prace:

1. Utrzymanie w gotowości aparatury do podjęcia natychmiastowych pomiarów zawartości jodu promieniotwórczego w tarczycy aparatury polegające na wykonywaniu systematycznych pomiarów tła w fotopiku izotopów ^{125}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ oraz ^{131}I w pokoju Laboratorium CLOR. Średnia roczna wartość tła wynosiła odpowiednio 3, 4, 3 cps i wahała się w granicach 20% zmierzonego tła rocznego w roku 2004, utrzymując się na stałym poziomie oraz determinując niski limit detekcji.
2. Organizowanie systemu współpracy Laboratorium z wybranymi placówkami w kraju, celem utworzenia systemu monitoringu jodu w tarczycy u ludności Polski w przypadku wystąpienia w kraju wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego polegało na wykonaniu kalibracji energetycznej i wydajnościowej zestawu radiometrycznego ZM 701 W 16/2003 z sondą 16/2003 (kryształ SKG 50/25) dla ZMN Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie oraz kalibracji energetycznej uniwersalnego radiometru cyfrowego URS-3 z sondą dla ZMN Centrum Zdrowia Dziecka w Warszawie – Międzylesiu
3. Realizując zadanie prowadzenia systematycznych pomiarów kontrolnych napromienienia tarczycy jodem promieniotwórczym u pracowników zakładów medycyny nuklearnej i oceny dawek od wchłonięć jodu promieniotwórczego przeprowadzono w roku 2005 pomiary aktywności ^{131}I w tarczycy u osób pracujących z otwartymi źródłami jodu promieniotwórczego oraz technetu w Zakładzie Medycyny Nuklearnej Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego (Szpital Bródnowski), Zakładzie Izotopów i Tyreologii CMKP Szpitala Bielańskiego w Warszawie oraz Zakładzie Medycyny Nuklearnej Centrum Zdrowia Dziecka w Warszawie – Międzylesiu.

W powyższych placówkach prowadzone są badania diagnostyczne - scyntygraficzne badania obrazowe tarczycy, wychwyty tarczycowe, oznaczanie poziomu hormonów tarczycowych, badania obrazowe innych narządów (w tym kości, serca i nerek) z użyciem jodu i technetu oraz badania terapeutyczne chorób tarczycy (system ambulatoryjny).

Pomiary wykonano przy użyciu Przenośnego Zestawu Spektrometru Promieniowania Gamma składającego się z detektora NaI(Tl) 3 x 3 cale oraz analizatora NaI INSpecor. Pomiary aktywności ^{131}I w tarczycy przeprowadzono według metodyki opisanej w poprzednich sprawozdaniach (1998r.). Na bazie uzyskanych wyników dokonano oceny narażenia od jodu promieniotwórczego, licząc roczne dawki skuteczne od wchłoniętego ^{131}I u pracowników przy założeniu, że zmierzona aktywność ^{131}I w tarczycy pozostaje stała w ciągu roku pracy. Maksymalna dawka skuteczna narażonych pracowników nie może przekroczyć 20 mSv, co odpowiada stałemu rocznemu poziomowi aktywności ^{131}I w tarczycy na poziomie około 6.4×10^3 Bq.

W 2005r. zmierzone w ZMN Szpitala Bródnowskiego poziomy aktywności ^{131}I w tarczycy u pracowników były niskie, najwyższy poziom zarejestrowano u osoby pracującej w laboratorium „gorącym“. Jednocześnie wystąpił u tej osoby wysoki poziom technetu. Praca przy podawaniu pacjentom wysokich dawek (np. do badania kości) tego izotopu wymagałaby częstszych rotacji wśród personelu, wykonującego tę czynność.

Poziomy aktywności ^{131}I w tarczycy u pracowników Zakładzie Izotopów i Tyreologii CMKP Szpitala Bielańskiego mieściły się w zakresie 100–500 Bq, najwyższy poziom zarejestrowano

u osoby wykonującej prace wymagające wydłużonego kontaktu z pacjentem (m.in. scyntygrafię), u której oszacowano dawkę maksymalną na ok. 1.5 mSv (8% limitu narażenia). Poziomy aktywności ^{131}I w tarczycy u pracowników ZMN CZD były niskie. Jednocześnie wystąpił wysoki poziom technetu u osoby pracującej w laboratorium „gorącym“, przy generatorze technetowym.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA:7/SP/2005

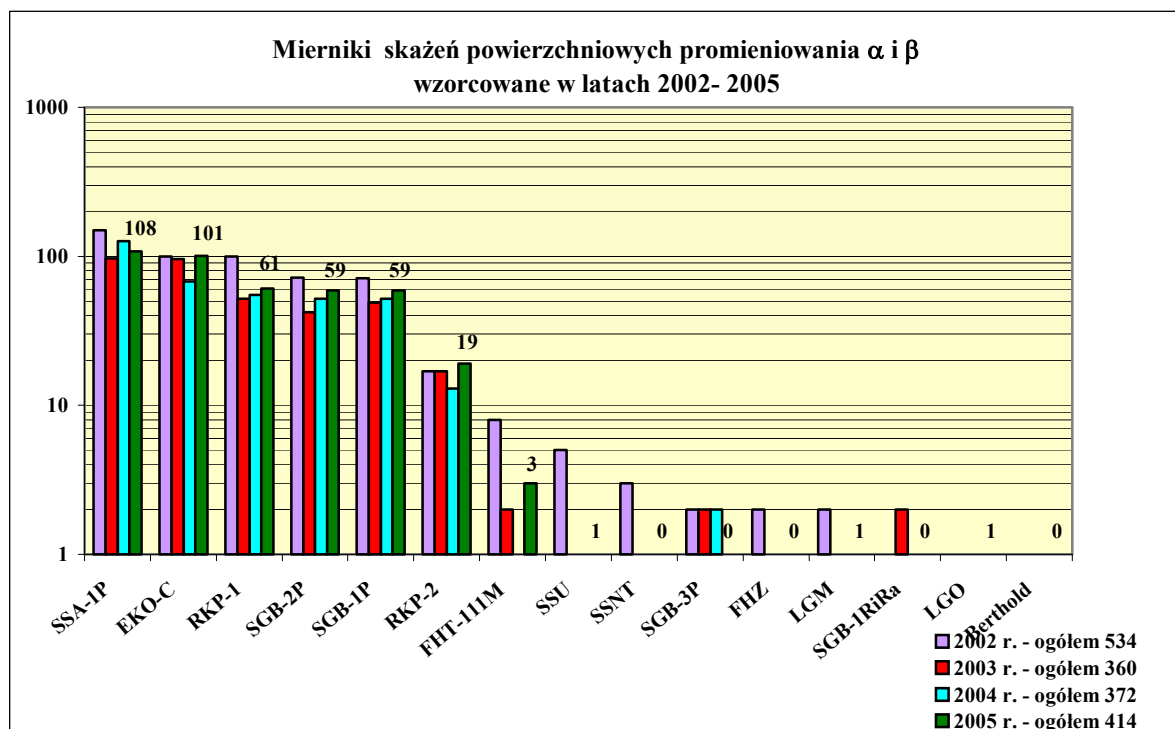
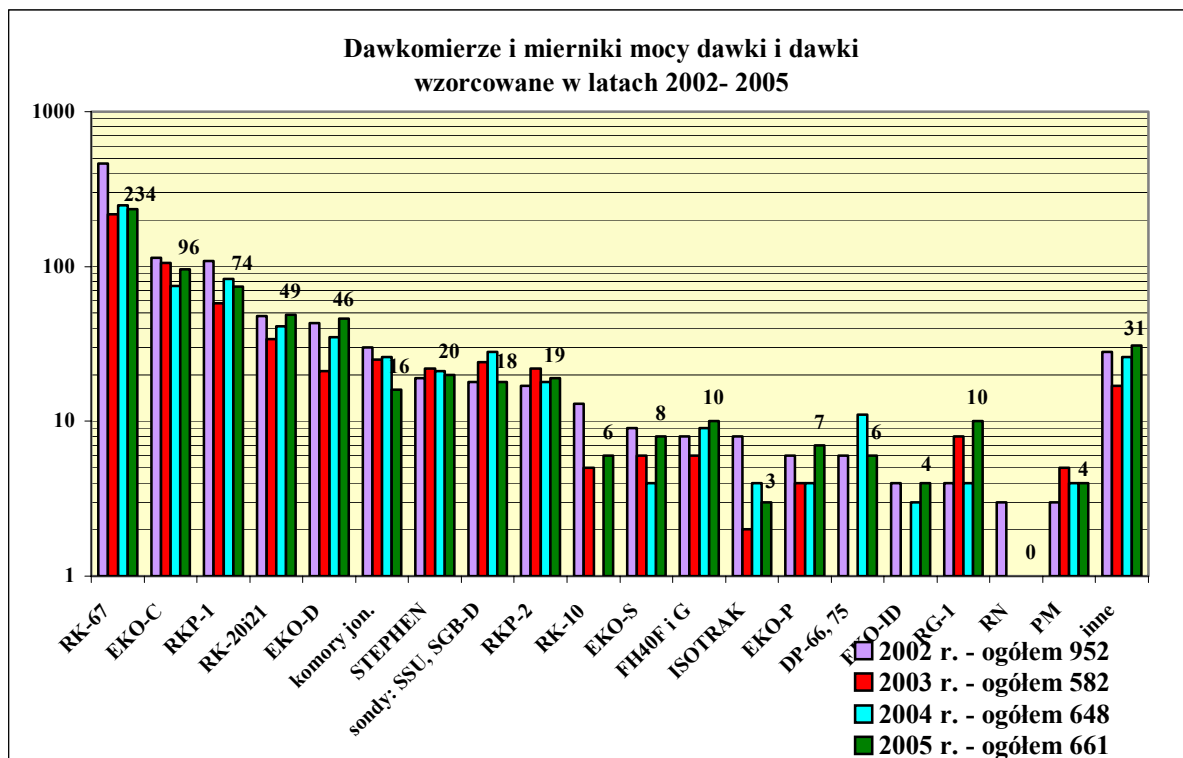
3.6 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMETRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2005 ROKU

H. Dzikiewicz-Sapiecha

Pracownia Wzorcowania - DLWW wykonała w 2005 roku ogółem 1075 wzorcowań dawkomierzy z komorami jonizacyjnymi i mierników promieniowania fotonowego oraz radiometrów z sondami promieniowania α i β . W zakresie poniżej podanych pomiarów przeprowadzono:

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

Kilkuletnia współpraca z Klientami pracującymi w bardzo różnych dziedzinach ochrony radiologicznej (np. zastosowanie promieniowania jonizującego: w medycynie - onkologie, zakłady medycyny nuklearnej (terapia i diagnostyka); stacje sanitarno – epidemiologiczne; radiografia przemysłowa; - krystalografia, radiobiologii; - szkolnictwo wyższe; - kontrola przejść granicznych i lotnisk itp.) wymagała wdrożenia do praktyki Laboratorium szczegółowego uzgadniania z Klientami zakresów kalibracji w aspekcie stosowanych źródeł promieniowania oraz parametrów dawkomierzy i mierników. Podsumowując skuteczność naszych działań wystąpiła znacząca poprawa w określaniu przez Klientów swoich potrzeb w zleceniach przysyłanych do DLWW.



Poza realizacją statutowej działalności, personel Laboratorium uczestniczył w 2005 roku w następujących pracach dotyczących metrologii i normalizacji.:

- prowadzono wykłady i ćwiczenia na kursach dla inspektorów ochrony radiologicznej organizowanych w CLOR dotyczących zagadnień metrologicznych dla różnych potrzeb ochrony radiologicznej i zakresu działalności DLWW

- opiniowano projekty norm ISO w ramach pracy w Komisji Normalizacyjnej ds. Ochrony Radiologicznej w CLOR,
- uczestnictwo DLWW (członek rzeczywisty, nr rejestru 507) w szkoleniach i zebraniach sprawozdawczych Klubu POLLAB
- kontrole PAA w DLWW - październik 2004 rok.

Praca wykonywana w ramach działalności statutowej CLOR

3.7 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

W czerwcu 2005 roku zakończony został dwu i pół letni projekt celowy, którego zadaniem było opracowanie krzywych wzorcowych do oceny pochłoniętych dawek promieniowania X i gamma Co-60 w oparciu o pomiar częstości dicentryków, mikrojąder lub translokacji w limfocytach krwi obwodowej przypadkowo napromieniowanych osób. Wyznaczona w ten sposób dawka charakteryzuje dawkę pochłoniętą przez limfocyty takich osób. Jednak dzięki stałemu przechodzeniu limfocytów ze krwi do tkanek i z powrotem do krwi jest to najlepsze przybliżenie dawki na całe ciało.

W celu eksperymentalnego opracowania krzywych wzorcowych krew sześciu dawców napromieniono *in vitro* dawkami wynoszącymi odpowiednio 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1; 2; 3 i 4 Gy. Dawcami krwi byli ochotnicy zatrudnieni w CLOR. Były to trzy kobiety i trzech mężczyzn w wieku od 28 do 59 lat. Posłużenie się limfocytami kilku dawców miało na celu standaryzację wyników. Zjawiskiem normalnym są bowiem osobnicze różnice w promieniowrażliwości limfocytów oraz w częstości spontanicznych mikrojąder i translokacji. Częstość dicentryków i mikrojąder badano metodami cytogenetyki klasycznej. Do badania częstości translokacji zastosowano technikę fluorescencyjnej hybrydyzacji *in situ* (FISH) przy użyciu sond malujących chromosomy #1 i #4 oraz sondy pancentromerowej, która wizualizuje centromery wszystkich chromosomów. Równoczesne zastosowanie sond malujących i pancentromerowych umożliwiło precyzyjne rozróżnienie pomiędzy translokacjami i dicentrykami.

Konstrukcja krzywych wzorcowych polegała na dopasowaniu uśrednionych danych do funkcji opisującej zależność pomiędzy dawką promieniowania (D) a obserwowaną częstością aberracji lub mikrojąder (Y). Dla promieniowania o niskim LET funkcja ta ma charakter liniowo-kwadratowy, $Y(D) = A + aD + bD^2$, gdzie A to częstość spontanicznych aberracji lub mikrojąder, zaś a i b to stałe liczbowe charakteryzujące, odpowiednio, zakrzywienie i nachylenie początkowego odcinka wykresu funkcji. Uzyskane wartości liczbowe parametrów opisujących poszczególne krzywe wzorcowe przedstawione są w załączonej tabeli.

Wartości liczbowe parametrów opisujących krzywe wzorcowe do cytogenetycznej oceny pochłoniętych dawek promieniowania X i $^{60}\text{Co } \gamma$

	Dicentryki		Translokacje		Mikrojądra	
	X	$^{60}\text{Co } \gamma$	X	$^{60}\text{Co } \gamma$	X	$^{60}\text{Co } \gamma$
A	0,001	0,001	0,009	0,009	0,016	0,016
n_o	12000	12000	3000	3000	12000	12000
a	0,026	0,017	0,030	0,012	0,056	0,020
b	0,071	0,043	0,078	0,044	0,049	0,036
V_{aa}	0,000030	0,000022	0,000016	0,000022	0,000118	0,000041
V_{ab}	-0,000009	-0,000006	-0,000005	-0,000006	-0,000034	-0,000012
V_{bb}	0,000003	0,000002	0,000001	0,000002	0,000010	0,000004

n_o liczba komórek analizowanych w celu wyznaczenia częstości spontanicznej (A),
 V_{aa} wariancja wsółczynnika a,
 V_{ab} kowariancje wsółczynnika a i b,
 V_{bb} wariancja wsółczynnika b.

Posługując się tymi parametrami, wartość nieznaną dawki promieniowania (D_x) oraz niepewności oceny dawki (U), wynikającą z niepewności związanej z krzywą wzorcową, będzie można obliczać następująco:

$$D_x = \{-a + [a^2 + 4b(Y_{\text{obs}} - A)]^{1/2}\} / 2b$$

$$U = kx \{1/(a+2b D_x) \times [A/n_o + D_x^2 V_{aa} + 2 D_x^3 V_{ab} + D_x^4 V_{bb}]^{1/2}\}$$

gdzie **k** to współczynnik dla którego obliczana jest niepewność. Jego wartość zależy od przyjętego poziomu ufności. Najczęściej jest to 95%, dla którego $k=1,96$.

Praca finansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w ramach grantu celowego

4 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI I KOMPETENCJI TECHNICZNYCH

4.1 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH (PDIŚ) DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

M. Wasek

W 2005r. w ramach zapewnienia i utrzymania systemu jakości w Pracowni Dawek Indywidualnych i Środowiskowych (PDIŚ) wykonano:

1. Sześć planowanych auditów wewnętrznych:
 - „Spójność pomiarowa”
 - „Postępowanie z obiektami do badań i wzorcowania”
 - „Nadzór nad wyposażeniem badawczym”
 - „Nadzór nad dokumentacją”
 - „Skargi i reklamacje”
 - Kontrola jakości badań”

Cztery pierwsze audyty zostały przeprowadzone przed corocznym auditem w nadzorze organizowanym przez Polskie Centrum Akredytacji. Miały one na celu kontrolę systemu jakości w najważniejszych punktach, decydujących o jego przydatności w określaniu równoważnika dawki. Dwa ostatnie audyty stanowiły roczne podsumowanie działalności PDIŚ. Nie stwierdzono żadnych reklamacji klientów oraz na podstawie kontroli jakości badań potwierdzono wysoką jakość świadczonych przez PDIŚ usług.

2. Przeprowadzono Przegląd Zarządzania Jakością (11.10.2005 r.)

Na podstawie przedstawionych referatów dyskusji prof. dr hab. Sł. Sterliński, Dyrektor CLOR stwierdził co następuje:

- prawidłowość działania systemu jakości w PDIŚ zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001 + Ap1:2003.
 - utrzymanie kompetencji technicznych do wykonywania badań w ustalonym zakresie akredytacji
3. Badania testujące detektory fotometryczne służące do określania indywidualnego równoważnika dawki $H_p(10)$ zgodnie z przyjętymi procedurami w systemie jakości obowiązującymi w PDIŚ. Wyniki badań ujęte są w dokumentach QD 3.1 i QD 3.2. Badania tego typu przeprowadzано cyklicznie co 2 miesiące, tak aby na bieżąco wychwytywać możliwe błędy i niedociągnięcia w systemie jakości, co w końcu mogłoby wpłynąć na jakość świadczonych usług. Badania nie wykryły niedociągnięć w zakresie objętym przez akredytację.
 4. Testowanie stanowiska do obróbki fotochemicznej detektorów fotometrycznych. Testowanie to odbywało się przed każdym cyklem pomiarowym i wzorcującym.
 5. Dziesięć wewnętrznych szkoleń personelu technicznego PDIŚ dotyczące takich zagadnień jak:
 - wdrażanie w systemie jakości nowych dokumentów i formularzy ze wzorcowań i kalibracji;

- zalety i wady techniki fotometrycznej w porównaniu do techniki z wykorzystaniem detektorów termoluminescencyjnych;
 - oddziaływania promieniowania jonizującego z materiałą.
6. Kwartalną kalibrację dwóch densytometrów obsługujących metodę badawczą.
7. Udział w planowanym audycie w nadzorze zorganizowanym przez Polskie Centrum Akredytacji. Audit ten wykazał 4 spostrzeżenia nieścisłości systemu jakości (2 kalibru małego i 2 kalibru średniego). Nieścisłości te w głównej mierze spowodowane były stosowaniem starego i zużytego sprzętu komputerowego, obsługującego densytometrię i archiwizację wyników badań. Korekcje w/w nieścisłości przeprowadzono do końca 2005r. (z wyjątkiem zakupu nowych komputerów).

Wnioskiem końcowym auditu w nadzorze pomimo w/w nieścisłości było stwierdzenie, że laboratorium PDIŚ utrzymało wdrożony system jakości zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001 + Ap1:2003.

Prace wykonywane w 2005r. w PDIŚ zostały zrealizowane ze wcześniej zaplanowanym harmonogramem oraz w zgodzie z procedurami i instrukcjami ogólnymi i badawczymi ujętymi w systemie jakości.

Praca była dofinansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA: 8/SP/2005

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

Sprawozdanie z umowy dotacyjnej nr 8/SP/2005 z PAA na 2005r., 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

1. Nadzór techniczny i konserwacja komory oraz jej wyposażenia

W 2005 roku wykonano następujące czynności związane z serwisem wyposażenia PDR: rutynowe czynności konserwacyjne związane z zasilaniem przyrządów przenośnych, sprawdzenie szczelności zaworów obu źródeł przepływowych Rn-222 oraz wymiana żarówek w komorze.

Wykonano również pomiary sprawdzające:

- wskazań przyrządów referencyjnych: monitorów radonowych AlphaGUARD i spektrometru średnic pochodnych radonu RPPSS w ustalonych powtarzalnych warunkach stężenia radonu, energii potencjalnej alfa i stężenia aerozoli, w normalnych warunkach klimatycznych
- biegu własnego, przepływów i wydajności zliczania cząstek alfa dla RPPSS

- przepływu i wydajności zliczania cząstek alfa monitora pochodnych radonu Rn WL meter.

2. Udoskonalanie systemu jakości w PDR w zakresie wzorcowań monitorów radonu i jego pochodnych

Dnia 24.01.05 odbył się przegląd zarządzania, podczas którego m.in. wygłoszono referaty na temat zaplecza technicznego oraz elementów systemu jakości w PDR takich jak np. audyty wewnętrzne, działania korygujące i zapobiegawcze, współpraca z klientem, reklamacje, personel, szkolenia. Zadania zaplanowane do wykonania w ciągu roku - złożenie wniosku o akredytację oraz zorganizowanie ogólnopolskiej interkalibracji dla metod pasywnych pomiaru stężenia radonu w komorze CLOR - zostały wykonane.

Ponadto przez cały rok aktualizowano, poprawiano i uzupełniano dokumenty systemu jakości.

W 2005r. odbyły się 4 audyty wewnętrzne:

- 19.10.05 (auditor - mgr Małgorzata Bogusz); zakres: organizacja, system jakości, nadzór nad dokumentami oraz zapisami, personel, audyty wewnętrzne, przegląd zarządzania
- 03.11.05 (auditor - mgr inż. Janusz Henschke); zakres: wyposażenie, badania porównawcze i spójność pomiarowa
- 28.11.05 (auditor - mgr Małgorzata Bogusz); zakres: obsługa klienta, przegląd zapytań, ofert i umów, skargi, działania korygujące i zapobiegawcze, zakup usług i dostaw oraz warunki lokalowe i środowiskowe
- 15.12.05 (auditor - mgr inż. Janusz Henschke); zakres: metody wzorcowania oraz ich walidacja, postępowanie z obiektami do wzorcowania, zapewnienie jakości wyników wzorcowania oraz przedstawianie wyników.

Zauważono kilka spostrzeżeń i niezgodności. Przyczyny niezgodności zostały usunięte, naniesiono proponowane poprawki w dokumentach i uzupełniono brakujące zapisy, a następnie powiadomiono o tym fakcie auditorów.

Przeprowadzono porównania wskazań:

- przyrządów do pomiaru stężenia radonu – (Slovenska Legalna Metrologia, n.o., Bratysława)
- monitorów służących do pomiaru stężenia radonu oraz jego produktów rozpadu (National Institute for Nuclear, Biological and Chemical Protection, Pribram, Czechy)
- monitora Rn WL meter oraz przyrządu referencyjnego - spektrometru średnic pochodnych radonu (komora CLOR, 2 razy).

Dla wszystkich porównań współczynnik En był mniejszy od 1.

Wzięto udział w następujących szkoleniach:

- seminarium mgr. Mirosława Janika z IFJ PAN pt. „Przechodzenie radonu z gleby do budynku. Modelowanie komputerowe i weryfikacja w budynkach mieszkalnych.”
- konferencja radiochemiczna zorganizowana przez IChTJ i IFJ PAN w Krakowie-Przegorzałach (referat i dwa postery)
- konferencja „Radon w środowisku”, połączona z interkalibracją glebową, zorganizowana przez IFJ PAN w Krakowie (dwa referaty i dwa postery).

3. Uczestnictwo w europejskiej interkalibracji w PTB, Niemcy

Planowana na 2005r. przez PTB interkalibracja monitorów radonowych została przełożona przez organizatorów na rok 2006. W związku z tym PDR wzięła udział we wspomnianych pomiarach porównawczych w Bratysławie i Pribramie.

Uczestnictwo bądź organizacja i uczestnictwo w planowanej ogólnopolskiej interkalibracji dla metod pasywnych

W czerwcu 2005r. PDR zorganizowała w radonowej komorze kalibracyjnej CLOR ogólnopolski eksperyment porównawczy dla metod pasywnych pomiaru stężenia radonu w powietrzu. W pomiarach porównawczych udział wzięło 9 laboratoriów. Ekspozowano 6 kompletów detektorów śladowych i 7 kompletów detektorów węglowych. Wykonano trzy ekspozycje dla różnych wartości stężenia radonu i ekspozycji na radon, czasu, wilgotności względnej i stężenia aerozoli. Opracowano wyniki własne, zebrano dane od pozostałych siedmiu instytucji biorących udział w interkalibracji, a następnie podsumowano eksperyment porównawczy.

Wystąpienie o udzielenie akredytacji laboratorium wzorcującego do PCA

Dnia 23 lutego 2005r. złożono w Dziale Akredytacji Laboratoriów Wzorcujących PCA wnioski o akredytację. Dnia 1 czerwca 2005r. odbył się wstępny audit akredytacyjny, po którym PDR otrzymała sprawozdanie z uwagami i spostrzeżeniami. Część z nich została wzięta pod uwagę przy poprawianiu dokumentów. Wszystkie uwagi zostały wysłane do PCA wraz z poprawioną wersją dokumentów nadzorowanych oraz wnioskiem o wyznaczenie terminu auditu akredytacyjnego.

Praca była dofinansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA: 8/SP/2005.

4.3 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI WZORCOWANIA – DLWW

H. Dzikiewicz–Sapiecha, M. Bogusz, R. Siwicki

Wprowadzenie

Aktualny Certyfikat Nr AP 057 dla Laboratorium Wzorcującego został wydany przez Polskie Centrum Akredytacji 2 czerwca 2005. W procesie nadzoru PCA, auditorzy 7 października 2005 oceniali działalność DLWW w całym akredytowanym zakresie, za okres od 17 listopada 2004. Celem auditu było:

- sprawdzenie funkcjonowania DLWW zgodnie z dokumentacją Systemu Jakości oraz wybranymi wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001;
- ocena skuteczności działań korygujących po poprzednim audicie;
- sprawdzenie wywiązywania się Pracowni z zobowiązań kontraktowych.

Prace DLWW realizowane w 2005 roku dla potrzeb jakości, poza sprawami bieżącymi, dotyczyły serwisów technicznych czterech Stanowisk Kalibracyjnych, walidacji metod pomiarowych dla spełnienia wymagań norm PN-ISO 4037-1,2,3, realizacji ustaleń podjętych na Przeglądzie Zarządzania 22 listopada 2004 r. oraz przygotowań do udziału DLWW w porównaniach międzylaboratoryjnych dla Laboratoriów Wzorcujących.

I. Ocena realizacji ustaleń z Przeglądu Zarządzania z dnia 22 listopada 2004 r.

1. Uwzględnienie w planach inwestycyjnych 2005 r.:
 - a) zakupu nowej lampy rentgenowskiej typu MXR-320/24 (Comet) wraz z jej instalacją. Sprawa została uwzględniona poprzez wniosek inwestycyjny CLOR do Państwowej Agencji Atomistyki. Niestety otrzymano z PAA odpowiedź odmowną, uzasadnioną brakiem funduszy.
 - b) zakupu komputera z oprogramowaniem dla potrzeb obsługi klienta. Sprawa została załatwiona dzięki otrzymaniu używanego komputera z innego Zakładu CLOR.
2. Zmiana firmy serwisującej systemy klimatyzacyjne, ze względu na jej problemy kadrowe. Nie wystąpiła konieczność zmiany, ponieważ od listopada 2004 prace serwisowe poprowadził personel firmy pod nadzorem zastępcy kierownika.
3. Realizacja zalecenia PCA (dokument DA-05) dotyczącego porównań międzylaboratoryjnych, została zapoczątkowana spotkaniem organizacyjnym Laboratoriów Wzorcujących, które odbyło się w Zakładzie Fizykochemii Głównego Urzędu Miar 27.10.2005 pod kierunkiem Pani Teresy Stachurskiej. Celem spotkania była dyskusja nad przedstawionym przez mgr J. Kokocińskiego (GUM) zakresem programu. Początek realizacji porównań dla wielkości kermy w powietrzu promieniowania gamma cezu-137 planowany jest na początek drugiego kwartału 2006.

III. Omówienie stosowności Polityki Jakości i procedur

Polityka Jakości jest nadrzędnym elementem strategii działania DLWW mającej na celu osiągnięcie pełnego zaufania i zadowolenia Klientów. Strategia ta realizowana jest poprzez utrzymanie i uaktualnianie Systemu Jakości zgodnego z dokumentacją (Księga Jakości, Procedury i Instrukcje Ogólne, Procedury i Instrukcje Pomiarowe), a spełniającego wymagania międzynarodowej normy PN-ISO/IEC 17025: 2001. Ciągłe doskonalenie systemu zarządzania i realizacja coraz bardziej ambitnych zadań daje gwarancję, że oferowane usługi będą spełniały wymagania i oczekiwania Klientów.

Zatrudnienie doświadczonej i wysoko kwalifikowanej kadry pracowników, która w sposób ciągły podnosi swoje umiejętności, oraz właściwa jakość wyposażenia pomiarowego DLWW, zapewniają profesjonalną obsługę Klientów. Należy podkreślić, że jakość wyników kalibracji podawanych w Świadectwach Wzorcowania ma bezpośredni wpływ na zadowolenie Klientów i na jakość pomiarów zagrożenia promieniowaniem wykonywanych przez nich w różnych sytuacjach radiologicznych.

W związku z powyższym, uaktualniono dokument *Polityka Jakości* zawarty w Księdze Jakości, który obecnie m.in. zawiera następujące cele strategiczne:

- prowadzenie działalności umożliwiającej osiągnięcie wysokiego poziomu pomiarów;
- ciągłe doskonalenie skuteczności systemu zarządzania;
- kierowanie się w pracy zasadami niezależności, bezstronności i rzetelności;
- zapewnienie poufności i ochrony praw własności Klienta;
- rozszerzanie systemu akredytacji o nowe obszary.

Powyższe cele będą realizowane w 2006 roku z uwzględnieniem:

- aktualizacji Systemu Jakości zgodnie z nową wersją normy PN-EN ISO/IEC 17025: **2005**;
- działań prowadzonych w celu zapewnienia odpowiedniości polityki i procedur w zakresie spójności pomiarowej oraz porównań międzylaboratoryjnych;
- analizy wyników auditów, działań korygujących i zapobiegawczych oraz realizacji wniosków z Przeglądu Zarządzania;

- współpracy z Klientami DLWW zapewniającej satysfakcję z odpowiedniej jakości wykonywanych przez nich pomiarów;
- doskonalenia wiedzy inspektorów ochrony radiologicznej (seminaria i konferencje) tj. głównych Klientów DLWW, w zakresie dozymetrii promieniowania jonizującego; stałe podnoszenie kwalifikacji personelu DLWW.

W nawiązaniu do ostatniego stwierdzenia podano poniżej tytuły referatów prezentowanych na krajowych konferencjach i międzynarodowych warsztatach:

1. H.Dzikiewicz-Sapiecha, M.Bogusz, R.Siwicki
Jakość pomiarów dozymetrycznych w ochronie radiologicznej w aspekcie przepisów metrologicznych i legislacyjnych, VIII Spotkanie Inspektorów Ochrony Radiologicznej, Dymaczewo Nowe – maj 2005r., Wielkopolskie Centrum Onkologii Poznań
2. H.Dzikiewicz–Sapiecha, M.Bogusz, R.Siwicki
Program zapewnienia jakości w DLWW dla potrzeb ochrony radiologicznej, VIII Kongres Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, Warszawa – wrzesień 2005r.,
3. M.Budzanowski, P.Olko, R.Kopeć, B.Obryk, H.Dzikiewicz–Sapiecha, R.Siwicki
„Identification of static exposure of standard dosimetric badge with thermoluminescent detectors”, *IM 2005 Europejskie warsztaty dotyczące indywidualnego monitoringu promieniowania jonizującego*, Wiedeń, 11÷15 kwiecień 2005 r.

Praca była dofinansowana przez Państwową Agencję Atomistyki w ramach umowy PAA: 8/SP/2005

5 SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA

5.1 SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADU SZKOLENIA I INFORMACJI W 2005 R.

J.Henschke

Działalność szkoleniowa

W 2005 roku przeprowadzono:

- **2 kursy** na uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej typu **IOR-0, IOR-1 i IOR-3**,
- **5 kursów aktualizacji** wiedzy dla inspektorów ochrony radiologicznej typu **IOR-0, IOR-1 i IOR-3** (po odbyciu kursu i zdaniu egzaminu weryfikacyjnego inspektorzy mają przedłużone uprawnienia na okres następnych 5 lat)

W wyniku w/ kursów uprawnienia do pełnienia obowiązków inspektora ochrony radiologicznej uzyskało **119** osób, w tym **31** osób po raz pierwszy.

Ponadto przeprowadzono:

- **6 kursów** typu **A-A i S-A** (w Budzisku, Bobrownikach, Szczecinie, Białymstoku i w Warszawie), w wyniku których uprawnienia do pełnienia funkcji ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej uzyskało **76** osób.

Liczba osób, które uzyskały różnego typu uprawnienia w 2005 r.

Typ uprawnień	IOR-0, IOR-1 i IOR-3	A-A i S-A	Razem
Liczba osób	119	76	195

Działalność Biblioteki

W 2005r. czytelnicy wypożyczyli 356 pozycji w tym 62 książki oraz 294 czasopisma. W ramach współpracy z innymi bibliotekami w kraju wypożyczono 13 pozycji. Zbiory biblioteki powiększyły się o 22 pozycje, które znalazły się w naszych zasobach, głównie w wyniku darów. Nabytki wpisano do księgi inwentarzowej i włączono do katalogu alfabetycznego i tematycznego. Udzielano także informacji telefonicznych.

Zaprenumerowano 11 tytułów o tematyce prawno – finansowej.

Biblioteka otrzymywała także 4 tytuły bezpłatnie (Postępy Techniki Jądrowej, IAEA Bulletin, Meetings on Atomic Energy, Bezpieczeństwo i Ochrona Radiologiczna).

Inne rodzaje działalności Zakładu

We wrześniu 2005r. CLOR brało udział w kolejnej – dziewiątej – edycji Festiwalu Nauki. W ubiegłym roku udział CLOR ograniczył się jedynie do referatu wygłoszonego przez prof. dr hab. Zbigniewa Jaworowskiego na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Prof. dr hab. Z.Jaworowski wygłosił w dniu 22 września 2005r. wykład pt. „Cywilizacja, źródła energii i Czarnobyl”.

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.

Zakład prowadzi także działalność informacyjną w zakresie ochrony radiologicznej. W 2005r. udzielono ok. 1200 informacji (telefonicznych jak również za pośrednictwem poczty, faksu oraz poczty elektronicznej).

Sekretariat Komitetu Technicznego Nr 246 ds. Ochrony Radiologicznej

W 2005r. w Sekretariacie Komisji wykonano następujące prace:

- Opracowano projekty robocze norm:
PN-ISO 4037-4 „Wzorcowanie dawkomierzy otoczenia i dawkomierzy indywidualnych w polach promieniowania rentgenowskiego o niskiej energii” PN-ISO 2919 „Ochrona radiologiczna. Zamknięte źródła promieniotwórcze. Wymagania ogólne i klasyfikacja”
- Uzgodniono i przekazano do ankiety adresowanej i powszechnej projekt normy:
PN-ISO 12790-1 „Ochrona radiologiczna. Kryteria skuteczności kontroli radioaktywności w próbkach biologicznych”
- Przygotowano i przekazano do zatwierdzenia normę:
PN-ISO 12794 „Energia jądrowa. Ochrona radiologiczna. Termoluminescencyjne dawkomierze indywidualne dla kończyn i oczu”
- Zaopiniowano 16 dokumentów ISO oraz 1 projekt PN opracowywany przez inny Komitet Techniczny.
- Zorganizowano 2 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.

Praca prowadzona w ramach usług statutowych CLOR

6 WSPÓLPRACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA

6.1 Komisja Wspólnoty Europejskiej

- udział w programie badawczym realizowanym w ramach 6-tego programu Ramowego UE „ERICA, Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management „

6.2 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.

6.3 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.

6.4 Komisja Helsińska (HELSINKI COMMISSION, BALTIC MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION COMMISSION, HELCOM MORS)

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

6.5 Instytut Radowy im. W. G. Chłopina z St. Petersburga

- dwustronna współpraca CLOR (badanie skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego)

6.6 Physik-Technik-Innovation, Elagen, Niemcy

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

6.7 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.

6.8 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;

6.9 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

6.10 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;

6.11 Klub polskich laboratoriów badawczych POLLAB

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