



INFORMACJA O WYNIKACH DZIAŁALNOŚCI STATUTOWEJ W 2006 ROKU



2006



Spis treści

1	BADANIA NAUKOWE.....	8
1.1	BADANIE ROZMIESZCZENIA ¹²⁹ I I JODU STABILNEGO W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO	8
1.2	¹²⁹ I I JOD STABILNY W TARCZYCACH SARN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI.....	10
1.3	OCENA DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGO W POLSCE	12
1.4	OCENA DAWEK OTRZYMANYCH PRZEZ DZIECI OD WCHŁONIĘĆ ¹³⁷ CS I ⁹⁰ SR Z ŻYWNOŚCIĄ	15
2	SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONITORING RADIOLOGICZNY.....	19
2.1	EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500 (SPRAWOZDANIE ZA ROK 2006)	19
2.2	PODRĘCZNIK PROWADZENIA AKCJI RATUNKOWEJ LUDNOŚCI W PRZYPADKU UŻYCIA ŹRÓDEŁ PROMIENIOWANIA W ZŁYCH ZAMIARACH	22
2.3	KOMPLEKSOWE POMIARY SŁUŻĄCE OCENIE SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE ORAZ WOKÓŁ OŚRODKA W ŚWIERKU	25
2.4	OPRACOWANIE SCENARIUSZY TESTOWYCH NA POTRZEBY WALIDACJI MODELI OBLICZENIOWYCH SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ KRAJU W WYPADKU ZDARZEŃ RADIACYJNYCH.....	26
2.5	MONITORING STĘŻENIA ¹³⁷ CS W GLEBIE W LATACH 2004-2006.....	30
2.6	MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO W 2006 ROKU	32
2.7	MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W LATACH 2006-2008 (ETAP I)	33
2.8	ANALIZA I OCENA ZMIAN RADIOAKTYWNOŚCI SUROWCÓW I MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W POLSCE W LATACH 1980-2006.....	35
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	38
3	OCHRONA RADIOLOGICZNA LUDNOŚCI I GRUP NARAŻONYCH ZAWODOWO	41
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 2005 R.)	41
3.2 KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH	42
3.3 OZNACZANIE STĘŻENIA ^{137}CS I ^{90}SR W PRÓBKACH CAŁODZIENNEGO POŻYWIENIA MIESZKAŃCÓW TORUNIA I OPOŁA	44
3.4 OCENA WCHŁONIĘĆ IZOTOPÓW ^{137}CS I ^{90}SR Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ W 2006.....	47
3.5 UTRZYMANIE LABORATORIUM POMIARU ZAWARTOŚCI JODU PROMIENIOTWÓRCZEGO W TARCZYCY DLA POTRZEB DZIAŁANIA SŁUŻB AWARYJNYCH ORAZ NA WYPADEK ZAGROŻENIA RADIOLOGICZNEGO	50
3.6 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMTRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2006 ROKU	51
3.7 OPRACOWANIE KRZYWEJ WZORCOWEJ DLA OCENY DAWKI POCHŁONIĘTEJ U OSÓB NAPROMIENIONYCH W POWAŻNYCH WYPADKACH RADIACYJNYCH.....	53
4 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI I KOMPETENCJI TECHNICZNYCH	57
4.1 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH (PDIŚ) DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ	57
4.2 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI DOZYMTRII RADONU W ZAKRESIE KALIBRACJI DETEKTORÓW I PRZYRZĄDÓW DO POMIARU STĘŻENIA RADONU I JEGO PRODUKTÓW ROZPADU	59
4.3 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI WZORCOWANIA – DLWW DOZYMTRYCZNEGO LABORATORIUM WZORCÓW WTÓRNYCH	61
5 SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA	66
5.1 SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADU SZKOLENIA I INFORMACJI W 2006 ROKU .	66
6 WSPÓŁPRACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA	69
7 PUBLIKACJE	72

POWSTANIE CLOR

13 lipca 1957 roku Zarządzeniem Prezesa Rady Ministrów Nr 164 utworzono Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej - CLOR jako specjalną 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 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.

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.

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:

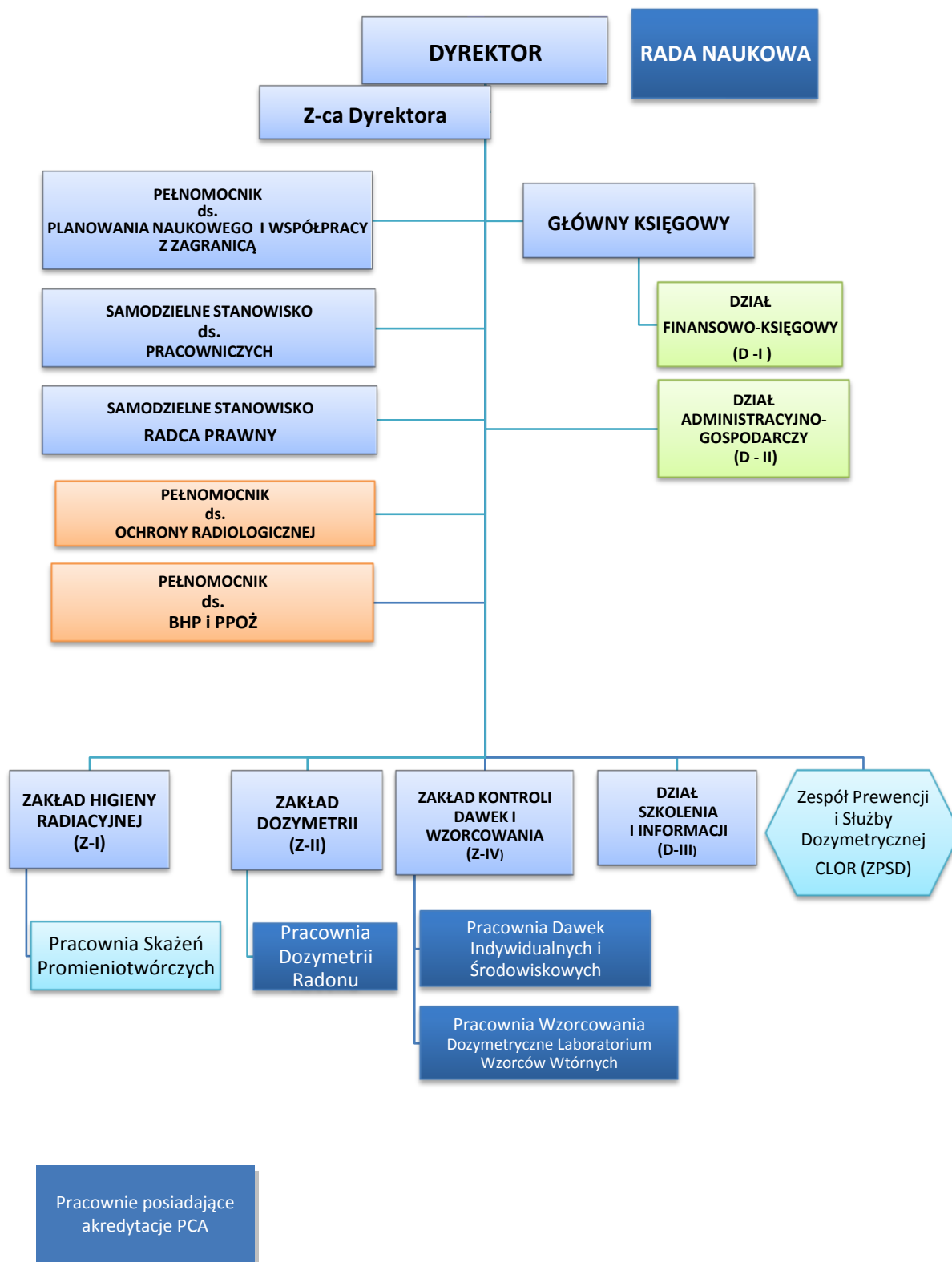
- wzrostu zastosowań substancji promieniotwórczych w technice i medycynie,
- stale istniejącego ryzyka emisji substancji promieniotwórczych z elektrowni jądrowych znajdujących się na terenie państw sąsiadujących,
- wzrastającego zagrożenia wykorzystania promieniowania lub materiałów radioaktywnych w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

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 ^{131}I .
-  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.

STRUKTURA ORGANIZACYJNA CLOR



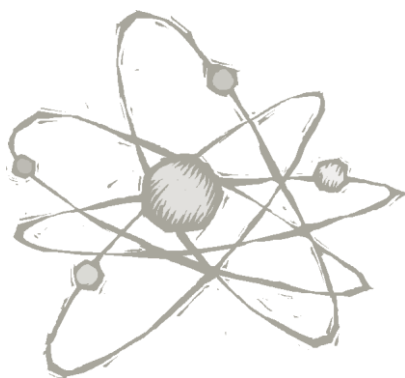
BUDŻET w 2006 roku

PRZYCHODY 2006 (w tys. zł)

Dotacje	PAA	1013
	MNiSW	413
	Razem	1426
Prace zamawiane	PAA	315
	GIOŚ	341
	Razem	655
Usługi statutowe	Kontrahenci krajowi	963
Kontrakty	UE	27
Wynajem		348
Sprzedaż ASS-500		108
Inne		32
RAZEM		3561

KOSZTY 2006 (w tys. zł)

Koszty operacyjne	4002
W tym inwestycje	590
Inne	77
Razem	4122



PRACOWNICY

W 2006 roku zatrudnionych w CLOR było 63 osoby (57 etatów) – w tym 39 pracowników naukowych, inżynierów, ekspertów ochrony radiologicznej oraz 18 etatów administracyjno-ekonomicznych

RADA NAUKOWA CLOR

Przewodniczący

Prof. Dr hab. Zbigniew Jaworowski

Z-cy Przewodniczącego

Prof. Dr hab. Barbara Gwiazdowska

Mgr Wojciech Muszyński

Członkowie

Dr Wojciech Bulski

Prof. dr hab. Stanisław Chibowski

Mgr inż. Hanna Dzikiewicz-Sapiecha

Mgr inż. Krzysztof Isajenko

Prof. dr hab. Marek Janiak

Dr Maria Kowalska

Dr Ludwika Kownacka

Prof. dr hab. Stefan Kozłowski

Dr Paweł Krajewski

Prof. dr hab. Kazimierz Lebecki

Dr Melania Pogorzelska

Dr Lidia Rosiak

Prof. dr hab. Sławomir Sterliński

Sekretarz

Halina Nasewicz-Mamla

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 ($T_{1/2} = 12,3 \text{ godz.}$), a z ^{127}I w reakcji $(n,2n)$ - ^{126}I ($T_{1/2} = 13 \text{ dni}$). Po aktywacji i schłodzeniu jod wydzielano z próbki i wytrącano w postaci Pdl_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).

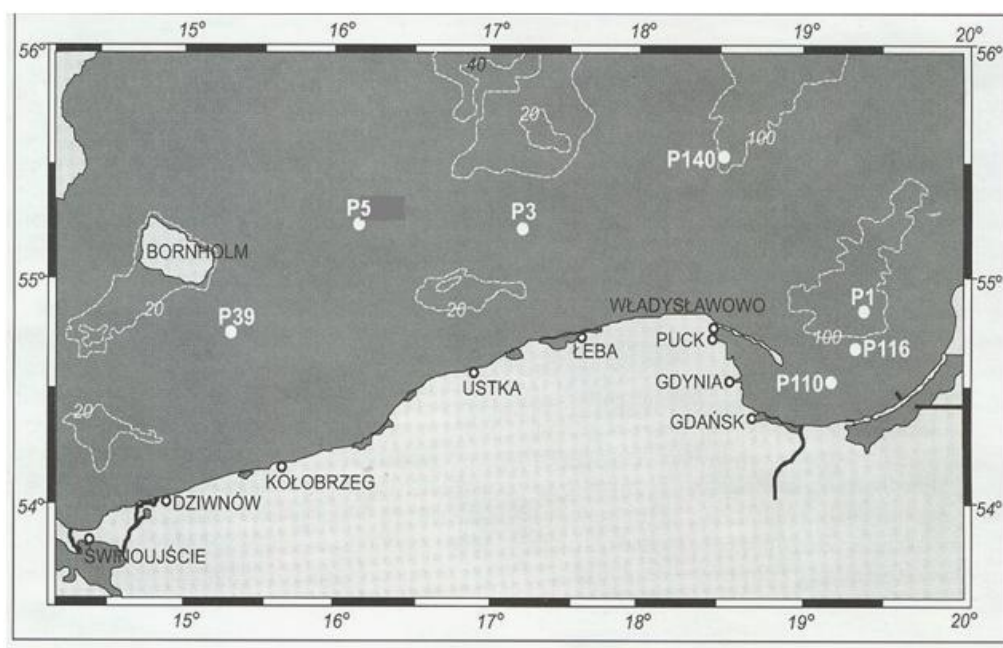
Stężenia ^{129}I w osadach dennych malały wykładniczo z głębokością. W pierwszej warstwie (0-2 cm) największe stężenie ^{129}I występowało w P-140 (morze otwarte) i wynosiło $11,3 \text{ mBq kg}^{-1}_{\text{sm}}$. Stężenie ^{129}I w Głębi Bornholmskiej w powierzchniowej warstwie było wyraźnie niższe niż w próbce pobranej z otwartego morza ($7,78 \text{ mBq kg}^{-1}_{\text{sm}}$), a najniższe w Głębi Gdańskiej ($3,49 \text{ mBq kg}^{-1}_{\text{sm}}$). Różnice te można przypisać właściwościom fizyko-chemicznym 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 głębi 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 0-2 cm wartości te wyniosły od $0,68 \times 10^{-8}$ w Głębi Bornholmskiej do $1,03 \times 10^{-8}$ we wschodniej części morza otwartego, w kolejnych warstwach malały i w warstwie 7-9 cm 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 MNiSW w ramach dotacji statutowej.

1.2 ¹²⁹I I JOD STABILNY W TARCZYCACH SARN I JELENI WYBRANYCH REJONÓW POLSKI

Z. Pietrzak-Flis, E. Chrzanowski

Jod-129 jest jedynym naturalnym izotopem promieniotwórczym jodu o długim okresie połowicznego rozpadu (15,7 milionów lat). Duże ilości tego izotopu zostały wprowadzone do środowiska przez człowieka. Główne źródła ¹²⁹I pochodzenia antropogenicznego to próbne wybuchy jądrowe i uwolnienia z zakładów przerobu paliwa jądrowego oraz awarie jądrowe. Ze względu na długi okres połowicznego rozpadu, w dłuższym przedziale czasu rozmieści się on w środowisku podobnie jak jod stabilny (¹²⁷I).

Tarczycza jest najlepszym materiałem do badania skażeń jodem-129. Gruczoł ten gromadzi jod w znacznie większym stopniu niż inny materiał roślinny i zwierzęcy i jest uznany za najczulszy naturalny indykator ¹²⁹I w środowisku.

Celem pracy była ocena skażenia wschodnich rejonów Polski jodem-129 po awarii reaktora jądrowego w Czarnobylu na podstawie oznaczeń ¹²⁹I i ¹²⁷I w tarczycach jeleni. Uzyskane wyniki będą stanowiły poziom odniesienia ¹²⁹I w środowisku w przypadku niekontrolowanych uwolnień izotopów jodu z zakładów jądrowych w przyszłości oraz dostarczą informacji o zachowaniu się ¹²⁹I w środowisku.

Oznaczono stężenie ¹²⁹I i ¹²⁷I oraz określono stosunek ¹²⁹I:¹²⁷I w tarczycach jeleni pobranych w czasie polowań w latach 2004 i 2005, z siedlisk usytuowanych w północno wschodniej Polsce (Nadleśnictwa: Supraśl, Głęboki Bród, Szczebra).

Do oznaczania zawartości ¹²⁹I i ¹²⁷I stosowano radiochemiczną neutronową analizę aktywacyjną (RNAA). Próbkę aktywowano w reaktorze badawczym MARIA w Świerku strumieniem neutronów $1,5 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. W wyniku aktywacji powstaje ¹³⁰I i ¹²⁶I, odpowiednio z ¹²⁹I i ¹²⁷I. Aktywność powstałych izotopów mierzono metodą spektrometrii gamma. Zawartość ¹²⁹I i ¹²⁷I wyliczano przez porównanie z wzorcem. Wydajność chemiczną analizy kontrolowano za pomocą ¹²⁵I.

Średnie stężenie ¹²⁹I w tarczycach jeleni z nadleśnictwa Supraśl i Szczebra nie różniło się i wynosiło odpowiednio $1,33 \pm 0,43$ i $1,32 \pm 0,45 \text{ mBq/g}_{\text{śm.}}$, natomiast w tarczycach jeleni Nadleśnictwa Głęboki Bród było nieco wyższe ($1,50 \pm 0,35 \text{ mBq/g}_{\text{śm.}}$). Stosunek liczby atomów ¹²⁹I:¹²⁷I wynosił średnio $1,46 \pm 0,58 \times 10^{-7}$ w Nadleśnictwie Supraśl, $1,62 \pm 0,78 \times 10^{-7}$ w Nadleśnictwie Szczebra i $1,85 \pm 0,17 \times 10^{-7}$ w Nadleśnictwie Głęboki Bród.

Oceniona na podstawie oznaczeń ^{129}I średnia zawartość ^{131}I w tarczycach jeleni po awarii czarnobylskiej wynosiła 18,3 kBq/g tarczycy w Nadleśnictwie Supraśl i Szczerba i 23,4 kBq/g w Nadleśnictwie Głęboki Bród. W porównaniu do południowo-wschodniej Polski było to ok. 1,6 razy więcej.

W tarczycach pobranych w Szczerbie i Głębokim Brodzie zależność między stężeniem ^{129}I i ^{127}I była liniowa. Takiej zależności nie obserwowano w tarczycach pobranych w Supraślu; przy wysokich stężeniach ^{127}I obserwowano niższe niż w innych tarczycach stężenia ^{129}I . Wyniki uzyskane w tej pracy wskazują, że po 18 latach od uwolnieniu ^{129}I z uszkodzonego reaktora jądrowego w Czarnobylu, w Nadleśnictwie Głęboki Bród i Szczerba izotop ten rozmięścił się w środowisku podobnie jak ^{127}I , natomiast w Nadleśnictwie Supraśl izotopy te nie były w równowadze.

Stosunek $^{129}\text{I}:^{127}\text{I}$ w tarczycach jeleni był wyższy od wartości podawanych w literaturze przed awarią i dla obszarów, do których opad czarnobylski nie dotarł. Świadczy to jednoznacznie, że źródłem skażenia w Polsce była awaria w Czarnobylu.

Praca finansowana przez MNiSW w ramach dotacji statutowej.



1.3 OCENA DAWEK DLA ORGANIZMÓW STANDARDOWYCH CHARAKTERYSTYCZNYCH DLA ŚRODOWISKA LĄDOWEGO I WODNEGOW POLSCE

L. Rosiak, P. Krajewski

Od 2000 roku prowadzi się na świecie działania w celu wypracowania systemu ochrony przed promieniowaniem jonizującym wszystkich żywych gatunków. W USA w 2002r. US Department of Energy wprowadził „standardowe limity dawek” dla ochrony żywych organizmów:

3600 mGy/rok dla fauny wodnej i flory lądowej

360 mGy/rok dla fauny lądowej i przybrzeżnej.

W raporcie Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej z 2005r. (ICRP2005) znajdują się propozycje 12 gatunków referencyjnych.

Z inicjatywy Unii Europejskiej prowadzone są prace nad nowym systemem ochrony radiologicznej w ramach programów Fasset (2001-2003) i Erica (2003-2007); w tym ostatnim od 2003r. uczestniczy CLOR. Polska jako członek Unii Europejskiej zobowiązana jest dostosować swój system ochrony radiologicznej zgodnie ze standardami przyjmowanymi w krajach UE.

Omawiany temat jest kontynuacją prac prowadzonych w latach 2003-2005. W 2006 r. prowadzono pomiary stężeń Ra-226, Cs-137, K-40 w próbkach żab z rejonu Mazowsza (30 prób) i ryb słodkowodnych (płocie i leszcze) - 5 próbek pilotażowych; zarówno ryby jak i żaby należą do organizmów referencyjnych (systemu UE i zalecanych przez ICRP).

Wyniki pomiarów przedstawia Tabela 1. Stężenia Ra-226 wahały się dość znacznie i nie wykazywały korelacji z miejscem poboru prób, a raczej korelację z masą (wiekiem) osobnika. Stężenia K-40 najniższe były w żabach z okolic Pułtuska, gdzie jest najwyższy poziom K-40 w wodzie i osadzie dennym (odpowiednio 250 mBq/L i 348 Bq/kg). Najwyższe stężenia K-40 obserwowano w Warszawie gdzie poziom K-40 w wodzie jest niski (120 mBq/L), a w osadzie na średnim poziomie (263 Bq/kg). Stężenia Cs-137 wahały się znacznie i nie wykazywały korelacji z miejscem poboru prób.

Tabela 1. Stężenie Ra-226, Cs-137 i K-40 w ciałach płazów i ryb

Miejsce poboru próbek	Liczba prób	Świeża masa, [g]		Ra-226 [Bq kg ⁻¹ św.m.]		Cs-137 [Bq kg ⁻¹ św.m.]		K-40 [Bq kg ⁻¹ św.m.]	
		Średnia		Średnia		Średnia		Średnia	
		Zakres		Zakres		Zakres		Zakres	
		min	max	min	max	min	max	min	max
Żaba wodna									
Żyrardów	9	28,1		0,31		4,10		86,7	
		14,2	50,4	0,15	0,79	0,21	17,21	59,0	132
Warszawa	8	29,0		0,19		11,3		86,0	
		23,3	45,6	0,11	0,34	1,56	39,4	54,0	131
Żaba trawna									
Pułtusk	6	38,1		0,15		2,32		74,8	
		20,3	49,0	0,09	0,26	0,12	5,07	55,0	98,0
Kozienice	4	24,6		0,20		4,44		101	
		22,0	28,2	0,12	0,33	2,53	6,30	66,0	158
Warszawa	2	28,1		0,10		10,7		125	
		20,4	35,8	0,06	0,13	2,53	18,9	105	145
Wyszków	1	11,9		0,09		2,63		64,0	
Total	30	29,8		0,21		6,03		88,0	
		14,2	50,4	0,06	0,79	0,12	39,4	54,0	145
Ryby									
Jez. Szelaąg	4	42,4		0,20		1,94		93,6	
		29,5	59,5	0,04	0,38	0,41	2,91	85,4	96,8

Ocenę dawek rocznych dla organizmów standardowych przedstawia Tabela 2. Ocenę przeprowadzono dla radionuklidów wnoszących największy wkład do dawki całkowitej. Temat będzie kontynuowany w 2007 roku.

Tabela 2. Ocena rocznych dawek dla standardowych organizmów w Polsce, mGy rok⁻¹.

	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	Dawka sumaryczna
Gryzoń (Jakuszyce)	-	6,8 0,17 – 29,0	1,3 0,32 – 10,0	8,10
Ryby (Morze Bałtyckie)	-	0,28 0,14 - 0,50	0,39 0,26 - 0,54	0,67
Ryby (Jez. Szelaąg)	1,05 1,03 – 1,06	0,07 0,02 - 0,14	0,64 0,11 - 1,19	1,76
Żaba (Mazowsze)	0,91 0,10 - 1,61	0,08 0,007 - 1,60	1,20 0,3 - 4,87	2,19

Praca finansowana przez MNiSW w ramach dotacji statutowej.

Zwierzęta i Rośliny Standardowe wg. ICRP
Reference Animals and Plants

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

1.4 OCENA DAWEK OTRZYMANYCH PRZEZ DZIECI OD WCHŁONIĘĆ ^{137}CS I ^{90}SR Z ŻYWNOŚCIĄ

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

Celem pracy było oszacowanie dawki, jaką otrzymują dzieci w różnych grupach wiekowych w wyniku spożywania żywności zawierającej izotopy Cs-137 i Sr-90. Analizowano stężenia tych izotopów w próbkach całodziennego pożywienia i oceniano ich wchłonięcia z żywnością.

Materiał do badań stanowiły całodziennie posiłki (śniadanie, obiad, podwieczerek i kolacja) pobierane w dwóch domach dziecka na terenie Warszawy. Posiłki pobierane były w Domu Małego Dziecka (dzieci w wieku 3 lat) oraz w Domu Dziecka (dzieci w wieku 7-12 lat).

W maju przez 7 kolejnych dni pobierano po 3 porcje wszystkich wydawanych dzieciom posiłków. Do przygotowania posiłków użyto produktów ze wszystkich grup produktów mających znaczenia dla prawidłowego żywienia.

Posiłki z każdego dnia i domu dziecka były analizowane osobno. Trzy porcje całodziennego pożywienia łączono (zwiększenie próbki do analizy), ważono, homogenizowano w malakserze, ważono a następnie suszono w suszarce. Średnia masa poszczególnych całodziennych posiłków dla małych dzieci wynosiła od 1503g do 1788g, średnio 1622g a dla starszych dzieci od 2304g do 2812g, średnio 2606g. Następnie spopieliano w piecu w temperaturze poniżej 450°C. Otrzymany popiół homogenizowano, ważono i oznaczano aktywność Cs-137 metodą spektrometryczną (spektrometr Canberra z detektorem HPGe i oprogramowaniem Genie 2000). Pomiaru prowadzono w cienkiej warstwie w naczyniu cylindrycznym. Oznaczano, jeżeli była taka konieczność, aktywność Cs-137 metodą radiochemiczną, w której wykorzystuje się selektywną sorpcję cezu z roztworu analizowanej próbki w kwasie azotowym na powierzchni złoża AMP (fosfomolibdenianu amonu). Aktywność strontu-90 oznaczano poprzez pomiar aktywności itru-90. Z roztworu analizowanej próbki oddzielano stront, po ustaleniu równowagi stront-90 – itr-90 wydzielano itr-90.

Po obróbce chemicznej przygotowywano preparaty pomiarowe. Do pomiarów promieniowania beta cezu-137 i strontu-90 wykorzystywano licznik Low Level Beta GM Multicounter System produkcji duńskiej. Czas pomiaru każdej próbki wynosił 720 minut (4 pomiary po 180 min). Do określenia całkowitej niepewności oznaczenia brano pod uwagę niepewności: pomiaru, wyznaczania współczynnika kalibracji,

aktywności stosowanych wzorców, ważenia, pomiaru aktywności Sr-85 (przy wyznaczaniu wydajności strontu).

Otrzymane wyniki stężeń Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach dzieci zestawiono w Tabelach nr 1 i 2.

Tabela 1. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach dzieci w wieku 3 lat

L.p.	Oznaczenie Cs-137		Oznaczenie Sr-90	
	Stężenie Cs-137 [Bq/dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/dzień]	Stężenie Sr-90 [Bq/dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/dzień]
1	0,35	0,02	0,06	0,01
2	0,48	0,03	0,06	0,01
3	0,54	0,03	0,07	0,01
4	0,96	0,07	0,09	0,01
5	0,40	0,02	0,07	0,01
6	0,48	0,02	0,08	0,01
7	0,24	0,03	0,07	0,01

Tabela 2. Stężenie ¹³⁷Cs i ⁹⁰Sr w całodziennych posiłkach dzieci w wieku 7-12 lat

L.p.	Oznaczenie Cs-137		Oznaczenie Sr-90	
	Stężenie Cs-137 [Bq/dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/dzień]	Stężenie Sr-90 [Bq/dzień]	Niepewność oznaczenia [Bq/dzień]
1	0,49	0,02	0,10	0,01
2	1,19	0,03	0,14	0,01
3	0,60	0,03	0,10	0,01
4	0,44	0,07	0,11	0,01
5	0,42	0,02	0,11	0,01
6	0,42	0,02	0,12	0,01
7	0,48	0,03	0,13	0,01

Na podstawie analizy posiłków z poszczególnych dni oceniono średnie roczne spożycie oraz zakres stężeń Cs-137 i Sr-90 w całorocznej średniej racji pokarmowej dzieci. Produktami, które mają wpływ na poziom Cs-137 w żywności mają mleko i mięso, głównie wołowe. Mleko dla dzieci w wieku 3 lat stanowi jeden z głównych składników całodziennego pożywienia. Nie jest, więc dziwne, że mimo mniejszych wagowo porcji, stężenie Cs-137 w diecie małych dzieci jest na tym samym poziomie, co w całodziennym pożywieniu dzieci starszych. Różnice w stężeniu Sr-90 są wynikiem różnic w masie spożywanego przez dzieci posiłku. Dane zestawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Stężenia ^{137}Cs i ^{90}Sr w całorocznym pożywieniu dzieci z Domów Dziecka

	Stężenie Cs-137 Bq/rok	Stężenie Sr-90 Bq/rok
Posiłki dzieci w wieku 3 lat	178,9	25,6
Posiłki dzieci w wieku 7-12 lat	211,7	43,8

Na podstawie wchłonień Cs-137 i Sr-90 z żywnością oszacowano dawkę, jaką otrzymują dzieci w wyniku spożywania tej żywności (Tabela 4).

Przyjęto współczynniki określające dawki skuteczne od wchłonień drogą pokarmową 1 Bq danego izotopu dla osób w określonych grupach wiekowych:

Grupa wiekowa	Dawka skuteczna w $\mu\text{Sv/Bq}$	
	od Cs-137	od Sr-90
2 – 7 lat	$9,6 \cdot 10^{-3}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$
7 – 12 lat	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$

Tabela 4 Szacunkowa roczna dawka otrzymana przez dziecko w wyniku spożywania żywności zawierającej izotopy Cs-137 i Sr-90.

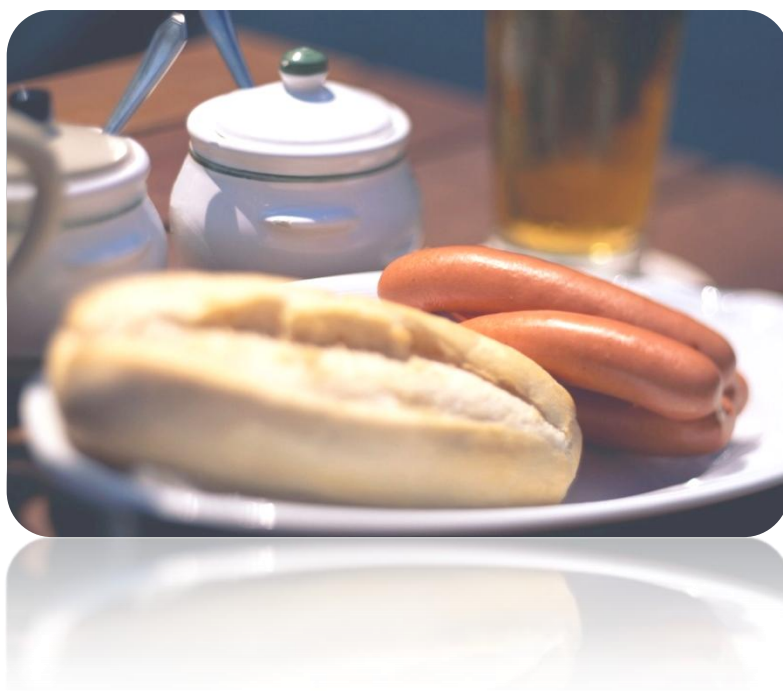
	Cs-137	Sr-90
	Dawka $\mu\text{Sv/rok}$	Dawka $\mu\text{Sv/rok}$
Dzieci w wieku 3 lat	1,7	1,2
Dzieci w wieku 7-12 lat	2,1	2,6

Oszacowane dawki dla dzieci w grupach wiekowych dla Cs-137 są na tym samym poziomie. Różnice stężeń w pojedynczych zestawach całodziennych są spowodowane doбором produktów do ich przygotowania i masie całkowitego posiłku. W przeliczeniu na kg spożywanej żywności stężenie Cs-137 jest na tym samym poziomie dla dzieci w wieku 3 lat: od 0,10 do 0,54 Bq/kg i dla dzieci w wieku 7-12 lat: 0,15-0,46 Bq/kg. Zapewne wpływ ma tutaj mleko i mięso.

W przypadku strontu sytuacja wygląda inaczej. Stężenie Sr-90 w różnych produktach jest na tym samym poziomie, nie ma znaczących różnic. Aktywność Sr-90 w

pojedynczych dniach w przeliczeniu na kilogram posiłku wynosi 0,04 – 0,05 Bq/kg dla dwóch grup wiekowych. Oszacowana dawka różni się dwukrotnie, co jest spowodowane różną masą spożywanych dobowych posiłków a także różnym dla obu grup wiekowych współczynnikiem dawka skuteczna-wchłonięta aktywność.

Praca finansowana przez MNiSW w ramach dotacji statutowej.



2 SŁUŻBY PUBLICZNE - BEZPIECZEŃSTWO RADIACYJNE KRAJU I MONITORING RADIOLOGICZNY

2.1 EKSPLOATACJA SIECI WYSOKOCZUŁYCH STACJI ASS-500 (SPRAWOZDANIE ZA ROK 2006)

K. Isajenko, I. Kwiatkowska, P. Lipiński, M. Biernacka, M. Kuczbajska, A. Ząbek

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 ostrzegania 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 w Toruniu i Łodzi zostaną doposażone w taki sterownik w roku 2007.

Stacje produkowane są także przez niemiecką firmę PTI (z Erlangen) na licencji CLOR. Według stanu na 31 grudnia 2005 roku obecnie na świecie pracuje 57 stacji ASS-500 (w tym 9 poza Europą) – z tego w roku 2006 zostały zainstalowane trzy: w Holandii, w Serbii i Czarnogórze (obecnie Serbia) oraz w Albanii.

CLOR oprócz obsługi stacji i zbierania danych z sieci zobligowane jest także do prowadzenia prac konserwacyjno-serwisowych w sieci stacji. W roku 2006 odbyło się 14 wyjazdów pracowników Zakładu Dozymetrii CLOR do stacji terenowych.

W 2006 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 2006, 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 2006 dla całej sieci dostępność danych wynosiła 68,5% (wobec 86,4% w roku 2005, 85,7% w roku 2004 oraz 67,8% w roku 2003) i zmieniała się od 14,5% w Krakowie do 97,6% na stacji zlokalizowanej w Gdyni – jak widać w ostatnim roku ten parametr zdecydowanie się zmniejszył. Było to spowodowane tym, że stacje są coraz starsze i zaczynają się coraz częściej psuć (brakuje nowych podzespołów – wszystko jest naprawiane), a także ogromnymi problemami z niestalością zasilania w Krakowie (dostępność rzędu 14,5%).

Tabela 1. Stężenia radionuklidów w powietrzu w Polsce w 2006 roku.

Radionuklid	Stężenie w powietrzu [$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$]		Liczba oznaczeń	Miejscowość i okres wystąpienia maksymalnego stężenia	
	Wartość średnia	zakres			
^{137}Cs	$1,4 \pm 0,1$	(<0,1-10,7)	664	Katowice	2.05–8.05
^{131}I	$0,6 \pm 0,0$	(<0,1-13,6)	664	Świder	16.01-23.01
^7Be	3610 ± 70	(510-11270)	664	Katowice	3.07-10.07
^{40}K	$18,4 \pm 0,4$	(2,3-68,6)	664	Kraków	25.09-2.10
^{210}Pb	536 ± 15	(<42-3816)	661	Szczecin	23.01–30.01
^{226}Ra	$5,7 \pm 0,2$	(<1,1-40,9)	664	Białystok	15.05–22.05
^{228}Ra	$1,3 \pm 0,0$	(<0,2-7,1)	664	Białystok	15.05–22.05

Tabela 2. Minimalne, maksymalne i średnie roczne stosunki liczb zliczeń w zakresie „jodowym” oraz „cezowym” na stacjach ASS-500 ze sterownikami AS-01 – rok 2006. Tabela powstała po odrzuceniu danych pochodzących z okresów, gdy sterownik był rozkalibrowany (przesunięty pik konwersji $\alpha\gamma$ Am-241) lub dane były błędne. W kolumnie „DOSTĘPNOŚĆ DANYCH” podano procent prawidłowych danych na stacji w roku 2006.

Stacja	Dostępność danych [%]	Zakres „jodowy”			Zakres „cezowy”		
		minimum	maksimum	średnia	minimum	maksimum	średnia
Warszawa	83,5	0,22	0,64	0,35	0,26	0,55	0,36
Gdynia	97,6	2,35	3,45	2,83	0,78	1,19	0,94
Szczecin	84,4	1,18	1,79	1,50	0,96	1,56	1,21
Wrocław	46,0	0,65	3,77	1,85	0,60	1,36	0,92
Kraków	14,5	0,74	4,56	3,62	0,66	1,92	1,17
Białystok	76,5	2,32	3,91	3,05	0,79	1,29	0,98
Sanok	80,0	0,89	3,11	1,85	0,63	1,53	1,16
Lublin	66,8	2,49	4,38	3,51	0,77	2,65	1,11
Katowice	66,6	1,57	2,70	2,06	1,01	1,89	1,20
Zielona Góra	68,6	0,73	1,75	1,34	0,80	1,21	0,98
POLSKA	68,5	0,22	4,56	2,20	0,26	2,65	1,00

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki



2.2 PODRĘCZNIK PROWADZENIA AKCJI RATUNKOWEJ LUDNOŚCI W PRZYPADKU UŻYCIA ŹRÓDEŁ PROMIENIOWANIA W ZŁYCH ZAMIARACH

G. Smagała, P. Krajewski

1 września 2006 roku rozpoczęto prace, w ramach VI Programu Ramowego Komisji Europejskiej EURATOM, związane z udziałem w międzynarodowym projekcie o akronimie TMT Handbook a dotyczącym opracowania poradnika na temat zasad selekcji, monitorowania i leczenia poszkodowanych w przypadku użycia źródeł promieniowania w zamiarach wrogich, czyli o charakterze terrorystycznym. Projekt o angielskiej nazwie "TRIAGE, MONITORING AND TREATMENT - HANDBOOK FOR MANAGEMENT OF THE PUBLIC IN THE EVENT OF MALEVOLENT USE OF RADIATION" realizowany będzie wspólnie z sześcioma innymi partnerami konsorcjum przez 30 miesięcy. Partnerami Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) są: Belgian Nuclear Research Centre (SCK-CEN - koordynator projektu), Health Protection Agency (HPA, UK), Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA), Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (STUK), World Health Organization (WHO) i ENVIROS Consulting (UK). Pierwsze spotkanie (kick off meeting) członków konsorcjum miało miejsce w Brukseli 10-11 października 2006. CLOR uzyskał dofinansowanie z Ministerstwa Nauki (MNiSW) na uczestnictwo w projekcie.

Realizacja projektu obejmuje następujące zadania:

Przygotowanie scenariuszy zdarzeń z użyciem źródeł promieniowania w złych zamiarach.

Krajowe systemy reagowania (ratownictwa medycznego) na zdarzenia nadzwyczajne. Poradnik postępowania i zasad selekcji oraz diagnozy uszczerbku na zdrowiu poszkodowanych.

Poradnik sposobów leczenia, postępowania ratunkowego oraz długotrwałej terapii poszkodowanych osób.

Popularyzacja i szkolenie.

Poradniki zostaną wydane w formie modułowego podręcznika, który będzie rozesłany do możliwie największej liczby potencjalnych użytkowników w krajach Unii Europejskiej. Użytkownicy zostaną poproszeni o sformułowanie uwag, co do zawartości podręcznika i zachęeni do sprawdzenia podręcznika na przeprowadzonych w tym celu krajowych ćwiczeniach gotowości reagowania na zdarzenia nadzwyczajne. Na bazie zebranych informacji zostanie wydana zweryfikowana wersja podręcznika. Planowana jest szeroka dystrybucja i popularyzacja podręcznika wśród państwowych instytucji krajów Unii Europejskiej odpowiedzialnych za reagowanie na sytuacje nadzwyczajne oraz wdrożenie podręcznika do krajowych programów szkoleniowych. Efektem tych działań będzie

zwiększenie skuteczności europejskiego systemu reagowania na zdarzenia nadzwyczajne z użyciem w złych zamiarach promieniowania lub materiałów radioaktywnych.

Aktualnie prowadzone są studia nad scenariuszami zdarzeń a w szczególności nad elementami istotnymi dla konsekwencji medycznych. Rozważane warianty zdarzeń obejmują:

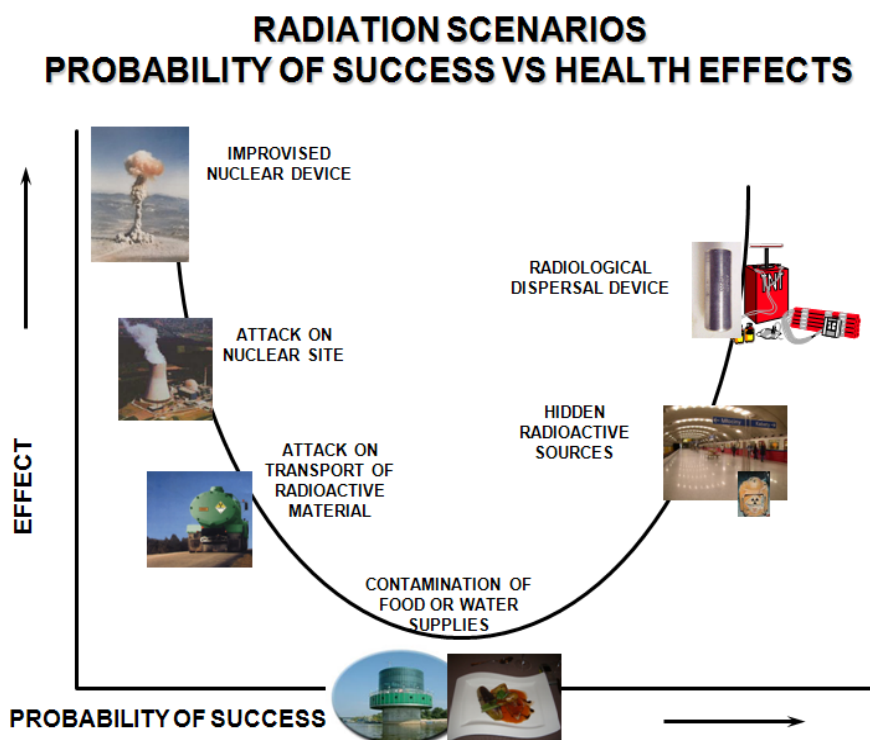
- użycie radiologicznego urządzenia dyspersji (RDD),
- atak na obiekt jądrowy lub transport materiału radioaktywnego,
- użycie improwizowanej bomby jądrowej (IND),
- ukryte źródło promieniotwórcze,
- celowe skażenie produktów żywnościowych lub ujęć wodny pitnej.

Skutki medyczne powyższych zdarzeń mogą różnić się, co do skali zasięgu jak i ich ostrości, co ma związek nie tylko z rodzajem użytego materiału, czy elementami przygotowania wrogiego incydentu, ale z wcześniejszą edukacją i przygotowaniem na taką ewentualność społeczeństwa, służb ratowniczych, ośrodków leczenia przedszpitalnego i szpitalnego, czy też z posiadaniem zaplecza w zakresie dozymetrii fizycznej, radio-analityki i radiobiologii. Pewnym podobieństwem sytuacji może być tragiczna lekcja z historii w Brazyli, Goiania, gdzie w 1987 roku pozostawiona terapeutyczna „bomba cezowa”, zawierająca źródło CsCl (proszek) o aktywności 1375 Ci – 50,9 TBq, trafiła w ręce poszukiwaczy złomu niosąc za sobą 4 ofiary śmiertelne i 112 000 osób wymagających monitorowania, z których 49 było hospitalizowanych, 22 wymagały intensywnej opieki lekarskiej, 28 cierpiało z powodu poparzeń a 249 było skażonych w tym 129 miało skażenia wewnętrzne.

Z przeprowadzonego rozeznania sytuacji w Polsce wynika, iż prowadzone są szkolenia, seminaria i ćwiczenia z zakresu ratownictwa medycznego, ale najczęściej dotyczą one ratownictwa klasycznego czasami poszerzonego o skażenia chemiczne, z uwagi na ich częstotliwość występowania. Przykładem jest międzynarodowe seminarium i ćwiczenie ratownicze służb Podlasia „Białowieża 2006” zorganizowane przez Komendę Wojewódzką Państwowej Straży Pożarnej (PSP) w Białymstoku w dniach 26-27 września 2006. Wprawdzie uczestnictwo dwojga przedstawicieli CLOR i ich prezentacja pt. „Organizacja i prowadzenie działań ratowniczych podczas zdarzeń z obecnością źródeł promieniowania jonizującego” świadczy o zainteresowaniu problemem zdarzeń radiacyjnych, ale w ćwiczeniu praktycznym **‘działań ratowniczych podczas katastrofy kolejowo-drogowej w transporcie materiałów niebezpiecznych mającej charakter zdarzenia masowego’** zastosowano środki i skażenia chemiczne. Z zakresu działań medycznych ćwiczona była pomoc przedszpitalna, transport poszkodowanych i pomoc szpitalna. Pomocy przedszpitalnej udzielali ratownicy medyczni PSP i pogotowie ratunkowe. Z uwagi na dużą liczbę ofiar i brak

wystarczających sił i środków na miejscu zdarzenia przeprowadzono triage, czyli selekcję poszkodowanych oraz ustalenie priorytetów leczniczo-transportowych. Był to klasyczny triage medyczny, który w praktyce ma zawsze pierwszeństwo przed wszystkimi innymi zagrożeniami w tym przed skażeniami radiacyjnymi jak skażenie, czy napromienienie.

W ramach współpracy międzynarodowej CLOR na uwagę zasługuje także współpraca z Międzynarodową Techniczną Grupą Roboczą ds. przemytu jądrowego (ITWG) w sprawie działalności międzynarodowej sieci laboratoriów jądrowej analizy kryminalistycznej (INFL). ITWG wspólnie z IAEA oraz wsparciem ze strony Komisji Europejskiej planują przeprowadzenie kolejnego trzeciego już ćwiczenia badania materiałów jądrowych i promieniotwórczych odpowiednio do deklaracji laboratoriów w nadesłanych samoocenach. CLOR oficjalnie wyraził chęć uczestniczenia w międzynarodowym ćwiczeniu badań materiałów jądrowych i promieniotwórczych nieznanego pochodzenia. Zgodnie z ustaleniami w Karlsruhe we wrześniu 2006 na spotkaniu ITWG, w którym uczestniczyła reprezentantka CLOR, IAEA ma przygotować i rozesać do badań 'round-robin test' próbki materiału jądrowego. Niestety nastąpiło opóźnienie w realizacji ćwiczenia a IAEA oczekuje jeszcze na dodatkowe ustalenia i spotkanie w celu doprecyzowania zadania.



Praca finansowana w ramach VI Programu Ramowego Komisji Europejskiej EURATOM

2.3 KOMPLEKSOWE POMIARY SŁUŻĄCE OCENIE SYTUACJI RADIACYJNEJ W OTOCZENIU KRAJOWEGO SKŁADOWISKA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH (KSOP) W RÓŻANIE ORAZ WOKÓŁ OŚRODKA W ŚWIERKU

L. Kownacka, K. Isajenko, P. Krajewski, P. Lipiński, I. Radwan, A. Żak, A. Adamczyk, A. Boratyński, E. Chrzanowski, R. Czekala, A. Ząbek.

Praca była finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki. W roku 2006 w ramach w/w zadania wokół obu ośrodków pobrano ogółem 119 próbek, z czego 82 w otoczeniu KSOP w Różanie i 37 w otoczeniu Ośrodka w Świerku. W 19 próbkach wód rzecznych, studziennych i źródłanych wykonano pomiary stężenia cezu promieniotwórczego wraz ze wstępną analizą γ -spektrometryczną, w 3 próbkach wód studziennych wykonano pomiary stężenia strontu-90, pomiary całkowitej aktywności substancji β promieniotwórczych wykonano 24 w próbkach wód gruntowych, w 41 próbkach wód wykonano pomiary stężenia trytu, a w 40 próbkach gleby, trawy, zboża oraz aerozolu atmosferycznego przeprowadzono ilościowe analizy γ -spektrometryczne. W 20 punktach zmierzono moc dawki komorą jonizacyjną.

Okolice KSOP-Różan

Stężenie substancji promieniotwórczych w różnych komponentach środowiska było na niskim poziomie. Średnie stężenie cezu wynosiło: wody rzeki Narew - 0,0019 Bq/dm³, wody studzienne - 0,0012 Bq/dm³, wody źródlane - 0,0013 Bq/dm³, stężenie trytu: wody rzeki Narew - 1,5 Bq/dm³, wody studzienne - 1,45 Bq/dm³, wody źródlane - 1,7 Bq/dm³ oraz stężenia strontu-90 w wodach studziennych wynosiło 0,0017 Bq/dm³.

Średnia całkowita promieniotwórczość β zmierzona w próbkach wody gruntowej jest również na niskim poziomie i wynosiła 0,115 Bq/dm³, stężenia trytu w wodach gruntowych - 1,3 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: 3,14 Bq/kg, zboże: <0,21 Bq/kg, trawa: 12,1 Bq/kg s.m., aerozol atmosferyczny: 3,9 μ Bq/m³ (średnie stężenie dla okresów poboru próbek dla Polski wynosi 1,1 μ Bq/m³).

Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 101 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 - $0,0009 \text{ Bq/dm}^3$, wody studzienne - $0,0023 \text{ Bq/dm}^3$, wody z oczyszczalni ścieków - $0,0087 \text{ Bq/dm}^3$ oraz wody rzeki Wisły - $0,0024 \text{ Bq/dm}^3$, stężenie trytu: wody rzeki Narew - $1,0 \text{ Bq/dm}^3$, wody studzienne - $1,3 \text{ Bq/dm}^3$, wody rzeki Wisły - $1,3 \text{ Bq/dm}^3$ oraz stężenia strontu-90 w wodach studziennych wynosiło $0,0082 \text{ Bq/dm}^3$.

W innych próbkach środowiskowych stężenia ^{137}Cs są również na niskim poziomie: gleba - $1,04 \text{ Bq/kg}$, zboże - $<0,10 \text{ Bq/kg}$, trawa - $4,6 \text{ Bq/kg s.m.}$. Średnia moc dawki promieniowania gamma (wraz z udziałem od promieniowania kosmicznego) wynosiła 69 nGy/h i była w granicach wartości mierzonych w Polsce.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

2.4 OPRACOWANIE SCENARIUSZY TESTOWYCH NA POTRZEBY WALIDACJI MODELI OBLICZENIOWYCH SŁUŻĄCYCH DO OCENY SYTUACJI RADIACYJNEJ KRAJU W WYPADKU ZDARZEŃ RADIACYJNYCH

G. Krajewska

W związku z implementacją modułów komputerowych RODOS FCDM i ARGOS FCDM (Food-Chain and Dose Module) w Centrum do Spraw Zdarzeń Radiacyjnych (CEZAR) Państwowej Agencji Atomistyki jako narzędzi wspomagających decyzje wprowadzenia działań interwencyjnych w wypadku zdarzeń radiacyjnych, podjęto prace nad przeprowadzeniem udokumentowanych testów w/w modułów.

W 2006 roku opracowano odpowiednie cztery scenariusze obejmujące różne sytuacje radiologiczne, biorąc pod uwagę parametry charakterystyczne dla warunków w Polsce, jak strukturę agrotechniczną, warunki klimatyczne, właściwości gleby, strukturę spożycia itp.

Przygotowanie w/w scenariuszy prowadzono w czterech etapach kwartalnych, w każdym z etapów przygotowując odpowiednie dane dla innego izotopu promieniotwórczego.

W pierwszym etapie pracy przygotowano dane wejściowe symulując uwolnienie promieniotwórczego jodu ^{131}I w hipotetycznej sytuacji radiologicznej wystąpienia 3 dniowego skażenia powietrza w dniach 29-30 kwietnia oraz 1 maja 2006 o wartości $100 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$. Założono 50% udział frakcji aerozolowej w skażonym powietrzu z logarytmiczno normalnym rozkładem aktywności poszczególnych średnic cząstek o średniej AMAD=0,6 μm i odchyleniu standardowym SD(DAE) = 4 μm , oraz intensywny deszcz 30 kwietnia 2006. Odpowiadająca przyjętym warunkom prędkość depozycji suchej wynosi: $0,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ dla jodu związanego z aerozolem oraz $1,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ dla jodu elementarnego.

Jako pierwszy zbiór do testów wyznaczono wielkość dziennego suchego i mokrego opadu radioaktywnego ^{131}I w poszczególnych dniach skażenia oraz opad całkowity. Jako drugi zbiór testowy wyznaczono stężenie ^{131}I w trawie w okresie 29 kwietnia – 16 czerwca 2006, przy założeniu, że biomasa w dniu 1 maja wynosi $0,45 \pm 0,15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ _{św.m.} – standardowy rozwój trawy wg. FCDM RODOS. Uwzględniono wpływ deszczu na wymywanie skażeń z trawy oraz zaniedbano przechodzenie promieniotwórczego jodu ^{131}I z gleby do trawy ze względu na krótki czas połowicznego rozpadu tego izotopu. Trzecim zbiorem testowym było stężenie ^{131}I w mleku w okresie 29 kwietnia – 16 czerwca 2006r. obliczone dla kilku wariantów wypuszczania krów na pastwisko (krowy na pastwisku od 1, 5, 10, 15, 25 maja), ponieważ czas rozpoczęcia wypasu krów w okresie występowania skażeń jest krytycznym parametrem mającym znaczący wpływ na poziom promieniotwórczego jodu w mleku a w konsekwencji na dawki dla ludności od skażeń wewnętrznych. Przyjęto standardowe parametry zgodnie z RODOS FCDM: dietę krów - 45 kg trawy (świeżej masy) dziennie oraz współczynnik przejścia trawa-mleko dla jodu równy $3 \times 10^{-3} [\text{d} \cdot \text{kg}^{-1}]$. Czwarty zestaw testowy stanowiły przewidywane zawartości ^{131}I w tarczycy w okresie 30 kwietnia - 30 czerwca 2006 r. u osoby dorosłej oraz 10 letniego подростка (jako przedstawiciela grupy krytycznej). Przyjęto standardowe parametry metabolizmu jodu według ICRP 56 (1989)¹. Jako piąty zbiór testowy określono dawki od promieniotwórczego jodu ^{131}I dla człowieka standardowego i подростка w wieku 10 lat. Na potrzeby walidacji wyznaczono „podstawowy zestaw” dawek obejmujący dawki od ekspozycji zewnętrznej (od chmury i od skażonego opadem gruntu) oraz dawki od ekspozycji wewnętrznej (w wyniku oddychania skażonym powietrzem i w wyniku spożywania skażonego mleka). Obliczenia dawek od ekspozycji zewnętrznej przeprowadzono dla przypadku niskiej

¹ Age-dependent Doses to Member of the Public from Intake of Radionuclides, Part 1. ICRP Publication 56, International Commission on Radiological Protection.

zabudowy wiejskiej uwzględniając współczynnik osłonności budynku równy 0,3 oraz współczynnik filtracji budynku 0,4 (w.g. FCDM RODOS) Przyjęto czas przebywania w budynku równy 16 godzin na dobę oraz czas przebywania poza budynkiem - 8 godzin na dobę.

W drugim etapie pracy przygotowano dane wejściowe dla hipotetycznej sytuacji radiologicznej uwolnień promieniotwórczego cezu ^{137}Cs i w związku z tym wystąpienia jedno dniowego skażenia powietrza tym radionuklidem o wartości $10 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ w dniach: 30 kwietnia 2006 (*sytuacja odpowiadająca porze skażeń czarnobylskich w Polsce*), 27 lipca 2006 (*zbiór zbóż i roślin okopowych*) oraz 30 października 2006 (*koniec wypasu krów w Polsce na otwartych pastwiskach*). Założono 100% udział frakcji aerozolowej w skażonym powietrzu z logarytmiczno normalnym rozkładem aktywności poszczególnych średnic cząstek o średniej AMAD=0,6 μm i odchyleniu standardowym SD(DAE) = 4 μm , oraz intensywny deszcz w dniu skażenia.

Podobnie jak dla promieniotwórczego ^{131}I zbiory do testów modułów FCDM RODOS oraz FCDM ARGOS stanowiły: wielkość suchego i mokrego opadu radioaktywnego ^{137}Cs , stężenie promieniotwórczego cezu ^{137}Cs w trawie pastwiskowej ciętej w odpowiednim okresie zbiorów w latach 2006-2011 (w dniu 30 maja, 15 lipca, 15 września każdego roku), wartości stężenia ^{137}Cs w mleku w okresie 2006-2011 obliczone dla omawianych powyżej trzech okresów skażeń powietrza i przewidywane zawartości ^{137}Cs w całym ciele człowieka w latach 2006-2011. Jako piąty zbiór testowy określono dawki od promieniotwórczego cezu ^{137}Cs dla człowieka standardowego. Tak jak w etapie pierwszym „podstawowy zestaw” dawek obejmował dawki od ekspozycji zewnętrznej (od chmury i od skażonego opadem gruntu) oraz dawki od ekspozycji wewnętrznej (w wyniku oddychania skażonym powietrzem oraz w wyniku spożywania skażonego mleka). W przypadku dawek ekspozycji zewnętrznej wyróżniono odpowiednie przedziały czasowe: dawki miesięczne (maj 2006, lipiec 2006, październik 2006), dawki roczne 2006–2011. Obliczenia dawek od ekspozycji zewnętrznej przeprowadzono dla przypadku niskiej zabudowy wiejskiej uwzględniając współczynnik osłonności budynku równy 0,3 oraz współczynnik filtracji budynku 0,4 (w.g. FCDM RODOS). Przyjęto czas przebywania w budynku równy 16 godzin na dobę oraz czas przebywania poza budynkiem - 8 godzin na dobę.

W trzecim etapie pracy przeprowadzono obliczenia dla uwolnień promieniotwórczego cezu ^{134}Cs . Hipotetycznej sytuacji radiologicznej polegała na wystąpieniu jedno dniowego skażenia powietrza o wartości $5^2 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ w tych samych dniach co w przypadku ^{137}Cs : 30 kwietnia 2006 (*sytuacja odpowiadająca porze skażeń*

² Przyjęcie 5 Bq m^{-3} zamiast $1 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ nie ma znaczenia z punktu widzenia normalizacji przewidywań kodu natomiast zbliżało ocenę dawek do sytuacji w Polsce po awarii w Czarnobylu gdzie stosunek $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs}$ wynosił około 2.

czarnobylskich w Polsce), 27 lipca 2006 (zbiór zbóż i roślin okopowych) oraz 30 października 2006 (koniec wypasu krów w Polsce na otwartych pastwiskach). Zbiór danych testowych był analogiczny jak dla promieniotwórczego cezu ^{137}Cs .

W czwartym etapie pracy przeprowadzono analizę zmienności dawek od cezu promieniotwórczego ^{134}Cs i ^{137}Cs dla trzech różnych lokalizacji charakteryzującymi się odmiennymi warunkami glebowymi. Wzięto pod uwagę współczynnik przechodzenia cezu z gleby do trawy (Transfer Factor – TF)³ równy odpowiednio: gleba piaszczysto-gliniasta - TF=0,24; gleba piaszczysta - TF=0,7, gleba próchnicza - TF=2,1, gleba gliniasta - TF=0,1.

Temat jest kontynuowany w roku 2007. Przewiduje się przygotowanie kolejnych scenariuszy obejmujących środki zaradcze redukujące dawkę: tabletki jodowe, zakaz wypasu krów, ograniczenie spożycia skażonych produktów żywnościowych lub pozostanie w pomieszczeniach, oraz przeprowadzenie testów RODOS FCDM i ARGOS FCDM na bazie opracowanych scenariuszy.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki



³ Wyrażony jako stosunek stężenia cezu w suchej masie rośliny do stężenia cezu w suchej glebie $(\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{s.m. roślina}}) \times (\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}_{\text{gleba}})^{-1}$.

2.5 MONITORING STĘŻENIA ^{137}Cs W GLEBIE W LATACH 2004-2006

M. Biernacka, K. Isajenko, P. Lipiński, A. Ząbek

W ramach pracy pt. „Monitoring stężenia ^{137}Cs w glebie w latach 2004-2006” zrealizowano następujące zadania:

- Przygotowano sprawozdanie końcowe dla GIOŚ oraz NFOŚiGW zawierające wyniki badań, w postaci map radiologicznych, obrazujących depozycję ^{137}Cs w [kBq/m^2] oraz stężenia radionuklidów naturalnych w [Bq/kg] w powierzchniowej warstwie gleby przeprowadzonych dla serii próbek pobranych w październiku 2004r.;
- Prowadzono prace związane z opracowaniem oraz przygotowaniem do druku „Atlasu Radiologicznego Polski, 2005”. Atlas został wydany we wrześniu 2006 roku;
- Przeprowadzono nową serię poboru próbek gleby z całej Polski, w październiku 2006. Pobrano 254 próbki z warstwy o grubości 10 cm oraz 10 próbek z warstwy o grubości 25 cm. Wszystkie próbki zostały przygotowane do pomiaru spektrometrycznego, a więc wysuszone, rozdrobnione, poważone i umieszczone w naczyniach Marinelli. Ponadto wykonano pomiary spektrometryczne 20 próbek gleby co pozwoliło na opracowanie wyników dla rejonu słupskiego (zgodnie z podziałem Polski na rejony IMGiW).

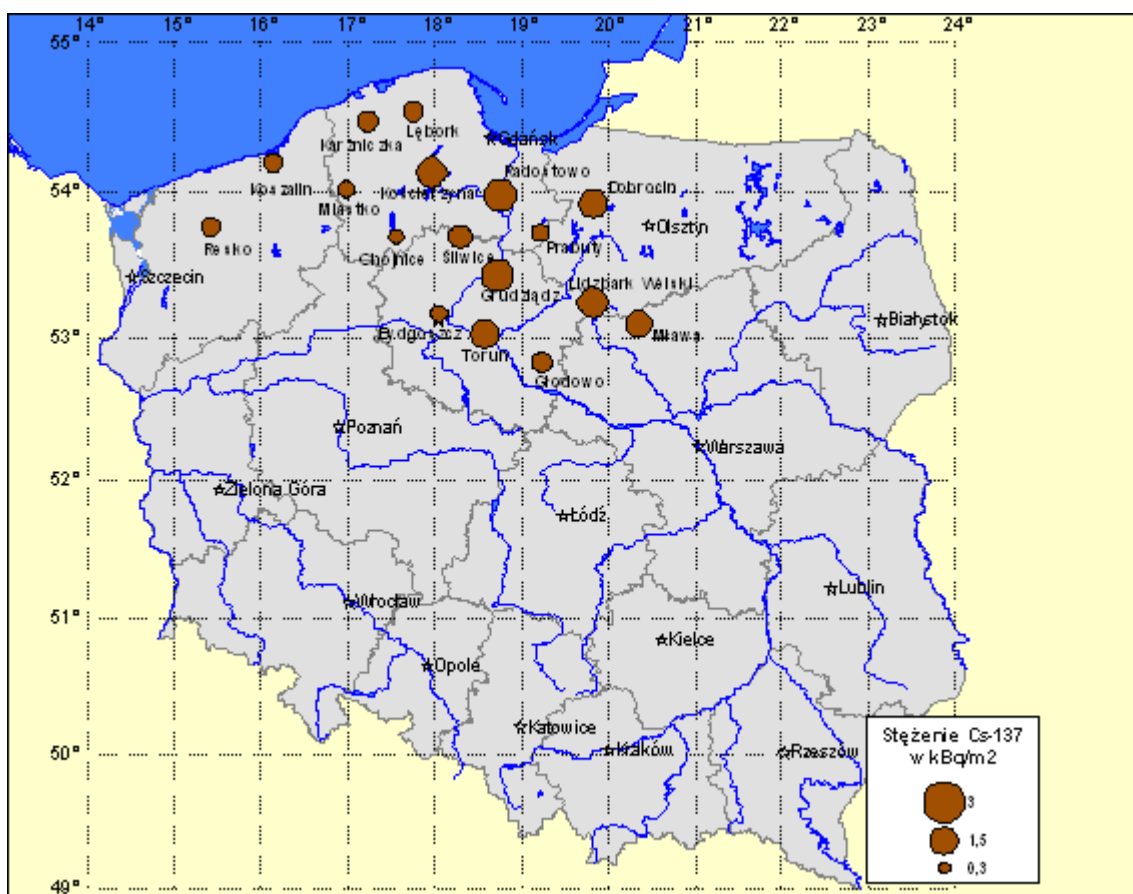
Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń poszczególnych radionuklidów w glebie z rejonu słupskiego pobranej w październiku 2006r. wynoszą:

dla ^{137}Cs : śr. 1,11 kBq/m^2 ; zakres: $[0,43 \div 1,92] \text{ kBq/m}^2$;
 dla ^{226}Ra : śr. 15,3 Bq/kg ; zakres: $[7,7 \div 25,7] \text{ Bq/kg}$;
 dla ^{228}Ac : śr. 16,8 Bq/kg ; zakres: $[7,1 \div 32,7] \text{ Bq/kg}$;
 dla ^{40}K : śr. 386 Bq/kg ; zakres: $[204 \div 675] \text{ Bq/kg}$.

Rozkład terytorialny stężeń ^{137}Cs w glebie w rejonie słupskim jest przedstawiony, w postaci mapy radiologicznej wykonanej metodą diagramu kołowego, na załączonym rysunku.

Stężenie ^{137}Cs w powierzchniowej warstwie gleby, poczynając od 1988r. (kiedy to po raz pierwszy pobrano do badań próbki gleby), systematycznie maleje, wskutek rozpadu promieniotwórczego tego nuklidu ($T_{1/2} = 30,02$ lat) oraz jego wnikania w głębsze warstwy gleby. Proces wnikania cezu w głębsze warstwy gleby odgrywa coraz większą rolę i powoduje, że jego stężenie w powierzchniowej

dziesięciocentymetrowej warstwie maleje znacznie szybciej niżby to wynikało z jego rozpadu promieniotwórczego.



Rysunek.1. Stężenie ^{137}Cs w powierzchniowej (0-10cm) warstwie gleby w punktach poboru rozmieszczonych na terenie rejonu słupskiego (październik 2006).

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



2.6 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH MORZA BAŁTYCKIEGO W 2006 ROKU

M. Suplińska, A. Adamczyk

Badania środowiska Morza Bałtyckiego koordynowane przez Komisję Helsińską prowadzone są przez wszystkie kraje nadbałtyckie. Zakres prac CLOR obejmuje oznaczanie substancji promieniotwórczych w osadach dennych i rybach. We wszystkich badanych próbkach wykonywane są oznaczenia ^{137}Cs , a w wybranych ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr , ^{226}Ra . Jako uzupełnienie, wykonywanego przez IMGW monitoringu wody morskiej, CLOR w wybranych próbkach wody prowadzi oznaczenia ^{226}Ra . Dane o skażeniach przekazywane są do Banku Danych Komisji Helsińskiej. Dane dla całego Bałtyku Komisja przekazuje do MAEA.

Osady dennie: Depozycja ^{137}Cs różniła się w badanych sub-rejonach od $4,80 \text{ kBq m}^{-2}$ w Zatoce Gdańskiej do $1,30 \text{ kBq m}^{-2}$ w Basenie Bornholmskim. Najwyższe stężenia ^{137}Cs występowały w górnych warstwach osadów. Stężenia ^{137}Cs w Zatoce Gdańskiej w warstwach osadów od 0 do 3 cm mieściły się w zakresie $238\text{--}279 \text{ Bq kg}^{-1}$, podczas gdy w Basenie Bornholmskim stężenia ^{137}Cs mieściły się w zakresie $58,3\text{--}102 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Depozycja plutonu była również zróżnicowana. W 2006 roku prowadzono oznaczenia w północnej części Basenu Gdańskiego (P-140) oraz w Basenie Bornholmskim (P-39). Kontynuowano pomiary w próbkach pobranych w roku 2005 z Zatoki Gdańskiej (P-110). Najwyższą depozycję – 184 Bq m^{-2} obserwowano w Zatoce Gdańskiej (P-110) najniższą – $25,6 \text{ Bq m}^{-2}$ w Basenie Bornholmskim. W latach 2005-2006 w Zatoce Gdańskiej stężenia $^{239,240}\text{Pu}$ w głębszych warstwach dochodziły do $10,5 \text{ Bq kg}^{-1}$ i były około 3 razy wyższe niż w Głębi Gdańskiej ($3,06 \text{ Bq kg}^{-1}$) a ponad 5 razy niższe od stężeń $^{239,240}\text{Pu}$ w Basenie Bornholmskim ($1,93 \text{ Bq kg}^{-1}$). Stężenia ^{238}Pu w poszczególnych warstwach mieściły się w zakresie $17\text{--}415 \text{ mBq kg}^{-1}$. Stosunki aktywności ^{238}Pu do $^{239,240}\text{Pu}$ w poszczególnych warstwach osadów mieściły się w granicach $0,02\text{--}0,05$ czyli były typowe dla opadu po testach nuklearnych.

Oznaczenia ^{90}Sr wykonano w próbkach z Zatoki Gdańskiej pobranych w 2005 roku. Zaobserwowano niewielkie różnice w stężeniach ^{90}Sr w głąb profili osadów. Maksymalne wartości występowały na głębokości $11\text{--}13\text{cm}$ i wynosiły dla P-110 i P-116 odpowiednio $4,62 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{sm}}$ i $4,23 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{sm}}$ przy średnich stężeniach ^{90}Sr w próbkach rdzeniowych; $2,75 \pm 0,35 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{sm}}$ i $3,53 \pm 0,42 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{sm}}$. Stężeń ^{90}Sr w osadach z Zatoki Gdańskiej nie odbiegały od oznaczonych w roku ubiegłym stężeń dla morza otwartego. Otrzymane wyniki wskazują, że depozycja ^{90}Sr po awarii czarnobylskiej w rejonie Bałtyku Południowego nie przekraczała kilku procent

depozycji ^{137}Cs . Depozycja ^{90}Sr w rejonie Bałtyku Południowego była dość wyrównana i jego zawartość w osadach dennych mieściła się w zakresie 0,15-0,19 kBq m⁻².

Stężenia ^{226}Ra w osadach dennych różniły się w zależności od miejsca poboru próbek, a były wyrównane wzdłuż badanych profili. W osadach Zatoki Gdańskiej (P-116) średnie stężenie ^{226}Ra wyniosło $31,0 \pm 1,05 \text{ Bq kg}^{-1}$, w wschodniej części morza otwartego (P-140) $46,9 \pm 1,11 \text{ Bq kg}^{-1}$ a w Głębi Bornholmskiej $49,5 \pm 2,80 \text{ Bq kg}^{-1}$.

Ryby: Średnie stężenie ^{137}Cs w mięsie ryb wyniosło $6,80 \pm 0,61 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{ś.m.}}$. Z czterech analizowanych gatunków ryb najwyższe stężenie stwierdzono w dorszu - $7,89 \pm 0,80 \text{ Bq kg}^{-1}_{\text{ś.m.}}$; było ono wyższe o ok. 30% od średniego stężenia wyliczonego dla pozostałych gatunków. Stężenie ^{137}Cs w rybach bałtyckich od 1990 roku ulega powolnemu spadkowi. Wyliczony efektywny okres połowicznego spadku aktywności ^{137}Cs w rybach (T_{eff}) wynosi około 15 lat.

Średnie stężenie ^{226}Ra w rybach były w zakresie 83 mBq kg⁻¹ (dorsz) i 26 mBq kg⁻¹ (śledź).

Woda: Rozmieszczenie ^{226}Ra w wodzie na obszarze Bałtyku Południowego jest jednorodne. Średnie stężenie ^{226}Ra w wodzie Bałtyku Południowego w 2006 r. wynosiło $3,40 \pm 0,45 \text{ Bq m}^{-3}$. Stężenia ^{137}Cs w powierzchniowej warstwie wody zawierały się od 42,7 do 48,8 Bq m⁻³.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

2.7 MONITORING SKAŻEŃ PROMIENIOTWÓRCZYCH WÓD POWIERZCHNIOWYCH I OSADÓW DENNYCH W LATACH 2006-2008 (Etap I)

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

Pobór próbek w roku 2006 objął dorzecze Wisły i Odry. Próbkę wody i osadów dennych pobrano z następujących rzek: Wisła i dwa jej dopływy - Bug i Narew (7 punktów poboru), Odra i Warta (5 punktów poboru). Miejsca poboru próbek i ich liczba są zgodnie z ustaleniami z Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska.

Próbki wody o objętości 20 litrów pobierano z głównego nurtu, osady pobierano w odległości od 2 do 5 m od brzegu rzek z trzech miejsc, oddalonych od siebie o ok. 50 m i sporządzano próbkę zbiorczą o masie ok. 1 kg. Po przywiezieniu do laboratorium wodę odparowywano z dodatkiem kwasu azotowego; osady denne po usunięciu kamyków i części roślin, suszono w temp. 105°C do stałej wagi i przesiewano przez sito o średnicy oczek 2 mm.

W próbkach wody oznaczono ^{137}Cs i ^{90}Sr , natomiast w próbkach osadów dennych oznaczono ^{137}Cs i $^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu . ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach oraz ^{137}Cs , ^{238}Pu i $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych oznaczano zgodnie z zatwierdzoną przez Prezesa PAA „Techniką pomiarową do ilościowego oznaczania ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodach powierzchniowych” i „Techniką pomiarową do ilościowego oznaczania ^{137}Cs , ^{238}Pu i $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych”.

^{137}Cs i ^{90}Sr oznaczano w tej samej próbce. Metoda oznaczania ^{137}Cs polega na selektywnej sorpcji cezu na złożu fosfomolibdenianu amonu (AMP) i pomiarze aktywności β preparatu. Do oznaczenia ^{90}Sr stosowano metodę polegającą na oznaczeniu ^{90}Y , krótkożyciowego izotopu ($T_{1/2}$ - 64,2 h) powstającego w wyniku rozpadu ^{90}Sr . Wydajność radiochemiczna oznaczeń ^{90}Sr była wysoka i wynosiła od 83 do 99%, średnia wydajność była równa $93,0 \pm 5,2\%$. Do pomiaru aktywności ^{137}Cs i ^{90}Sr stosowano niskotłowy zestaw aparaturowy, produkcji duńskiej, oparty na licznikach przepływowych GM (Riso GM-25-5) o biegu własnym około 0,2 imp/min i wydajności pomiaru ok. 40%. Wydajność osadzania ^{137}Cs na złożu AMP wynosi ok. 99%, a jego granica oznaczalności dla czasu pomiaru 180 min wynosi 0,32 mBq/l. Granica oznaczalności ^{90}Sr dla czasu pomiaru 120 min wynosi 0,45 mBq/l.

^{137}Cs w osadach dennych oznaczano metodą spektrometrii gamma. Zasada metody oznaczania $^{239,240}\text{Pu}$ i ^{238}Pu polega na wydzieleniu plutonu z badanej próbki, elektrodepozycji i pomiarze aktywności metodą α -spektrometryczną. Analizę prowadzono w obecności znacznika (^{242}Pu), co pozwala na określenie wydajności chemicznej i wydajności pomiaru. Granica detekcji izotopów plutonu wynosiła 0,2 mBq/ próbkę. Wydajność radiochemiczna plutonu wynosiła średnio 52,2% i mieściła się w zakresie od 35% do 93%.

Stężenie ^{137}Cs w wodzie zawierało się w granicach od 1,42 mBq/l w Wyszkanie (Bug) do 4,50 mBq/l we Wrocławiu (Odra). Poziom tego radionuklidu w dorzeczu Wisły był niższy niż w dorzeczu Odry. Stężenie ^{90}Sr w wodach rzek było mniej zróżnicowane niż ^{137}Cs i zawierało się w granicach od 3,07 mBq/l w Poznaniu (Warta) do 6,30 mBq/l w Kieźmarku (Wisła). Poziom ^{90}Sr w dorzeczu Odry i Wisły był zbliżony.

Stężenie ^{137}Cs w osadach dennych rzek zawierało się w zakresie od 0,56 Bq/kg w Warszawie do 12,2 Bq/kg w Chałupkach. Stężenie $^{239,240}\text{Pu}$ w osadach dennych rzek było najniższe w Kiezmorku (9,27 mBq/kg i w Tyńcu 9,30 mBq/kg), a najwyższe w Chałupkach – 26,8 mBq/kg. Skażenie wód powierzchniowych ^{137}Cs i ^{90}Sr jest niewielkie. Również skażenie cezem-137 i Pu-239,240 osadów dennych rzek pozostaje na niskim poziomie.

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, że w badanym okresie nie wystąpiły nowe uwolnienia izotopów promieniotwórczych do środowiska.

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 BUDOWLANÝCH STOSOWANYCH W POLSCE W LATACH 1980-2006

A. Żak, M. Biernacka, M. Kuczbajska, A. Ząbek

Od 1980 r 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 2006 roku do bazy danych wpisano 1184 wyników nadesłanych przez 12 laboratoriów w tym 49 próbek zbadanych w CLOR. Od 1980 r. zebrano w bazie danych wyniki badań 33337 próbek różnych surowców i materiałów

Kryteria oceny przydatności surowca lub materiału do stosowania w różnych rodzajach budownictwa w 2006 r. podano w Rozporządzeniu Rady Ministrów Nr 1850 z dnia 3 grudnia 2002 r. oraz w Instrukcji ITB nr 234/2003.

Wartości wskaźników aktywności dla badanych surowców i materiałów przedstawiono w Tabeli 1.

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 2006r., 13% próbek popiołów lotnych i 1,3% próbek żużli przekraczają wartość graniczną $f_{1gr} = 1$ o więcej niż 20% i reprezentowane przez nie materiały mogą być stosowane jako surowce do produkcji materiałów dla budownictwa mieszkaniowego.

Biorąc pod uwagę wartości wskaźnika f_2 0,3% popiołów lotnych 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 wskaźników f_1 i f_2 w latach od 1980 do 2006. Dla najczęściej stosowanych surowców odpadowych (popiołów lotnych i żużli kotłowych) oraz dla wyborów gotowych:

- dla popiołów lotnych obserwuje się spadek wartości wskaźnika f_1 o 0,35% na rok oraz wzrost wartości wskaźnika f_2 o 1,2% na rok, liczone za okres ostatnich 10 lat,
- dla żużli kotłowych obserwuje się spadek wartości wskaźnika f_1 o 2,5% na rok i wartości wskaźnika f_2 o 1,4% na rok, liczone za okres ostatnich 10 lat,
- dla betonów lekkich obserwuje się spadek wartości wskaźników f_1 i f_2 o 2,7% na rok liczone za okres ostatnich 8 lat,
- dla ceramiki budowlanej obserwuje się wzrost wartości wskaźników f_1 i f_2 o 0,5% na rok liczone za okres ostatnich 8 lat.

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” oraz próbki interkalibracyjnej CLOR wykonywanie okresowej kalibracji aparatury.

Sporządzono 1 komplet wzorców kalibracyjnych dla nowego laboratorium oraz przeprowadzono dwa szkolenia uzupełniające dla laboratoriów pracujących w Łodzi i w Poznaniu. Opracowano tabele zawierające wartości minimalne, średnie i maksymalne stężenia radionuklidów i wartości wskaźników aktywności badanych materiałów które zamieszczono w wydawnictwie GUS Ochrona Środowiska 2006 na str. 363 (za lata 2003 - 2005).



Tabela 1.

Wartości współczynników aktywności f ₁ i f ₂ w wybranych surowcach i materiałach budowlanych pomierzone w 2006 roku.			
Rodzaj surowca lub materiału budowlanego	Liczba próbek	Wartości wskaźników aktywności	
		f ₁	f ₂ [Bq/kg]
Surowce pochodzenia naturalnego			
marmur	0	-	-
kreda	0	-	-
gips	0	-	-
kamień wapienny	0	-	-
wapno	0	-	-
piasek	11	0,19 - 0,65 - 0,80	8,0 - 62,2 - 81,1
margiel	0	-	-
klinkier	0	-	-
surowiec ilasty	0	-	-
glina	2	0,56 - 0,57 - 0,57	32,0 - 34,3 - 36,6
łupek	0		-
Surowce pochodzenia przemysłowego			
popioły lotne	362	0,15 - 1,04 - 1,67	39,1 - 117,1 - 255,9
żużel kotłowy	153	0,09 - 0,86 - 1,39	12,6 - 89,5 - 161,5
produkt odsiarczania spalin	5	0,72 - 0,78 - 0,83	55,9 - 84,2 - 110,7
żużel wielkopiecowy	1	0,55	106,3
żużel pomiedziowy	0	-	-
fosfogips	0	-	-
kruszywo z popiołów	69	0,92 - 1,02 - 1,13	100,6- 12,06 -159,7
Materiały budowlane			
cement	73	0,09 - 0,29 - 0,74	10,3 - 37,7 - 111,6
beton komórkowy i lekki	70	0,11 - 0,64 - 0,91	8,8 - 65,4 - 106,5
betony inne	2	0,09 - 0,61 - 1,13	5,0 - 99,4 - 193,7
ceramika budowlana	209	0,44 - 0,64 - 0,92	13,0 - 51,3 - 108,0

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 było mleko płynne domieszkowane cezem 137 (wymagane stężenie cezu w zakresie 0,5 – 0,6 Bq na litr) lub strontem 90 (wymagane stężenie strontu w zakresie 0,2 – 0,3 Bq na litr).

Sprawdzono kalibracje dwóch spektrometrów gamma (analizator wielokanałowy Canberra z oprogramowaniem GENIE 2000, detektory HPGe o wydajności: 30% (PGT) i 20% (TEN) oraz układu pomiarowego promieniowania beta (Low-level β -multicounter – produkcji duńskiej).

Poprawność kalibracji była również sprawdzona w porównaniu międzynarodowym „Radiotoxicology Intercomparisons 2006”, organizowanym przez PROCORAD, Francja.

Materiał referencyjny do oznaczania Cs-137 przygotowano w 46 pojemnikach HDPE o objętości 2,5 litra. Pojemniki wysycono roztworem nośnika Cs. Do pojemników wlewano po 1 lub 2 litry mleka płynnego. Pobrano losowo 5 próbek i metodą spektrometrii gamma oznaczono w nich stężenie Cs-137. Zawartość Cs-137 w mleku płynnym stanowiącym materiał wyjściowy do sporządzania próbek referencyjnych wynosiła $0,11 \pm 0,02$ Bq/litr. Materiał wyjściowy był homogeny.

Należało dodać do każdego litra mleka od 0,39 do 0,49 Bq Cs-137, aby osiągnąć wymagane stężenie. Z roztworu wzorcowego przez kolejne rozcieńczenia przygotowano 1000 ml roztworu roboczego o aktywności właściwej 0,045 Bq/ml. Z roztworu pobierano porcje po 10 ml i dodawano do pojemników HDPE po jednej porcji na każdy litr mleka. W ten sposób osiągnięto wymagane stężenie Cs-137. W trzech losowo wybranych próbkach referencyjnych sprawdzono stężenie Cs-137. W przygotowanym materiale referencyjnym stężenie Cs-137 wynosiło **$(0,56 \pm 0,04)$ Bq/l**. Pojemniki ponumerowano, zamknięto i przechowywano w lodówce do czasu odbioru przez placówki.

Dla sporządzenia materiału referencyjnego do oznaczania Sr-90, przygotowano 15 pojemników HDPE, które wysycono roztworem nośnika Sr. Do pojemników wlewano po 2 litry mleka płynnego. Pobrano losowo 4 próbki mleka i wykonano oznaczenie Sr-90 metodą radiochemiczną. Zawartość Sr-90 w mleku płynnym stanowiącym materiał wyjściowy do sporządzania próbek referencyjnych wynosiła $0,04 \pm 0,002$ Bq/litr. Materiał wyjściowy był homogeny.

Należało dodać do każdego litra mleka od 0,16 do 0,26 Bq Sr-90, aby osiągnąć wymagane stężenie. Z roztworu wzorcowego przez kolejne rozcieńczenia przygotowano 200 ml roztworu o aktywności właściwej 0,023 Bq/ml. Z roztworu pobierano porcje po 10 ml i dodawano do pojemników HDPE po jednej porcji na każdy litr mleka. W ten sposób osiągnięto wymagane stężenie. W trzech losowo wybranych próbkach materiału referencyjnego sprawdzono stężenie Sr-90. W przygotowanym materiale referencyjnym stężenie Sr-90 wynosiło **$(0,27 \pm 0,01)$ Bq/l**.

Pojemniki ponumerowano, zamknięto i przechowywano w lodówce do czasu odbioru przez placówki.

Wyniki pomiarów próbek materiału referencyjnego otrzymano z 36 placówek. Placówki wykonały 48 oznaczeń aktywności Cs-137 w tym:

- metodą spektrometryczną - oznaczenia wykonało 26 placówek,
- metodą radiochemiczną - 22 placówki (16 placówek oznaczyła aktywność Cs-137 dwoma metodami).

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

Wszystkie wyniki pomiarów wprowadzono do rejestru i przeprowadzono ich analizę.

Wyniki pomiarów porównano z wartościami referencyjnymi. Do odrzucenia wyników wątpliwych stosowano testy Dixona, Grubbsa, t-Studenta. Wyniki odrzucono, jeśli dwa testy dały wynik negatywny. Pozostałe wyniki poddano analizie statystycznej.

Wyniki oznaczeń Cs-137 metodą spektrometryczną.

Nadesłano 26 wyników. W ocenie statystycznej uwzględniono 18 wyników, zakres 0,42 – 0,90 Bq/l. Różnice wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od -25% do +61%. Wartość średnia 0,60 Bq/l, 95% przedział ufności dla wartości średniej $(0,60 \pm 0,06)$ Bq/l.

Wyniki oznaczeń Cs-137 metodą radiochemiczną.

Nadesłano 22 wyniki. W ocenie statystycznej uwzględniono 19 wyników, zakres 0,39 – 0,57 Bq/l. Różnice wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od - 30% do +2%. Wartość średnia 0,48 Bq/l, 95% przedział ufności dla wartości średniej $(0,48 \pm 0,03)$ Bq/l.

Wyniki oznaczeń Sr-90.

Wyniki nadesłało 7 placówek. Zakres od 0,10 do 0,33 Bq/l. Różnica wartości oznaczenia w stosunku do wartości referencyjnej od - 73% do +22%. Wartość średnia 0,20 Bq/l.

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

Ocena wyników porównania międzylaboratoryjnego.

Przeanalizowano wyniki pomiarów porównawczych aktywności Cs-137. Wykonano łącznie 48 oznaczeń Cs-137, po odrzuceniu wątpliwych wyników (23% nadesłanych) analizie statystycznej poddano 37 wyników w zakresie 0,39 Bq/l – 0,90 Bq/l.

Różnice wartości oznaczeń w stosunku do wartości referencyjnej od -30% do +61%.

Wartość średnia $0,53 \pm 0,03$ Bq/l.

Liczba wyników w przedziale $\pm 25\%$ wartości referencyjnej wynosi 30.

Oceniono dokładność i precyzję wyników oznaczeń aktywności w próbkach referencyjnych. Do oceny dokładności i precyzji użyto kryteria stosowane przez MAEA. Wynik pomiaru jest akceptowany, jeżeli spełnia obydwa kryteria. 22 wyniki spełniają obydwa kryteria.

Oceniono dokładność i precyzję oznaczeń aktywności Sr-90 w próbkach referencyjnych. Na 7 wykonanych oznaczeń dla 3 oznaczeń akceptowane są zarówno dokładność jak i precyzja.

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

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

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 2005 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 2005 przez statystycznego mieszkańca Polski wyniosła 3,35 mSv.

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

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

Wartość rocznej dawki efektywnej powodowanej promieniowaniem radionuklidów pochodzenia sztucznego, które znalazły się w środowisku na skutek awarii jądrowych, wyniosła 0,005 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.

W roku 2006 opracowano i przekazano również szczegółowe informacje dotyczące narażenia ludności Polski od źródeł naturalnych dla potrzeb Komitetu Naukowego Narodów Zjednoczonych do Spraw Skutków Promieniowania Atomowego (UNSCEAR).

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

3.2 KONTROLA DAWEK INDYWIDUALNYCH I ŚRODOWISKOWYCH

M. Wasek, M. Wyszowski

Pracownia Dawek Indywidualnych i Środowiskowych w 2006 roku prowadziła kontrolę narażenia zawodowego od zewnętrznych źródeł promieniowania dla 3856 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, 1037 osób to pracownicy instytucji naukowych, 924 osoby to pracownicy zakładów przemysłowych, 1632 to osoby zatrudnione w placówkach leczniczych oraz 263 osób zakwalifikowano w grupie zakładów "inne" (inne dziedziny gospodarki).

Wyniki kontroli wykazały, że około **97%** osób kontrolowanych otrzymało dawki mniejsze od 0,1 granicznej dawki rocznej ($<2\text{mSv/rok}$) (blisko 99% 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. W 2006 roku stwierdzono 11 przypadków, w których dawki przekroczyły roczną dawkę graniczną 20 mSv.

Tabela 1. Narażenie zawodowe w grupach zakładów: "Naukowe", "Przemysłowe", "Lecznice" i "Inne"

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	1 037	Hp(10)	1 037	985	1 009	1 031	6	0,2
		Hp(007)	33	32	33	33	0	2,2
Przemysłowe	924	Hp(10)	924	887	915	920	4	0,1
Lecznicze	1 632	Hp(10)	1 632	1 601	1 628	1 631	1	0,1
		Hp(007)	58	55	57	58	0	4,2
Inne	263	Hp(10)	263	256	262	263	0	0,08
RAZEM	3 856	Hp(10)	3 856	3 729	3 814	3 845	11	0,1
		Hp(007)	91	87	90	90	0	3,2

Ponadto wykonano około 90 pomiarów dawek na ręce (dawkomierze fotometryczne noszone na nadgarstku ze względu na wykonywanie czynności manualnych ze źródłami promieniowania jonizującego oraz dawkomierze termoluminescencyjne).

Dodatkowo dla ponad 100 osób wykonano 550 odczytów z użyciem detektorów termoluminescencyjnych.

W 2006 r. 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 ^{137}CS I ^{90}SR W PRÓBKACH CAŁODZIENNEGO POŻYWIENIA MIESZKAŃCÓW TORUNIA I OPOŁA

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

Celem pracy było oznaczenie stężenia Cs-137 i Sr-90 w próbkach całodziennego pożywienia mieszkańców dwóch miast Polski. Wytypowano miasta: Opole i Toruń, położone w odległych od siebie rejonach kraju.

Próbki do badań pobrano w stołówce Bursy Szkół Artystycznych w Opolu i stołówce Zespołu Szkół Przemysłu Spożywczego w Toruniu. Posiłki w stołówkach przygotowywane były jak dla osób dorosłych.

W okresie od 18.09. do 04.10.2006 roku przez 7 dni (poniedziałek – czwartek, poniedziałek-środa) pobierano po 2 średnie porcje wszystkich wydawanych posiłków (śniadanie, obiad, kolacja). Śniadania składały się z zupy mlecznej lub mleka bądź kawy z mlekiem, pieczywa mieszanego, sera, wędliny i owoców lub warzyw. Obiady były dwudaniowe z deserem w postaci kompotu, napoju owocowego lub kisielu. Kolacje przeważnie zimne. Zarówno w stołówce w Opolu jak i Toruniu posiłki były urozmaicone.

Posiłki były analizowane z każdego dnia i miasta osobno. Dwie porcje całodziennego pożywienia łączono (zwiększenie próbki do analizy), ważono, homogenizowano w malakserze, ważono a następnie suszono w suszarce. Średnia masa poszczególnych całodziennych posiłków z Opoła wynosiła od 2380g do 3410g, średnio 2897g i z Torunia od 2450g do 3313g, średnio 3030g. Następnie spopieliano w piecu w temperaturze nie przekraczającej 450°C. Otrzymany popiół homogenizowano, ważono a następnie odważano po 2 równoległe próby do oznaczeń radiochemicznych cezu-137 i strontu-90. Oznaczenia radiochemiczne prowadzono zgodnie z metodyką zatwierdzoną przez Prezesa Państwowej Agencji atomistyki.

Do określenia całkowitej niepewności oznaczenia brano pod uwagę niepewności: pomiaru, wyznaczenia współczynnika kalibracji, stosowanych wzorców, ważenia, pomiaru aktywności Sr-85 (przy wyznaczaniu wydajności strontu).

Oznaczone stężenia Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach zestawiono w Tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach z Torunia (pobranych w dniach 18.09. - 26.09.2006)

L.p.	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]
1	0,46	0,03	0,08	0,006
2	0,34	0,03	0,07	0,006
3	0,42	0,03	0,08	0,006
4	0,72	0,05	0,09	0,006
5	0,44	0,03	0,10	0,007
6	0,39	0,03	0,10	0,007
7	0,41	0,03	0,08	0,006

Tabela 2. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach z Opolu (pobranych w dniach 25.09. - 04.10.2006)

L.p.	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]
1	0,33	0,02	0,08	0,006
2	0,50	0,03	0,15	0,10
3	0,36	0,03	0,09	0,006
4	0,37	0,03	0,09	0,006
5	0,68	0,06	0,10	0,007
6	0,45	0,03	0,11	0,007
7	0,50	0,03	0,12	0,007

Na podstawie otrzymanych wyników oszacowano średnie stężenia Cs-137 i Sr-90 w całorocznej diecie oraz dawkę, jaką otrzymuje się w wyniku spożywania żywności zawierającej wymienione izotopy promieniotwórcze. Dane zestawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Stężenia Cs-137 i Sr-90 w całorocznym pożywieniu z Torunia i Opola, oraz szacunkowa roczna dawka otrzymana w wyniku spożywania żywności zawierającej te izotopy

Miasto	Cs-137		Sr-90	
	Stężenie Bq/rok	Dawka μ Sv	Stężenie Bq/rok	Dawka μ Sv
Toruń	164,3	2,1	32,9	0,9
	124,1 – 262,8	1,6 – 3,4	25,6 – 36,5	0,7 – 1,0
Opole	167,9	2,2	40,2	1,1
	120,5 – 248,2	1,6 – 3,2	29,2 – 54,8	0,8 – 1,5

Na podstawie analizy całodziennych posiłków z Torunia i Opola nie można stwierdzić istotnych różnic w poziomie stężeń Cs-137 jak i Sr-90 w poszczególnych zestawach całodziennych. Zarówno w Toruniu jak i Opolu stężenia Cs-137 są na poziomie ok. 0,3-0,5 Bq/dzień. Stwierdzone w pojedynczych dniach aktywności Cs-137 ok. 0,7 Bq/kg zapewne wynikają ze składu diety (ser topiony, jogurt, fasolka). Stężenia Sr-90 są na tym samym poziomie ok. 0,1 Bq/dzień.

Oszacowane dawki otrzymywane przez ludzi w wyniku spożywania żywności zawierającej izotopy promieniotwórcze są na poziomie około 2 μ Sv/rok dla Cs-137 i około 1 μ Sv/rok dla Sr-90.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki



3.4 OCENA WCHŁONIĘĆ IZOTOPÓW ^{137}CS I ^{90}SR Z ŻYWNOŚCIĄ NA PODSTAWIE ANALIZY PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH I GOTOWYCH DAŃ W 2006

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

Celem pracy było przeprowadzenie oceny wchłonieć izotopów Cs-137 i Sr-90 z żywnością na podstawie analizy stężeń tych izotopów w produktach żywnościowych, dostępnych w sieci sklepów na terenie Warszawy, a także w całodziennych zestawach posiłków pobranych w zakładach żywienia zbiorowego w 2006 roku.

Dla określenia stężeń Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach na terenie Warszawy pobrano dwa razy w ciągu roku (marzec i wrzesień) po 2 zestawy całodziennego pożywienia przez 8 kolejnych dni z wyłączeniem piątku, soboty i niedzieli (w tych dniach nie podaje się pełnych wszystkich posiłków). Próbkę do badań pochodziły z Zespołu Szkół Gastronomicznych w Warszawie. Na terenie szkoły działają: stołówka wydająca śniadania, obiady i kolacje oraz restauracja, dostępne dla osób z miasta. Posiłki przygotowywane są dla młodzieży licealnej i dla osób dorosłych. Wielkości porcji nie różnią się w sposób zasadniczy. W skład śniadań wchodziło mleko lub zupa mleczna, pieczywo, masło, sery lub wędlina, owoce. Obiad składał się z zupy, drugiego dania i kompotu. Kolacje, co drugi dzień były ciepłe: np. naleśniki, kiełbasa na gorąco.

Posiłki z każdego dnia były analizowane osobno. Dwie porcje całodziennego pożywienia łączono (zwiększenie próbki do analizy), ważono, homogenizowano w malakserze, ważono a następnie suszono w suszarce. Średnia masa poszczególnych całodziennych posiłków wynosiła od 1289g do 2260g, średnio 1900g. Następnie spopieliano w piecu w temperaturze poniżej 450°C . Otrzymany popiół homogenizowano, ważono a następnie odważano po 2 równoległe próby do oznaczeń radiochemicznych cezu 137 i strontu 90. Oznaczenia radiochemiczne prowadzono zgodnie z metodyką zatwierdzoną przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki. Do określenia całkowitej niepewności oznaczenia brano pod uwagę niepewności: pomiaru, wyznaczania współczynnika kalibracji, stosowanych wzorców, ważenia, pomiaru aktywności Sr-85 (przy wyznaczaniu wydajności strontu).

Otrzymane wyniki stężeń Cs-137 i Sr-90 w zestawiono w Tabeli 1. Rozrzut zmierzonych stężeń izotopów (dotyczy to głównie Cs-137) w poszczególnych dobowych próbkach związany jest z udziałem różnych produktów żywnościowych w dobowej diecie. Wyższe stężenia cezu rejestruje się między innymi w mleku i produktach mlecznych, mięsie, w niektórych gatunkach ryb. Zarejestrowane stężenie Cs-137 - 2,13 Bq/dzień w pojedynczej diecie dobowej może być spowodowane podaniem tego dnia kotleta z mięsa wołowego. Rozrzut stężeń Sr-90 jest mniej

znaczący. Poziom aktywności tego izotopu w produktach żywnościowych jest niewielki i nie różni się istotnie dla różnych produktów.

Tabela 1. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach pobranych w 2006 w Warszawie

Dzień	Stężenie Cs-137 [Bq/dzień]		Stężenie Sr-90 [Bq/dzień]	
	marzec	wrzesień	marzec	wrzesień
1	0,36 ± 0,03	0,57 ± 0,06	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,01
2	0,50 ± 0,04	0,66 ± 0,07	0,09 ± 0,01	0,14 ± 0,01
3	0,44 ± 0,04	2,13 ± 0,13	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01
4	0,41 ± 0,03	0,35 ± 0,04	0,10 ± 0,01	0,12 ± 0,01
5	0,47 ± 0,04	0,34 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,12 ± 0,01
6	0,52 ± 0,04	0,35 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,07 ± 0,01
7	0,65 ± 0,05	0,35 ± 0,04	0,11 ± 0,01	0,07 ± 0,01
8	0,48 ± 0,04	0,36 ± 0,04	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01

W roku 2006 oznaczano również stężenie Cs-137 i Sr-90 w próbkach produktów żywnościowych dostępnych w sklepach na terenie Warszawy. Próby były pobierane według harmonogramu: mleko miesięcznie, mięso kwartalnie, drób i produkty mleczne 2 razy w roku, pozostałe produkty raz w roku.

Otrzymane wyniki stężeń Cs-137 i Sr-90 zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Stężenie Cs-137 i Sr-90 w próbach produktów żywnościowych pobranych na terenie Warszawy

Produkt	Stężenie Cs-137 [Bq/kg, Bq/l]	Stężenie Sr-90 [Bq/kg, Bq/l]
Mleko	0,44 - 0,8	0,04 - 0,06
Produkty mleczne	0,43 - 0,54	0,05 - 0,14
Mięso	0,69 - 1,26	0,01 - 0,03
Drób	0,20 - 0,40	0,01 - 0,02
Ryby:	0,28 - 7,31	0,02 - 0,06
Jaja	0,10 ± 0,01	0,04 ± 0,005
Owoce	0,08 - 0,14	0,04 - 0,05
Warzywa:	0,10 - 0,15	0,11 - 0,21
Produkty zbożowe	0,12 - 0,30	0,07 - 0,10

**) niepewność całkowita oznaczenia wynosiła ok. 10%.*

Oznaczone stężenia Cs-137 w poszczególnych produktach nie różnią się w sposób zasadniczy od aktywności oznaczanych w ciągu ostatnich 2 lat.

Na podstawie otrzymanych wielkości stężeń Cs-137 i Sr-90 w całodziennych posiłkach i grupach produktów żywnościowych oceniono roczne wchłonięcia izotopów Cs-137 i Sr-90 i oszacowano dawkę od wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych. Dane zestawiono w Tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Roczne wchłonięcia Cs-137 i Sr-90 z przeciętną racją pokarmową, 2006.

Metoda oceny:	Cs-137 [Bq/osobę, rok]	Sr-90 [Bq/osobę, rok]
Na podstawie analizy produktów żywnościowych i średniego spożycia	209,7	34,2
Na podstawie analizy całodziennych posiłków	204,4	32,9

Tabela 4. Oszacowana roczna dawka skuteczna otrzymana w wyniku wchłonięć z żywnością sztucznych izotopów promieniotwórczych, 2006.

Metoda oszacowania:	Cs-137 [μSv/rok]	Sr-90 [μSv/rok]
Na podstawie analizy produktów żywnościowych i średniego spożycia	2,7	1,0
Na podstawie analizy całodziennych posiłków	2,7	0,9

Oszacowana dawka otrzymywana w wyniku spożywania żywności zawierającej izotopy Cs-137 i Sr-90 jest na poziomie poniżej 4 μSv i nie odbiega od dawki z roku ubiegłego. Produktami, które wpływają na końcową ocenę dawki jest mleko i mięso, głównie wołowina.

Z przedstawionych rezultatów pracy wynika, że ocenę wchłonięć izotopów promieniotwórczych i oszacowanie dawki można prowadzić na podstawie zarówno analizy poszczególnych produktów żywnościowych uwzględniając ich przeciętne spożycie, jak również analizy całodziennych posiłków. Różnorodność zestawów i fakt wykorzystywania różnorodnych produktów żywnościowych zapewniają reprezentatywność prób.

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

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 stanowią bardzo ważny element systemu pomiaru skażeń promieniotwórczych w Polsce na wypadek wystąpienia wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego lub lokalnych zdarzeń radiacyjnych. Wynikają one z obowiązującego w Polsce Prawa Atomowego i obejmowały w 2006 r. m.in.: utrzymanie w gotowości do podjęcia natychmiastowych pomiarów, w wypadku wystąpienia awarii wielkoskalowej w kraju, zarówno aparatury pomiarowej (dwa zestawy stacjonarne oraz przenośny) jak i personelu do jej obsługi – wykonywanie systematycznych pomiarów tła przy pomocy wymienionej aparatury w pomieszczeniu Laboratorium oraz badanie powtarzalności pomiarowej układów polegające na prowadzeniu pomiarów kontrolnych liczby zliczeń w obszarze energetycznym jodu – ¹³¹ przy pomocy źródła kalibracyjnego typu MOCK; prowadzenie systematycznych pomiarów kontrolnych napromieniania tarczycy promieniotwórczym jodem u pracownicy wybranych zakładów medycyny nuklearnej w Polsce oraz ocena narażenia zawodowego w wyniku wchłonięć promieniotwórczego I-131, I-125 oraz Tc-99m drogą wziewną oraz ustaleniu istotnych czynników zmniejszających to narażenie – przeprowadzono pomiary w 10 zakładach medycyny nuklearnej w Polsce (Warszawa, Gdańsk, Białystok, Opole, Łódź, Zgierz, Olsztyn), poziomy jodu – 131 w tarczycy u pracowników nie przekroczyły 20% wartości dopuszczalnej dla narażonych zawodowo; rekaliibrację energetyczną i wydajnościową aparatury pomiarowej Laboratorium przy użyciu jodu-131 i technetu – 99m; organizowanie systemu współdziałania Laboratorium z wybranymi placówkami w kraju, celem utworzenia systemu monitoringu jodu w tarczycy u ludności Polski w przypadku wystąpienia w kraju wielkoskalowego zagrożenia radiacyjnego – przeprowadzono kalibrację zestawów do pomiaru jodu w tarczycy w zakładzie medycyny nuklearnej Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie, włączono jednostki do systemu placówek systemu monitoringu jodu ; udział pracowników Laboratorium w konferencji dotyczącej modelowania zachowania się jodu promieniotwórczego w środowisku człowieka - Międzynarodowy Program EMRAS (Environmental Modelling fo Radiaton Safety) - grupie roboczej WG 3 dot. Tematu modelowania zagrożeń od jodu promieniotwórczego, MAEA, Wiedeń. (G.Krajewska, P.Krajewski).

Praca finansowana przez Państwową Agencję Atomistyki

3.6 WZORCOWANIE PRZYRZĄDÓW DOZYMTRYCZNYCH DLA POTRZEB OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W 2006 ROKU

H. Dzikiewicz-Sapiecha

Pracownia Wzorcowania - DLWW wykonała w 2006 roku ogółem 942 wzorcowań dawkomierzy z komorami jonizacyjnymi i mierników promieniowania fotonowego oraz radiometrów z sondami promieniowania α i β . W zakresie poniżej podanych pomiarów przeprowadzono:

- 612 wzorcowań przyrządów mocy dawki i dawki promieniowania gamma dla różnych wielkości fizycznych i wielkości operacyjnych ICRU stosowanych dla potrzeb monitoringu otoczenia (miejsc pracy i środowiska) i monitoringu indywidualnego,
- 330 wzorcowań radiometrów powierzchniowych skażeń alfa i beta z zastosowaniem źródeł wzorcowych następujących radionuklidów : ^{241}Am , ^{114}C , ^{147}Pm , ^{36}Cl , ^{204}Tl , ^{90}Sr .

Zgodnie z wymaganiami dokumentu DA-02 „Zasady stosowania znaków akredytacji PCA” wydanie 7, Warszawa, 15.03.2006r. oraz po otrzymaniu wzoru znaku, opracowano i wprowadzono w DLWW nowe wzory Świadectw Wzorcowania dla około 30-tu różnych typów mierników. Znak akredytacji PCA informuje, że kompetencje akredytowanego podmiotu zostały uznane przez Polskie Centrum Akredytacji.

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. wymaga wdrożenia do praktyki Laboratorium szczegółowego uzgadniania z Klientami zakresów kalibracji w aspekcie stosowanych źródeł promieniowania oraz parametrów dawkomierzy i mierników.

Podsumowując skuteczność naszych działań trzeba stwierdzić, że wystąpiła znacząca poprawa w określaniu przez Klientów swoich potrzeb w zleceniach przysyłanych do DLWW.

Poniżej przedstawiono wykresy obrazujące prowadzone w latach 2003 – 2006 wzorcowania w funkcji typu mierników i sond stosowanych przez inspektorów ochrony radiologicznej dla potrzeb monitoringu indywidualnego i środowiska. Należy

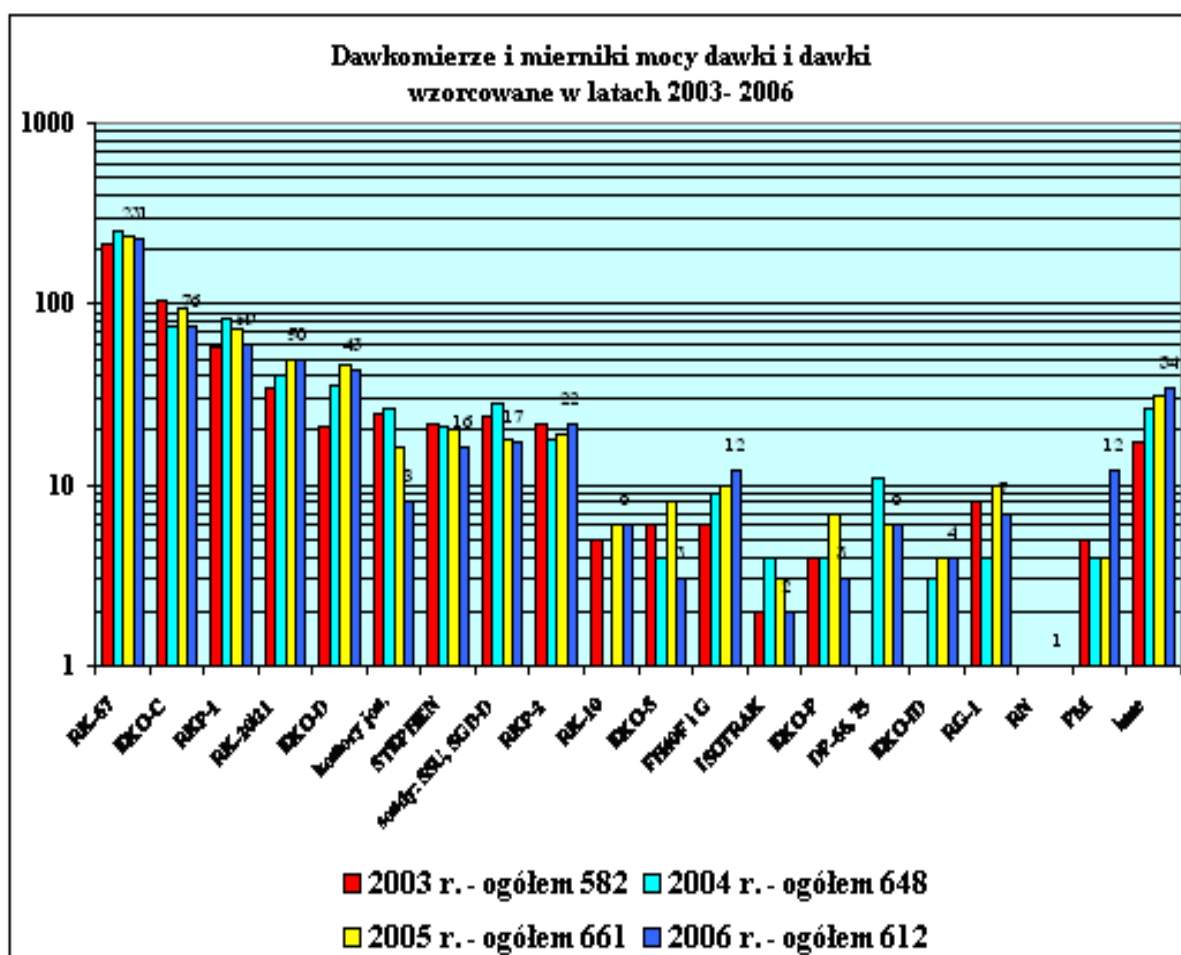
zwrócić uwagę na niewielkie zainteresowanie stosowaniem indywidualnych dawkomierzy elektronicznych (sygnalizatorów), umożliwiających bezpośredni odczyt mocy dawek i dawek promieniowania fotonowego.

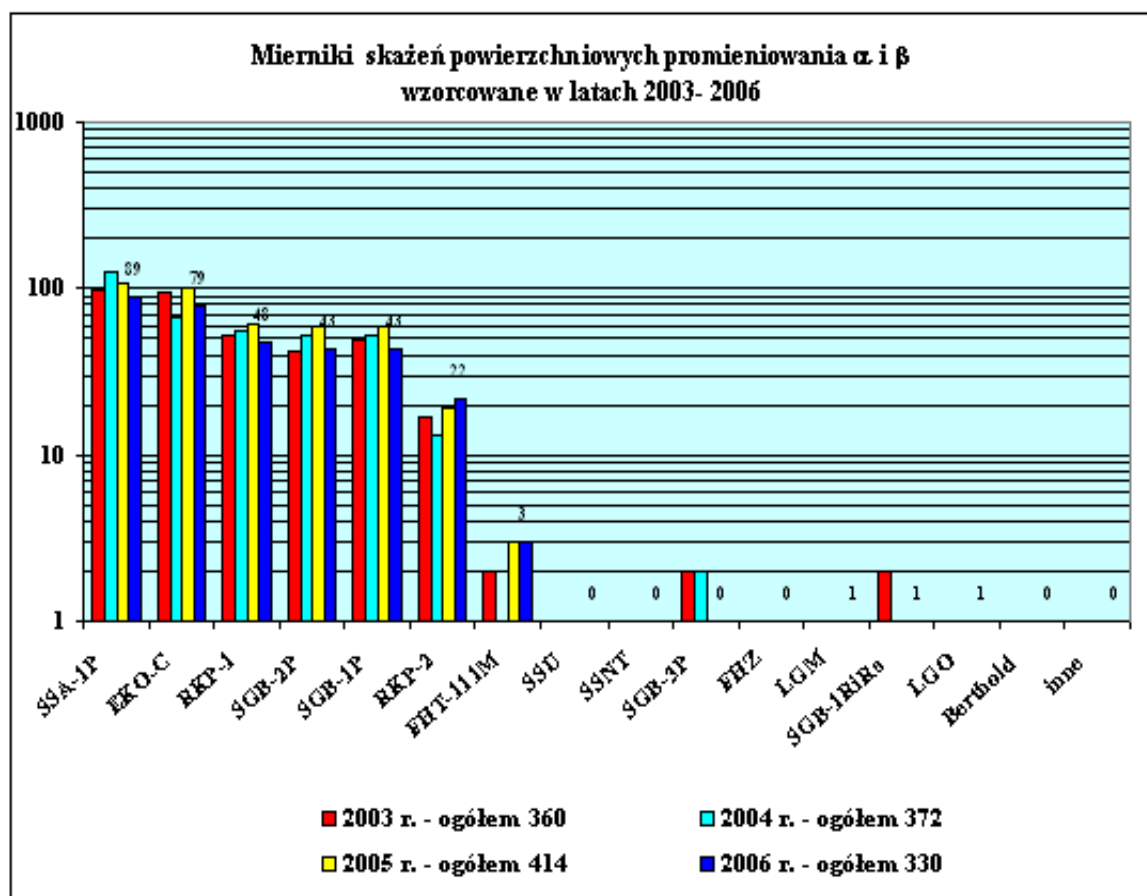
Poza realizacją statutowej działalności, personel Laboratorium uczestniczył w 2006 roku w następujących pracach dotyczących metrologii i normalizacji.:

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.





Praca wykonywana w ramach działalności statutowej CLOR

3.7 OPRACOWANIE KRZYWEJ WZORCOWEJ DLA OCENY DAWKI POCHŁONIĘTEJ U OSÓB NAPROMIENIONYCH W POWAŻNYCH WYPADKACH RADIACYJNYCH

M. Kowalska

Wypadek radiacyjny oznacza wydarzenie związane z materiałami jądrowymi, zamkniętymi źródłami promieniowania jonizującego oraz substancjami i odpadami promieniotwórczymi, które powoduje napromienienie znajdujących się w pobliżu osób. O poważnym wypadku radiacyjnym mówimy wówczas gdy zachodzi

konieczność wdrożenia intensywnego leczenia ewentualnych ostrych zespołów radiacyjnych i popromiennych zmian skóry. Poważne wypadki radiacyjne są zatem wynikiem pochłonięcia na całe ciało lub jego część dawek wyższych od 1 Gy.

W przypadku wypadków radiacyjnych ocena dawki pochłoniętej dokonywana jest z reguły metodami retrospektywnej dozymetrii biologicznej, ponieważ w warunkach niekontrolowanej ekspozycji na promieniowanie stosowanie metod fizycznych bardzo często bywa niemożliwe. Do najbardziej wiarygodnych metod biologicznej oceny dawki zalicza się te, które jako wskaźnik napromienienia organizmu wykorzystują popromienne uszkodzenia chromosomów w limfocytach krwi obwodowej (1). Takie uszkodzenia, nazywane aberracjami chromosomowymi, pojawiają się wkrótce po napromienieniu i utrzymują przynajmniej do czasu pierwszego popromiennego podziału limfocyta. Do najczęściej ocenianych rodzajów aberracji chromosomowych zaliczane są tzw. dicentryki, pierścienie, translokacje oraz fragmenty acentryczne. Te ostatnie stanowią główne źródło mikrojąder w komórkach, które po ekspozycji na promieniowanie podzieliły się tylko jeden raz. Za pomocą dicentryków, translokacji lub mikrojąder można zrekonstruować dawki na całe ciało, które nie przekraczają 4 Gy promieniowania X i γ oraz 2 Gy promieniowania neutronowego. Wyższe dawki hamują podział limfocytów a do tego powodują ich masową ucieczkę z krwi obwodowej do tkanek i narządów limfatycznych. Skutkiem tego jest bardzo mały odsetek potrzebnych do analizy cytogenetycznej komórek mitotycznych lub dwujądrzastych.

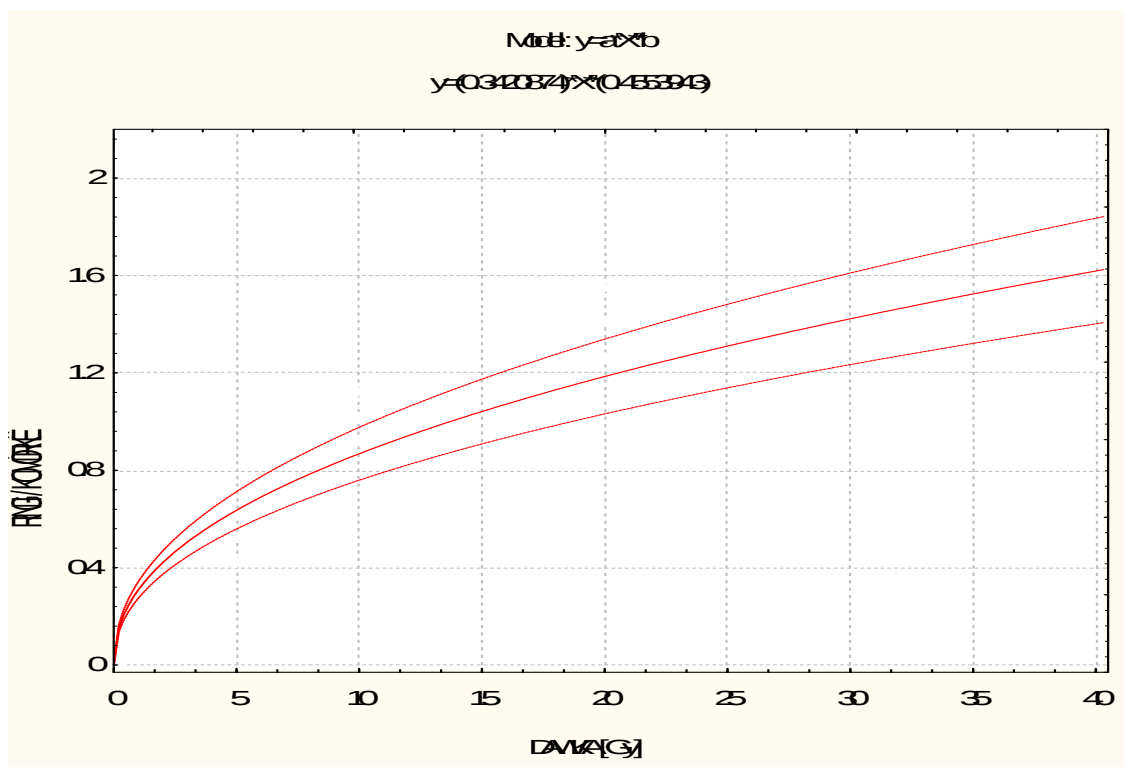
Rozwiązaniem tego problemu jest przedwczesna kondensacja chromosomów. Nie wymaga podziału komórkowego, ponieważ pozaplanową kondensację chromatyny i powstawanie chromosomów wywołuje się albo przez fuzję limfocytów z dzielącymi się komórkami zwierzęcymi (2) albo przez traktowanie takimi inhibitorami fosfataz jak: kalikulina A (3) lub kwas okadajowy (4). Przedwcześnie skondensowane chromosomy są jednak znacznie cieńsze od chromosomów metafazowych a ich centromery są słabo widoczne. Dlatego najłatwiej wykryć obecność chromosomów kolistych, nazywanych potocznie pierścieniami lub ringami. Przydatność dla biologicznej oceny dawki chromosomów pierścieniowych przedwcześnie skondensowanych za pomocą kwasu okadajowego udowodnił wypadek w zakładzie wzbogacania uranu w miejscowości Tokaimura w Japonii (6). W wyniku przekroczenia masy krytycznej uranu poważnemu napromienieniu ulegli tam trzej pracownicy przygotowujący paliwo jądrowe dla reaktora. Ze znalezionej częstości przedwcześnie skondensowanych chromosomów pierścieniowych wynikało, że otrzymali oni na całe ciało dawki wynoszące odpowiednio 5, 10 i 20 Gy promieniowania γ (6, 7). Zaletą zastosowanej metody było także to, że wartości ocenianych dawek były znane już po 51 godzinach od otrzymania próbek krwi. Dzięki temu było możliwe wczesne wdrożenie odpowiednich działań terapeutycznych.

CLOR dysponuje metodami biologicznej oceny dawki na podstawie ustalonej częstości dicentryków, translokacji i mikrojąder. Jak dotąd były one stosowane tylko w przypadku wątpliwości, co do wskazań dawkomierzy osobistych. Wypadek w Białostockim Centrum Onkologii w lutym 2001 roku (5) pokazał jednak, że niezamierzone narażenie ludzi na dawki wyższe od 4 Gy może wydarzyć się nawet mimo istniejącego systemu zabezpieczeń.

Celem niniejszej pracy było, zatem wdrożenie metody przedwczesnej kondensacji chromosomów za pomocą kwasu okadajowego i opracowanie krzywej wzorcowej do oceny dawki pochłoniętej na podstawie częstości przedwcześnie skondensowanych chromosomów pierścieniowych. Do tego celu posłużyły limfocyty krwi obwodowej dwóch kobiet i dwóch mężczyzn w wieku od 25 do 60 lat. Próbkę ich krwi zostały napromienione odpowiednio 5; 10; 20 i 40 Gy promieniowania γ z zamkniętego źródła Cs-137 o aktywności 2,5 Gy/min. Napromienienie krwi odbywało się w Klinice Hematologii i Transplantacji Szpiku Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach. Po dostarczeniu krwi do CLOR umieszczono ją w pożywce PRMI-1640 uzupełnionej o surowicę płodową, antybiotyk gentamycynę oraz fitohemaglutyninę, która stymuluje podziały komórkowe limfocytów. Przedwczesną kondensację chromosomów za pomocą 500 nM kwasu okadajowego rozpoczynano w 47 godzinie hodowli (4). Po 60 minutach traktowania limfocytów kwasem okadajowym hipotonizowano je 75 mM roztworem KCl, utrwalano mieszaniną metanolu i kwasu octowego w stosunku 3:1 i nanoszono na podstawowe szkiełka mikroskopowe. Po wysuszeniu preparaty cytologiczne barwiono 1% roztworem barwnika Giemsy i analizowano przy użyciu mikroskopu świetlnego Eclipse E-200 firmy Nikon. Ze względu na wysoką częstość chromosomów pierścieniowych wystarczyło przeanalizować 50 komórek dla każdej dawki i każdego dawcy. Dane użyte do konstrukcji krzywej wzorcowej i jej 95% przedziału ufności (Rys. 1) były efektem kumulacji wyników uzyskanych dla poszczególnych dawców (Tabela 1).

Tabela 1. Wpływ dawki promieniowania γ Cs-137 na częstość przedwcześnie skondensowanych chromosomów pierścieniowych w limfocytach krwi obwodowej czterech dawców

Dawka	Dawca 1	Dawca 2	Dawca 3	Dawca 4
0 Gy	0	0	0	0
5 Gy	0,52	0,46	0,60	0,50
10 Gy	1,02	0,96	1,10	1,00
20 Gy	1,40	1,30	1,50	1,42
40 Gy	1,50	1,36	1,54	1,40



Wdrożona metodyka pozwoli na rozszerzenie zakresu biologicznej oceny dawek wykonywanej przez CLOR. Natomiast w przypadku nadzwyczajnych zdarzeń radiacyjnych z udziałem dużej liczby osób (np. atak terrorystyczny z użyciem broni radiologicznej lub jądrowej) może służyć jako szybki test przesiewowy do ustalenia priorytetu udzielania specjalistycznej pomocy medycznej, pomagając tym samym w likwidacji zdrowotnych skutków takich zdarzeń.

1. Piśmiennictwo:
2. International Atomic Energy Agency, Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment: A Manual. Technical Reports Series No. 405, IAEA, Vienna, 2001.
3. Johnson R.T., Rao P.N: Mammalian cell fusion: Induction of premature chromosome condensation in interphase nuclei, Nature 226.717-722, 1970.
4. Durante M., Furusawa Y., Gotoh E.: A simple method for simultaneous interphase-metaphase chromosome analysis in biodosimetry, Int. J. Radiat. Biol. 74, 457- 462, 1998.
5. Kanda R., Hayata I., Lloyd D.C.: Easy biodosimetry for high-dose radiatio exposures using drug-induced, premature condensed chromosomes, Int. J. Radiat. Biol. 75, 441-446, 1999.
6. International Atomic Energy Agency, Accidental overexposure of radiotherapy patients in Bialystok. IAEA, Vienna, 2004.
7. Ayata I., Kanda R., Minami-Hisamatsu M., Furukawa A., Sasaki M.S.: Cytogenetical dose estimation for 3 severely exposed cases in the Tokaimura Critical Accident, J.Radia. Res. 42 Suppl.149-155, 2001.
8. International Atomic Energy Agency, Report on the Preliminary Finding Mission Following the Accident at the Nuclear Fuel Processing Facility in Tokaimura, Japan IAEA, Vienna, 1999.

Praca finansowana przez MNiSW 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 2006r. w ramach zapewnienia i utrzymania systemu jakości w Pracowni Dawek Indywidualnych i Środowiskowych (PDIŚ) wykonano:

Cztery planowane audyty wewnętrzne:

- „Nadzór nad wyposażeniem badawczym”
- „Nadzór nad dokumentacją”
- „Skargi i reklamacje”
- „Kontrola jakości badań”

Ponadto aktualizowano, poprawiano i uzupełniano dokumenty systemu jakości, głównie w związku z wymaganiami nowego wydania normy PN-EN ISO/IEC 17025. 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.

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.

Przeprowadzono Przegląd Zarządzania Jakością:

Na podstawie przedstawionych referatów dyskusji dr P.Krajewski, Dyrektor CLOR stwierdził co następuje:

- prawidłowość działania systemu jakości w PDIŚ zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005
- utrzymanie kompetencji technicznych do wykonywania badań w ustalonym zakresie akredytacji

Badania testujące detektory fotometryczne służące do określania indywidualnego równoważnika dawki Hp(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 przeprowadzano 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.

Testowanie stanowiska do obróbki fotochemicznej detektorów fotometrycznych. Testowanie to odbywało się przed każdym cyklem pomiarowym i wzorcującym.

Szkolenia wewnętrzne personelu technicznego PDIŚ dotyczące takich zagadnień jak:

- zmiany w normie PN-EN ISO/IEC 17025:2005 w stosunku do normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001 + Ap1:2003
- wdrażanie w systemie jakości nowych dokumentów i formularzy ze wzorcowań i kalibracji;
- informacja o wynikach działalności statutowej w 2006 roku
- zapewnienie i utrzymywanie systemu jakości i kompetencji technicznych

Kwartalną kalibrację dwóch densytometrów obsługujących metodę badawczą.

Udział w planowanym audicie w nadzorze zorganizowanym przez Polskie Centrum Akredytacji. Wnioskiem końcowym auditu w nadzorze było stwierdzenie, że laboratorium PDIŚ utrzymało wdrożony system jakości zgodny z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005.

Prace wykonywane w 2006r. w PDIŚ zostały zrealizowane ze wcześniej zaplanowanym harmonogramem oraz w zgodzie z procedurami i instrukcjami ogólnymi i badawczymi ujętymi w systemie jakości.

Praca była finansowana ze środków własnych CLOR



data ważności certyfikatu: 03.12.2007 r. akredytacja od: 04.12.2003 r.

Nazwa organizacji: Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej
ul. Konwaliowa 7; 03-194 Warszawa

Nazwa laboratorium: Pracownia Dawek Indywidualnych i Środowiskowych

AB 450

Adres: ul. Konwaliowa 7

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

Nadzór techniczny i konserwacja komory oraz jej wyposażenia

W 2006 roku wykonano następujące czynności związane z serwisem wyposażenia PDR: rutynowe czynności konserwacyjne związane z zasilaniem przyrządów przenośnych, sprawdzenie akumulatora monitora AlphaGUARD, próby naprawy pompy oraz naprawa monitora WLx firmy Pylon.

Wykonano również pomiary sprawdzające:

- wskazań przyrządów referencyjnych (dwóch monitorów radonowych AlphaGUARD i spektrometru średnic pochodnych radonu RPPSS) oraz modułu Rn WL meter w ustalonych, powtarzalnych warunkach stężenia radonu, stężenia energii potencjalnej alfa oraz stężenia aerozoli, w normalnych warunkach klimatycznych,
- biegu własnego, przepływów i wydajności zliczania cząstek alfa w ośmiu stopniach pomiarowych RPPSS
- przepływu i wydajności zliczania cząstek alfa monitora pochodnych radonu Rn WL meter wzorcowanie monitora AlphaGUARD (IMP, Łódź) - współczynnik korekcji $wkk=1,0 \pm 0,1$
- wzorcowanie monitora AlphaGUARD oraz radiometru górniczego RGR-40 podczas auditu akredytacyjnego.

Udoskonalanie systemu jakości w PDR w zakresie wzorcowania przyrządów i ekspozowania wzorcowymi stężeniami detektorów służących do pomiaru stężenia radonu w powietrzu oraz wzorcowania przyrządów do pomiaru stężenia energii potencjalnej alfa krótkożyciowych pochodnych radonu

Dnia 8 lutego 2006r. 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, skargi, personel, szkolenia. Dyskutowano na temat uwag wysłanych do PCA po wizytacji wstępnej. Stwierdzono, że PDR jest przygotowana do auditu akredytacyjnego.

Wzięto udział w następujących szkoleniach:

- zmiany w normie PN-EN ISO/IEC 17025:2005 w stosunku do normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001 + Ap1:2003
- obsługa klienta
- oznaczanie dokumentów wewnętrznych
- podawanie wyników pomiarów wraz z niepewnością
- obsługa programu do pomiaru spektrometrycznego w trybie krótkookresowego poboru próby powietrza RPPSS
- seminarium „Metoda oznaczania stężeń radonu przez pomiar aktywności jego krótkożytych produktów rozpadu”
- seminaria sprawozdawcze CLOR za rok 2005 (dwa referaty)
- szkolenie bhp i ppoż.

Ponadto aktualizowano, poprawiano i uzupełniano dokumenty systemu jakości, głównie w związku z wymaganiami nowego wydania normy PN-EN ISO/IEC 17025. Uzupełniano karty i formularze systemu jakości PDR. Przeprowadzono także ekspozycję i kalibrację detektorów węglowych przy stałym poziomie radonu w komorze. Utworzono program komputerowy do obliczania niepewności pomiaru współczynników korekcji i kalibracji. Podsumowano również sprawdzanie aparatury pomiarowej za rok 2005. Ponadto na spotkaniu Centrum Radonowego w Sobótce k. Wrocławia wygłoszono referaty:

„Pomiary porównawcze dla przyrządów pomiarowych służących do ciągłego pomiaru stężenia radonu i energii potencjalnej alfa jego krótkożytych pochodnych w powietrzu oraz dla metod pomiaru stężenia radonu w wodzie (CLOR, 9-13 VI 2003r.)”, „Pomiary porównawcze dla pasywnych metod pomiaru stężenia radonu w powietrzu (CLOR, V-VI 2005r.)”.

Wzięto również udział w konferencji „Radon w środowisku życia, pracy i nauki mieszkańców Dolnego Śląska” we Wrocławiu.

Przeprowadzanie auditów wewnętrznych i zewnętrznych

W 2006r. odbyły się 4 audyty wewnętrzne:

- 28 lipca (auditor - mgr Małgorzata Adamowicz) - zakres: organizacja, system jakości, nadzór nad dokumentami oraz zapisami, personel, audyty wewnętrzne, przegląd zarządzania
- 7 września (auditor - mgr inż. Janusz Henschke) - zakres: metody wzorcowania / eksponowania oraz ich walidacja, przegląd dokumentacji związanej z wzorcowaniem / eksponowaniem oraz przedstawianie wyników

- 30 października (auditor - mgr Małgorzata Adamowicz) - zakres: obsługa klienta, przegląd zapytań, ofert i umów, skargi, działania korygujące i zapobiegawcze, zakupy usług i dostaw oraz warunki lokalowe i środowiskowe
- 27 grudnia (auditor - mgr inż. Janusz Henschke) - zakres: wyposażenie, badania porównawcze i spójność pomiarowa, postępowanie z obiektami do wzorcowania / eksponowania oraz zapewnienie jakości wyników wzorcowania / eksponowania.

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.

Dn. 26 i 27 października 2006r. odbył się audit akredytacyjny, podczas którego odnotowano jedną małą niezgodność – brak dowodów na przeglądanie przez PDR procedur ogólnych. Niezgodność została usunięta, o czym poinformowano audytora i PCA.

Praca była dofinansowana przez Państwową Agencję Atomistyki.

4.3 ZAPEWNIENIE I UTRZYMANIE SYSTEMU JAKOŚCI W PRACOWNI WZORCOWANIA – DLWW DOZYMETRYCZNEGO LABORATORIUM WZORCÓW WTÓRNYCH

H. Dzikiewicz – Sapiecha, R. Siwicki

Wprowadzenie

Akredytacja udzielona została Pracowni Wzorcowania – DLWW przez Polskie Centrum Akredytacji dnia 7. listopada 2003 roku, a otrzymany Certyfikat Akredytacji Laboratorium Wzorcującego Nr AP 057 potwierdza spełnienie przez Laboratorium wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17025:2001. Akredytacja pozostaje w mocy do dnia 6 listopada 2007 roku. Spełnianie wymagań jest potwierdzane przez PCA na podstawie wyników Laboratorium uzyskiwanych w rocznych auditach w nadzorze. Równocześnie Laboratorium przygotowywało się do spełnienia wymagań nowej Polskiej Normy PN-ISO/IEC 17025:2005. Norma EN-ISO/IEC 17025:2005 powstała z ujednolicenia dwóch norm, a mianowicie ISO/IEC 17025:1999 ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących oraz normy ISO 9001:2000 Systemy zarządzania jakością – wymagania.

Realizacja programu pracy pt. „Zapewnienie i utrzymanie Systemu Jakości w Pracowni Wzorcowania – DLWW” jest pracą ciągłą, prowadzoną w ramach rocznych Umów CLOR z PAA.

Zagadnienia ogólne w 2006 roku dotyczyły:

1. opracowania rocznego sprawozdania z prac wykonanych w 2005 roku oraz kwartalnych sprawozdań za 2006r. w ramach Umowy z PAA pt. „Zapewnienie i utrzymanie Systemu Jakości w Pracowni Wzorcowania - DLWW”;
2. opracowania referatów dotyczących zagadnień – ogólnych, technicznych i jakości, ze szczególnym uwzględnieniem nowej wersji Polityki Jakości, wygłoszonych na seminarium zdawczo-odbiorczym za rok 2005 w CLOR;
3. zmian pośród akredytowanego personelu DLWW w 2006 roku, a mianowicie:
 - w 2-giej połowie roku, liczba akredytowanych etatów (4, 5) pomimo przyjęcia 2 nowych pracowników (1, 5 etatu), zmniejszyła się do 3, 1 etatu w stosunku do obsady personalnej pracowni liczącej 5.1 etatu. Należy zaznaczyć, że akredytacja nowego pracownika wymaga nie tylko długotrwałego szkolenia w zakresie Systemu Jakości, ale przede wszystkim uzyskania pozytywnej oceny podczas auditu PCA, który odbywa się raz na rok;
 - po odejściu od listopada 2006 r. Kierownika ds. Jakości, funkcję Jego przejął Kierownik Pracowni Wzorcowania – DLWW. Zaplanowano szkolenie nowego pracownika na kursach PCA. Perspektywicznie, występuje konieczność przygotowanie trzech osób do pełnienia funkcji: Kierownika Pracowni Wzorcowania – DLWW, Kierownika ds. Jakości i Kierownika ds. Technicznych.
 -

Omówienie prac dt. Zapewnienia i utrzymania systemu jakości

System Jakości w akredytowanej Pracowni Wzorcowania – DLWW wymaga wykonania przez Laboratorium Wzorcowania wielu prac o charakterze okresowym lub ciągłym, które w 2006 roku dotyczyły następujących zagadnień:

1. Zapewnienia i utrzymania jakości Stanowisk Kalibracyjnych i spójności pomiarowej:

Stanowisko Kalibracyjne Rentgenowskie

W związku z uszkodzeniem generatora Pantak 320, firma Canberra–Packard kontynuowała reperację aparatu. Sprowadzono z zagranicy płytę kontrolera sterującego. Po jej zainstalowaniu stwierdzono niepoprawną pracę generatora wysokiego napięcia, który przewieziono do reperacji w pomieszczeniach firmy. Do końca roku 2006 generator nie został zreperowany.

Stanowisko Kalibracyjnych Gamma Nr 1

W celu zapewnienia poprawności działania ławy pomiarowej wykonany został przez autorów projektu i konstruktorów Systemu Jezdnego Ławy przegląd techniczny i regulacja Automatycznego Systemu Jezdnego Ławy Kalibracyjnej Gamma 1;

Stanowisko Skażeń Powierzchniowych alfa i beta

Zrealizowano zamówienie w firmie Biker Sp.z.o.o. na wykonanie przez firmę QSA Global GmbH dwóch wzorcowych źródeł powierzchniowych: promieniowania alfa i beta oraz ich kalibrację w Deutscher Kalibrierdienst DKD : ^{241}Am nr. OR 314, o aktywności 1,14 kBq (typ AMR07022), ^{90}Sr nr OR 315, o aktywności 1,14 kBq (typ SIR07022) wraz z certyfikatami
Źródła, zgodne z ISO 8769 jako Klasa 2 źródeł, spójne z PTB, spełniają wymagania dla Dozymetrycznych Laboratoriów Wzorców Wtórnych .

2. Przegląd i reperacja dawkomierzy - wzorcowego i roboczego *TYPU UNIDOS 10001* zakupiono w firmie Canberra–Packard Sp. z o.o. i wymieniono pochłaniacze wilgoci, bezpieczniki w układzie wysokiego napięcia oraz moduł przetwornika DC/AC w układzie zasilania HV .
3. W Salach Kalibracyjnych, w których są zlokalizowane ww. Stanowiska wykonano remont i konserwację układów klimatyzacji i wentylacji mechanicznej w celu zapewnienia wymaganych przez normy parametrów warunków środowiskowych,
4. Walidacji metod pomiarowych (procedur) w celu spełnienia wymagań norm PN-ISO 4037-1, 2, 3 w zakresie parametrów metrologicznych wiązek promieniowania gamma,
5. Sprawdzanie parametrów metrologicznych dawkomierza roboczego
Długoterminowa stałość wskazań zestawu RTG wraz z roboczym dawkomierzem wzorcowym UNIDOS, w części dotyczącej badań źródłem kontrolnym Kontynuowano prace związane z pomiarami, zgodnie z wymaganiami instrukcji QIS-R obowiązujących według programu zapewnienia jakości. Zakres prac był znacznie ograniczony (do badań dawkomierza) ze względu na uszkodzenie zestawu.
6. Sprawdzanie parametrów metrologicznych wiązek promieniowania gamma
Prowadzono prace pomiarowe o charakterze okresowym lub ciągłym realizowane dla potrzeb sprawdzania parametrów metrologicznych wiązek promieniowania gamma dla Stanowiska Kalibracyjnego Gamma Nr 1 i 2. Na podstawie wyników

pomiarów wykonano analizę ich zgodności z wymaganiami trzech części norm PN - ISO 4037 „Wzorcowe promieniowanie rentgenowskie i gamma do kalibracji dawkomierzy i mierników mocy dawek oraz do określenia ich charakterystyk energetycznych.

7. Porównań międzylaboratoryjnych dla Laboratoriów Wzorcujących
Laboratorium pilotującym (laboratorium odniesienia) porównania międzylaboratoryjne dla dziedziny pomiarowej „promieniowanie jonizujące i radioaktywność” było Laboratorium Promieniowania Jonizującego w Zakładzie Fizykochemii Głównego Urzędu Miar. Uczestniczy w porównaniach pięć krajowych laboratoriów wzorcujących (4 akredytowane i 1 przygotowujące się do akredytacji).

Pracownia Wzorcowania – DLWW w CLOR zawarła Umowę Nr 3653-M51-4180-947/06 pomiędzy GUM i CLOR w zakresie uczestnictwa w porównaniach. W końcu czerwca 2006 roku przeprowadziliśmy wzorcowania przyrządu podróżującego na swoim stanowisku pomiarowym, zgodnie z Programem realizacji porównań międzylaboratoryjnych.

We wrześniu 2006r., otrzymaliśmy od Głównego Urzędu Miar Raport z porównań międzylaboratoryjnych, zawierający pozytywny wynik uzyskany przez nasze Laboratorium.

8. Współpraca z Klientem w zakresie jakości świadczonych przez Laboratorium usług
W celu spełnienia oczekiwań Klientów, Laboratorium: opracowuje oferty dt. zakresu wzorcowania mierników, szybko informuje (fax lub telefon) o niesprawności przyrządu, udziela informacji o możliwościach skontaktowania się z firmami serwisującymi mierniki w Warszawie w celu zaoszczędzenia klientom kosztów ponownych przesyłek
Na życzenie Klienta Sekretariat pakuje i przesyła pocztą kurierską większość przyrządów.

9. Prace prowadzone w zakresie Akredytacji Laboratorium

Uczestnictwo w krajowym systemie akredytacji PCA:

Liczba osób: 5. Opłata kwartalna.

Szkolenia wewnętrzne akredytowanego i nowego personelu w liczbie 6

Szkolenia zewnętrzne personelu dotyczyły:

uczestnictwa w szkoleniu pt. „System Zarządzania jakością w laboratorium” wg normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005, organizowane przez Biuro Zarządzania Jakością, Środowiskiem i BHP.

Trzy audyty wewnętrzne w zakresie:

- organizacji systemu jakości, nadzór nad dokumentami i zapisami, działania korygujące i zapobiegawcze, audyty wewnętrzne, przeglądy zarządzania;
- personel, warunki lokalowe i środowiskowe, zakupy usług i dostaw,
- obsługa klientów, przeglądy zapytań, ofert i umów, skargi, postępowanie z obiektami do badań i wzorcowań
- wyposażenie, spójność pomiarowa, metody wzorcowań i walidacji.

Audit w nadzorze PCA:

audytorzy (wiodący i techniczny) oceniali działalność Pracowni Wzorcowania - DLWW w całym akredytowanym zakresie za okres od 7 października 2005 r. do terminu przeprowadzanego auditu w dniu 12 października 2006r. Laboratorium oczekuje obecnie na Raport PCA z powyższego auditu.

Praca była dofinansowana przez Państwową Agencję Atomistyki– umowa PAA: 8/SP/2006

ZAKRES AKREDYTACJI LABORATORIUM WZORCUJĄCEGO Nr AP 057

wydany przez
POLSKIE CENTRUM AKREDYTACJI
01-382 Warszawa, ul. Szosofkarska 42

Wydanie nr 3 Data wydania: 7 sierpnia 2006 r.

 AP 057	Nazwa i adres organizacji nadzorującej CENTRALNE LABORATORIUM OCHRONY RADIOLOGICZNEJ ul. Konwaliowa 7 03-184 Warszawa
	Nazwa, adres, telefon, fax i e-mail laboratorium PRACOWNIA WZORCOWANIA - DOZYMTRYCZNE LABORATORIUM WZORCÓW WTÓRNYCH ul. Konwaliowa 7 03-184 Warszawa tel. (0-22) 814-01-17, fax: (0-22) 811-18-18, e-mail: dlww@clor.waw.pl
Kategoria laboratorium stacjonarne	Odniesienie akredytacji: - promieniowanie jonizujące - wzorcowe pola promieniowania jonizującego
	Kierownictwo laboratorium mgr Inż. Hanna Dziśkiewicz-Saplecha - kierownik laboratorium mgr Inż. Ryszard Siwicki - zastępca kierownika laboratorium

Wersja strony: A

5 SZKOLENIE, NORMALIZACJA I INFORMACJA

5.1 SPRAWOZDANIE Z DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADU SZKOLENIA I INFORMACJI W 2006 ROKU

J. Henschke

Działalność szkoleniowa

W 2006 roku przeprowadzono:

- 2 kursy na uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej typu IOR-0, IOR-1 i IOR-3,
- 4 kursy 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/w kursów uprawnienia do pełnienia obowiązków inspektora ochrony radiologicznej uzyskało 100 osób, w tym 35 osób po raz pierwszy.

Ponadto przeprowadzono:

- kursów typu A-A i S-A (w Gdyni i w Warszawie), w wyniku których uprawnienia do pełnienia funkcji ważnych z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej uzyskało 79 osób,
- przeszkolono również 38 osób (pracowników Straży Pożarnej na lotnisku Okęcie w Warszawie) w zakresie ochrony radiologicznej.

Liczba osób, które uzyskały różnego typu uprawnienia w 2006 r.

Typ uprawnień	IOR-0, IOR-1 i IOR-3	A-A i S-A	Razem
Liczba osób	100	79	179

Działalność biblioteki

W 2006 r. czytelnicy wypożyczyli 208 pozycji (książek i czasopism). W ramach współpracy z innymi bibliotekami w kraju wypożyczono 7 pozycji. Zbiory biblioteki powiększyły się o 25 pozycji, 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

W końcu ubiegłego roku utworzony został w CLOR Punkt Kontaktowy d/s Europejskiej Platformy Kształcenia i Edukacji w Ochronie Radiologicznej (PEPEOR).

Głównym zadaniem PEPROR jest ułatwienie kontaktów z Platformą EUTERP (European Platform on Training and Education in Radiation Protection) w celu stworzenia warunków dla powiązania systemu kształcenia i nadawania uprawnień ekspertom ochrony radiologicznej z systemami europejskimi, co umożliwi między innymi dopuszczenie polskich specjalistów do pracy w innych krajach europejskich oraz zatrudnianie ekspertów europejskich w Polsce.

PEPEOR będzie prowadzić następujące działania koordynacyjne i informacyjne:

- zbieranie informacji, opracowywanie i prowadzenie konsultacji krajowych dotyczących zakresu i potrzeb programów kształcenia ekspertów ochrony radiologicznej (EOR) zgodnie z zaleceniami Dyrektywy BSS 96/29 Euratom, inspektorów ochrony radiologicznej (IOR) lub osób na stanowiskach mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej,
- organizowanie konsultacji krajowych dotyczących kwalifikacji i kompetencji EOR oraz IOR w świetle zaleceń UE,
- współpraca z PAA w zakresie konsultacji i wdrażania rekomendacji Platformy EUTERP,
- organizowanie konsultacji i opracowywanie opinii krajowych dotyczących obecnego i przyszłego potencjału edukacyjnego, jego struktury i możliwości certyfikacyjnych,
- prowadzenie działalności informacyjnej dotyczącej działalności i ustaleń Platformy, w szczególności portalu internetowego i biuletynu informacyjnego.

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 2006 r. udzielono ok. 1200 informacji (telefonicznych jak również za pośrednictwem poczty, faksu oraz poczty elektronicznej).

Sekretariat Komitetu Technicznego Nr 246 ds. Ochrony Radiologicznej

W 2006 r. w Sekretariacie Komisji wykonano następujące prace:

Opracowano projekt roboczy normy PN-ISO 14146 „Ochrona radiologiczna. Kryteria i wskaźniki do okresowej oceny laboratoriów dozymetrii indywidualnej dla promieniowania X i gamma”.

Uzgodniono i przekazano do ankiety adresowanej i powszechnej oraz do zatwierdzenia projekty norm:

- PN-ISO 14146 „Ochrona radiologiczna. Kryteria i wskaźniki do okresowej oceny laboratoriów dozymetrii indywidualnej dla promieniowania X i gamma”,
- PN-ISO 2919 „Ochrona radiologiczna. Zamknięte źródła promieniotwórcze. Wymagania promieniowanie rentgenowskie i gamma do kalibracjidawkomierzy i mierników mocy dawki oraz do określania ich charakterystyk energetycznych. Część 4: Wzorcowanie dawkomierzy otoczenia i dawkomierzy indywidualnych w polach promieniowania rentgenowskiego niskiej energii”.

Prowadzono prace związane z tłumaczeniem i weryfikacją PN-ISO 6980-1 „Energia jądrowa. Wzorcowe promieniowanie beta. Zasady wzorcowania dotyczące podstawowych wielkości określających pole promieniowania”.

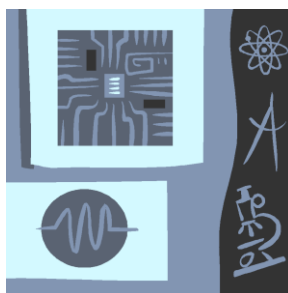
Zaopiniowano 27 dokumentów i norm ISO.

Prowadzono prace dotyczące przeglądu norm ISO w celu ich aktualizacji.

Zorganizowano 3 posiedzenia KT Nr 246.

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

Praca prowadzona w ramach usług statutowych CLOR



6 WSPÓŁPRACA ZAGRANICZNA I KRAJOWA

Komisja Wspólnoty Europejskiej

- udział w programie badawczym realizowanym w ramach 6-tego programu Ramowego UE „ERICA, Environmental Risks from Ionising Contaminants: Assessment and Management „
- udział w programie badawczym realizowanym w ramach 6-tego programu Ramowego UE “TRIAGE, MONITORING AND TREATMENT - HANDBOOK FOR MANAGEMENT OF THE PUBLIC IN THE EVENT OF MALEVOLENT USE OF RADIATION” realizowanym wspólnie z sześcioma innymi partnerami konsorcjum przez 30 miesięcy. Partnerami Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) są: Belgian Nuclear Research Centre (SCK-CEN - koordynator projektu), Health Protection Agency (HPA, UK), Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA), Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (STUK), World Health Organization (WHO) i ENVIROS Consulting (UK).

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,

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.

Komisja Helsińska (Helsinki Commission, Baltic Marine Environmental Protection Commission, Helcom Mors)

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

Physik-Technik-Innovation, Elagen, Niemcy

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

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-IZOT Sp. z o.o. w Milanówku, firma OPTIMEX w Warszawie, firma DYNAMIS w Toruniu.

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;

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

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;

Klub polskich laboratoriów badawczych POLLAB

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



7 PUBLIKACJE

Publikacje i monografie w 2005 r.

Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., Rubel B., Smagała G., Świętochowska J., „Kontrola radioaktywności produktów żywnościowych przeznaczonych na eksport” (Żywnienie człowieka i metabolizm), Polish Journal of Human Nutrition and Metabolism, 2004, XXXI, Supplement 2, cz. I. str. 479-484. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa.

Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., Rubel B., Świętochowska J., „Kontrola skażeń promieniotwórczych żywności w Polsce”, (Żywnienie człowieka i metabolizm), Polish Journal of Human Nutrition and Metabolism, 2004, XXXI, Supplement 2, cz. I. str. 199-203. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa.

Krajewski P., Zastosowanie Metod Analizy Przestrzennej SAVEC Do Określenia Obszarów O Podwyższonym Ryzyku Narażenia Ludności Polski W Skutek Migracji Pierwiastków promieniotwórczych W łańcuchu Pokarmowym Człowieka, Żywnienie Człowieka i Metabolizm, 2004/2005, XXXI, Supl. (2), cz.1: 185-197 (4 p)

Krajewski, P., Problems of the Framework for Radiological Protection of Environment, EKOPARTNER 11(169)/2005:pp 28

Mamont -Cieśla K., Stawarz O., „Radon Progeny Concentration, Particle Size Distribution and Effective Dose at Workplaces and Homes”. Ecological Chemistry and Engineering Vol. 12, No. 7 (2005) pp. 717-725.

Musiałowicz T., Od dozwolonej normy napromienienia do optymalizacji i nowych tendencji w ochronie radiologicznej, Biuletyn BjiOR 3 (2005).

Pietrzak-Flis Z., Kamińska I., Chrzanowski E., "Uranium isotopes in public drinking water in Poland", Naturally occurring radioactive materials (NORM IV), Proceedings of an International Conference held in Szczyrk, Poland, 17-21 May 2004, IAEA-TECDOC-1472, IAEA, October 2005 pp. 291- 298.

Pietrzak-Flis Z., Kamińska I., Chrzanowski E., "Uranium isotopes in public drinking water and dose assessment for man in Poland", Radiat. Prot. Dosimetry 113 (2005) 34-39.

Smagała G., i inni. "Illicit Trafficking and Criminal Use of CBRN Materials and Weapons: an Analysis of the New Members of the European Union and their Neighbouring Countries" UNICRI, Turin, Włochy, wrzesień 2005.

Thiessen M. K., Napier B. A., Filistovic V., Homma T., Kanyár B., Krajewski P., Kryshev I. A., Nedveckaite T., Nényei A., Sazykina G. T., Tveten U., Sjöblom K. L. and Robinson C., Model Testing Using Data on ¹³¹I Released from Hanford, J. Environ. Rad. (2005) 84:211-224.

Thiessen K. M., Sazykina T. G., Apostoei A. I., Balonov M. I., Crawford J., Domel R., Fesenko S. V., Filistovic V., Galeriu D., Homma T., Kanyár B., Krajewski P., Kryshev A. I., Kryshev I. I., Nedveckaite T., Ould-Dada Z., Sanzharova N. I., Robinson C. and Sjöblom K. L., Model Testing Using Data on ¹³⁷Cs from Chernobyl Fallout in The Iput River Catchment Area of Russia, J. Environ. Rad. (2005) 84:225-244.

Raporty CLOR i inne opracowania w 2005 r.

Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., Rubel B., „Metodyka oznaczania radionuklidów w próbkach komponentów środowiska i żywności metodą spektrometrii gamma” Raport CLOR /Z-III Nr 17/2005

Kownacka L., Isajenko K., Boratyński A., Czekala R., Ząbek A., Pobór aerozoli atmosferycznych w wybranych punktach na terenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie i oznaczenie w nich stężeń izotopów promieniotwórczych”. Raport końcowy dla PAA, Warszawa, grudzień, 2005, 1-8.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Adamczyk A., Chrzanowski E., Hulej J., Kuczbajska M., Szymański S., Ząbek A., 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”. Raport końcowy dla PAA, Warszawa, listopad 2005, 1-31.

Krajewska G., Opracowanie materiałów informacyjnych i redakcja strony internetowej www.clor.waw.pl/laboratorium pomiarów jodu promieniotwórczego.

Krajewska G., Podstawy oceny dawek skutecznych na podstawie pomiarów aktywności I-131 w tarczycy - przewodnik dla inspektorów ochrony radiologicznej w Zakładach Medycyny Nuklearnej – Umowa PAA – CLOR, Warszawa 2005.

Krajewska G., Utrzymanie laboratorium pomiaru zawartości jodu promieniotwórczego w tarczycy dla potrzeb działania służb awaryjnych oraz na wypadek zagrożenia radiacyjnego, Raport końcowy zadania PAA, 2005.

Pietrzak-Flis Z., Rosiak L., Chrzanowski E., Adamczyk A., Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2003-2005. Sprawozdanie końcowe dla GIOŚ, CLOR, listopad 2005, str. 33.

Pietrzak-Flis Z., Rosiak L., Kamińska I., Chrzanowski E., Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2003-2005. Etap IV, Sprawozdanie dla GIOŚ, CLOR, wrzesień 2005, str. 27.

Pietrzak-Flis Z., Rosiak L., Komarnicka I., Chrzanowski E., Monitoring of radioactive contamination of surface waters and bottom sediments, Bi-Annual Report of CLOR 2004-2005, str. 9, w druku.

Rubel B., Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., „Oznaczanie stężenia Cs-137 i Sr-90 w próbkach całodziennego pożywienia mieszkańców Warszawy”. Raport CLOR/Z-III nr 18/2005

Smagała G., Sterliński S., Grabowski D., Isajenko K., Lipiński P., Suplińska M., Kamińska I., Tańczyk R., Parus J., sprawozdanie za 2004, „Działania mające na celu udoskonalenie systemu wykrywania i identyfikacji materiałów i źródeł promieniotwórczych będących przedmiotem nielegalnego obrotu na terenie kraju i na granicach państwa” luty 2005. Sprawozdanie zawiera: „Podręcznik systemu reagowania na zdarzenia nielegalnego lub niezamierzonego obrotu materiałami jądrowymi i promieniotwórczymi w Polsce”, wersję nr 06. Wersja nr 07 Podręcznika -Maj 2005 na http://www.clor.waw.pl/przemyt/przemyt_pol/ritnum_07_maj_2005.pdf

Smagała G., Sterliński S., Lipiński P., Tańczyk R., Kamińska I., Grabowski D., Suplińska M., Isajenko K., Raport Końcowy - Projekt UE PECO nt. zwalczania nielegalnego obrotu materiałami jądrowymi w Polsce, Raport CLOR/Z-III Nr 16/2005, wrzesień 2005.

Smagała G., Sterliński S., Lipiński P., Tańczyk R., Kamińska I., Grabowski D., Suplińska M., Isajenko K., Final Report - UE PECO Project on Combating Illicit Trafficking of Nuclear Materiale in Poland, Report CLOR/Z-III Nr 16/2005, September 2005.

Doniesienia konferencyjne w 2005 r.

Mamont K.-Cieśla, Stawarz O., "Badanie zależności oceny narażenia radonowego w budynkach od rozkładu wielkości cząstek związanych z pochodnymi", IV Konferencja Radiochemii i Chemii Jądrowej, Kraków-Przegorzały, 9-11 maja 2005r.

Musiałowicz T., Basic safety directives of the European Union. Comments, proposed amendments and corrections. Referat wygłoszony na Ogólnopolskiej Konferencji Fizyka i Inżynieria we Współczesnej Medycynie i Ochronie Zdrowia. Warszawa 29-30.09.2005., w druku w Polish Journal of Medical Physics and Engineering.

Pietrzak-Flis Z., Radwan I., Krajewski P., „Migracja pionowa ^{129}I i ^{137}Cs w glebach”, IV Konferencja Radiochemii i Chemii Jądrowej, Kraków - Przegorzały, 9-11 maja 2005.

Smagała G., referat "Polish efforts in the fight against illicit trafficking in radioactive sources" opublikowany w Book of Contributed Papers na konferencję IAEA nt. Safety and Security of Radioactive Sources: Towards a Global System for the Continuous Control of Sources throughout their Life Cycle, Bordeaux, Francja, 27 June – 1 July 2005, 258-262.

Smagała G., referat „Searching for hidden radioactive source – experience from exercises in Poland” na "NATO Advanced Research Workshop International Approaches to Securing Radioactive Sources Against Terrorism", 4-6 November 2005, Woodlands Park, United Kingdom. zgłoszony do publikacji w książce wydawnictwo Springer-Verlag.

Smagała G., referat pt. "Experience from Hands-on Response to Illicit Radioactive and Nuclear Traffic in Poland" prezentowany na dziesiątym spotkaniu przeglądowym międzynarodowej technicznej grupy roboczej ds. zwalczania przemytu materiałów jądrowych, ITWG, w dniach 8-9.06.2004, Praga, Czechy. Referat opublikowany w materiałach ITWG-10 Meeting na CD oraz na <https://project.nf-itwg.org>.

Stawarz O., Mamont K.-Cieśla "Badanie własności adsorpcyjnych węgli aktywnych pod kątem zastosowania ich w systemie pomiarowym *PicoRad*", konferencja "Radon w środowisku", Kraków, 20-21 września 2005r.

Suplińska M., Adamczyk A., Caesium-137 and Radium-226 in the Southern Baltic Sea Fish Flesh in 2004. Meeting of Project Group for Monitoring of Radioactive Substances in the Baltic Sea (HELCOM MORS-Pro 10/2004 3/1), Kasnäs, Finlandia 7-9 czerwca 2005.

Suplińska M., Adamczyk A.. Distribution of Caesium-137, Plutonium-239,240, Plutonium-238, Strontium-90 and Radium-226 in bottom sediments from Southern Baltic Sea in 2004. Meeting of Project Group for Monitoring of Radioactive Substances in the Baltic Sea (HELCOM MORS-Pro 10/2005 3/2), Kasnäs, Finlandia 7-9 czerwca 2005.

Suplińska M., Izotopy promieniotwórcze w osadach dennych Bałtyku Południowego i ocena źródeł skażenia. Referat wygłoszony na seminarium przed Radą Naukową Głównego Instytutu Górnictwa 20 stycznia 2005.

Suplińska M., Pietrzak-Flis Z., Adamczyk A., Rozmieszczenie ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{238}Pu i ^{90}Sr w osadach dennych Bałtyku Południowego w latach 2001-2004. IV Konferencja Radiochemii i Chemii Jądrowej, Kraków-Przegorzały, 9-11 maja 2005.

Suplińska M., Pietrzak-Flis Z., Adamczyk A.. Rozmieszczenie ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{238}Pu i ^{90}Sr w osadach dennych Bałtyku Południowego w latach 2001-2004, IV Konferencja Radiochemii i Chemii Jądrowej, Kraków - Przegorzały, 9-11 maja 2005.

Publikacje i monografie w 2006 r.

Biernacka M., Isajenko K., Lipiński P., Pietrzak-Flis Z., „Radiologiczny Atlas Polski, 2005 Radiation Atlas of Poland, 2005”. Biblioteka Monitoringu Środowiska. ISBN 978-83-920345-8-2 (2006), 64 strony.

Biernacka M., Isajenko K., Lipiński P., Pietrzak-Flis Z., Radiologiczny Atlas Polski 2005, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2006.

Biernacka M., Isajenko K.. „Radiologiczna mapa Polski w latach 1986-2005”. Materiały konferencyjne XXI Szkoły Jesiennej PTBR pt. „Czarnobyl – 20 lat później: skażenie środowiska i żywności, skutki zdrowotne”. Zakopane 9-13.10.2006, 16 stron.

Budzanowski M., Olko P., Kopeć R., Obryk B., Dzikiewicz-Sapiecha H., Siwicki R.; “Identification of static exposure of standard dosimetric badge with thermoluminescent detectors”. Radiation Protection Dosimetry, Advance access published on October 12, 2006; doi:10.1093/rpd/ncl125.

Ilus E., Mattila J., Nielsen S.P., Jakobson E., Herrmann J., Graveris V., Vilimaite-Silobritiene B., Suplińska M., Stepanov A., Lüning M., Final report of the Sediment Baseline Study of HELCOM MORS-PRO in 2000-2005, HELCOM MONAS 9/2006 5/4. Silkeborg, Denmark, 2-6 October 2006, 26str.

Isajenko K., Biernacka M., „Radioaktywność przyziemnej warstwy powietrza atmosferycznego w Polsce w latach 1986-2005”. Materiały konferencyjne XXI Szkoły Jesiennej PTBR pt. „Czarnobyl – 20 lat później: skażenie środowiska i żywności, skutki zdrowotne”. Zakopane 9-13.10.2006, 14stron.

Jaworowski Z. Atmospheric CO₂ ice records: Truth or artifacts? KTH International Climate Seminar. Global Warming – Scientific Controversies in Climate Variability, Stockholm (Sweden) 11-12 September, 2006, Presentations in CD form published by Royal Technical University, Stockholm, stron 41.

Jaworowski Z. Broń Zagłady i Ocalenia. Przekrój, 47(3305), 31 listopada, 2006, str. 40-45.

Jaworowski Z. Discovery of radioactivity. Spiked Science. If you could teach the world just one thing... Spike's $E = mc^2$ Centenary Survey. <http://www.spiked-online.com/Articles/0000000CAA49.htm>

Jaworowski Z. Ekologia i Wahadłowce. Polityka Nr. 4(2539) str. 78-80.

Jaworowski Z. Farsa radioactiva. www.policynetwork.net/main/content.php?content_id=29 , strony 1 – 13.

Jaworowski Z. Foreword to Book of Abstracts. 1st Human, life and Radiation Conference, Rafsanjan (Iran), 29 – 31. October, 2006. University of Medical Sciences, Rafsanjan, str. 40-45.

Jaworowski Z. The real Chernobyl folly. 21st Century Science and Technology. Spring 2006, str. 59-72.

Jaworowski Z. Zabójczy mit Czarnobyla. Polityka Nr. 15(2550), 15 kwietnia, 2006, str. 88.

Jaworowski Z. Żywot własny. W: Maria Chruściel (Śliz) red.: Pamiętniki Lekarzy – Absolwentów (1947-1952) UJ i AM w Krakowie z lat 1947 – 2005., Warszawa, Okręgowa Izba Lekarska Kraków i Naczelna Izba Lekarska Warszawa, strony 122-162.

Jaworowski, Z. Meat and the planet: A human view. 21st Century Science and Technology, Fall-Winter, p. 4.

Jaworowski, Z. Chernobyl: the fear of the unknown. International journal of Low radiation, 3(4): 319-324.

Kowalska M.; „Niestabilność genetyczna i efekt widza w napromienionych hodowlach mysich komórek linii C3H10T1/2”. Postępy Techniki Jądrowej, Vol. 49, Z. 3 str-19-24, 2006.

Kownacka L., Transport w atmosferze oraz pionowe rozkłady substancji promieniotwórczych nad obszarem Polski po awarii czarnobylskiej. XXI Szkoła jesienna PTBR, Zakopane, 9-13 października 2006, Wygłoszony wykład na zaproszenie oraz publikacja w materiałach Konferencji str.63-78.

Krajewska G., Krajewski P., Awaria w Czarnobylu Inicjacja międzynarodowych programów badawczych – Materiały Konferencyjne XXI Szkoły Jesiennej PTBR pt. „Czarnobyl – 20 lat później: skażenie środowiska i żywności, skutki zdrowotne”. Zakopane 9-13.10.2006.

Krajewski P., „Ocena dawek od promieniotwórczego jodu 131- I uwolnionego po awarii w Czarnobylu, XXI Szkoła Jesienna PTBR” Czarnobyl – 20 lat później: skażenie środowiska i żywności, skutki zdrowotne, Mat. Konf. Zakopane, 9-13 października 2006 r.

Krajewski P., Krajewska G., Awaria w Czarnobylu- Inicjacja Międzynarodowych Programów Badawczych, XXI Szkoła Jesienna PTBR “ Czarnobyl – 20 lat później: skażenie środowiska i żywności, skutki zdrowotne, Mat. Konf. Zakopane, 9-13 października 2006 r.

Krajewski P., Testowanie i walidacja komputerowych modeli radiologicznych jodu promieniotwórczego w ramach międzynarodowego programu badawczego EMRAS, PTJ 2-2006, Vol.49 Z.2.

Muszyński W., Grabowski D., Kurowski W., Rubel B., Smagała G., „Działania podjęte w czasie awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu przez Służbę Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (CLOR)”, XXI Szkoła Jesienna PTBR im. Marii Skłodowskiej-Curie, Czarnobyl – 20 lat później, Zakopane 9-13.10.2006, 55-62.

Muszyński W., Grabowski D., Kurowski W., Rubel B., Smagała G., „Skażenia promieniotwórcze wybranych komponentów środowiska i produktów żywnościowych w latach 1986-2005”, XXI Szkoła Jesienna PTBR im. Marii Skłodowskiej-Curie, Czarnobyl – 20 lat później, Zakopane 9-13.10.2006, 113-124.

Stawarz O., Karpińska M., Mamont–Cieśla K., „Investigation of the influence of high humidity and exposure duration on the measurement results of radon concentration by means of PicoRad system in the calibration chamber”. Nukleonika 51 (Supplement 2) (2006) pp. 53-57.

Raporty CLOR i inne opracowania w 2006 r.

Biernacka M., Isajenko K., Lipiński P., Raport dla Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska: „Monitoring stężenia 137Cs w glebie w latach 2004-2006”. Warszawa, CLOR, 2006, 67 stron.

Dzikiewicz–Sapiecha H., Bogusz M., Siwicki R., “Quality assurance system at calibration Laboratory for Radiation Protection secondary standard dosimetry laboratory (SSDL)”. Materiały do publikacji w Report of CLOR 2004-2005, Research and Operational Activities, Warsaw 2006.

Dzikiewicz–Sapiecha H., Bogusz M., Siwicki R., “The activity of calibration Laboratory – Secondary standard dosimetry laboratory (SSDL) for Radiation Protection”. Materiały do publikacji w Report of CLOR 2004-2005, Research and Operational Activities, Warsaw 2006.

Kowalska M., Siwicki R., Rostkowska J., "Calibration curves for Radiation Biological Dosimetry by cytogenetics". Materiały do publikacji w Report of CLOR 2004-2005, Research and Operational Activities, Warsaw 2006.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Adamczyk A., Boratyński A., Chrzanowski E., Czekala R., Kuczbajska M., Ząbek A., Kompleksowe pomiary służące ocenie sytuacji radiacyjnej w otoczeniu Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Róźnie oraz wokół Ośrodka w Świerku. Raport końcowy dla PAA, Warszawa, listopad 2006, 1-31.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Radiological situation in surroundings of radioactive wastes repository in Różan. Raport CLOR 2004-2005.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Assessmeht of radiological situation in surrouding of Świerk Centre. Raport CLOR 2004-2005.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Radiological situation in surroundings of radioactive wastes repository in Różan. Raport CLOR 2004-2005.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Adamczyk A., Boratyński A., Chrzanowski E., Czekala R., Kuczbajska M., Ząbek A., Kompleksowe pomiary służące ocenie sytuacji radiacyjnej w otoczeniu Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Róźnie oraz wokół Ośrodka w Świerku. Raport końcowy dla PAA, Warszawa, listopad 2006, 1-31.

Kownacka L., Isajenko K., Krajewski P., Lipiński P., Radwan I., Żak A., Assessmeht of radiological situation in surrouding of Świerk Centre. Raport CLOR 2004-2005.

Kownacka L., Recenzja pracy magisterskiej Marty Jarzyny pt. National RadioactiveWaste Repository in Różan and possible environmental consequences of its closure. Praca wykonana w SGGW.

Krajewska G., Krajewski P., Measurement of iodine and technetium content in thyroid of occupationally exposed personnel Biannual 2006 (w druku)

Krajewska G., Utrzymanie laboratorium pomiaru zawartości jodu promieniotwórczego w tarczycy dla potrzeb działania służb awaryjnych oraz na wypadek zagrożenia radiacyjnego, Raport końcowy zadania PAA, 2006.

Rubel B., Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., „Oznaczanie stężenia Cs-137 i Sr-90 w próbkach całodziennego pożywienia mieszkańców Torunia i Opola”, Raport Clor/Z-III NR 2/2006.

Rubel B., Muszyński W., Kurowski W., Grabowski D., „Przeprowadzenie pomiarów porównawczych w zakresie oznaczania izotopów Cs-137 i Sr-90 przez placówki podstawowe prowadzące pomiary skażeń promieniotwórczych w ramach monitoringu radiacyjnego kraju”, Raport Clor/Z-III NR 1/2006.

Smagała G., Lipiński P., Tańczyk R., Isajenko K., Kamińska I., Suplińska M., Grabowski D., Support to Combat Illicit Trafficking of Nuclear and Radioactive Materials”, artykuł do CLOR Biannual 2004-2005.

Smagała G., Sterliński S., Lipiński P., Tańczyk R., Kamińska I., Grabowski D., Isajenko K., Suplińska M., Hands-on workshop „Bobrowniki 2004” Response to Illicit Trafficking of Nuclear and Radioactive Materials in Poland, artykuł do CLOR Biannual 2004-2005.

Suplińska M., Adamczyk A., Caesium-137, Radium-226 and Potassium-40 in the Southern Baltic Sea Fish Flesh. Bi-Annual Report of CLOR 2004-2005 w druku, 3 str.

Suplińska M., Adamczyk A., Distirbution of Caesium-137, Plutonium-239,240, Plutonium-238, Strontium-90 and Radium-226 in bottom sediments from Southern Baltic Sea in 2005. Meeting of Project Group for Monitoring of Radioactive Substances in the Baltic Sea (HELCOM MORS-Pro 11/2006 3/1), Monaco, 30 maj-2 czerwiec 2006, 6 str.

Suplińska M., Adamczyk A., Distribution of Caesium-137, Strontium-90, Plutonium-239,240, Plutonium-238, Radium-226 and Potassium-40 in bottom sediments from Southern Baltic Sea, Bi-Annual Report of CLOR 2004-2005 w druku, 5 str

Suplińska M., Pietrzak Z.-Flis, Iodine-129 and Iodine-127 in bottom sediments of the Baltic Sea, Bi-Annual Report of CLOR 2004-2005 w druku, 8 str

Suplińska M., Radwan I., Adamczyk A., Monitoring skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego w 2005 r. Roczne sprawozdanie dla PAA (str 25).

Wasek M., Wyszowski M., "Occupation exposure to external radiation monitored by CLOR in 2004–2005". Materiały do publikacji w Report of CLOR 2004-2005, Research and Operational Activities, Warsaw 2006.

Wasek M., Wyszowski M., "The assurance and maintenance of the quality system in laboratory of personal and environmental doses for Radiological Protection". Materiały do publikacji w Report of CLOR 2004-2005, Research and Operational Activities, Warsaw 2006.

Doniesienia konferencyjne w 2006 r.

Grabowski D., Kurowski W., Muszyński W., Rubel B., Smagała G., „Monitoring of Radioactive Contamination of Foodstuff in Poland” prezentacja na Technical Meeting on Monitoring of Radionuclides In Foodstuffs Traded Internationally, IAEA, Vienna, 11-15 December 2006 na <http://www-ns.iaea.org/downloads/rw/fileshare/files/wss/170/Poland.ppt>

Krajewski P., INTERIM REPORT: CHERNOBYL DOSE ASSESSEMENT: Testing and validation of dosimetry models using data from Chernobyl air pollution in the Mazovia area, (Raport Grupy Roboczej Jodu Promieniotwórczego I-131 dla National Cancer Institute, kwiecień 2006.

Krajewski P., Krajewska G., Future tasks of the Working Group 3 (IWG) in 2007, (Zadania Grupy Roboczej Radioaktywnego Jodu I-131 w 2007 roku), Wystąpienie na 4-tym Zjeździe Międzynarodowego Programu MAEA EMRAS (Environmental Modeling for Radiation Safety), 6-10 listopad 2006.

Krajewski P., Krajewska G., The Chernobyl I-131 release: models validation and assessment of the countermeasures effectiveness – prezentacja na 4-tym Zjeździe Międzynarodowego Programu EMRAS Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, Wiedeń 6-10 .11. 2006

Pietrzak-Flis Z., Nuclear-specific defence in Poland, Proceedings of the 42 “Berlin Kolloquium”, Berlin, 12 –13 October 2006.

Pietrzak-Flis Z., Protection Against Exposures due to Radiation Sources of Natural Origin -An Interim Balance, Proceedings of the 42 “Berlin Kolloquium”, Berlin, 12–13 October 2006.

Pietrzak-Flis Z., Quality assurance in radiology – referral criteria in Poland, Proceedings of the 42 “Berlin Kolloquium”, Berlin, 12–13 October 2006.

Pietrzak-Flis Z., Risk and control of high activity sealed sources in Poland, Proceedings of the 42 “Berlin Kolloquium”, Berlin, 12–13 October 2006.

Smagała G., Sterliński S., “Organizacja i prowadzenie działań ratowniczych podczas zdarzeń z obecnością źródeł promieniowania jonizującego – Organization and conducting rescue actions in emergencies involving sources of ionizing radiation”, międzynarodowe seminarium ratownicze, Białowieża 26-27 września 2006, <http://www.straz.bialystok.pl>.

Smagała G., Sterliński S., “Organization and conducting rescue actions in emergencies involving sources of ionizing radiation” prezentacja na

<http://cobweb.businesscollaborator.com> przekazana elektronicznie w dniu 12.10.2006 jako materiał poglądowy przedstawicielowi Komisji Europejskiej i uczestnikom konsorcjum projektu FP6 – 036497 pt. TMT Handbook (Triage, monitoring treatment – handbook for management of the public in the event of malevolent use of radiation) – angielska wersja z prezentacji na międzynarodowe seminarium ratownicze Białowieża 2006.

Smagała G., prezentacja pt. "Response to Illicit Radioactive and Nuclear Cases in Poland" przedstawiana na jedenastym spotkaniu przeglądowym międzynarodowej technicznej grupy roboczej ds. zwalczania przemytu materiałów jądrowych, ITWG, w dniach 28-29.09.2006, Karlsruhe, Niemcy. Prezentacja w materiałach ITWG-11 Meeting, CD + <https://project.nf-itwg.org>.

Stawarz O., Mamont-Cieśla K., "Pomiary porównawcze dla pasywnych metod pomiaru stężenia radonu w powietrzu (CLOR, 16 maja – 17 czerwca 2005r.)", spotkanie Centrum Radonowego w Sobótce, 18-19 października 2006r.

Stawarz O., Mamont-Cieśla K., "Pomiary porównawcze dla przyrządów pomiarowych służących do ciągłego pomiaru stężenia radonu i energii potencjalnej α jego krótkożyciowych pochodnych w powietrzu oraz dla metod pomiaru stężenia radonu w wodzie (CLOR, 9-13 czerwca 2003r.)", spotkanie Centrum Radonowego w Sobótce, 18-19 października 2006r.

Suplińska M., Pietrzak-Flis Z., Iodine-129 and Iodine-127 in bottom sediments of the Baltic Sea, Praca zgłoszona na International Conference on Environmental Radioactivity: From Measurements and Assessments to Regulation, 23-27 April 2007 Vienna, Austria

