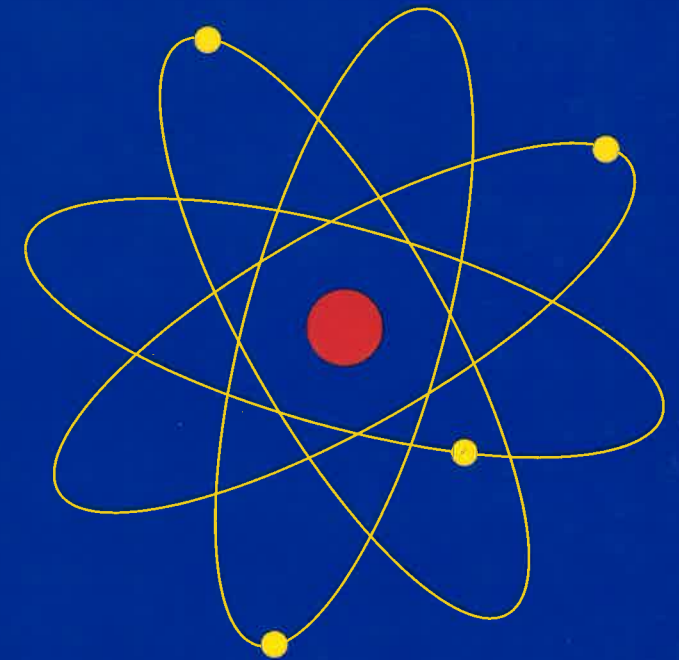


ISSN 0867-4752

2 (42)/2000

*BEZPIECZEŃSTWO
JĄDROWE
i
OCHRONA
RADIOLOGICZNA*



PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE i OCHRONA RADIOLOGICZNA

BIULETYN INFORMACYJNY PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI

Nr 2(42)/2000
Warszawa

Wydawca
PAŃSTWOWA AGENCJA ATOMISTYKI

Redakcja: 00-921 Warszawa, ul. Krucza 36
tel.: 695 98 22, 629 85 93
fax: 695 98 15
e-mail: tbia@paa.gov.pl


Przewodniczący Rady Programowej
Witold ŁADA

Redaktor naczelny
Tadeusz BIAŁKOWSKI

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 0867-4752

Druk

 Drukarnia Piotra Włodarskiego
02-646 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 853-50-98

SPIS TREŚCI

Informacja Państwowej Agencji Atomistyki o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w roku 1999 3

Szanowni Państwo,

Cały bieżący numer Buletynu wypełnia Informacja Państwowej Agencji Atomistyki o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (b.j. i o.r.) w Polsce w 1999 roku. Opracowanie to – jak to jest praktykowane od 1994 roku jest częścią kolejnego rocznego raportu PAA z jej działalności w roku poprzednim, przedkładanego władzom Państwa zgodnie z wymogami stosownych przepisów.

Informacja PAA przedstawia realizację działalności dozorowej i kontrolnej odpowiednich organów i służb w zakresie b.j. i o.r. włącznie z systemami reagowania na nadzwyczajne zdarzenia radiacyjne. Podano podsumowanie poszczególnych przedsięwzięć zakończonych już Strategicznego Programu Rządowego – Gospodarka odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym w Polsce. Dokonano analizy i oceny sytuacji radiacyjnej w środowisku naturalnym oraz narażenia ludności w kraju.

W podsumowaniu Informacji Prezes PAA prof. J. Niewodniczański stwierdza, że poziom radiacji i zanieczyszczeń promieniotwórczych komponentów środowiska i żywności w kraju nie stwarza zagrożenia dla naszego społeczeństwa, a przyjęte rozwiązania organizacyjne zapewniają odpowiednią kontrolę nad wszelką działalnością w tym zakresie.

Redakcja Biuletynu

INFORMACJA PAŃSTWOWEJ AGENCJI ATOMISTYKI O STANIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ W POLSCE W ROKU 1999

1. NADZÓR I KONTROLA W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO I OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

1.1. ORGANY I SŁUŻBY WŁAŚCIWE W SPRAWACH NADZORU I KONTROLI W ZAKRESIE B.J.I O.R. ORAZ PODSTAWY PRAWNE ICH DZIAŁANIA

Nadzór i kontrola w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej (b.j.i o.r.) prowadzone są w celu wyeliminowania lub ograniczania zagrożenia radiacyjnego związanego ze stosowaniem materiałów jądrowych, źródeł promieniotwórczych i urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące. Istotne znaczenie ma również kontrola zagrożenia od promieniowania naturalnego, wzmożonego wskutek działań człowieka, jak też systematycznie prowadzona kontrola skażeń promieniotwórczych środowiska. Działania te stanowią ważne zobowiązania Państwa w stosunku do jego obywateli i prowadzone są na podstawie odpowiednich regulacji prawnych.

Zgodnie z ustawą – Prawo atomowe, od 1986 r. każda działalność związana ze stosowaniem materiałów jądrowych, źródeł promieniowania jonizującego oraz gospodarka odpadami promieniotwórczymi podlega w Polsce szczególnemu nadzorowi, określone w ustawie jako państwowy dozór bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, zwanemu w skrócie dozorem jądrowym. Jego organami są: powoływany przez Prezesa Rady Ministrów i odpowiedzialny bezpośrednio przed nim Prezes PAA oraz powoływani przez Prezesa PAA – Główny Inspektor i inspektorzy dozoru jądrowego. Funkcję Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego peł-

ni obecnie Wiceprezes PAA. Realizacją zadań dozorowych w odniesieniu do obiektów jądrowych oraz innych użytkowników źródeł promieniowania jonizującego zajmują się dwa departamenty PAA: Departament Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego (Dep. BJIr) oraz Departament Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego (Dep. NZPJ). Zadania dozоровe w zakresie kontroli ewidencji materiałów jądrowych wykonują inspektorzy dozoru jądrowego w Wydziale Nieprolifracji Departamentu Współpracy z Zagranicą i Integracji Europejskiej. Zezwolenia i inne decyzje związane z obiektami jądrowymi wydaje Prezes PAA w oparciu o materiały przygotowywane przez Wydział Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych istniejący w strukturze Dep. BJIr. Inspektorzy tego Wydziału przeprowadzają kontrole dozоровe w obiektach jądrowych oraz w obiektach gospodarki odpadami promieniotwórczymi w Polsce, a także dokonują analiz sytuacji w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego w obiektach jądrowych zlokalizowanych w krajach ościennych. Natomiast zezwolenia na działalność ze źródłami promieniowania jonizującego udzielane są przez Prezesa PAA (lub osoby przez niego upoważnione) na podstawie materiałów przygotowywanych przez Dep. NZPJ.

Dep. BJIr, wraz z utworzonym w nim z dniem 1.01.1997 r. Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR, koordynuje prace niezbędne do zapewnienia stałej kontroli skażeń promieniotwórczych w środowisku oraz ograniczania skutków wydarzeń radiacyjnych powstałych w kraju lub za granicą. Prace te wykonywane są przez:

- Centralny Ośrodek Pomiaru Skażeń Promieniotwórczych (COPSP);
- Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej (ODSA);
- Krajowy Punkt Kontaktowy (KPK).

Wymienione służby działają w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej – jedno-

stce badawczo-rozwojowej nadzorowanej przez Prezesa PAA.

Prezes PAA ściśle współdziała – na podstawie odrębnych przepisów i porozumień – z następującymi organami i jednostkami:

- Państwową Inspekcją Sanitarną i Państwową Inspekcją Sanitarną Polskich Kolei Państwowych (w zakresie kontroli stanu ochrony radiologicznej zakładów wykorzystujących zamknięte źródła promieniotwórcze oraz kontroli skażeń produktów spożywczych);
- Inspekcją Ochrony Środowiska (w zakresie podsystemu monitoringu skażeń promieniotwórczych, funkcjonującego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska);
- Szefem Obrony Cywilnej i Komendą Główną Państwowej Straży Pożarnej (w zakresie likwidacji lub ograniczania zagrożeń radiacyjnych spowodowanych sytuacjami awaryjnymi w kraju);
- Wojewodami (orzekanie w sprawach gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających substancje promieniotwórcze pochodzenia naturalnego);
- Wyższym Urzędem Górniczym (w zakresie nadzoru i kontroli nad rozpoznawaniem i ograniczeniem zagrożeń radiacyjnych w podziemnych zakładach górniczych). Ważnym elementem tej współpracy była w 1999 r. działalność Zespołu ds. zagrożeń radiacyjnych w górnictwie powołanego na mocy Porozumienia (z 1995 r.) zawartego pomiędzy Prezesami WUG i PAA oraz Głównym Inspektorem Sanitarnym;
- Szefostwem Wojsk Obrony Przeciwcemnicznej (w zakresie monitoringu skażeń promieniotwórczych oraz postępowania awaryjnego i działań interwencyjnych w sytuacjach nadzwyczajnych zagrożeń radiacyjnych);
- Centralnym Szpitalem Klinicznym Wojskowej Akademii Medycznej (w zakresie pomocy medycznej poszkodowanym w wyniku awarii jądrowych i wypadków radiacyjnych);
- Urzędem Ochrony Państwa (w zakresie ochrony fizycznej materiałów i obiektów jądrowych);
- Komendą Główną i Biurem Kontroli Ruchu Granicznego Straży Granicznej oraz Głównym Urzędem Cef (w zakresie zabezpieczeń

materiałów jądrowych i źródeł promieniowania jonizującego przed nielegalnym przewozem przez granice Polski);

- Centralnym Inspektoratem Standaryzacji podległym Ministerstwu Rolnictwa i Rozwoju Wsi (w zakresie wystawiania świadectw dotyczących skażeń promieniotwórczych dopuszczalnych produktów spożywczych).

Zadania Prezesa PAA związane z nadzorem i kontrolą w sprawach b.j.i o.r. wynikają również z podpisanych przez Polskę konwencji i zawartych umów międzynarodowych (wymienionych w rozdz. 3). Zadania Prezesa określone mianem dozoru jądrowego obejmują w szczególności:

- ustalenie wymagań niezbędnych do zapewnienia b.j.i o.r. w obiektach jądrowych i zakładach stosujących promieniowanie jonizujące;
- dokonywanie kontroli w obiektach jądrowych i w innych jednostkach oraz stosowanie, w razie konieczności, sankcji określonych w ustawie;
- wydawanie zezwoleń na prowadzenie działalności związanej z materiałami jądrowymi, źródłami promieniowania jonizującego i odpadami promieniotwórczymi;
- nadawanie uprawnień państwowych do zajmowania określonych stanowisk w jednostkach prowadzących prace związane z wykorzystaniem energii atomowej;
- dokonywanie analiz i ocen stanu b.j.i o.r. w kraju.

1.2. REALIZACJA ZADAŃ DOZOROWYCH

1.2.1. Ustalanie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

Podstawowe wymagania w zakresie ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa jądrowego ustalone są w ustawie – Prawo atomowe oraz w zarządzeniach Prezesa PAA. Regulują one następujące zagadnienia:

- dawki graniczne promieniowania jonizującego i wskaźniki pochodne oraz wzory do ich obliczania;
- zasady klasyfikacji odpadów promieniotwórczych i gospodarowanie tymi odpadami;
- sprzęt dozymetryczny oraz ewidencja wyników pomiarów dozymetrycznych;

- ewidencja i kontrola źródeł promieniowania;
- ewidencja i kontrola materiałów jądrowych oraz ich ochrona fizyczna;
- szkolenie i nadawanie uprawnień do zajmowania określonych stanowisk w obiektach jądrowych i w innych jednostkach prowadzących prace w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące;
- przywóz, wywóz i przewóz materiałów jądrowych, źródeł promieniotwórczych i urządzeń zawierających takie źródła;
- plany awaryjne w obiektach jądrowych.

Wymagania dotyczące ochrony radiologicznej w pracowniach stosujących aparaty rentgenowskie o energii promieniowania do 300 keV określone są przez Ministra Zdrowia.

1.2.2. Analiza i nadzór obiektów oraz zastosowań promieniowania

1.2.2.1. Obiekty jądrowe w Polsce

Obiekty jądrowe w Polsce zlokalizowane są w Świerku w Instytucie Energii Atomowej, którego dyrektor, zgodnie z ustawą – Prawo atomowe, odpowiada za bezpieczeństwo ich eksploatacji. Kontrole w zakresie bezpieczeństwa jądrowego prowadzą w imieniu Prezesa PAA, na polecenie Głównego Inspektora, inspektorzy dozoru jądrowego (inspektorzy byli również konsultantami oraz przeprowadzali wizje lokalne nie ujęte w formalne protokoły kontroli).

Reaktor MARIA

Reaktor MARIA, o projektowej mocy nominalnej 30 MW, eksploatowany od 1976 r. w Instytucie Badań Jądrowych, a następnie w Instytucie Energii Atomowej (z przerwą na modernizację w latach 1985-93), jest wysokostrumieniowym reaktorem badawczym typu basenowego chłodzonym wodą. Moderatorami są woda i beryl. W reaktorze wykorzystuje się paliwo o wzbogaceniu ok. 80%. Reaktor MARIA jest wykorzystywany głównie do badań fizycznych i do produkcji izotopów oraz analizy aktywacyjnej.

W 1999 roku reaktor był eksploatowany na podstawie Zezwolenia Prezesa PAA Nr 2/98/MARIA z dnia 30 grudnia 1998 roku, ważnego do 31 grudnia 2000 r. Zezwolenie dopuszcza do eks-

ploatacji również niektóre elementy paliwowe eksploatowane w zestawie krytycznym AGATA oraz wyładowane z reaktora do 1986 r. W dniu 22.01.1999 r. wydana została również zgoda na przeprowadzenie serii doświadczeń ze specjalnie oprzyrządzonym elementem paliwowym o wzbogaceniu 36%, a następnie po pozytywnych wynikach, w dniu 19.10.1999 r. Prezes zezwolił Aneksem Nr 1/99/MARIA do poprzedniego Zezwolenia na stopniowe wprowadzanie pięciu takich elementów do rdzenia. Z końcem 1999 r. w rdzeniu znajdowały się 3 takie elementy.

W październiku 1999 r. Dyrektor IEA przedstawił organom dozoru uaktualniony eksploatacyjny Raport Bezpieczeństwa reaktora, który jest analizowany, oraz Programy Zapewnienia Jakości. Raport również weryfikuje brak potrzeby zmiany granic strefy ochronnej wokół reaktora.

Program pracy reaktora MARIA w 1999 r. był dostosowany głównie do programu naświetlań materiałów tarczowych do produkcji izotopów. W trakcie eksploatacji miały miejsce 4 nieplanowane wyłączenia reaktora, głównie z powodu uszkodzeń i zakłóceń w systemie zabezpieczeń. Nie stwarzało to jednak żadnego zagrożenia dla obiektu i otoczenia. Oprócz bieżących napraw w trakcie eksploatacji były przeprowadzone planowane przeglądy, próby i remonty urządzeń i instalacji. Stan osobowy zespołu eksploatacyjnego reaktora pozwalał na jego eksploatację z minimalną rezerwą. Przygotowywane są również projekty urządzeń rozszerzających możliwości usługowe reaktora.

Kierownictwo reaktora MARIA składa kwartalne sprawozdania z działalności podległego mu obiektu. Sprawozdania te są analizowane przez inspektorów dozoru jądrowego, weryfikujących podawane w nich informacje w toku kontroli w obiekcie i innych kontaktów z personelem.

Wyposażenie techniczne reaktora MARIA, a zwłaszcza system zabezpieczeń i system kontroli dozymetrycznej, wymaga zabiegów modernizacyjnych, wykonywanych w czasie planowanych przerw w pracy reaktora. Drobne zakłócenia i nieplanowane wyłączenia są spowodowane w dużej mierze zużyciem eksploatacyjnym urządzeń i aparatury.

Obsługa reaktora MARIA prowadziła w 1999 r., oprócz bieżących i planowych prac

konserwacyjnych i remontowych, przygotowania do gruntownej modernizacji systemu sterowania i zabezpieczeń opartego na dotychczasowym systemie analogowym lecz z wykorzystaniem aparatury firmy Hartmann-Braun oraz równolegle doń podłączonym systemie cyfrowym PROCONTROL. Modernizacja systemu sterowania zabezpieczeń, która zwiększy stopień bezpieczeństwa reaktora, będzie prowadzona w dwóch etapach.

Narażenie radiacyjne pracowników reaktora w 1999 r. oszacowano na ok. 0,062 osobo-siverta, przy czym maksymalna indywidualna dawka kwartalna nie przekraczała wartości 1,4 mSv.

Reaktor EWA

W roku 1999, zgodnie z wydanym w dniu 23 maja 1997 roku Zezwoleniem Nr 1/97/EWA, w IEA kontynuowano likwidację reaktora EWA. Jednocześnie, zgodnie z wymaganiami Zezwolenia Nr 1/95/EWA, utrzymywane były w stanie czynnym niektóre układy technologiczne wyłączonego z eksploatacji reaktora, m.in. system energetyczny, układ wentylacji technologicznej i kanalizacji specjalnej, wybrane układy pomiarowe w systemie kontroli technologicznej i dozymetrycznej, urządzenia dźwigowe i inne.

W 1999 roku dokonano demontażu zbiornika reaktora EWA (łącznie ze zbiornikiem osłony biologicznej i koszem separatora), a także szeregu elementów układów pomocniczych. Demontaż zbiornika wymagał też wielu przygotowań. Zbiornik został przetransportowany i złożony w Krajowym Składowisku Odpadów Promieniotwórczych.

Prowadzone pomiary dozymetryczne potwierdzają, że przygotowane technologie demontażu elementów reaktora zostały zrealizowane poprawnie, a personel wykonujący te prace był narażony na promieniowanie jonizujące na bardzo niskim poziomie. Wszystkie prace były wykonywane pod kontrolą dozymetryczną i w uzgodnieniu z inspektorami dozoru jądrowego, którzy opiniowali przekazywane z wyprzedzeniem procedury, niejednokrotnie zalecając zmiany lub uzupełnienia.

Należy podkreślić, że wszystkie etapy bliskiej zakończenia likwidacji reaktora EWA zostały przeprowadzone bardzo sprawnie i minimalnym nakładem kosztów.

Przechowalniki wypalonego paliwa – obiekty 19 i 19A, basen paliwowy reaktora MARIA

Przechowalnik 19 służy do przechowywania wypalonego paliwa typu EK-10 z pierwszego okresu eksploatacji reaktora EWA do 1967 r. Obiekt ten jest wykorzystywany również jako miejsce przechowywania niektórych stałych odpadów z likwidacji reaktora EWA i z eksploatacji reaktora MARIA, oraz zużytych źródeł promieniowania gamma o dużej aktywności. W obiekcie 19A w basenie nr 2 przechowywane jest paliwo typu WWR-SM i WWR-M2 z reaktora EWA. Elementy paliwowe typu MR-6, wypalone w reaktorze MARIA, składowane są natomiast w basenie paliwowym tego reaktora. Wszystkie przechowywane elementy wykazują stan, który może być uznany za zadowalający. Niezadowolający okazał się stan wykładziny basenów w przechowalniku 19A. W tym obiekcie poddano gruntownemu remontowi basen nr 1 (zakończony w styczniu 1999 r.), po czym paliwo zostało przeładowane do tego basenu wg odpowiedniej procedury i analogicznemu remontowi poddano basen nr 2, który pozostanie jako rezerwowo; może on również być użyty w razie potrzeby przechowywania paliwa MR-6.

W przechowalniku 19 całe paliwo EK-10 zgromadzono w jednym zbiorniku. Drugi po dekontaminacji zdemontowano i stwierdzono również zły stan zbiornika. W 2000 r. zostanie zamontowany nowy zbiornik ze stali kwasoodpornej, do którego zostanie przeładowane paliwo. Operacje te były nadzorowane przez Dozór Jądrowy. W 1999 r. rozpoczęto prace przygotowawcze do kapsułowania paliwa MR-6 i suchego przechowywania elementów paliwowych. Liczbę wypalonych elementów paliwowych przedstawia poniższa tabela:

Tabela 1.1.

Wypalone elementy paliwowe z reaktora:	Typ elementu paliwowego	Liczba elementów paliwowych	Stopień wzbogacenia w stanie świeżym [%]
EWA	EK-10	2595	10
	WWR-SM i WWR-M2	2540	36
MARIA	MR-6 i MR-5	291*	80 i 36

* łącznie z elementami znajdującymi się aktualnie w rdzeniu reaktora

1.2.2.2. Zakład unieszkodliwiania i składowisko odpadów promieniotwórczych

Szczególne miejsce, z uwagi na potencjalne zagrożenie radiacyjne, wśród wszystkich jednostek prowadzących prace z substancjami promieniotwórczymi zajmuje Zakład Doświadczalny Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej (ZDUOP IEA) w Świerku wraz z podległym mu Krajowym Składowiskiem Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie. Ze względu na swój charakter, jednostki te, mimo iż nie są (w sensie definicji z ustawy Prawo atomowe) obiektami jądrowymi, podlegają kontroli Wydziału Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych Dep. BJR PAA. Przeprowadzone kontrole oraz systematycznie wykonywane przez służby ochrony radiologicznej IEA dozymetryczne pomiary kontrolne wykazały, że praca tych obiektów nie stwarza zagrożenia radiacyjnego dla otoczenia.

Do zadań ZDUOP należy:

- odbiór odpadów promieniotwórczych od wszystkich użytkowników materiałów promieniotwórczych w Ośrodku Świerk i całym kraju,
- transport odpadów promieniotwórczych,
- udział w likwidacji skutków awarii radiologicznych i incydentów z materiałami promieniotwórczymi na terenie kraju,
- przetwarzanie i zestalanie odpadów promieniotwórczych,
- tymczasowe magazynowanie i przygotowanie do składowania odpadów promieniotwórczych.

Zadanie te wykonywane są na podstawie Zezwolenia Nr 2/98/ZZDUOP z dnia 24.12.1998 r. wydanego przez Głównego Inspektora Dozoru Jądrowego w oparciu o wnioski i analizy dokonane przez ww. Wydział Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych (więcej informacji nt. odpadów i składowiska podano w pkt. 1.2.6.2 i 1.4). Po otrzymaniu przez Dozór uaktualnionego Eksploatacyjnego Raportu Bezpieczeństwa KSOP w Różanie wraz z towarzyszącą dokumentacją, Główny Inspektor Dozoru Jądrowego wydał w dniu 18.11.1999 r. nowe uaktualnione i uściślone Zezwolenie na eksploatację KSOP,

ważne bezterminowo, pod warunkiem aktualizacji Raportu i procedur maksymalnie co 5 lat. Ze swej działalności ZDUOP składa regularne sprawozdania analizowane przez Dozór.

1.2.2.3. Użytkownicy źródeł promieniowania jonizującego

Według stanu z końca 1999 roku 2544 jednostki organizacyjne prowadziły działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej. Niektóre z nich prowadzą więcej niż jeden rodzaj działalności i na koniec 1999 roku zarejestrowanych było 2684 działalności związanych z wykorzystywaniem źródeł promieniotwórczych lub urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące. Wyciąg z rejestru, uwzględniający liczby wydanych w 1999 roku zezwoleń, aneksów oraz zaświadczeń o wpisaniu do rejestru, przedstawiony został w tabeli 1.2. Zezwolenia na prowadzenie wszystkich tych działalności wydawane są zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 21.11.1995 roku w sprawie wydawania zezwoleń na działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej. Aneksy wprowadzają zmiany warunków w dotychczasowych zezwoleniach, natomiast zaświadczenia potwierdzają dokonanie wpisu do rejestru w przypadkach, w których działalność ze źródłami promieniowania jonizującego nie wymaga zezwolenia (przykładki takie określone są w zarządzeniu Prezesa PAA z 28 sierpnia 1997 r.)

Zdecydowanie najliczniejszą grupę stanowią w dalszym ciągu użytkownicy aparatury izotopowej w przemyśle. Utrzymuje się również, zaobserwowana w ostatnich latach, tendencja do zmniejszania ich liczby. W ciągu ostatniego roku zmniejszyła się ona o dalszych 75 działalności. Wiąże się to głównie z likwidacją przestarzałych urządzeń. Liczby użytkowników w pozostałych grupach zmieniają się nieznacznie.

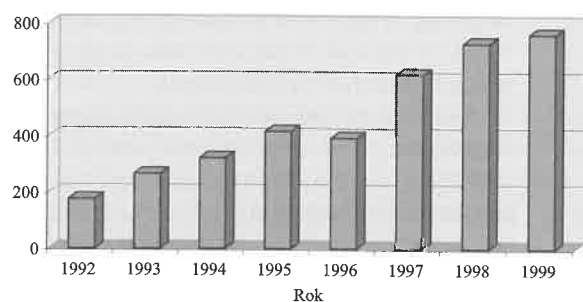
Kontrole w jednostkach organizacyjnych (wymienionych w tab. 1.2) wykonywali głównie inspektorzy dozoru jądrowego zatrudnieni w Departamencie Nadzoru Zastosowań Promieniowania Jonizującego (Dep. NZPJ) w Państwowej Agencji Atomistyki. W 1999 r. przeprowadzili oni 762 kontrole, z czego 32 były rekontrolami. Ponadto do Dep. NZPJ wpłynęły 133 protokoły z kontroli (z czego 33 użytkowników izotopo-

Tab. 1.2. Jednostki organizacyjne prowadzące działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej

Rodzaj działalności	Liczba działalności w jednostkach organizacyjnych	Liczba wydanych w 1999 roku		
		zezwoleń	aneksów	zaświadczeń
APLIKATORY IZOTOPOWE	28	14	5	0
MAGAZYNOWANIE ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	37	1	0	1
OBRÓT URZĄDZENIAMI IZOTOPOWYMI	53	3	5	1
OBRÓT ŹRÓDŁAMI OTWARTYMI	16	4	3	3
OBRÓT ŹRÓDŁAMI ZAMKNIĘTYMI	5	0	2	0
PRACE ZE ŹRÓDŁAMI W TERENIE	53	5	3	1
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.I	14	1	0	0
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.II	85	33	5	0
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ OTWARTYCH KL.III	344	68	15	6
PRACOWNIE ŹRÓDEŁ ZAMKNIĘTYCH	188	39	11	3
PRODUKCJA ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	16	13	4	0
TELEGAMMATERAPIA	17	7	1	0
TRANSPORT ŹRÓDEŁ I URZĄDZEŃ IZOTOPOWYCH	6	4	0	0
UPRAWNIONY INSTALATOR APARATURY IZOTOPOWEJ	64	20	13	0
UPRAWNIONY INSTALATOR CZUJEK DYMU	376	113	49	0
UŻYTKOWNIK APARATÓW GAMMAGRAFICZNYCH	132	30	14	0
UŻYTKOWNIK APARATURY IZOTOPOWEJ	1063	154	40	11
UŻYTKOWNIK CHROMATOGRAFU	117	0	0	19
UŻYTKOWNIK URZĄDZENIA RADIACYJNEGO	23	6	1	0
UŻYTKOWNIK URZĄDZENIA WYTWARZAJĄCEGO PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE	49	14	4	0
razem:	2684	529	175	45

W powyższym rejestrze nie są uwzględnieni użytkownicy izotopowych czujek dymu, których na koniec 1999 roku zarejestrowanych było 12990

wych czujek dymu) przeprowadzonych przez pracowników Wojewódzkich Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych, działających na mocy Porozumienia zawartego w dniu 10 kwietnia



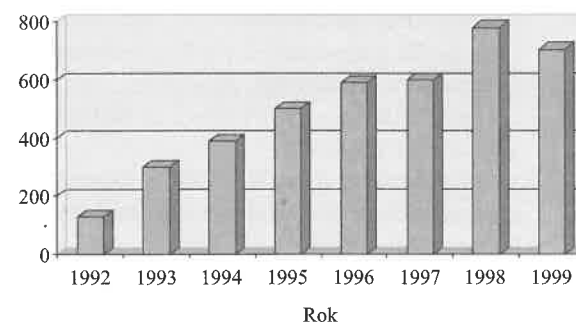
Rys. 1.1. Liczba kontroli przeprowadzonych w jednostkach prowadzących działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej

1990 r. Przez Głównego Inspektora Sanitarnego, Głównego Inspektora Sanitarnego Polskich Kolei Państwowych i Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki w sprawie określenia szczegółowych zasad i form współdziałania w realizacji zadań z zakresu ochrony radiologicznej.

Z 762 kontroli przeprowadzonych przez inspektorów dozoru jądowego PAA, 323 wykonali inspektorzy zatrudnieni w oddziale Dep. NZPJ w Katowicach, 214 w oddziale w Poznaniu i 225 w Warszawie. Rok 1999 był kolejnym rokiem, w którym liczba kontroli przeprowadzonych przez inspektorów dozoru jądowego wzrosła (w 1998 było ich 729). Na rys. 1.1 przedstawiono jak liczba ta zmieniała się w ostatnich latach.

1.2.3. Udzielanie zezwoleń na działalność ze źródłami promieniowania jonizującego

W 1999 r. dyrektor Dep. NZPJ (działając z upoważnienia Prezesa PAA) udzielił 529 zezwoleń, wystawił 175 aneksów do zezwoleń oraz 45 zaświadczeń o wpisaniu do rejestru użytkowników (bez uwzględnienia użytkowników izotopowych czujek dymu). Szczegółowe dane, odnoszące się do różnego rodzaju działalności przedstawione zostały w tab. 1.2. Na rys. 1.2 przedstawiono zmianę liczby udzielanych zezwoleń



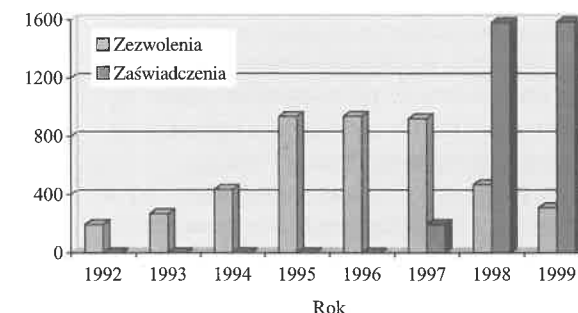
Rys. 1.2. Liczba udzielonych zezwoleń na działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej (bez izotopowych czujek dymu)

w ostatnich latach. Utrzymanie się w 1999 r. znacznej liczby udzielonych zezwoleń i aneksów do zezwoleń, przy jednoczesnym zmniejszeniu liczby użytkowników, w dalszym ciągu wiązało się z koniecznością wydawania nowych zezwoleń w wyniku zmiany osobowości prawnej przez jednostki organizacyjne posiadające ważne zezwolenia. Rok 1999 był już trzecim rokiem, w którym możliwe było, w szczególnych przypadkach, prowadzenie działalności ze źródłami promieniowania jonizującego bez zezwolenia, a jedynie po zgłoszeniu tego faktu w PAA.

W przypadku użytkowników izotopowych czujek dymu, w 1999 roku udzielono 288 zezwoleń i wydano 13 aneksów do zezwoleń na użytkowanie czujek plutonowych oraz wystawiono 1582 zaświadczenia rejestracyjne dotyczące czujek amerykańskich. Z końcem 1999 roku liczba zarejestrowanych użytkowników izotopowych czujek dymu wyniosła 12990. Liczba zain-

stalowanych u nich czujek wynosiła 1 188 366, z czego w dalszym ciągu przeszło 300 tys. stanowiły czujki plutonowe. Na rys. 1.3 przedstawiono zmianę liczby udzielanych zezwoleń na stosowanie izotopowych czujek dymu i wydawanych zaświadczeń o wpisaniu użytkowników do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych w ostatnich latach.

Dep. NZPJ wydaje również opinie, z punktu widzenia wymagań ochrony radiologicznej, odnośnie gospodarczego wykorzystania odpadów przemysłowych zawierających zwiększone ilości naturalnych pierwiastków promieniotwórczych. W 1999 roku wydano 27 postanowień pozytywnie opiniujących proponowany sposób wykorzystania odpadów przemysłowych. Wydano jedno postanowienie z negatywną opinią odnośnie stosowania odpadów paleniskowych w postaci niezwiązanej do utwardzania dróg w sadzie drzew owocowych. Jedno z wydanych postanowień ma charakter uzgodnienia generalnego. Postanowienia wydawane są na wniosek Urzędów Wojewódzkich, a nie jednostek zainteresowanych wykorzystaniem odpadów. Postanowienia dotyczyły głównie wykorzystania żużli pomiedziowych do budowy dróg oraz żużli i popiołów pochodzących ze spalania węgla kamiennego do produkcji surowców i materiałów budowlanych. W przypadku 5 wniosków nie wydano postanowień, a jedynie udzielono pisemnych wyjaśnień. Wydano 4 uzgodnienia dla laboratoriów pomiarowych, których wyniki pomiarów będą uwzględniane przez Państwową Agencję Atomistyki



Rys. 1.3. Liczba udzielonych zezwoleń na stosowanie izotopowych czujek dymu i wydanych zaświadczeń o wpisaniu użytkowników czujek do rejestru użytkowników substancji promieniotwórczych

przy wydawaniu postanowień. Jedno uzgodnienie dotyczyło nowego laboratorium, a dla trzech działających od lat przedłużono termin ważności uzgodnień. Obecnie w kraju są 24 takie laboratoria.

W 1999 roku wydano, na wniosek Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Izotopów POLATOM w Świerku, dwa świadectwa zatwierdzające wzór materiału w specjalnej postaci dla źródeł Co-60 i Ir-192 oraz trzy świadectwa zatwierdzające opakowania transportowe typu B(U) produkcji zagranicznej do stosowania ich na terenie Polski. Wydano również jedno świadectwo zatwierdzające warunki przewozu źródeł Co-60 o dużej aktywności przez terytorium Polski z przeładunkiem na terenie OBRI w Świerku. Świadectwo wydano dla przewoźnika zagranicznego (Niemcy). W 1999 roku poświadczono także 43 deklaracje przywozu zamkniętych źródeł promieniotwórczych w ruchu międzynarodowym.

1.2.4. Nadawanie uprawnień w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej

Zgodnie z przepisami ustawy – Prawo atomowe, w obiektach jądrowych i w innych jednostkach, w których występuje narażenie na promieniowanie jonizujące, na określonych stanowiskach mogą być zatrudniane osoby mające uprawnienia państwowe, zgodnie z wymaganiami zarządzenia Prezesa PAA z dnia 28 lipca 1987 r. w sprawie rodzajów stanowisk mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz warunków i trybu nadawania uprawnień koniecznych do ich zajmowania. Warunkiem uzyskania uprawnień jest m.in. ukończenie wymaganego szkolenia w zakresie ochrony radiologicznej i bezpieczeństwa jądrowego oraz zdanie egzaminu przed Państwową Komisją Egzaminacyjną, powoływaną przez Prezesa PAA.

Programy szkoleń (z wyjątkiem określonych stanowisk w obiektach jądrowych, zastrzeżonych do osobistej decyzji Prezesa PAA) zatwierdza oraz nadaje uprawnienia – w drodze decyzji z upoważnienia Prezesa PAA – Główny Inspektor Dozoru Jądrowego.

W 1999 r. CLOR zorganizował 22 kursy szkoleniowe, na których przeszkolono łącznie

329 osób z jednostek organizacyjnych stosujących źródła promieniowania jonizującego. Ponadto IPJ w Świerku, we współpracy z CLOR, przeprowadził szkolenie z zakresu ochrony radiologicznej dla 165 pracowników i osób z kadry kierowniczej Straży Granicznej. Komisja egzaminacyjna powołana przez Prezesa PAA odbyła 26 posiedzeń, w wyniku których nadano następujące uprawnienia:

- inspektora ochrony radiologicznej (typu B) – 167 osobom
- inspektora ochrony radiologicznej (typu C) – 106 osobom
- kierownika akceleratora (typu E) – 5 osobom
- operatora akceleratora (typu C1) – 61 osobom
- inspektora ochrony radiologicznej (typu B2 i C2) – 14 osobom (typy uprawnień określone są w ww. zarządzeniu Prezesa PAA z 1987 r.).

Prócz tego, działająca w PAA Komisja Egzaminacyjna dla osób ubiegających się o uprawnienia do zajmowania stanowisk w obsłudze obiektów jądrowych odbyła 5 posiedzeń, podczas których przeprowadzono 7 postępowań kwalifikacyjnych. W ich wyniku, decyzją Prezesa PAA:

- 5 osób uzyskało przedłużenie uprawnień operatora reaktora MARIA, z tego 3 osoby uzyskały również uprawnienia dozoru obiektów reaktora EWA i przechowalników wypalonego paliwa,
- 1 osoba uzyskała przedłużenie uprawnień st. dozymetrysty reaktora MARIA,
- 1 osoba uzyskała przedłużenie uprawnień Inspektora Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej w IEA.

Ogółem w 1999 r. wydano 360 decyzji uprawniających określone osoby do wykonywania funkcji mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej. Ponadto, na wniosek firm i instytucji prowadzących działalność związaną z wykorzystywaniem energii atomowej, Prezes PAA zatwierdził 58 programów szkolenia w zakresie ochrony radiologicznej, w związku z ustawowym wymogiem przeszkolenia przez te firmy i instytucje swoich pracowników i nadania im wewnętrznych uprawnień przed przystąpieniem

przez nich do pracy związanej z narażeniem na promieniowanie.

1.2.5. Nadzór w zakresie ewidencji i kontroli materiałów jądrowych

Działalność obejmująca nadzór, kontrolę i ewidencję materiałów jądrowych w Polsce prowadzona jest w ramach Krajowego Systemu Ewidencji i Kontroli oraz Ochrony Fizycznej Materiałów Jądrowych. Zadania związane z inspekcjami i rachunkowością (prowadzeniem ewidencji) wykonywane są przez Wydział ds. Nieprolifracji Departamentu Współpracy z Zagranicą i Integracji Europejskiej PAA we współpracy z Systemem Zabezpieczeń MAEA (*Safeguards*).

Łącznie na terenie Polski, w końcu 1999 r., systemem zabezpieczeń MAEA objętych było 8648 kg materiałów jądrowych, w tym paliwo jądrowe zgromadzone w obiektach Ośrodka Badawczego w Świerku. W 1999 r. przeprowadzono ogółem 26 inspekcji krajowych dotyczących zabezpieczeń materiałów jądrowych, w czasie których skontrolowano 5 rejonów bilansu materiałów jądrowych (MBA), przy czym w 24 inspekcjach uczestniczyli przedstawiciele MAEA. W ramach tej działalności przeprowadzono w Ośrodku Badawczym w Świerku, w IChiTJ oraz w wybranych jednostkach w Krakowie, Gliwicach i Częstochowie 8 inspekcji miesięcznych, 6 kwartalnych oraz 9 rocznych, podczas których wykonywano m.in. pomiary kontrolne jądrowego paliwa wypalonego i świeżego wykorzystywanego w krajowych reaktorach badawczych. Tak, jak corocznie w 1999 r. została przeprowadzona inwentaryzacja materiałów jądrowych w 54 instytucjach na terenie całego kraju. Wyniki kontroli zabezpieczeń materiałów jądrowych wskazują, że w 1999 r. nie stwierdzono przypadku wykorzystania tych materiałów do celów niezgodnych z ich przeznaczeniem. Zostało to potwierdzone w oficjalnych dokumentach poinspekcyjnych (*Statements of Conclusion of Inspection*).

Ponadto w 1999 r., realizując postanowienia porozumienia o zabezpieczeniach zawartego między Polską a MAEA, przesłano do Departamentu Zabezpieczeń MAEA 69 raportów dotyczących głównie przemieszczania materiałów jądrowych na terenie kraju, w tym pojemników osłonowych z uranu zubożonego wykorzystywa-

nych do transportowania źródeł promieniotwórczych importowanych i eksportowanych przez BHZ POLATOM.

1.2.6. Kontrola sytuacji radiacyjnej na terenie i w otoczeniu ośrodka jądrowego w Świerku oraz krajowego składowiska odpadów promieniotwórczych

Podobnie jak w latach ubiegłych, w celu zapewnienia bezpiecznych warunków pracy i eksploatacji urządzeń Ośrodka w Świerku oraz KSOP w Różanie, Służba Ochrony Radiologicznej Instytutu Energii Atomowej przy współpracy ze służbami dozymetrycznymi OBRI i IPJ prowadziła systematyczną kontrolę sytuacji radiacyjnej na terenie i w otoczeniu tych obiektów. Wyniki pomiarów dotyczących Ośrodka w Świerku i KSOP w Różanie należy odnosić do danych ogólnokrajowych przedstawionych w rozdziale 3.

1.2.6.1. Ośrodek w Świerku

Najważniejsze wyniki pomiarów oraz dane obrazujące sytuację radiacyjną Ośrodka w Świerku w 1999 r. kształtowały się następująco:

a) Emisja substancji promieniotwórczych z obiektów Ośrodka w Świerku do atmosfery:

- reaktor MARIA:
 - gazy szlachetne (głównie argon) – $4,2 \cdot 10^{13}$ Bq, co stanowi ok. 4,2% rocznego limitu uwolnień;
 - I-131 – $6,3 \cdot 10^7$ Bq, co stanowi ok. 1,4% rocznego limitu uwolnień.
- reaktor EWA:
 - po wyłączeniu z eksploatacji (24.02.1995 r.) i wyładowaniu paliwa jądrowego reaktor nie emituje substancji promieniotwórczych do atmosfery.
 - obiekty OBRI:
 - I-131 i I-125 – ok. $1,4 \cdot 10^9$ Bq, w tym $1,3 \cdot 10^8$ Bq I-131; średnie stężenie tych izotopów wynosiło $4,4$ Bq/m³, co stanowi ok. 5,5% limitu (80 Bq/m³ w przeliczeniu na I-131).

b) Emisja ciekłych substancji promieniotwórczych z Ośrodka w Świerku.

Radioaktywność ścieków ogólnych usuwanych w 1999 r. z Ośrodka w Świerku do oczyszczalni miejskiej w Otwocku określano, podob-

nie jak w latach ubiegłych, na podstawie pomiarów stężenia tzw. aktywności równoważnej uwzględniającej obecność różnych izotopów promieniotwórczych. Średnia tygodniowa wartość aktywności równoważnej usuniętych w 1999 r. ścieków wynosiła ok. $4,2 \cdot 10^6$ Bq ($2,2 \cdot 10^8$ Bq w ciągu roku) to jest poniżej 1% limitu tygodniowego wynoszącego $2,6 \cdot 10^9$ Bq. Stężenia sztucznych izotopów promieniotwórczych (Cs-137, Co-60, Nb-95, Eu-152, K-40, Sb-124) rejestrowane w pojedynczych próbkach ścieków nie przekraczały wartości $1,2$ Bq/dm³.

Średnie zawartości izotopów promieniotwórczych w osadach z przepompowni ścieków ogólnych (w tym sanitarnych) zawierały się w granicach od ok. 5 Bq/kg s.m. (Zn-65, Mn-54) do ok. 230 Bq/kg s.m. (Cs-137) – osady te nie są usuwane poza teren Ośrodka w Świerku.

Powyższe dane wskazują, że radioaktywność substancji promieniotwórczych usuwanych w ściekach ogólnych usuniętych w 1999 r. z Ośrodka była znacznie niższa od obowiązujących limitów.

c) Radioaktywność głównych komponentów środowiska oraz tło promieniowania X i gamma na terenie i w otoczeniu Ośrodka w Świerku.

W 1999 r. pobrano łącznie 635 prób materiałów środowiskowych, przeprowadzając 807 pomiarów w tym 263 analizy spektrometryczne z oznaczeniem zawartości poszczególnych izotopów gammapromieniotwórczych. Uzyskano następujące wyniki pomiarowe:

- aerozole atmosferyczne; średnia zawartość izotopu Cs-137 wynosiła ok. $2,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ dla stacji na terenie Ośrodka w Świerku; w siedmiu przypadkach (próby tygodniowe) zarejestrowano obecność I-131 o stężeniach zawierających się w granicach 85 - $1200 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$.
- opad całkowity; średnia miesięczna zawartość izotopu Cs-137 nie przekraczała poziomu $0,15$ Bq/m² (prog wykrywalności),
- wody drenażowo-opadowe (usuwane z Ośrodka w Świerku do rzeki Świder) średnia zawartość izotopu Cs-137 w próbach tygodniowych nie przekraczała progu wykrywalności (2 Bq/dm³), a średnia zawartość trytu wynosiła 45 Bq/dm³,
- gleba z terenu i okolicy Ośrodka; średnie zawartości izotopu Cs-137 wynosiły odpowie-

dnio ok. 10 i 12 Bq/kg s.m. (suchej masy) przy ponad 10-krotnie wyższych zawartościach naturalnego izotopu K-40,

- mleko z okolicznych gospodarstw; średnie zawartości izotopu Cs-137 były poniżej poziomu $0,7$ Bq/dm³ przy ok. 45 Bq/dm³ zawartości naturalnego izotopu K-40,
- średnią roczną wartość dawki promieniowania X i gamma wyznaczono z 20 punktów kontrolnych na terenie i z 12 punktów w okolicy Ośrodka; w 1999 r. wynosiła ona odpowiednio ok. $0,93$ mGy (ok. 106 nGy/h) oraz $0,89$ mGy (ok. 102 nGy/h).

Porównanie tych danych z danymi przedstawionymi w rozdz. 3 pozwala stwierdzić, że nie obserwuje się wpływu pracy Ośrodka w Świerku na środowisko przyrodnicze w otoczeniu obiektów Ośrodka.

1.2.6.2. Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie

W 1999 r., w ramach programu pomiarów kontrolnych realizowanego przez Służbę Ochrony Radiologicznej IEA, pobrano 173 próby środowiskowe z terenu i okolic KSOP wykonując 253 pomiary zawartości izotopów promieniotwórczych, w tym 73 analizy spektrometryczne z oznaczeniem poszczególnych izotopów w próbach materiałów środowiskowych.

Wyniki pomiarów wskazują, że:

- globalna zawartość izotopów betapromieniotwórczych w wodach wynosiła:
 - w rzece Narew – od ok. $0,09$ do ok. $0,42$ Bq/dm³;
 - w wodzie wodociągowej z terenu KSOP oraz ze studni okolicznych gospodarstw – od ok. $0,08$ do ok. $0,14$ Bq/dm³;
 - w wodach podziemnych z odwiertów kontrolnych (piezometrów) na terenie i w otoczeniu KSOP – od ok. $0,08$ do ok. $0,81$ Bq/dm³;
- stężenie trytu w wodach podziemnych w okolicy i na terenie składowiska – od poniżej 7 Bq/dm³ do ok. 47 kBq/dm³ (w jednym odwiercie); w wodzie wodociągowej KSOP stężenia te były poniżej progu wykrywalności (ok. 7 Bq/dm³);

Ponadto w 1999 r. wykonywano pomiary poziomu promieniowania gamma w 14 punktach

na terenie KSOP (przy ogrodzeniu) oraz stężeń radonu w pobliżu składowanych odpadów radio- i torowych uzyskując następujące wyniki:

- roczne wartości dawki promieniowania gamma zawierały się w granicach $1,1$ - $2,3$ mGy (średnio $1,4$ mGy);
- stężenia radonu nie przekraczały wartości kilku Bq/m³.

Uzyskane w 1999 r. wyniki pomiarów wskazują, że zawartości substancji promieniotwórczych w elementach środowiska oraz poziom promieniowania gamma na terenie i w otoczeniu składowiska utrzymują się na poziomie wyników z roku ubiegłego i nie stanowią zagrożenia dla pracowników składowicy i okolicznej ludności.

1.2.7. Kontrola zawodowego narażenia na promieniowanie jonizujące

Wykonywanie obowiązków zawodowych związanych ze stosowaniem źródeł promieniowania jonizującego powoduje narażenie radiacyjne pracowników zwane narażeniem zawodowym. Narażenie to określa się jako sumę napromienienia zewnętrznego (narażenie zewnętrzne) i napromienienia wewnętrznego (narażenie wewnętrzne).

W celu utrzymania właściwych warunków bezpieczeństwa pracy ze źródłami promieniowania jonizującego stosuje się odpowiednie limity narażenia radiacyjnego, które w przepisach polskich (ustawa – Prawo atomowe, zarządzenie Prezesa PAA z 31 marca 1988 roku) określane są jako dawki graniczne.

Dawki graniczne obejmują zarówno narażenie zewnętrzne jak i wewnętrzne, bez uwzględnienia napromienienia powodowanego promieniowaniem kosmicznym oraz promieniowaniem emitowanym przez naturalne pierwiastki promieniotwórcze zawarte normalnie w środowisku i w organizmie człowieka, a także nie obejmują dawek medycznych otrzymywanych w diagnostyce i terapii. Zgodnie z obowiązującymi aktualnie krajowymi przepisami, dawka graniczna dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia zawodowego w ciągu kolejnych 12 miesięcy, wyrażona jako efektywny równoważnik dawki (tj. obrazujący narażenie całego organizmu człowieka), wynosi 50 mSv. Przepisy te dopuszczają od-

powiednio wyższe dawki graniczne przy napromienieniu pojedynczych narządów lub tkanek.

Osoby zatrudnione w warunkach, w których istnieje możliwość otrzymania dawki większej niż $0,1$ wartości limitu rocznego (dawki granicznej), muszą być poddane systematycznej kontroli narażenia. Dopuszcza się przy tym możliwość kontroli środowiska pracy zamiast kontroli poszczególnych osób, w sytuacjach gdy pewne jest, że nie przekroczy się $0,3$ wartości limitu rocznego. Jeżeli istnieje możliwość przekroczenia $0,3$ limitu dawki granicznej grupy zawodowo narażonej na promieniowanie jonizujące związane z pracą, obowiązuje stosowanie indywidualnej kontroli narażenia.

Rada Unii Europejskiej wydała w dniu 13 maja 1996 r. dyrektywę 96/29/EURATOM w sprawie podstawowych norm bezpieczeństwa dotyczących ochrony zdrowia przed promieniowaniem jonizującym pracowników i ogółu ludności. Dyrektywa ta jest zgodna z zaleceniami Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) opublikowanymi w 1996 r. w dokumencie pt. *Basic Safety Standards for Protection Against Ionising Radiation and for the Safety of Radiation Sources (Safety Series No 115, IAEA, 1996)*. Państwa członkowskie Unii są zobowiązane dostosować swoje przepisy prawne do zawartych w dyrektywie uregulowań do 13 maja 2000 r.

W odniesieniu do osób narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące, powyższe dokumenty wprowadzają następujące, nowe wartości limitów narażenia (wg terminologii krajowej – dawek granicznych):

- a) średnia roczna dawka efektywna (wg terminologii krajowej – efektywny równoważnik dawki) w okresie pięciu kolejnych lat nie może przekroczyć 20 mSv;
- b) maksymalna dawka efektywna w ciągu jednego roku nie może przekroczyć 50 mSv, przy zachowaniu wymagania określonego w punkcie a).

Limity narażenia (dawki graniczne) dotyczące pojedynczych narządów i tkanek nie uległy zmianie.

Kontrolę i rejestrację narażenia zawodowego w Polsce prowadzą:

- dla zatrudnionych w zakładach stosujących źródła promieniowania jonizującego (z wyją-

czaniem Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie, wykonującego kontrolę we własnym zakresie, oraz zakładów i jednostek wymienionych poniżej) – Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej;

- dla zatrudnionych w zakładach posiadających i stosujących wyłącznie aparaty rentgenowskie o energii promieniowania mniejszej od 300 keV – Instytut Medycyny Pracy;
 - dla zatrudnionych w jednostkach podległych Ministerstwu Obrony Narodowej i Ministerstwu Spraw Wewnętrznych i Administracji – Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii.
- Ponadto zawodowe narażenie na promieniowanie jonizujące występuje w górnictwie podziemnym, z uwagi na wzmożone działalnością człowieka promieniowanie pochodzące od naturalnych pierwiastków promieniotwórczych zawartych w skałach górotworu. Kontrolę i rejestrację narażenia radiacyjnego pracowników podziemnych zakładów górniczych prowadzą:

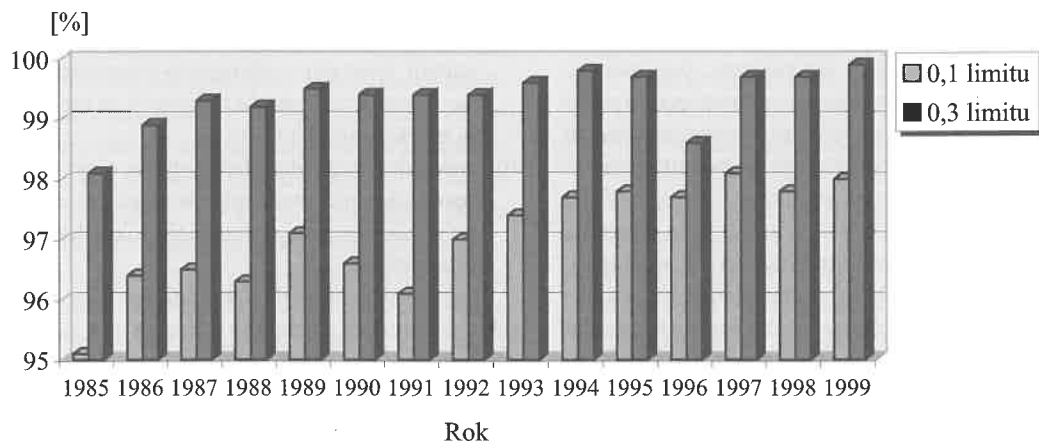
- Główny Instytut Górnictwa (kopalnie węgla kamiennego i niektóre kopalnie rud metali i surowców mineralnych);
- Instytut Medycyny Pracy (kopalnie rud metali i surowców mineralnych).

1.2.7.1. Kontrola narażenia zawodowego sprawowana przez jednostki podległe PAA

Pomiary dawek indywidualnych osób narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące wykonywane są przede wszystkim przez Zakład Kontroli Dawek i Wzorcowania Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR) za pomocą dawkomierzy fotometrycznych, używanych przez osoby kontrolowane w cyklach kwartalnych lub miesięcznych. Łącznie w 1999 r. kontrolą dawek indywidualnych prowadzoną przez CLOR objętych było 6237 osób zatrudnionych w 389 zakładach, w tym 676 osób z Ośrodka w Świerku i IChiTJ.

Tabela 1.3. Wyniki kontroli dawek indywidualnych pracowników poszczególnych grup zawodowych

Grupy zakładów	Liczba osób kontrolowanych	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 (>50 mSv)	
Naukowe	1855	1844	1855	1855	0	0,97
Przemysłowe	1579	1490	1559	1576	3	1,99
Lecznicze	2472	2458	2472	2472	0	0,93
Inne	331	324	331	331	0	1,14
Wszystkie grupy	6237	6116	6217	6234	3	1,22



Rys. 1.4. Odsetek osób z grupy narażonej zawodowo na promieniowanie gamma, które otrzymały dawkę nie przekraczającą 0,1 limitu rocznego (5 mSv) i 0,3 limitu rocznego (15 mSv)

Zbiorcze zestawienie wyników pomiarów obrazujących narażenie indywidualne osób kontrolowanych z uwzględnieniem poszczególnych grup pracowniczych przedstawiono w tabeli 1.3 i na rys. 1.4.

Wyniki pomiarów narażenia radiacyjnego pracowników Ośrodka w Świerku i IChiTJ w Warszawie przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 1.4 Wyniki kontroli dawek indywidualnych pracowników Ośrodka w Świerku i IChiTJ w Warszawie

Grupy zakładów	Liczba osób kontrolowanych	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 (>50 mSv)	
Naukowe	1855	1844	1855	1855	0	0,97
IChiTJ	168	168	168	168	0	0,89
IEA	254	254	254	254	0	0,99
IPJ	108	108	108	108	0	0,95
OBRI	153	146	153	153	0	1,57

Ponadto, 179 pracowników IFJ w Krakowie objętych było kontrolą narażenia indywidualnego – przy użyciu dawkomierzy termoluminescencyjnych – prowadzoną przez Pracownię Ochrony przed Promieniowaniem tego Instytutu. Dla wszystkich kontrolowanych pracowników IFJ zmierzone dawki były mniejsze od 0,1 limitu rocznego.

Dodatkowo wybrani pracownicy Ośrodka w Świerku (głównie OBRI i IEA) kontrolowani byli przez Służbę Ochrony Radiologicznej IEA na skażenia wewnętrzne. Kontrola ta obejmowała:

- pomiary zawartości izotopów gamma promieniotwórczych w organizmie ludzkim wykonywane za pomocą tzw. licznika promieniowania ciała człowieka (240 pracowników);
- pomiary zawartości izotopów alfa i betapromieniotwórczych w wydalinach biologicznych (188 osób – pracowników IEA i OBRI),
- pomiary zawartości izotopu I-131 i I-125 w tarczycy (77 osób – głównie pracownicy OBRI).

U wszystkich kontrolowanych osób obserwuje się nadal obecność śladowych ilości izotopu Cs-137 pochodzącego z awarii czarnobylskiej, przy czym u dwóch osób zarejestrowano

zawartości izotopów cezu odpowiadające dawce skutecznej nie przekraczającej 0,3 limitu rocznego.

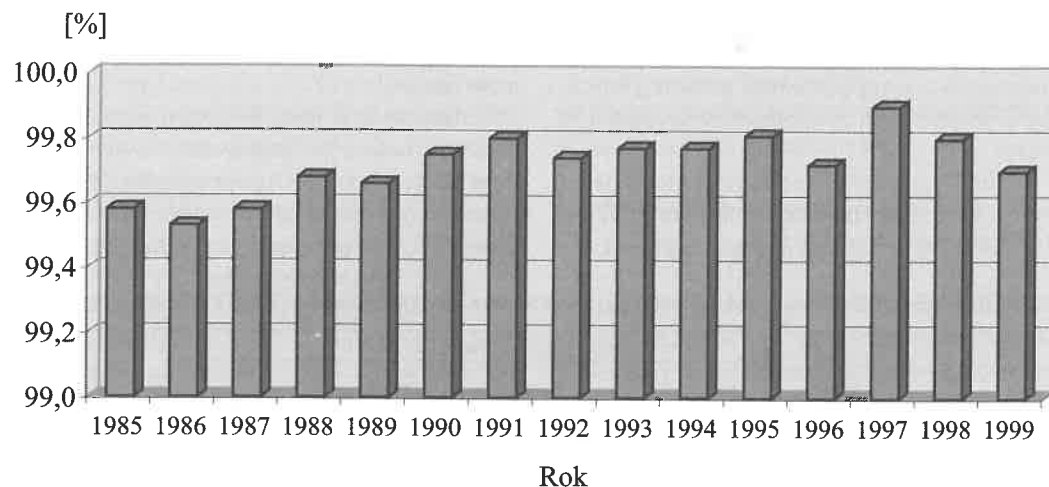
Przedstawione dane wskazują, że w 1999 r. narażenie radiacyjne osób kontrolowanych było – podobnie jak w latach poprzednich – znacznie niższe od obowiązujących limitów. Odnotowane (tabela 1.3) trzy przypadki otrzymania przez pra-

owników zakładów przemysłowych dawek przekraczających limit roczny (63,4; 65,1 i 133,3 mSv) dotyczyły operatorów aparatów gammagraficznych. Kierownicy zakładów zatrudniających tych pracowników otrzymali zalecenia podjęcia stosownych działań dyscyplinujących.

1.2.7.2. Kontrola narażenia zawodowego w zakładach podległych Ministerstwu Zdrowia

Kontrolą dawek indywidualnych objęte są osoby narażone na promieniowanie rentgenowskie o energii poniżej 300 keV. Kontrolę tę sprawuje Zakład Ochrony Radiologicznej Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi za pomocą dawkomierzy fotometrycznych używanych w cyklach dwumiesięcznych. Wyniki pomiarów, obrazujące narażenie radiacyjne pracowników, przedstawiono na rys. 1.5. Należy przy tym dodać, że ok. 98,3% kontrolowanych osób otrzymało roczną dawkę nie przekraczającą 1 mSv.

W 1999 r. zarejestrowano tylko 2 przypadki otrzymania przez pracowników dawek promieniowania powyżej limitu rocznego, z których jeden dotyczył pracownika szpitala (95,4 mSv), a drugi – pracownika przychodni (77,8 mSv).



Rys. 1.5. Odsetek osób z grupy narażonej zawodowo na promieniowanie rentgenowskie (do 300 keV), które otrzymały dawkę nie przekraczającą 0,1 limitu rocznego (5 mSv)

Strukturę grup zawodowych osób objętych kontrolą dawek indywidualnych podano w poniższej tabeli:

Tabela 1.5.

Rodzaj zakładu	Liczba osób	%	Liczba zakładów	%
Służba Zdrowia	27235	87,9	2535	80,8
Zakłady przemysłowe	1330	4,3	231	7,4
Placówki naukowo-badawcze	674	2,2	154	4,9
Szkoły Medyczne	837	2,7	17	0,5
Stacje Sanitarne-Epidemiolog.	161	0,5	48	1,5
Zakłady Techniki Medycznej	299	1,0	57	1,8
Inne	418	1,4	97	3,1
razem:	30954	100,0	3139	100,0

1.2.7.3. Kontrola zawodowego narażenia w jednostkach podległych Ministrowi Obrony Narodowej oraz Ministrowi Spraw Wewnętrznych i Administracji

Pomiary dawek indywidualnych osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące w wymienionych resortach prowadzone są przez Zakład Ochrony Radiologicznej i Radiobiologii Wojskowego Instytutu Higieny i Epidemiologii. Pomiary te wykonywane są za pomocą dawkomierzy fotometrycznych wymienianych w cyklach kwartalnych. Łącznie w 1999 r. w obu re-

sortach kontrolą dawek indywidualnych objętych było 1693 osoby, w tym 1100 osób w MON i 593 osoby w MSWiA.

W resorcie obrony ponad 98,2% oraz 99,7% osób objętych kontrolą otrzymało dawki mniejsze odpowiednio od 0,1 i 0,3 limitu rocznego. Natomiast w resorcie spraw wewnętrznych 98,8% oraz 99,7% osób objętych kontrolą otrzymało dawki mniejsze odpowiednio od 0,01 i 0,1 limitu rocznego. Nie zarejestrowano żadnego przypadku otrzymania przez pracownika dawki przekraczającej limit roczny.

1.2.7.4. Kontrola narażenia zawodowego w górnictwie

W odróżnieniu od zagrożeń radiacyjnych pochodzących od sztucznych izotopów promieniotwórczych i urządzeń emitujących promieniowanie, zagrożenie radiacyjne w górnictwie spowodowane jest przede wszystkim podwyższonym poziomem promieniowania jonizującego w kopalniach, wywołanym promieniotwórczością naturalną. Do źródeł tego zagrożenia należy zaliczyć:

- radon i pochodne jego rozpadu w powietrzu kopalnianym (podstawowe źródło zagrożenia),
- promieniowanie gamma emitowane przez naturalne izotopy promieniotwórcze (głównie rad), zawarte w skałach górotworu,

- wody kopalniane (oraz osady z tych wód) o podwyższonej zawartości izotopów radu.

Dwa pierwsze czynniki obejmują praktycznie wszystkich górników zatrudnionych pod ziemią, natomiast zagrożenie radiacyjne pochodzące od wód kopalnianych i osadów występuje w szczególnych przypadkach i dotyczy ograniczonej liczby pracowników.

Zarządzenie Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego z 3 sierpnia 1994 r. (M.P. nr 45, poz. 368) wprowadza podział wyrobisk dołowych na dwie klasy zagrożenia radiacyjnego:

- klasa A – wyrobiska, w których wartość rocznego efektywnego równoważnika dawki mieści się w zakresie 5-20 mSv,
- klasa B – wyrobiska, w których wartość rocznego efektywnego równoważnika dawki jest większa od 20 mSv.

Kwalifikacji wyrobiska do określonej klasy dokonuje się w oparciu o następujące wskaźniki:

- stężenie energii potencjalnej alfa krótkożyłowych produktów rozpadu radonu,
- moc dawki promieniowania gamma,
- stężenie radu w wodach i osadach.

Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z 14 kwietnia 1995 r. (Dz. U. nr 67, poz. 342) określa wymogi kontroli w poszczególnych klasach wyrobisk:

- w wyrobiskach klasy A wymagana jest kontrola stanowiska pracy,
- w wyrobiskach klasy B – kontrola stanowiska pracy i kontrola indywidualna zatrudnionych osób.

Ponadto rozporządzenie to określa maksymalną wartość rocznego efektywnego równoważnika dawki, która dla osób pracujących w podziemnych zakładach górniczych w wyrobiskach zagrożonych radiacyjnie wynosi 50 mSv, przy czym w ciągu 5 kolejnych lat sumaryczna wartość nie powinna przekraczać 100 mSv. Powyższe limity narażenia są zgodne z aktualnymi zaleceniami międzynarodowymi oraz wspomnianą dyrektywą 96/29 EURATOM. Rozporządzenie wprowadza także dwa poziomy, tzn.:

- poziom inspekcyjny, wynoszący 2 mSv rocznie, przekroczenie którego nakłada na zakład obowiązek bardziej szczegółowej kontroli warunków w miejscu pracy,

- poziom interwencyjny, wynoszący 5 mSv rocznie, przekroczenie którego nakłada obowiązek prowadzenia działań prewencyjnych w celu likwidacji lub obniżenia zagrożenia na stanowisku pracy.

Oznacza to, że we wszystkich wyrobiskach zaliczonych do zagrożonych radiacyjnie (tzn. jeśli roczny efektywny równoważnik dawki przekracza 5 mSv) konieczne jest prowadzenie działań prewencyjnych mających na celu przynajmniej obniżenie stanu zagrożenia radiacyjnego poniżej tego poziomu. Omawiane rozporządzenie określa również wartości wskaźników zagrożeń wynikające z limitów dawek oraz wymaganą częstotliwość kontroli tych wskaźników.

Górnictwo węglowe

Kontrolę i ocenę narażenia radiacyjnego górników kopalń węgla kamiennego wykonuje Główny Instytut Górnictwa (GIG) w Katowicach. Wyniki tych prac GIG przedstawia w corocznych opracowaniach pt. „Raport o stanie zagrożenia radiacyjnego górników”. Analiza danych zawartych w raporcie dotyczącym 1999 roku wskazuje, że:

- łączna liczba górników pracujących w 66 kopalniach podziemnych wynosiła ok. 145 tys.,
- ok. 97% górników pracowało w warunkach, w których poziom zagrożenia nie przekracza wartości 2 mSv,
- ok. 99% górników pracowało w warunkach, w których zagrożenie radiacyjne nie mogło spowodować otrzymania przez górnika dawki powyżej 5 mSv rocznie,
- maksymalna dawka roczna – oszacowana na podstawie rzeczywistego czasu pracy i pomiarów wykonywanych na stanowiskach pracy – wynosiła ok. 3,8 mSv i pochodziła od radonu i produktów jego rozpadu,
- wyrobiska odpowiadające klasie A zagrożenia radiacyjnego znajdowały się tylko w 4 kopalniach, nie odnotowano wyrobisk zaliczonych do klasy B.

Górnictwo rud metali i surowców chemicznych

Kontrolę i ocenę narażenia radiacyjnego w czterech kopalniach rud metali (2 kopalnie cynku i ołowiu oraz 2 kopalnie miedzi) i jednej kopalni węgla brunatnego prowadzi Instytut Medycyny

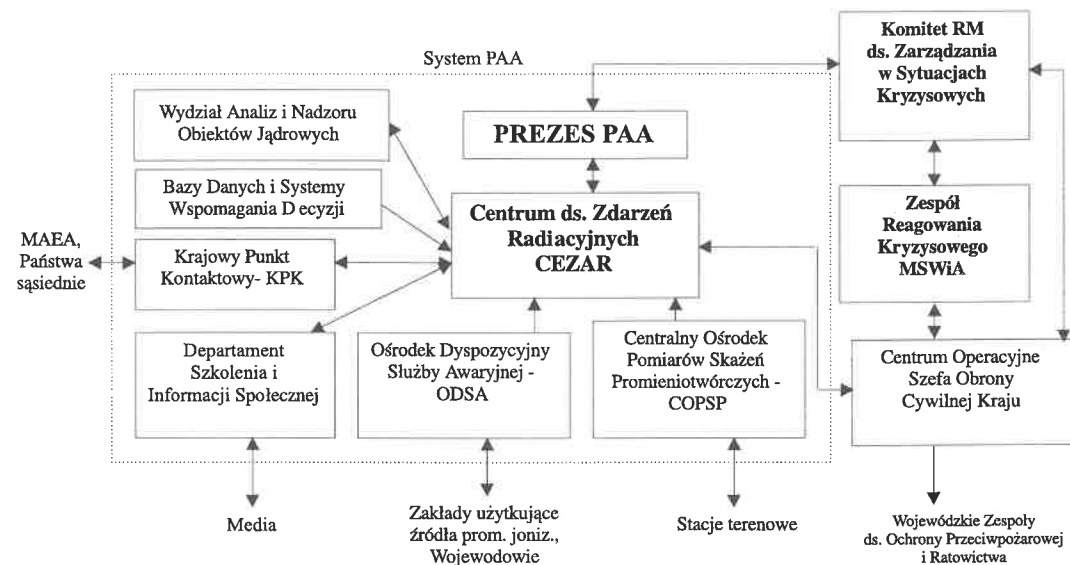
Pracy (IMP) w Łodzi. Wyniki przedstawiane są w corocznych opracowaniach pt. „Ocena narażenia górników na produkty rozpadu radonu w kopalniach metali i surowców chemicznych”. Dane zawarte w raporcie z 1999 r. wskazują, że:

- łączna liczba górników pracujących w ww. kopalniach wynosiła ok. 9 tys.,
- ok. 95,7% górników otrzymało roczne dawki nie przekraczające 5 mSv,
- 4,3% górników otrzymało dawki w zakresie od 5 do 15 mSv (maksymalna roczna dawka oszacowana przy przyjęciu pesymistycznych założeń – wynosiła ok. 8 mSv),
- wyrobisko odpowiadające klasie A zagrożenia radiacyjnego znajdowało się tylko w 1 kopalni, a wyrobiska klasy B nie występowały.

1.3. SYSTEM REAGOWANIA NA NADZWYCZAJNE ZDARZENIA RADIACYJNE

Nadzwyczajnym zdarzeniem radiacyjnym określa się wydarzenie na terenie kraju lub poza jego granicami, związane z materiałem jądrowym, źródłem promieniowania jonizującego, odpadem promieniotwórczym lub innymi substancjami promieniotwórczymi, powodujące lub mogące powodować zagrożenie radiacyjne,

oznaczające możliwość przekroczenia wartości granicznych dawek promieniowania jonizującego, określonych w obowiązujących przepisach. Na zagrożenia będące wynikiem nadzwyczajnych zdarzeń radiacyjnych, czyli na nadzwyczajne zagrożenia radiacyjne, narażeni są przede wszystkim pracujący zawodowo ze źródłami promieniowania – w medycynie, przemyśle, rolnictwie i w badaniach naukowych, a ponadto – pacjenci poddani badaniom lub terapii z użyciem promieniowania, a dopiero w dalszej kolejności – ogół ludności. Opracowanie i przedłożenie organom dozoru jądrowego odpowiednich planów postępowania i instrukcji awaryjnych jest jednym z warunków uzyskania zezwolenia Prezesa PAA na działalność w zakresie wykorzystania energii atomowej. Ścisły nadzór i kontrola nad obiektami jądrowymi oraz działalnością ze źródeł promieniowania powodują, że prawdopodobieństwo wystąpienia nadzwyczajnych zagrożeń radiacyjnych ludności w Polsce jest znikome, niemniej jednak Prezes PAA dysponuje systemem pozwalającym na ocenę sytuacji radiacyjnej Kraju oraz podejmowanie decyzji co do koniecznych działań interwencyjnych. W roku 1999 na system ten, pokazany schematycznie na rys.1.6, składały się następujące elementy:



Rys. 1.6. Umiejscowienie Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR w systemie PAA i powiązanie z instytucjami zewnętrznymi – stan z roku 1999

- Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR w PAA, mające za zadanie śledzenie sytuacji radiacyjnej Kraju, a w przypadku awarii – prognozowanie jej rozwoju przy pomocy posiadanych baz danych i systemów wspomagania decyzji na podstawie otrzymywanych informacji i danych bieżących, oraz wypracowywanie przesłanek decyzji w sytuacjach wymagających interwencji Prezesa PAA. W sytuacji zagrożeń publicznych o zasięgu krajowym CEZAR nastawiony jest na bezpośrednie współdziałanie z krajowym centrum kryzysowym (zlokalizowanym w Urzędzie ds. Zarządzania Kryzysowego i Ochrony Ludności).
- Służba Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych – prowadząca w sytuacji normalnej i awaryjnej na terenie Kraju pomiary skażeń promieniotwórczych, których wyniki zbierane są przez Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych w CLOR i przekazywane do PAA.
- Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej (ODSA) – dyżurujący w sposób ciągły punkt przyjmowania informacji o zdarzeniach radiacyjnych na terenie Kraju, udzielający konsultacji w zakresie oceny sytuacji i sposobów interwencji oraz pomocy w usuwaniu skutków tych zdarzeń, działający w porozumieniu z PAA. Przedmiotem działań ODSA są w pierwszym rzędzie sytuacje awaryjne o charakterze lokalnym zdarzające się podczas prowadzenia działalności ze źródłami promieniowania jonizującego w ramach posiadanego przez dany zakład zezwolenia. W sytuacji, gdy skutki zdarzenia sięgają poza teren zakładu, ODSA współdziała ze służbami Wojewody właściwego dla miejsca zdarzenia. Szczególne znaczenie ma współpraca ODSA ze Strażą Graniczną w zakresie przeciwdziałania nielegalnemu wwozowi do Polski substancji promieniotwórczych.
- Krajowy Punkt Kontaktowy (KPK) – czynny całodobowo punkt kontaktowy służący wczesnemu powiadomianiu o awarii jądrowej zgodnie z wymaganiami Konwencji MAEA z 1986 roku oraz wymianie informacji o zagrożeniach radiacyjnych stosownie do podpisanych przez Polskę umów bilateral-

nych. KPK zapewnia szybkie uzyskanie informacji o zagrożeniach radiacyjnych mających swe źródło poza granicami Polski i niezwłoczne podjęcie działań przez centrum CEZAR.

- Departament Szkolenia i Informacji Społecznej PAA – odpowiedzialny za przygotowywanie oficjalnych komunikatów oraz informowanie mediów i społeczeństwa o przebiegu awarii, możliwym jej rozwoju i koniecznych działaniach zapobiegawczych.
- Bazy Danych i Systemy Wspomagania Decyzji – pozwalające na szybki dostęp do znanych wcześniej informacji, istotnych z punktu widzenia oceny sytuacji i określenia sposobu reagowania, oraz na szybkie uwzględnienie napływających informacji bieżących przy prognozowaniu rozwoju sytuacji, a także na weryfikację otrzymanych prognoz w oparciu o bieżące dane z monitoringu radiologicznego.
- Wydział Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych – grupujący specjalistów kompetentnych w zakresie technologii obiektów jądrowych zlokalizowanych w pobliżu granic Polski. Pracownicy Wydziału śledzą na bieżąco, w oparciu o dostępne informacje oraz obserwacje własne poczynione podczas wizyt technicznych w tych obiektach, stan ich bezpieczeństwa. Ich wiedza pozwala na uzyskanie szybkiej, wstępnej oceny sytuacji w pierwszej fazie awarii – przy małej liczbie danych w warunkach niepewności.

Potencjalnym źródłem zagrożeń radiacyjnych mogą być elektrownie jądrowe zlokalizowane w pobliżu granic Polski. Zgodnie z programem harmonizacji działań w skali międzynarodowej na wypadek poważnej awarii o możliwych skutkach transgranicznych, koordynowanym przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, promień strefy objętej planowaniem pilnych działań interwencyjnych, nawet w przypadku bardzo poważnej awarii nadprojektowej polegającej na poważnym uszkodzeniu rdzenia reaktora, dla współczesnych elektrowni jądrowych nie przekracza 30 km od reaktora. Natomiast tzw. późne działania interwencyjne w zasadzie nie są planowane poza strefą o promieniu 300 km od miejsca awarii.

1.3.1. Obiekty jądrowe zlokalizowane wokół Polski

Polska, nie posiadając sama elektrowni jądrowych, ma w odległości do ok. 300 km od swych granic (rys.1.7) 10 elektrowni jądrowych (25 bloków – reaktorów energetycznych) o łącznej mocy zainstalowanej ok. 16 tys. MWe (odpowiada to mocy cieplnej ok. 51 tys. MWt).

Ww. elektrownie jądrowe obejmują: **szesnaście bloków z reaktorami WWER-440** (o mocy 440 MW_e):

- 4 bloki elektrowni Bohunice (Słowacja), w tym dwa bloki starego typu WWER-440/230,
- 2 bloki elektrowni Równe (Ukraina),
- 4 bloki elektrowni Paks (Węgry – ok. 310 km od granic Polski),
- 2 bloki elektrowni Mochovce (Słowacja),
- 4 bloki elektrowni Dukovany (Czechy);

dwa bloki z reaktorami WWER-1000 (o mocy 1000 MW_e):

- 1 blok elektrowni Chmielnicki (Ukraina),
- 1 blok elektrowni Równe (Ukraina);

pięć bloków z reaktorami BWR:

- 1 blok elektrowni Barsebeck (Szwecja) o mocy 615 MW_e,
- 3 bloki elektrowni Oskarshamn (Szwecja) – o mocach 465, 630 i 1205 MW_e,
- 1 blok elektrowni Krümel (RFN) o mocy 1315 MW_e;

dwa bloki z reaktorami RBMK:

- 2 bloki elektrowni Ignalino (Litwa) po 1300 MW_e każdy.

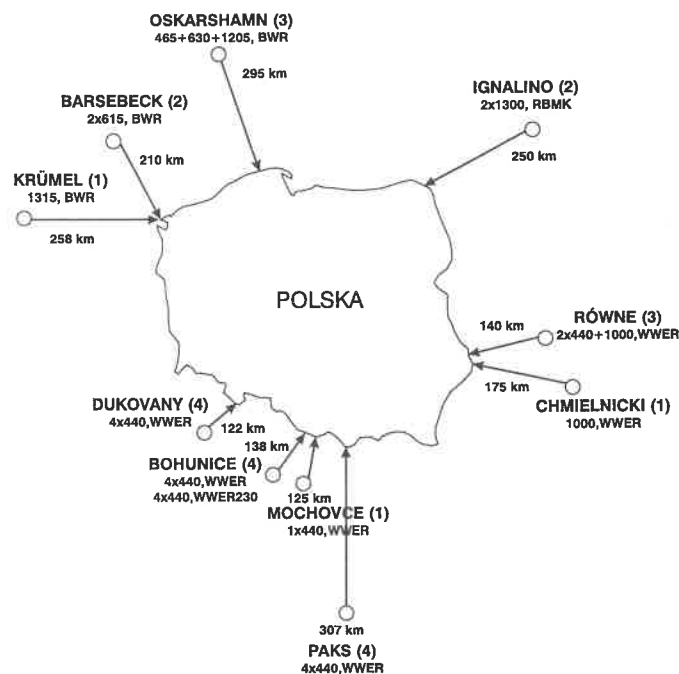
Na omawianym obszarze w budowie znajduje się 5 kolejnych bloków:

- 2 bloki WWER-440 elektrowni Mochovce (Słowacja)
- 1 blok WWER-1000 elektrowni Równe (Ukraina),
- 2 bloki WWER-1000 elektrowni Temelin (Czechy),
- 1 blok WWER-1000 elektrowni Chmielnicki (Ukraina),

W 1999 r. poza drobnymi incydentami nie stwierdzono żadnych awarii w reaktorach wokół Polski.

PAA otrzymuje, za pośrednictwem systemu INES Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej, zawiadomienia o zdarzeniach (incydentach, awariach) w obiektach jądrowych na całym świecie. Międzynarodowa skala zdarzeń jądrowych, tzw. skala INES, nadaje takim zdarzeniom klasy od 0 („bez znaczenia dla bezpieczeństwa jądrowego”) do 7 („wielka awaria”). W 1999 roku otrzymano 20 zawiadomień, z których 13 dotyczyło zdarzeń klasy 2 (incydenty), 1 klasy 3 (poważny incydent), 1 klasy 4 (awaria bez znaczącego zagrożenia poza obiektem), a pozostałe pięć – klasy 1 (anomalie) lub 0. W 1999 roku nie wpłynęła żadna informacja o zdarzeniach w elektrowniach jądrowych znajdujących się w krajach sąsiadujących z Polską.

We wrześniu 1999 roku miał miejsce wypadek jądrowy sklasyfikowany na poziomie 4 w skali INES. W zakładach przerobu paliwa jądrowego w miejscowości Tokaimura, w Japonii, w wyniku nie przestrzegania procedur technologicznych doszło do wypadku reaktywnościowe-



Rys. 1.7. Elektrownie jądrowe w odległości do ok. 300 km od granic Polski (w nawiasach podano liczbę czynnych reaktorów energetycznych)

go spowodowanego przekroczeniem masy krytycznej w zbiorniku z roztworem zawierającym wzbogacony uran.

Napromieniowaniu neutronami uległo 3 pracowników zakładu znajdujących się w pobliżu zbiornika (dwóch z nich zmarło po kilku miesiącach), a 150 mieszkańców z okolic zakładu zostało ewakuowanych. Wypadek spowodował jedynie lokalne zagrożenie w bezpośrednim sąsiedztwie zakładu, ale ze względu na potencjalne zagrożenie był szeroko komentowany na całym świecie.

Należy dodać, że w ocenie obiektów jądrowych istniejących w pobliżu naszych granic oraz w ocenie zagrożeń związanych ze zdarzającymi się w nich zakłóceniami i incydentami biorą udział, na prośbę zagranicznych partnerów, inspektorzy Wydziału Analiz i Nadzoru Obiektów Jądrowych.

1.3.2. Organizacja i działanie Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR w PAA

W styczniu 1997 r. Prezes PAA powołał, w strukturze Dep. Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego PAA, Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych CEZAR wspomagające działania Prezesa w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego kraju. W roku 1999, podobnie jak w 1998, kontynuowano prace związane z przygotowaniem Centrum do odpowiedniego pełnienia swych funkcji w sytuacji zagrożeń radiacyjnych o zasięgu krajowym. Są to funkcje następujące:

- zbieranie, weryfikacja i analiza informacji przekazywanych Prezesowi PAA przez służbę pomiarów skażeń promieniotwórczych, krajową służbę awaryjną oraz inne służby, które dysponują danymi potrzebnymi do oceny sytuacji radiacyjnej kraju, w tym w szczególności przez służbę meteorologiczną, oraz weryfikacja i analiza informacji uzyskiwanych z innych źródeł;
- tworzenie baz danych i systemów istotnych dla oceny stanu radiacyjnego kraju w sytuacji awaryjnej;
- dokonywanie analiz, ocen i prognoz rozwoju sytuacji radiacyjnej kraju na podstawie uzyskiwanych informacji oraz posiadanych baz danych i narzędzi wspomagania decyzji;

- w przypadku stanu zagrożenia radiacyjnego kraju przygotowywanie syntetycznych informacji będących podstawą podejmowania decyzji o działaniach interwencyjnych zmierzających do minimalizacji skutków zagrożenia radiacyjnego;
- opracowywanie dla Prezesa PAA projektów komunikatów dla ludności o sytuacji radiacyjnej kraju, w tym o poziomie skażeń promieniotwórczych w warunkach normalnych i w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego.

Działania organizacyjno-techniczne

W 1999 roku zainstalowano w Centrum kolejną, ulepszoną wersję duńskiego komputerowego systemu wspomagania decyzji ARGOS NT. Umożliwia on analizę i ocenę sytuacji zagrożenia radiacyjnego o skali lokalnej (na obszarze 100x100 km) oraz w mezoskali (do kilkuset km). System obejmuje zbieranie i analizę danych pomiarowych ze stacji terenowych wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych (11 automatycznych stacji typu PMS) oraz ruchomych laboratoriów wysyłanych w teren podczas sytuacji zagrożenia radiacyjnego, a także umożliwia wykonywanie prognoz rozwoju sytuacji na podstawie otrzymywanych danych o źródle zagrożenia, danych pomiarowych oraz danych o sytuacji meteorologicznej w zagrożonym rejonie. System ARGOS NT wyposażony jest w serwer WINDOWS NT oraz dwie stacje robocze. Bliźniaczy zestaw znajduje się w CLOR. Serwer ARGOS NT w CLOR posiada centralną bazę danych pomiarowych ze stacji PMS. W sytuacji normalnej dane przesyłane są ze stacji pomiarowych do serwera w CLOR automatycznie dwa razy na dobę. W sytuacji zagrożenia możliwe jest zbieranie danych nawet co 15 minut. CEZAR wyposażony jest również w dwa proste programy komputerowe (RELEASE i INTERRAS) pozwalające na przeprowadzenie w ciągu kilku minut szybkiej, wstępnej analizy sytuacji zagrożenia (w promieniu do 50 km od źródła zagrożenia).

W 1999 roku rozpoczęto wdrażanie w CEZAR systemu wspomagania decyzji RODOS – w ramach projektu Komisji Europejskiej obejmującego wyposażenie centrów reagowania na nadzwyczajne zdarzenia radiacyjne w Polsce i w Słowacji w odpowiedni software, sprzęt

komputerowy i sprzęt łączności. W trakcie 1999 roku, w ramach ww. projektu, dostarczono sprzęt komputerowy (dla ośrodka CEZAR, CLOR, IEA i IMiGW) i sprzęt łączności (konieczny dla zapewnienia sprawnej łączności pomiędzy wymienionymi placówkami), a także dostarczono software systemowy oraz oprogramowanie dla RODOS w wersji krótkozasięgowej (do 50 km). Dokonano testowania sprzętu i oprogramowania. Po przeszkoleniu personelu eksploatacyjnego i końcowych użytkowników, co planowane jest w II kwartale 2000 roku, rozpocznie się eksploatacja systemu. System RODOS ma stać się w najbliższych latach standardem europejskim w zakresie wspomagania decyzji w sytuacjach poważnych awarii obiektów jądrowych. Polska została wytypowana do testowania i wdrożenia, w ramach projektu PHARE wspólnie ze Słowacją, dalekodystansowej wersji RODOS (dla odległości powyżej 100 km od źródła zagrożenia).

W 1999 roku zakończono implementację baz danych koniecznych do oceny sytuacji radiacyjnej kraju, w szczególności w sytuacjach zagrożenia radiacyjnego. Bazy te opracowane zostały na platformie ORACLE (bazy typu SQL). Łącznie w CEZAR zaimplementowanych zostało 13 baz ORACLE obejmujących dane o:

- dawkach indywidualnych osób narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące,
- obiektach jądrowych znajdujących się poza granicami Polski,
- krajowych placówkach i stacjach pomiarowych Służby Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych,
- placówkach monitoringu radiacyjnego w krajach sąsiadujących z Polską,
- zdarzeniach radiacyjnych (zagranicznych i krajowych) powyżej stopnia 3 międzynarodowej skali zdarzeń radiacyjnych INES, (dane o zdarzeniach radiacyjnych poniżej stopnia 3 skali INES gromadzone są w CEZAR w przekazanej przez MAEA w Wiedniu bazie INES),
- punktach kontaktowych i organach dozoru jądrowego za granicą,
- krajowych laboratoriach specjalistycznych,
- składowisku odpadów promieniotwórczych w Różanie,

- wynikach pomiarów otrzymywanych z systemu wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych,
- użytkownikach źródeł promieniowania jonizującego,
- zainstalowanych w kraju izotopowych czujkach dymu,
- krajowych i zagranicznych przepisach w zakresie b.j.i o.r.,
- działaniach Straży Granicznej.

W 1999 r. CEZAR uczestniczył w międzynarodowych ćwiczeniach awaryjnych INEX2-CAN (symulacja uwolnienia substancji promieniotwórczych na terenie Kanady), ćwiczeniu NATO ETEX99 oraz testach komunikacyjnych ACG West (Polska, Chorwacja, Czechy, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Węgry oraz Niemcy, Austria i Włochy jako obserwatorzy) i ACG North (Polska, Rosja, Estonia, Łotwa, Litwa, Białoruś, Ukraina oraz Finlandia, Szwecja i Norwegia jako obserwatorzy) – zorganizowanych przez MAEA w ramach realizacji programu regionalnego RER/9/050. W okresie 31.12.1999-1.01.2000 w CEZAR pełniono dyżur na wypadek wystąpienia problemów Y2K.

1.3.3. Kontrola skażeń promieniotwórczych środowiska

Kontrolę skażeń promieniotwórczych na terenie kraju (poza terenami wokół obiektów jądrowych w Świerku i KSOP w Różanie) prowadzi Służba Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (SPSP), utworzona na podstawie uchwały nr 265/64 Rady Ministrów z 1964 r. określającej organizację i zakres działania SPSP. Celem prowadzonej kontroli skażeń promieniotwórczych jest systematyczne zbieranie i opracowywanie danych o stopniu zanieczyszczenia środowiska i żywności izotopami promieniotwórczymi pozwalające na:

- ocenę sytuacji radiologicznej w kraju i ocenę zagrożenia radiacyjnego ludności;
- prognozowanie skutków powodowanych zanieczyszczeniem środowiska substancjami promieniotwórczymi oraz formułowanie ewentualnych zaleceń w tym zakresie;
- wypełnienie postanowień konwencji i umów dwustronnych o wczesnym powiadamianiu o awariach jądrowych.

Wynikające stąd zadania są następujące:

- wykonywanie pomiarów stężeń izotopów promieniotwórczych w komponentach środowiska i żywności;
- prowadzenie nadzoru nad placówkami SPSP, a w szczególności nad siecią wczesnego wykrywania skażeń, w celu natychmiastowego wykrycia wzrostu poziomów skażeń promieniotwórczych w środowisku i alarmowania o sytuacji awaryjnej;
- gromadzenie informacji o sytuacji radiologicznej środowiska i śledzenie długookresowych zmian skażenia promieniotwórczego środowiska;
- uruchamianie w wypadku awarii szerokiej sieci poboru próbek i punktów pomiarowych, umożliwiających szybkie pomiary dla oszacowania zagrożenia radiologicznego w skali lokalnej i ogólnopolskiej.

Kontrolę skażeń promieniotwórczych środowiska wokół Ośrodka w Świerku i KSOP w Różanie prowadzi Służba Ochrony Radiologicznej IEA (p. pkt 1.2.6). Kontrola ta obejmuje m.in. pomiary:

- emisji substancji promieniotwórczych do atmosfery i środowiska wodnego,
- zawartości substancji promieniotwórczych w głównych komponentach środowiska,
- poziomu promieniowania gamma.

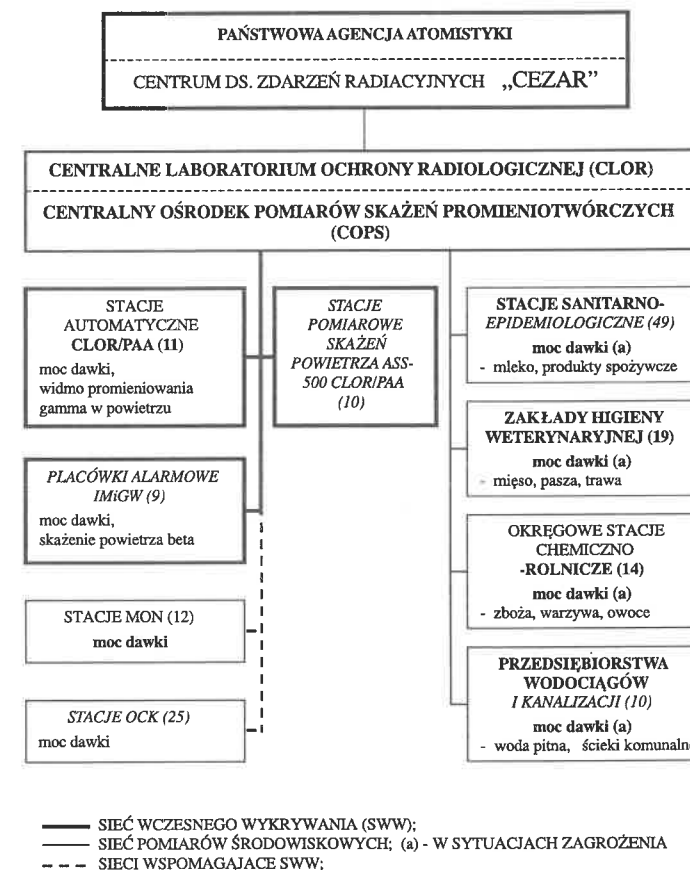
Wyniki tych pomiarów, podane w rozdziale 11, pozwalają stwierdzić, że nie obserwuje się wpływu pracy Ośrodka Świerk i eksploatacji KSOP w Różanie na środowisko przyrodnicze.

Służbę Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych tworzy Centralny Ośrodek Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych (COPSP) znajdujący się w Centralnym Laboratorium Ochrony

Radiologicznej, sieć wczesnego wykrywania (stanowiąca podsystem w systemie Państwowego Monitoringu Środowiska) oraz inne placówki pomiarowe (rys. 1.8).

1. Sieć wczesnego wykrywania tworzą:

- Stacje pomiarowe PAA i IOŚ
- Jedenaście stacji automatycznych PMS (*Permanent Monitoring Station*) działających w systemie międzynarodowym państw bałtyckich (dawniej określanych jako stacje DARMS), które wykonują ciągłe pomiary:
 - mocy dawki promieniowania gamma z rejestracją danych pomiarowych co 1 godz. (w warunkach normalnych) oraz co 10 min. w sytuacjach awaryjnych.
 - widma promieniowania gamma powodowanego skażeniem powietrza i powierzchni ziemi – z rejestracją wyników pomiarów (co 1 godz. w sytuacji normalnej i co 10 min. w sytuacji awaryjnej).



Rys. 1.8. System pomiarów skażeń promieniotwórczych

- intensywności opadów atmosferycznych oraz temperatury otoczenia.
Dziesięć stacji typu ASS-500, które wykonują:
- ciągłe zbieranie aerozoli atmosferycznych na filtry i spektrometryczne oznaczanie poszczególnych izotopów w próbce tygodniowej (w sytuacji awaryjnej częstotliwość pomiarów może być odpowiednio zwiększona nawet do 1 godz.).

Wymienione stacje PMS oraz ASS-500 zlokalizowane są w placówkach naukowo-badawczych oraz w szkołach wyższych. Bezpośredni nadzór nad funkcjonowaniem tych stacji prowadzi CLOR jako jednostka badawczo-rozwojowa podległa Prezesowi PAA.

W roku 1999, w ramach prac nad przystosowaniem terenowych stacji ASS-500 do ciągłego zbierania i przekazywania danych pomiarowych do jednostki centralnej, zainstalowano i uruchomiono w pięciu stacjach terenowych spektrometry AS-01, które poprzez komputery stacyjne przesyłają dane do komputera centralnego w CLOR. Zainstalowanie i uruchomienie tych urządzeń w pozostałych 5 stacjach, przewidziane w roku 2000, umożliwi pełne włączenie stacji ASS-500 do systemu wczesnego wykrywania skażeń, spełniającego wymagania aktualnych standardów europejskich i zaspokajającego potrzeby państwa w tym zakresie.

- Placówki alarmowe Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (placówki IMiGW)
Dziewięć placówek zlokalizowanych w stacjach IMiGW, które wykonują:
- ciągły pomiar mocy dawki promieniowania gamma,
- ciągłe zbieranie opadu całkowitego i pomiar zawartej w nim aktywności całkowitej beta w próbach tygodniowych, oraz okresowo (raz w miesiącu) oznaczają zawartość cezu-137,

- ciągłe zbieranie aerozoli atmosferycznych i pomiar aktywności całkowitej beta w próbie dobowej.

Lokalizacje stacji i placówek wczesnego wykrywania skażeń przedstawiono na rys. 1.9.

Sieć wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych wspomagana jest przez:

- dwanaście stacji pomiarowych Ministerstwa Obrony Narodowej (stacje MON) zlokalizowanych na terenach jednostek wojskowych, które wykonują ciągłe pomiary mocy dawki



Rys. 1.9. Lokalizacja stacji i placówek wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych

promieniowania gamma. Wyniki pomiarów przesyłane są automatycznie do Centralnego Ośrodka Analizy Skażeń (COAS) w Szefostwie Wojsk Obrony Przeciwchemicznej Dowództwa Wojsk Lądowych, a następnie – poprzez Inspekcję Ochrony Środowiska (IOŚ) – do COPSP.

- dwadzieścia pięć stacji pomiarowych Obrony Cywilnej Kraju (stacje OC) przy Wojewódzkich Inspektoratach Obrony Cywilnej, które wykonują ciągłe pomiary mocy dawki promieniowania gamma. Wyniki przesyłane są do Sztabu Obrony Cywilnej Kraju (OCK)

w Warszawie, a w przypadkach awaryjnych – do COPSP.

Działalność wymienionych stacji – funkcjonujących na odrębnych zasadach – nadzorowana jest przez COAS oraz Sztab OCK odpowiednio.

2. Sieć pomiarów skażeń promieniotwórczych materiałów środowiskowych i artykułów spożywczych tworzą:

– Stacje Sanitarne-Epidemiologiczne (SSE)

Szesnaście stacji wojewódzkich oraz trzydzieści trzy oddziały zamiejscowe podległe właściwym wojewódzkim inspektorom sanitarnym, które wykonują:

- pomiary całkowitej aktywności beta mleka (raz na miesiąc) i w produktach spożywczych (raz na kwartał),
- oznaczanie zawartości określonych radionuklidów (Cs-137, Cs-134, Sr-90) w wybranych produktach spożywczych (średnio dwa razy w roku),
- ciągły pomiar mocy dawki promieniowania gamma.

– Stacje pomiarowe Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW)

Czternaście Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych, które wykonują pomiary całkowitej aktywności beta podstawowych gatunków zbóż (raz w roku), warzyw (raz w miesiącu w okresie wegetacji warzyw zielonych lub dwa razy w roku w przypadku warzyw korzeniowych), owoców (jeden lub dwa razy) oraz dziewiętnaście Zakładów Higieny Weterynaryjnej, które wykonują pomiary

całkowitej aktywności beta mięsa (raz na kwartał, pasz oraz trawy (raz na dwa miesiące w okresie wegetacji), a także oznaczają Cs-137 w wybranych próbkach. Lokalizację stacji wykonujących pomiary skażeń promieniotwórczych materiałów środowiskowych i artykułów spożywczych przedstawiono na rys. 1.10.

Poza wymienionymi sieciami istnieją również placówki pomiarowe zlokalizowane w jednostkach naukowo-badawczych różnych resortów oraz w niektórych wyższych uczelniach wykonujące specjalistyczne pomiary radiometryczne i dozymetryczne uzupełniające pomiary prowadzone przez SPSP, a w szczególności:

- laboratoria Państwowego Zakładu Higieny wykonujące oznaczenia izotopów promieniotwórczych w artykułach spożywczych,



Rys. 1.10. Rozmieszczenie stacji pomiarów skażeń promieniotwórczych materiałów środowiskowych i artykułów spożywczych

– laboratoria Instytutu Energii Atomowej w Świerku wykonujące oznaczenia zawartości izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych pobranych z Ośrodka w Świerku i KSOP w Różanie.

Nadzór nad systemem kontroli skażeń promieniotwórczych w kraju sprawuje Dep. Bezpieczeństwa Jądrowego i Radiacyjnego PAA, który również przygotowuje okresowe raporty oceniające sytuację radiacyjną w kraju.

Należy zaznaczyć, że zgodnie z art.23 ust.2 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. nr 77 poz. 335, z późniejszymi zmianami), istniejący w Polsce system Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS), koordynowany przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, obejmuje monitorowanie wszystkich elementów skażających środowisko, a więc i skażeń promieniotwórczych. W takim ujęciu obecnie działająca sieć wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych, zorganizowana w oparciu o wspomnianą uchwałę Rady Ministrów nr 265/64 i funkcjonująca w celu wykonania zadań PAA wynikających z § 2 p. 5 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 23 lutego 1987 roku w sprawie szczegółowego zakresu działania PAA i Prezesa PAA, stanowi podsystem Państwowego Monitoringu Środowiska. W szczególności 10 stacji ASS-500 (z których 5 należy do Inspekcji Ochrony Środowiska), jako wysokoczułe stacje pomiaru aktywności powietrza, 11 automatycznych stacji PMS działających w resorcie atomistyki oraz 9 stacji alarmowych należących do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – jako stacje wczesnego wykrywania skażeń, stanowią zasadniczy element sieci monitoringu skażeń w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. W sieci tej pracuje również 12 stacji resortu obrony zlokalizowanych na terenie jednostek wojskowych.

1.3.4. Działalność KPK i ODSA

Krajowy Punkt Kontaktowy (KPK) oraz Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej (ODSA) stanowią krajową służbę awaryjną nadzorowaną przez PAA.

Krajowy Punkt Kontaktowy, ustanowiony decyzją nr 3 Prezesa PAA z 20 czerwca 1990 r.,

stanowi składnik systemu informacyjno-ostrzegawczego Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (będącego wypełnieniem postanowień międzynarodowej konwencji o wczesnym powiadomieniu o awarii jądrowej, ratyfikowanej przez Polskę w 1988 roku). KPK jest również elementem systemu dwustronnego powiadomiania o zagrożeniach radiacyjnych, w ramach podpisanych przez Polskę umów z krajami sąsiednimi.

W styczniu 1999 r. KPK otrzymał wiadomość z *Emergency Response Centre* MAEA o zaginięciu w Turcji źródła Co-60 o aktywności 26 TBq). Informacja o odnalezieniu źródła jeszcze nie wpłynęła do KPK. Na przełomie września i października 1999 r. KPK otrzymał serię powiadomień o awarii jądrowej w Tokaimura, w Japonii, w zakładach wzbogacania uranu. Awaria została określona jako awaria jądrowa na poziomie 4 według Międzynarodowej Skali Wydarzeń Jądrowych INES, czyli awaria bez znaczącego zagrożenia poza obiektem. Również w październiku 1999 r. z MAEA nadeszło powiadomienie o incydencie w elektrowni jądrowej w Wolsong w Korei. W okresie 31 grudnia 1999 r. – 1 stycznia 2000 r. w związku z problemem Y2K do KPK regularnie napływały informacje o sytuacji w kolejnych krajach eksploatujących elektrownie jądrowe, po rozpoczęciu się w nich roku 2000. Żadnych awarii jądrowych i incydentów nie było.

W 1999 r. Krajowy Punkt Kontaktowy uczestniczył w następujących testach i ćwiczeniach:

- 27 i 28 kwietnia – w ćwiczeniu INEX2-CAN (symulacja awarii jądrowej na terenie Kanady);
- 23 września – w teście łączności zorganizowanym przez MAEA.

Ponadto KPK współdziałał z ODSA przy prowadzeniu działań wyjaśniających dotyczących niesprawdzonych informacji podawanych w środkach masowego przekazu (głównie prasa i radio) sugerujących zagrożenia radiacyjne ludności kraju powodowane różnymi zdarzeniami, związanymi przede wszystkim z obiektami jądrowymi znajdującymi się poza granicami Polski oraz z incydentami o charakterze lokalnym (np. związanymi z przemysłem), nie stwarzającymi zagrożenia dla ludności kraju.

Ośrodek Dyspozycyjny Służby Awaryjnej, ustanowiony zarządzeniem nr 6/73 Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej, z 10 marca 1973 r., w sprawie organizacji i zakresu działania służby awaryjnej dla likwidacji wypadków i ich skutków, jest – dyżurującym w sposób ciągły – punktem przyjmowania informacji o zdarzeniach radiacyjnych w kraju, które wymagają oceny, interpretacji czy interwencji oraz udzielającym pomocy w usuwaniu skutków tych zdarzeń. W 1999 r. ODSA przyjął 68 zgłoszeń, z czego 9 przypadków wymagało wyjazdów ekip interwencyjnych na miejsce zdarzenia. Zgłoszenia te dotyczyły głównie:

- kradzieży, zagubienia lub uszkodzenia źródeł promieniotwórczych – 15
- znalezienia źródeł promieniotwórczych w miejscach ogólnodostępnych – 5
- pożarów w obiektach ze źródłami promieniotwórczymi – 2
- zakłóceń pracy urządzeń zawierających źródła promieniotwórcze – 2
- zarejestrowanych na dawkomierzach przekroczeń limitów dawek – 19
- nielegalnego posiadania materiałów promieniotwórczych – 2
- innych przyczyn (wykazywanie przez przyrządy pomiarowe podwyższone promieniowania, incydenty związane z przekraczaniem granicy państwa, niedomogi organizacji pracy, w tym zatrudnianie nie przeszkolonego personelu) – 23

Wyjazdy ekip interwencyjnych ODSA (łącznie 9 wyjazdów) dotyczyły głównie:

- zatrzymanych na granicy państwa środków transportowych, których ładunek wykazywał podwyższony poziom promieniowania;
- przypadków nielegalnego posiadania materiałów promieniotwórczych;
- wykazywania przez przyrządy pomiarowe podwyższonego tła promieniowania;
- pożarów w obiektach ze źródłami promieniotwórczymi.

W 1999 r. ODSA udzielił 230 konsultacji nie związanych z interwencją ekipy ODSA. Większość konsultacji udzielana była Granicznym Punktem Kontroli (GPK) w związku z przewo-

żonymi przez granicę materiałami wykazującymi podwyższony poziom promieniowania. Materiały te w większości przypadków były minerałami wykazującymi naturalną promieniotwórczość.

KPK i ODSA zorganizowane są w Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej w Warszawie.

1.3.5. Działalność kontrolna Straży Granicznej

Istotnym elementem systemu ochrony radiologicznej kraju, którego nie można pominąć przy omawianiu krajowej służby awaryjnej, jest działalność kontrolna Straży Granicznej. Na przejściach granicznych było zainstalowanych w 1999 r. 124 tzw. bramek dozymetrycznych UK-1M (z czego ok. 50% dotyczy przejść drogowych), umożliwiających wykrywanie niskoaktywnych źródeł gammadpromieniotwórczych. Poza tym Straż Graniczna jest wyposażona w ok. 600 sztuk przenośnych urządzeń do pomiarów dawki promieniowania i skażeń promieniotwórczych. W 1999 roku funkcjonariusze Straży Granicznej skontrolowali radiometrycznie ok. 84 000 000 środków transportowych z czego ok. 99% stanowiły samochody osobowe. W ok. 17 000 przypadków urządzenia kontrolne zarejestrowały podwyższony poziom promieniowania, w wyniku czego po przeprowadzonych czynnościach kontrolnych nie zezwolono na wjazd do Polski 133 transportom. Zapobieżono również 23 próbom nielegalnego przewozu przez granicę państwową materiałów promieniotwórczych (złom metali kolorowych, skażone przyrządy, skażone ikony, źródła promieniotwórcze, grzyby o podwyższonej zawartości substancji promieniotwórczych).

1.4. POSTĘPOWANIE Z OPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI

W Polsce odpady promieniotwórcze powstają w wyniku stosowania radioizotopów w medycynie, przemyśle i badaniach naukowych, podczas produkcji otwartych i zamkniętych źródeł promieniowania oraz w toku eksploatacji reaktorów badawczych służących m.in. do produkcji radioizotopów. Odpady te występują zarówno w postaci ciekłej jak i stałej.

Z uwagi na rodzaj emitowanego promieniowania i typ odpadów, wyróżnia się następujące ich kategorie:

- beta i gammapromieniotwórcze:
 - niskoaktywne (odzież ochronna, lignina, bibuła, sprzęt laboratoryjny, narzędzia ogólnie te materiały, które uległy skażeniu przez zetknięcie z substancjami promieniotwórczymi);
 - średnioaktywne (koncentraty promieniotwórcze powstające w procesie zateżnienia ścieków, zużyte materiały sorpcyjne, fragmenty konstrukcji itp.);
 - wysokoaktywne (głównie wypalone paliwo jądrowe oraz pozostałości po jego przeobrażeniu).
- alfafpromieniotwórcze (niezależnie od aktywności).
- zamknięte źródła promieniotwórcze (źródła stosowane m.in. w radioterapii lub metodach radiacyjnych, np. przy sterylizacji sprzętu medycznego).

Odpowiednio przygotowane (zestalone i opakowane) odpady nisko- i średnioaktywne zazwyczaj składuje się w tzw. składowiskach powierzchniowych zapewniających izolowanie składowanych materiałów w okresie 300 lat. Odpady wysokoaktywne i alfafpromieniotwórcze muszą być składowane w głębokich formacjach geologicznych. Ze względu na długi okres (rzędu tysięcy lat) połowicznego rozpadu (czas, w którym aktywność zmniejsza się do połowy aktywności początkowej) niektórych substancji promieniotwórczych zawartych w odpadach alfafpromieniotwórczych i wysokoaktywnych sposób składowania powinien zapewniać skuteczne ich izolowanie od biosfery w czasie mierzonym w skali geologicznej.

Postępowanie (gospodarka) z odpadami promieniotwórczymi obejmuje: odbiór, transport, przetwarzanie, magazynowanie okresowe i składowanie odpadów, jak również budowę składowisk i ich zamykanie, a także monitoring środowiska w czasie eksploatacji i po zamknięciu składowiska.

Powstające obecnie w kraju nisko- i średnioaktywne odpady promieniotwórcze są przetwarzane, zestalone i przygotowywane do składowania w Zakładzie Doświadczalnym Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej (ZDUOP IEA), a następnie składowane w eksploatowanym od 1961 r. Krajowym Składowisku Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie (przewiduje się wypełnienie tego składowiska około 2015-2020 r.). Składowisko to eksploatowane jest od 1961 r. i powstało w wyniku adaptacji byłego fortu zbudowanego w latach 1905-1912. Powierzchnia zajmowana przez składowisko wynosi 3,3 ha. W składowisku w Różaniu przechowywane są również tymczasowo odpady alfafpromieniotwórcze przewidziane do przeniesienia do ostatecznego miejsca składowania po zamknięciu składowiska.

Ilości odpadów odebranych przez ZDUOP w 1999 roku podano w tabeli 1.6.

Tabela 1.6.

Źródła odpadów	Odpady stałe [m ³]	Odpady ciekłe [m ³]
Medycyna, przemysł, badania naukowe	48,55	2,53
Produkcja izotopów	13,57	0,35
Instytut Energii Atomowej (w tym reaktory badawcze)	28,41	234,00
ogółem	90,53	236,88

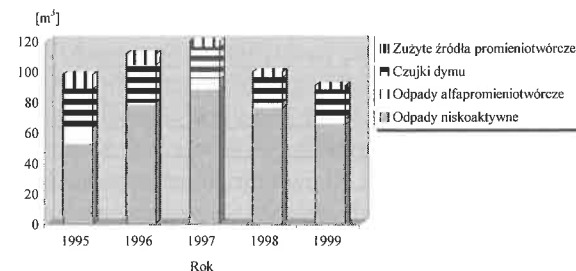
W tym:

- odpady alfafpromieniotwórcze – 3,56 m³
- wycofane z eksploatacji czujki dymu – 29 682 szt.
- zużyte źródła promieniotwórcze – 862 szt.

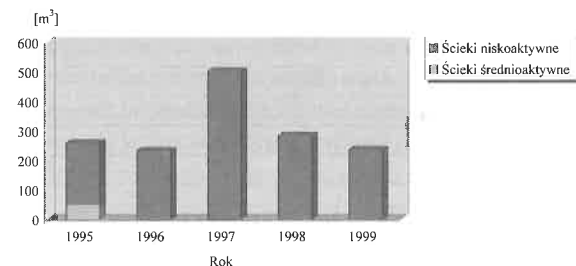
W stosunku do roku 1998 ilości odebranych odpadów uległy zmniejszeniu (odpady stałe o 9%, a odpady ciekłe o 17%), wzrosła natomiast liczba przekazanych zużytych zamkniętych źródeł promieniotwórczych z 718 do 862 szt., tj. o 20%, oraz liczba czujek dymu z 26 576 do 29 682 szt., tj. o ok. 12%.

Ilości i strukturę stałych i ciekłych odpadów promieniotwórczych odebranych od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-1999 przedstawiono na rys. 1.11 i 1.12.

W 1999 roku przekazano do KSOP w Różanie ok. 57 m³ przetworzonych odpadów o łącznej aktywności ok. 584 GBq. Wypalone paliwo ją-



Rys. 1.11. Ilość stałych odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZDUOP od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-1999



Rys. 1.12. Ilość ciekłych odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZDUOP od użytkowników materiałów promieniotwórczych w latach 1995-1999

drowe z reaktorów badawczych EWA i MARIA oraz zużyte źródła promieniotwórcze gamma o dużej aktywności są przechowywane (tymczasowo) w basenach wodnych przechowalników 19 i 19A w Instytucie Energii Atomowej w Świerku (patrz pkt. 1.2.2.1).

Ze względu na konieczność zachowania ciągłości bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, w ciągu minionych 3 lat realizowano Strategiczny Program Rządowy dotyczący tych zagadnień, którego rezultaty przedstawiono w następnym rozdziale.

2. STRATEGICZNY PROGRAM RZĄDOWY – GOSPODARKA ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI I WYPALONYM PALIWEM JĄDROWYM W POLSCE

Rozpatrywana w długim okresie czasu, efektywna i bezpieczna gospodarka odpadami promieniotwórczymi w Polsce wymaga: zlokalizo-

wania, zaprojektowania, wybudowania i uruchomienia nowego powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych (a następnie zamknięcia obecnie eksploatowanego KSOP w Różanie), zlokalizowania, zaprojektowania, wybudowania i uruchomienia składowiska w głębokich formacjach geologicznych przewidzianego dla wypalonego paliwa jądrowego, odpadów alfafpromieniotwórczych i odpadów wysokoaktywnych, zagospodarowania wypalonego paliwa jądrowego z reaktorów badawczych, zmodyfikowania i wdrożenia prawno-organizacyjnych zasad gospodarki odpadami promieniotwórczymi oraz zastosowania nowych technologii przetwarzania odpadów.

Podkreślenia wymaga fakt, że konieczność realizacji powyższych prac nie zależy od reaktywowania programu jądrowego w Polsce. Od programu tego zależy jedynie zakres niektórych prac.

Ze względu na wagę i złożoność problemu, postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym wymagało ustanowienia w początkowym etapie specjalnego programu w postaci Strategicznego Programu Rządowego (SPR). Program taki, pod nazwą „Gospodarka odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym w Polsce” został przez Radę Ministrów ustanowiony na posiedzeniu w dniu 21 maja 1996 r. (Protokół ustaleń Nr 19/96 z dnia 21.05.1996 r.). Program przewidziany był do realizacji w latach 1997-99. Wnioskodawcą oraz organem nadzorującym realizację Programu był Prezes Państwowej Agencji Atomistyki.

Celem SPR była realizacja przedsięwzięć obejmujących zagadnienia:

- legislacyjne (modernizacja i aktualizacja przepisów),
- lokalizacyjne (poszukiwanie miejsca na nowe składowisko odpadów promieniotwórczych),
- techniczne i technologiczne (koncepcja zamknięcia składowiska w Różanie, zabezpieczenie wypalonego paliwa z reaktorów badawczych, opracowanie nowych technologii przetwarzania i unieszkodliwiania odpadów),

- prognostyczne (analiza gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem w opcji wykorzystania w Polsce paliw jądrowych do produkcji energii elektrycznej),
- informacyjne (informowanie społeczeństwa o postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi).

W skład Programu weszło 9 wzajemnie powiązanych przedsięwzięć finansowanych z budżetu PAA oraz 4 prace badawczo-rozwojowe niezbędne dla realizacji SPR, finansowane z funduszy Komitetu Badań Naukowych (KBN).

Wykonawcy poszczególnych przedsięwzięć (zadań cząstkowych) Programu wyłaniani byli zgodnie z procedurami wynikającymi z ustawy o zamówieniach publicznych.

W celu realizacji prac badawczo rozwojowych zawarto porozumienie, a następnie umowę pomiędzy Państwową Agencją Atomistyki, Komitetem Badań Naukowych oraz Instytutem Energii Atomowej (jako koordynatorem części naukowej Programu).

2.1. PRZEDSIĘWZIĘCIA REALIZOWANE W RAMACH SPR

Rok 1999 stanowił ostatni etap realizacji Programu. W poprzednich opracowaniach pt. „Atomistyka oraz bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w Polsce” (w latach 1997-98) prezentowano stan realizacji zadań cząstkowych. Poniżej przedstawiono podsumowanie poszczególnych przedsięwzięć SPR.

2.1.1. Opracowanie zbioru aktów prawnych i dokumentów zgodnych z aktualnym prawodawstwem w Polsce, konwencjami międzynarodowymi i przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej dotyczącymi gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym (okres realizacji 1997-99)

W październiku 1997 r. Polska podpisała Wspólną Konwencję bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwu w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi, sporządzoną w Wiedniu dnia

5 września 1997 r. (uchwalona została ustawa wyrażająca zgodę na ratyfikację Konwencji, Dz. U. Nr 93 z dnia 20.11.1999 r., poz. 1064, a Prezydent RP podpisał dokumenty ratyfikacyjne w dniu 9 marca 2000 r.). Główne zobowiązania państw – Stron Konwencji dotyczą stosowania fundamentalnych zasad bezpieczeństwa postępowania z odpadami promieniotwórczymi wynikających z dotychczas opracowanych i uzgodnionych dokumentów opracowanych w ramach programowej działalności Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA). Z art. 18 i 19 ust.1 Konwencji wynika, że wprowadzenie jej w życie ma następować w ramach własnego systemu prawnego Strony, przez ustanowienie i wprowadzenie w życie zestawu aktów prawnych z zakresu bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem i odpadami promieniotwórczymi.

Realizację przedsięwzięcia podzielono na następujące etapy (zadania):

- 1) analiza stanu prawnego obejmującego wymagania konwencji międzynarodowych, umów bilateralnych i wielostronnych oraz przepisów obowiązujących w Polsce w zakresie gospodarki odpadami promieniotwórczymi (i toksycznymi) i wypalonym paliwem,
- 2) analiza wymagań dotyczących gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem w UE oraz wymagań i wytycznych organizacji międzynarodowych,
- 3) opracowanie programu dostosowania krajowych wymagań do wymagań konwencji międzynarodowych, wymagań UE, zaleceń organizacji międzynarodowych oraz opracowanie projektów aktów prawnych koniecznych do wdrożenia, po powyższych analizach,
- 4) opracowanie procedur postępowania służb ratowniczych przy zagrożeniu odpadami promieniotwórczymi w wyniku awarii.

Dysponując bogatym materiałem z analizy porównawczej wykonanej w ramach realizacji dwóch pierwszych etapów, sformułowano postulaty co do kierunków i zakresu projektowanej regulacji prawnej w przedmiocie gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, które powinny zostać zrealizowane w przepisach zarówno ustawowych, jak też

niższej rangi – w części dotyczącej unormowań szczegółowych.

W ramach wykonania ww. etapu trzeciego omawianego przedsięwzięcia opracowano trzy warianty rozwiązań prawnych dotyczących przedmiotu regulacji:

- zmiana ustawy – Prawo atomowe,
- zmiana ustawy o odpadach poprzez włączenie do niej zagadnień odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego,
- wprowadzenie ustawy o odpadach promieniotwórczych i wypalonym paliwie jądrowym.

Wybrano wariant pierwszy, który zapewnia ujęcie całości zagadnień w jednym akcie prawnym, co jest bardzo istotne dla adresatów przepisów, pozwala na skrótowość aktu przy jednoczesnej pełnej jednoznaczności. W projekcie ustawy – Prawo atomowe zawarto rozdział 7, poświęcony odpadom promieniotwórczym i wypalonemu paliwu jądrowemu, jednoznacznie określający zasady obowiązujące w całym procesie postępowania z odpadami i wypalonym paliwem.

Przygotowano projekt rozporządzenia Rady Ministrów zawierający łącznie siedem zagadnień dotyczących odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego: sposób kwalifikowania odpadów promieniotwórczych do kategorii i podkategorii, sposób prowadzenia ewidencji i kontroli odpadów promieniotwórczych, warunki przechowywania odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego, kategorie i podkategorie odpadów promieniotwórczych jakie mogą być składowane w poszczególnych rodzajach składowisk, wymagania jakim powinny odpowiadać poszczególne rodzaje składowisk dotyczące lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, warunki jakie powinno spełniać składowisko, aby mogło być uznane za Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych, wymagania w zakresie przygotowania odpadów promieniotwórczych do składowania.

Realizację etapu czwartego oparto o procedury, analizy i oceny sytuacji w celu wskazania odpowiednich środków interwencji podczas awarii w obiektach jądrowych, zawartych w dokumencie MAEA TECDOC-955. Było to uzasadnione faktem, że w przypadku procedur – ze względu na stopień ich szczegółowości – trudno było wskazać odpowiedniki bezpośrednio w konwen-

cjach czy przepisach międzynarodowych. Natomiast przyjęcie metodologii MAEA, wdrażanej w wielu krajach, pozwalało spełnić warunek zgodności tworzonych dokumentów w skali międzynarodowej na poziomie procedur.

2.1.2. Opracowanie i wdrożenie systemu organizacyjnego gospodarki odpadami promieniotwórczymi w Polsce (okres realizacji 1997-98)

W Polsce za prawidłowe unieszkodliwianie i składowanie odpadów promieniotwórczych odpowiedzialna jest, zgodnie z ustawą – Prawo atomowe (Dz. U. nr 12 z 1986 r., poz. 70 ze zmianami) Państwowa Agencja Atomistyki. Natomiast wszelkie zagadnienia techniczne i technologiczne związane z odpadami realizowane są w Instytucie Energii Atomowej (w Zakładzie Doświadczalnym Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych – ZDUOP), nad którym nadzór sprawuje Prezes PAA.

Prezes Państwowej Agencji Atomistyki, zgodnie z ww. ustawą, sprawuje kontrolę nad wykorzystaniem energii jądrowej z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, co związane jest z wydawaniem odpowiednich zezwoleń i kontrolą ich przestrzegania (w tym także dotyczących postępowania z odpadami promieniotwórczymi).

Z zasad określonych we „Wspólnej Konwencji bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi” wynika, że konieczne jest „... skuteczne zapewnienie niezależności funkcji organu kontrolującego z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej od innych funkcji związanych z postępowaniem z wypalonym paliwem jądrowym lub odpadami promieniotwórczymi”. Oznacza to m.in. konieczność zapewnienia niezależności (rozdzielenia) pomiędzy organem nadzorującym warunki bezpieczeństwa jądrowego (Prezes PAA) od organu nadzorującego jednostki (instytucje), w których powstają odpady promieniotwórcze i wypalone paliwo jądrowe, a więc od organu, któremu podlegają jednostki prowadzące działalność związaną z wykorzystaniem energii atomowej (Minister Gospodarki)

W naszym kraju, jak wynika to z powyższego, warunki te nie są spełnione (Prezes PAA jest organem nadzorującym Instytut Energii Atomowej i jednocześnie sprawuje nadzór z punktu widzenia bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej, a zgodnie z ustawą o działach administracji rządowej, PAA nadzorowana jest przez Ministra Gospodarki). Postępowanie z wypalonym paliwem jądowym jest dofinansowywane (a praktycznie finansowane) z budżetu państwa na podstawie ww. Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 6 grudnia 1994 r.

Stwierdzono, że docelowy system organizacyjny postępowania z odpadami powinien przewidywać powołanie odpowiedniej instytucji mocno osadzonej w systemie jednostek organizacyjnych państwa, lecz pozostającej poza strukturami Państwowej Agencji Atomistyki. Ponadto, z podpisanych przez Polskę Konwencji oraz praktyki stosowanej w Unii Europejskiej wynika potrzeba ciągłego zapewnienia warunków prawidłowego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądowym, a przede wszystkim w czasie ich składowania w ciągu setek lat. Prowadzenie powyższej działalności nie powinno zostać zorganizowane w formy prawne zakładające osiąganie efektywnych ekonomicznie wyników. Z założenia tego wynika, że najwłaściwszą formą byłoby przedsiębiorstwo użyteczności publicznej. Przedsiębiorstwo takie powinno zostać utworzone na bazie Zakładu Doświadczalnego Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej. Zakład ten posiada wykwalifikowaną kadrę i obiekty wyposażone we wszystkie niezbędne urządzenia i instalacje umożliwiające prowadzenie działalności w zakresie postępowania z odpadami. Planowane przedsiębiorstwo powinno docelowo zająć się także postępowaniem z wypalonym paliwem z polskich reaktorów badawczych oraz energetycznych.

Dyrektor Instytutu Energii Atomowej wystąpił do Wojewody Warszawskiego o utworzenie przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, którego zadaniem miało być postępowanie (gospodarka) z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądowym. Z uwagi na negatywną odpowiedź Wojewody Mazowieckiego uzasadniają:

- ogólnopolskim charakterem przedsiębiorstwa (mimo właściwości terytorialnej ze względu na położenie przyszłego przedsiębiorstwa),
 - brakiem kompetencji do ustanowienia takiego (ogólnopolskiego) przedsiębiorstwa i sugestią jego utworzenia przez PAA,
- co byłoby sprzeczne z omawianymi wcześniej zasadami rozdzielenia funkcji, jedynym rozwiązaniem problemu może być utworzenie przedsiębiorstwa w drodze ustawy. Stąd też w art. 114 ust. 1 projektu ustawy – Prawo atomowe przewidziano utworzenie państwowego przedsiębiorstwa użyteczności publicznej pod nazwą „Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych” powołanego do prowadzenia działalności w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądowym, a przede wszystkim do zapewnienia stałej możliwości składowania odpadów promieniotwórczych i wypalonych paliw jądowych. Przewiduje się (art. 116 projektu), że nadzór nad Zakładem oraz funkcję organu założycielskiego wykonywać będzie minister właściwy do spraw Skarbu Państwa. Planuje się (art. 119), że Zakład będzie otrzymywał z budżetu państwa dotację podmiotową na działalność związaną z przetwarzaniem, przemieszczaniem, przechowywaniem lub składowaniem odpadów promieniotwórczych i przerobem, przemieszczaniem lub składowaniem wypalonych paliw jądowych. Wysokość dotacji będzie określała ustawa budżetowa na wniosek ministra właściwego do spraw Skarbu Państwa.

2.1.3. Opracowanie i wdrożenie nowych technologii unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych (okres realizacji 1997-99)

W zakres realizacji omawianego przedsięwzięcia weszły dwie prace naukowo badawcze finansowane ze środków KBN: „Zatężanie ciekłych odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych metodami membranowymi” (wykonawca Instytut Chemii i Techniki Jądowej) oraz „Unieszkodliwianie odpadów wysokoaktywnych w układach z akceleratorowym źródłem neutronów” (wykonawca Wydział Fizyki i Techniki Jądowej Akademii Górniczej

-Hutniczej w Krakowie) oraz finansowana w trybie Rozporządzenia RM z dnia 6 grudnia 1994 r. (Dz. U. Nr 131 poz. 661) inwestycja pn. „Budowa instalacji wyparnej do zatężania i oczyszczania ciekłych odpadów promieniotwórczych”.

Pierwsza z ww. prac obejmowała szereg zadań przygotowawczych, takich jak prace studialne i eksperymentalne prowadzące do wyboru odpowiedniego procesu membranowego, parametrów procesowych, rodzaju membran, modułów oraz innych części składowych instalacji. Praca została sformułowana w sposób kompleksowy, obejmowała nie tylko cel aplikacyjny, jakim jest zbudowanie urządzenia sprawdzającego się w trudnych warunkach pracy z roztworami radioaktywnymi, ale także wprowadziła cykl badań wnoszących element nowości do dotychczasowej wiedzy na temat rozdzielenia takich roztworów, możliwości użycia do tego celu membran i sprawdzenia ich zachowania w trakcie długotrwałej eksploatacji.

Przeprowadzono badania testowe dla procesu zatężania roztworów modelowych i ciekłych odpadów promieniotwórczych na stanowiskach laboratoryjnych. Wykonano próby oczyszczania roztworów nieaktywnych oraz promieniotwórczych za pomocą kilku różnych modułów do nanofiltracji i osmozy odwróconej. W eksperymentach stosowano roztwory modelowe: nieaktywne i aktywne oraz oryginalne ścieki promieniotwórcze, zawierające różne emitery $\gamma + \beta$ pobrane ze zbiorników IChiTJ i IEA.

Zbudowano 3-stopniową jednostkę, składającą się z dwóch stopni oczyszczania, z których każdy zbudowany jest z dwóch modułów połączonych szeregowo i umieszczonych w jednym naczyniu wysokociśnieniowym, oraz z jednego stopnia zatężania. Instalacja wyposażona jest w nowoczesny komputerowy system kontrolno-pomiarowy, system archiwizacji danych i sterowania. Jednostkę uruchomiono w IChiTJ, gdzie przeprowadzono kompleksowy cykl badań potwierdzających przydatność proponowanego procesu do zatężania roztworów aktywnych. Jednostka będzie zainstalowana w ZDUOP IEA, gdzie zostanie włączona do układu przerobu ciekłych odpadów promieniotwórczych, gromadzonych tu z całej Polski.

Wyniki uzyskane w trakcie badań laboratoryjnych i testów pilotowych zostały zawarte w licznych publikacjach i wystąpieniach konferencyjnych. Prowadzone prace zaowocowały również zgłoszeniem patentowym złożonym w Polskim Urzędzie Patentowym.

Badania przeprowadzone w ramach realizacji drugiej z ww. prac finansowanych przez KBN pozwalają na stwierdzenie, że metoda transmutacji jądowych w układach podkrytycznych sterowanych akceleratorem jest dalekowszoczną opcją rozwiązania problemu wysokotoksycznych długożyciowych odpadów promieniotwórczych. Obecny światowy poziom rozwoju technologicznego upoważnia do uznania tej metody za możliwą do realizacji na skalę przemysłową w ciągu 2-3 dekad. Głównym argumentem przemawiającym za jej stosowaniem jest wykorzystanie olbrzymich zasobów energii pozostającej w zużytych paliwie jądowym. Ponadto wydaje się, że perspektywa zamkniętego (ze zminimalizowaną ilością odpadów) cyklu paliwowego może ułatwić społeczną akceptację energii jądowej.

W toku przeprowadzonych prac wykazano podstawową zaletę układów podkrytycznych – istotnie wyższy poziom bezpieczeństwa ich działania, dzięki znacznie większej odległości układu od stanu nadkrytyczności na neutronach natychmiastowych. Ponieważ eksperymenty w czasie rzeczywistym dotyczące cyklu paliwowego musiałyby nieraz trwać całe dekady, stworzenie komputerowego systemu obliczeniowego transportu cząstek i transmutacji izotopowych było wstępnym, koniecznym warunkiem odnośnej działalności badawczej. Taki aparat obliczeniowy został stworzony i posłużył do wykonania szeregu obliczeń transmutacyjnych, dostarczających szczegółowych danych ewolucji nuklidów w paliwie jądowym. W oparciu o nie, jako przyszły system energetyki jądowej zaproponowano symbiont złożony z reaktorów lekkowodnych licencjonowanych także na paliwo MOX (paliwo tlenkowe zawierające uran i pluton uzyskany z przerobu wypalonych paliw), współpracujących z układem(ami) podkrytycznym(i), w których zachodziłoby wypalanie rzadkich aktywności oraz częściowo plutonu. Przeanalizowaliśmy możliwe warianty układów do transmutacji

uznano za szczególnie interesujące dwie koncepcje: basenowy układ chłodzony ołowiem oraz układ kanałowy chłodzony ciężką ew. lekką wodą lecz bez moderatora, zatem o widmie twardym na neutronach prędkich. Na podkreślenie zasługuje kilka zalet tej opcji, przede wszystkim łatwość wymiany (tasowania) paliwa, doskonale znane chłodziwo i kwestie materiałowe, brak kosztownego zbiornika i in.

Światowe tendencje i stan odnośnych badań, jednoznacznie wykazują celowość i potrzebę ich kontynuacji, która będzie wymagała zwiększenia zaangażowania potencjału naukowego (np. w dziedzinie separacji radiochemicznych) i nakładów finansowych.

Budowę instalacji wyparnej do zateżnienia i oczyszczania ciekłych odpadów promieniotwórczych zakończono w grudniu 1999 roku, a w początkach 2000 roku przekazano ją Zakładowi Doświadczalnemu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych Instytutu Energii Atomowej w celu przeprowadzenia rozruchu technologicznego, a następnie stałej eksploatacji.

Instalacja wyparna jest konstrukcją z zewnętrznym wymiennikiem ciepła i wymuszonym przez pompę obiegiem zateżnianych ścieków. Czynnikiem grzewczym jest para o ciśnieniu 0,25 MPa i temperaturze 138°C. Robocza wydajność instalacji wynosi 300 dm³/h, a maksymalna 450 dm³/h (w przeliczeniu na objętość zateżnianych ścieków). Zlokalizowano ją w istniejącym i eksploatowanym budynku technologicznym ZDUOP-IEA na terenie ośrodka w Świerku.

Do procesu zateżnienia w instalacji wyparnej kierowane będą ścieki promieniotwórcze ze wszystkich zbiorników magazynowych znajdujących się na terenie ZDUOP-IEA w Świerku.

Od samego początku prac nad nową instalacją wyparną zakładano jej współdziałanie z instalacją odwróconej osmozy budowaną przez IChiTJ. Obecnie obie te instalacje zostały już wykonane i prowadzone są działania mające na celu włączenie ich w proces technologiczny zateżnienia i oczyszczania rzeczywistych ścieków promieniotwórczych. Technologiczne powiązanie instalacji wyparnej i odwróconej osmozy umożliwi realizację następujących procesów:

- wstępnego zateżnienia ścieków niskozasolonych (poniżej 0,5 g/dm³) w procesach mem-

branowych i kierowanie retentatu (20-60 g/dm³) do dalszego zateżnienia na wyparce (powyżej 100 g/dm³),

- doczyszczania destylatu z wyparki na instalacji membranowej (oczyszczenie z lotnych substancji promieniotwórczych),
- niezależnego prowadzenia procesów wyparnego i membranowego.

Usuwane do środowiska ścieki oczyszczone z instalacji wyparnej (destylat) i membranowej (permeat) będą spełniały wymagania czystości chemicznej obowiązujące w Polsce i Unii Europejskiej. Spełnione będą również wymagania dotyczące czystości biologicznej.

2.1.4. Opracowanie projektu ostatecznego zamknięcia Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różaniu (okres realizacji 1997-99)

Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych położone jest w miejscowości Różan nad Narwią, w odległości ok. 90 km od Warszawy. Składowisko usytuowane jest na terenie byłego fortu wojskowego. Miejschem składowania odpadów są bunkry betonowe o grubości ścian i stropów 1,2-1,5 m oraz adaptowany do tego celu fragment fosy otaczającej fort.

W KSOP składowane są stałe i zestalone, głównie nisko- i średnioaktywne, krótkożyciowe ($T_{1/2} \leq 30$ lat) odpady promieniotwórcze oraz zamknięte źródła promieniowania o małej aktywności. Są tam także pewne ilości odpadów zawierających nuklidy alfa-promieniotwórcze, tj. zaliczanych do długożyciowych ($T_{1/2} > 30$ lat), w znacznej części nie segregowane, w zróżnicowanych pod względem materiałowym i pojemności opakowaniach. Większa część odpadów stałych (ok. 60%) jest nieprzetworzona. Pozostałe są sprasowane i zalane zaprawą cementową. Wśród zestalonych odpadów znajdują się koncentraty promieniotwórcze (szlam postrącony, koncentrat powyparny, zużyte jonity, pomoce filtracyjne itp.) przetworzone przy wykorzystaniu cementu, asfaltu oraz żywicy poliestrowej i epoksydowej jako materiałów wiążących.

Według klasyfikacji Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej KSOP reprezentuje typ obiektu powierzchniowego, przeznaczonego

do ostatecznego składowania głównie odpadów krótkożyciowych.

Badania elementów środowiska naturalnego na terenie i w otoczeniu KSOP wykazały podwyższone stężenie trytu w wodach pierwszego poziomu wodonośnego na obszarze składowiska. Pierwsze wyniki sygnalizujące obecność trytu w wodach gruntowych otrzymano w roku 1989. Rozszerzono wtedy sieć piezometrów zarówno na terenie jak i też w otoczeniu KSOP i rozpoczęto szczegółowe badania rozptyłu wód gruntowych i obserwację zmian stężenia trytu. Rozkład izolinii stężeń trytu i ich zmiana w okresie prowadzenia pomiarów (1989-99) potwierdza, że obserwowane zmiany rozkładu przestrzennego są związane obecnie wyłącznie z dynamiką wód gruntowych i meteorologicznymi warunkami zasilania tych wód. Zarejestrowane wartości stężeń trytu wskazują, że nie stanowi on niebezpieczeństwa dla ludności i środowiska.

Wyniki ww. badań, jak też uściślone informacje odnośnie aktywności i rodzaju odpadów składowanych w KSOP, stanowiły podstawę do opracowania projektu zamknięcia składowiska po zakończeniu jego eksploatacji. Biorąc pod uwagę obecny stan wypełnienia składowiska i aktywności zgromadzonych tam odpadów, KSOP może być eksploatowane jeszcze przez około 15-20 lat. Przyjęto, że zamknięcie składowiska rozpocznie się w roku 2020. Po zakończeniu eksploatacji w składowisku będzie znajdowało się 3452 m³ odpadów o aktywności sumarycznej 23988,6 GBq, uwzględniając usunięcie części odpadów α -promieniotwórczych. Aktywność odpadów α -promieniotwórczych pozostających w składowisku wynika z analizy bezpieczeństwa wykonanej dla poszczególnych wariantów zamknięcia obiektu. Zamknięcie składowiska związane jest z podjęciem działań organizacyjnych i technicznych zmierzających do jego całkowitej izolacji od biosfery, przy czym zakres i sposób realizacji tego przedsięwzięcia zależy od wielu czynników, m.in. od rodzaju i aktywności odpadów oraz warunków ich składowania, charakteru stosowanych barier ochronnych, typu składowiska, a także obowiązujących w tej kwestii regulacji prawnych. Rozważono trzy następujące warianty zamknięcia składowiska:

- A. zamknięcie KSOP uwzględniające wykonanie wielowarstwowej pokrywy ziemnej dla całego składowiska,
- B. zamknięcie KSOP uwzględniające wykonanie pokryw betonowych na poszczególne obiekty,
- C. zamknięcie KSOP uwzględniające usunięcie ze składowiska wszystkich odpadów promieniotwórczych.

Rozpatrywano także tzw. wariant mieszany (D) uwzględniający usunięcie wszystkich odpadów z dwóch wybranych obiektów i wykonanie pokrywy dla pozostałych. Dla wariantów A, B i D opracowano sposób zabezpieczenia odpadów i poszczególnych obiektów przed przystąpieniem do zamknięcia składowiska. Przeprowadzono analizę bezpieczeństwa i analizę ekonomiczną rozważanych wariantów oraz wskazano, na podstawie wyników analiz, preferowane rozwiązanie. Skuteczność koncepcji zamknięcia KSOP wg wariantów A, B i D oceniono na podstawie wielkości narażenia osób zamieszkałych w otoczeniu składowiska. Punktem odniesienia było założenie, że narażenie to nie może przekroczyć 0,1 wartości rocznej dawki granicznej, uwzględniając drogę pokarmową i inhalacyjną, tzn. 0,1 mSv/rok. Z przeprowadzonych analiz wynika, że każda z rozważanych koncepcji zapewnia skuteczną izolację odpadów od biosfery w okresie 300 lat. Wynika to zarówno z trwałości stosowanych barier, jak też z faktu, iż po upływie tego okresu odpady znajdujące się w składowisku nie będą stanowiły zagrożenia.

Stopień narażenia pracowników zatrudnionych przy pracach związanych z zamykaniem jest zróżnicowany. Najbezpieczniejsze są warianty A i B, w których nie nastąpi przekroczenie rocznego limitu użytkowego dawki dla członków tej grupy, stanowiącego, wg przyjętych założeń, 0,1 dawki granicznej, tj. 5 mSv. Dla wariantu C i D limit ten zostanie wprowadzone przekroczone, ale nie będzie przekroczone roczna dawka graniczna dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie, tj. 50 mSv. Przekroczenie limitu użytkowego dawki nie dyskredytuje, pod względem ochrony radiologicznej, wariantów C i D.

Wysokość nakładów na realizację poszczególnych wariantów zamknięcia KSOP jest także

zróżnicowana i zawiera się w przedziale pomiędzy 34 a 56 mln zł.

Uwzględniając czynniki ekonomiczne, warunki narażenia radiologicznego personelu oraz skuteczność proponowanych rozwiązań, preferowanym wariantem jest zamknięcie KSOP uwzględniające usunięcie odpadów z dwóch wybranych obiektów i wykonanie pokrywy ziemnej nad pozostałymi obiektami składowiska (wariant D).

W przypadku konieczności zakończenia eksploatacji KSOP wcześniej niż zakładano, tj. wcześniej niż za 15-20 lat, istniejąca dokumentacja umożliwi dokonanie wyboru wariantu i opracowanie dokumentacji budowlanej zamknięcia składowiska.

2.1.5. Opracowanie koncepcji ostatecznego zagospodarowania wypalonego paliwa jądrowego z reaktorów EWA i MARIA oraz poprawa obecnych warunków przechowywania tego paliwa (okres realizacji 1997-99)

Wypalone paliwo jądrowe pojawiło się w Ośrodku w Świerku w 1958 roku, po wyładowaniu pierwszych elementów paliwowych EK-10 z nowo uruchomionego reaktora badawczego EWA. W roku 1974 w Ośrodku Świerk uruchomiony został drugi reaktor badawczy – MARIA. W wyniku eksploatacji tych dwóch reaktorów badawczych, w Ośrodku Świerk znajduje się 5410 wypalonych elementów i zestawów paliwowych, z których wytworzono 1,68 TWh energii cieplnej, a w których znajduje się 625 kg HM¹. Aktywność przechowywanych w Ośrodku Świerk wypalonych elementów paliwowych oceniana jest na 55 PBq. Wypalone elementy i zestawy paliwowe są przechowywane w basenach wodnych dwóch przechowalników wypalonego paliwa (obiekty 19 i 19A) oraz w basenie technologicznym reaktora MARIA. Obiekty, w których jest przechowywane wypalone paliwo, są obiektami jądrowymi w rozumieniu ustawy – Prawo atomowe.

W ramach realizacji omawianego przedsięwzięcia wykonano pracę badawczą pt. „Badania

wypalonego paliwa jądrowego pochodzącego z polskich reaktorów badawczych EWA i MARIA i zgromadzonych w basenach przechowawczych w Świerku” finansowaną ze środków KBN. Celem pracy było określenie stanu wypalonego paliwa po długotrwałym przechowywaniu w środowisku wodnym oraz stworzenie podstaw do opracowania technologii dalszego postępowania z tym paliwem.

Stwierdzono, że szybkość uwalniania radioaktywnego izotopu Cs-137 z wypalonych elementów paliwowych gwałtownie wzrasta po 25-30 latach przechowywania wypalonego paliwa w środowisku wodnym. W wyniku przeprowadzonych analiz oszacowano graniczne okresy przechowywania wypalonych elementów paliwowych w przechowalnikach mokrych. Szacunki te przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 2.1.

Typ paliwa	Grubość kieszulki [mm]	Oszacowanie granicznego okresu przechowywania [lata]
WWR-SM	0,9	41
WWR-M2	0,8	36
EK-10	1,0	46
MR	0,8	36

Przeprowadzone badania wizualne wypalonych elementów paliwowych wykazały szybki wzrost korozji wżerowej i powierzchniowej wypalonych elementów paliwowych po 25-30 letnim okresie przechowywania w basenie wodnym.

Opracowano metodykę identyfikacji nieszczelnych zestawów paliwowych. Zgodnie z opracowaną technologią, nieszczelny zestaw paliwowy jest odcinany od konstrukcji kanału paliwowego, poddawany operacji płukania, a następnie po wysuszeniu umieszczany w szczelnej gilzie wypełnionej gazem obojętnym.

Gilzy te będą przechowywane w wodnych przechowalnikach wypalonego paliwa, a po uruchomieniu suchego przechowalnika zostaną tam przeniesione.

Przeprowadzono szczegółowe badania stanu zbiorników w przechowalnikach wypalonego paliwa. W przechowalniku 19A stwierdzono bardzo dobry stan blach wykładziny wykonanej ze stali austenicznej, natomiast wykryto poważne

usterki wykonawstwa: wady spoin, zastosowanie niewłaściwych materiałów kotwienia wykładzin do betonu. W wyniku tych usterek wystąpiły nieszczelności zbiorników w przechowalniku 19A. Przeprowadzono, ale już nie w ramach środków finansowych omawianego przedsięwzięcia, remont tych zbiorników. W przechowalniku 19 stwierdzono zadowalający stan wykładzin ze stali austenicznej komory przechowawczej, natomiast zdyskwalifikowano do dalszego użytkowania stan wewnętrznego zbiornika aluminiowego. Zbiornik ten, po ponad 40 letnim okresie eksploatacji, jest silnie skorodowany (wżery o głębokości do 5 mm przy grubości ścianki 6 mm).

Wyniki przeprowadzonych badań i analiz wykazały konieczność możliwie szybkiego usunięcia ze środowiska wodnego najdłużej przechowywanych tam elementów paliwowych: EK-10, WWR-SM i MR. W zasadzie odstąpiono od opcji przerobu wypalonego paliwa z polskich reaktorów ze względu na koszty przedsięwzięcia oraz na konieczność zagospodarowania powstałych w rezultacie przerobu wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczymi. Alternatywą jest budowa suchego przechowalnika. Z analizowanych wariantów: modułowy przechowalnik typu NUHOMS, pojemniki przechowawczo-transportowe typu KASTOR, obiekt typu CASCADE i koncepcja budowy przechowalnika w szybie likwidowanego reaktora EWA, wybrano wariant przechowalnika w obiekcie EWA. Za takim wyborem przemawia wykorzystanie istniejącego budynku, betonowego bloku osłonnego oraz infrastruktury technicznej (zasilania elektrycznego itp.). W szybie reaktora, po zdemontowaniu zbiornika reaktora wraz z jego wyposażeniem oraz po zdemontowaniu elementów kolumny termicznej (czynności te zostały dotychczas wykonane w ramach programu likwidacji reaktora EWA), przewiduje się zainstalowanie modułowego separatora z kanałami przechowawczymi. Moduły separatora (rozwiązanie przyjęte ze względu na możliwą prefabrykację separatora) zostaną wykonane ze stali nierdzewnej. Przewiduje się, że modułowy separator utworzy 232 kanały przechowawcze o długości 820 cm i wewnętrznej średnicy 104 mm. Modułowy separator zostanie ustawiony na płycie wsporczej połączonej z kolektorem kanalizacji specjalnej umożliwiającej odprowadzenie wody z ewentualnych skroplin w kanałach przechowawczych. Z przestrzeni pomiędzy płytą nośną separatora i płytą wsporczą wyprowadzone będą kolektory wentylacyjne zapewniające swobodny napływ powietrza do kanałów przechowawczych. Umożliwi to prawidłowe funkcjonowanie technologicznej wentylacji wyciągowej.

Wypalone elementy paliwowe będą zamknięte szczelnie w stalowych pojemnikach (kapsułach) wykonanych ze stali kwasoodpornej. Suchy przechowalnik powinien zapewnić bezpieczne przechowywanie wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych przez co najmniej 40 lat.

Koncepcja ostatecznego składowania wypalonego paliwa z reaktorów badawczych zakłada rozwiązanie tego problemu poprzez wybudowanie składowiska w głębokich formacjach geologicznych (wspólnego dla wypalonego paliwa z przyszłych elektrowni jądrowych i wypalonego paliwa z reaktorów badawczych lub w przypadku braku takich elektrowni tylko dla paliwa z reaktorów badawczych).

Koncepcja ostatecznego składowania wypalonego paliwa z reaktorów badawczych zakłada rozwiązanie tego problemu poprzez wybudowanie składowiska w głębokich formacjach geologicznych (wspólnego dla wypalonego paliwa z przyszłych elektrowni jądrowych i wypalonego paliwa z reaktorów badawczych lub w przypadku braku takich elektrowni tylko dla paliwa z reaktorów badawczych).

2.1.6. Wytypowanie lokalizacji i opracowanie materiałów wyjściowych do opracowania Założeń Techniczno-Ekonomicznych nowego składowiska odpadów promieniotwórczych (SOP) nisko- i średnioaktywnych (okres realizacji 1997-99)

W większości krajów odpady promieniotwórcze nisko i średnioaktywne składowane są w składowiskach powierzchniowych, których obiekty wykonane są na powierzchni terenu lub płytko pod ziemią (do 10 m). W obiektach takich nie mogą być składowane odpady długożyciowe i wysokoaktywne. Strategia lokalizacji SOP polega na wyborze kombinacji warunków geologicznych, sposobu składowania (w tym sposobu izolacji odpadów od biosfery) i kryteriów akceptacji odpadów do składowania. Wymagania stawiane lokalizacjom powierzchniowych SOP to:

- proste warunki środowiska umożliwiający wiarygodne udokumentowanie bezpieczeństwa radiologicznego i monitorowanie oddziaływania na otoczenie,

¹ HM – Heavy Metals – uran + aktywność i produkty ich rozpadu

- stabilność procesów ewolucji obszaru, będąca podstawą prognozowalności i warunkiem dopuszczenia w analizach jedynie stopniowego uwalniania się radionuklidów w wyniku powolnego procesu degradacji barier inżynierskich,
- warunki hydrologiczne i hydrogeologiczne minimalizujące zagrożenia wodne dla systemu składowiska.

Wybór lokalizacji powinien być podyktowany tymi cechami środowiska geologicznego, które umożliwiają zminimalizowanie ujemnych skutków w przypadkach obniżenia skuteczności barier inżynierskich. Eliminacji powinny podlegać tereny:

- na których występują duże i średnie ośrodki i obiekty infrastruktury usługowej,
 - o dużej gęstości zaludnienia, z historycznie wykształconą siecią osadniczą,
 - o atrakcyjnych walorach rekreacyjno-krajoznawczych,
 - rolne o wysokiej klasie bonitacji.
- W procesie lokalizacji wyróżnia się 4 etapy:
- koncepcji i planowania,
 - badań regionalnych,
 - szczegółowych badań obszarów kandydujących,
 - szczegółowych badań dokumentujących poprawność wyboru lokalizacji.

W wyniku działań prowadzonych zgodnie z planowanym zakresem omawianego przedsięwzięcia zrealizowano trzy pierwsze etapy procesu wyboru lokalizacji SOP. Zakres badań w poszczególnych etapach jest częściowo powtarzalny. Różni się jednak skalą i stopniem uszczegółowienia informacji oraz przeprowadzanych analiz, a także udziałem badań terenowych, których zakres wzrasta wraz z rozszerzeniem (zwiększeniem dokładności) fazy dokumentowania.

W celu porównania zalet poszczególnych kandydujących lokalizacji – rozpatrywanych w ramach przedsięwzięcia jak i tych, które pojawiają się w przyszłości – opracowano jednolity system archiwizująco-waloryzujący. W procedurze wyboru lokalizacji taki system umożliwi ukierunkowanie badań i dalszych porównań.

Przeprowadzono wizje terenowe w 15 wybranych gminach, położonych w centralnej i północno-zachodniej części kraju. Do badań tereno-

wych wytypowano 19 obszarów. Jako najbardziej przydatne dla lokalizacji SOP wytypowano następujące obszary:

Lp. Obszar	Gmina	Województwo/Powiat
1. Bolkowo	Okonek	Wielkopolskie/Złotów
2. Dębowa Łąka	Dębowa Łąka	Kujawsko-Pomorskie /Wąbrzeźno
3. Pniewo	Okonek	Wielkopolskie/Złotów
4. Kol. Pniewo	Okonek	Wielkopolskie/Złotów
5. Żabin	Wierzchowo	Zachodniopomorskie /Drawsko Pomorskie

Wszystkie rozważane lokalizacje charakteryzują się stabilnością geologiczną i warunków hydrogeologicznych, brakiem intensywnych zjawisk erozji oraz nie są zagrożone powodziami. Weryfikacją doboru lokalizacji i poprawności analiz hydrologicznych było trwałe bezpieczeństwo wytypowanych obszarów w czasie powodzi w 1997 roku, której wielkość odpowiadała 500-1000 letniej wodzie i objęła znaczną powierzchnię kraju.

Przygotowano, niezbędne do opracowania wniosku o ustalenie zabudowy i zagospodarowania terenu, „Studium programowo-przestrzenne powierzchniowego SOP” zawierające m.in. charakterystykę składowanych odpadów, charakterystykę składowiska i technologii składowania, nakłady inwestycyjne, harmonogram realizacji SOP, zagadnienia eksploatacji, bezpieczeństwa i zamknięcia SOP oraz plan zagospodarowania terenu. Według wykonanych ocen nakłady inwestycyjne niezbędne do uruchomienia eksploatacji SOP, tzn. z pełną infrastrukturą i zapleczem eksploatacyjnym, z przygotowanym pierwszym modułem (4 komory) wystarczającym, przy obecnej rocznej ilości odpadów na ok. 10 lat, wyniosą 32 000 000 zł Wykonane wstępne analizy bezpieczeństwa wykazały, że proponowane nowe składowisko odpadów promieniotwórczych jest radiologicznie bezpieczne dla otoczenia. Może być ono lokalizowane na podłożu nieprzepuszczalnym lub przepuszczalnym. W tym drugim przypadku głębokość do wód podziemnych powinna wynosić powyżej 5 m.

Realizacja omawianego przedsięwzięcia była wspomagana pracą badawczo naukową „Sztuczne bariery ochronne dla powierzchniowego i głę-

bokiego składowiska odpadów promieniotwórczych” finansowaną ze środków KBN. Praca ta dotyczyła wybranych zagadnień związanych z podstawowymi rodzajami barier, w szczególności sposobów uzyskania trwałej postaci chemicznej odpadów, doboru odpowiednich materiałów wiążących, materiału konstrukcji składowiska oraz naturalnych materiałów przeznaczonych na warstwy izolacyjne i zabezpieczające. Chodziło przy tym o rozwiązania odpowiadające tendencjom światowym pod względem metodologicznym i technicznym, a jednocześnie uwzględniające kwestie ekonomiczne oraz krajowe potrzeby (aktualne i przewidywane w niedalekiej przyszłości). Wiodącym zadaniem tego tematu były badania nowych materiałów zestalających oraz tworzących warstwy izolacyjne, powiązane programowo i metodycznie z badaniami wpływu promieniowania jonizującego na degradację typowych stałych odpadów promieniotwórczych oraz z badaniami wzajemnych oddziaływań materiałów barier ochronnych. Drugą dużą grupę zagadnień stanowiły badania produktów zestalenia w warunkach przyspieszonego starzenia. Zrealizowano także zadanie związane z badaniami zmian własności barier w okresie długotrwałego składowania. Wytypowano materiały do budowy zewnętrznych barier izolacyjnych.

Pomimo prowadzonych akcji promocyjnych i informacyjnych, wielu rozmów, wykładów i prezentacji, a także pomimo zorganizowania zwiedzania ośrodka w Świerku i składowiska w Różanie dla przedstawicieli władz i mieszkańców gmin, w których wytypowano obszary perspektywiczne dla budowy SOP, do chwili obecnej nie uzyskano akceptacji społecznej dla żadnej z rozpatrywanych lokalizacji powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych.

2.1.7. Wytypowanie lokalizacji i opracowanie koncepcji składowiska odpadów promieniotwórczych w głębokich formacjach geologicznych (okres realizacji 1997-99)

Zasadniczym problemem związanym z charakterem wypalonego paliwa jądrowego i odpadów wysokoaktywnych jest ich długowieczność wynikająca z obecności izotopów o długim cza-

sie połowicznego rozpadu. Odpady takie zgodnie z praktyką światową powinny być składowane w głębokich formacjach geologicznych. Minimalny czas trwałości składowiska geologicznego (GeoSOP) został określony na 100 tysięcy lat. Po tym czasie odpady promieniotwórcze osiągną przeciętny poziom aktywności naturalnej rudy uranu.

Proces wyboru lokalizacji GeoSOP jest długi i wieloetapowy. W swojej istocie jest on selekcją na drodze eliminacji tych formacji geologicznych, które nie spełniają kryteriów środowiskowych, geologicznych, hydrogeologicznych i społeczno-ekonomicznych. W procesie lokalizacji GeoSOP wyróżnia się cztery etapy:

1. analiz studialnych i wstępnego typowania w oparciu o materiały archiwalne,
2. rekonesansowych badań terenowych i laboratoryjnych na wytypowanych obszarach,
3. szczegółowej charakterystyki wybranego miejsca lub miejsc,
4. zatwierdzenia lokalizacji.

W wyniku działań prowadzonych zgodnie z planowanym zakresem omawianego przedsięwzięcia zrealizowano etapy 1 i 2 procesu wyboru lokalizacji GeoSOP. Dokładna charakterystyka miejsca typowanego pod budowę GeoSOP (etap 3) wymaga szczegółowych badań geologicznych, hydrogeologicznych, geofizycznych, geoinżynierskich i innych.

Masyw skalny, w którym ma być zlokalizowane składowisko odpadów promieniotwórczych musi charakteryzować się:

- takimi rozmiarami, aby na odpowiednio dużej głębokości pomieścić składowisko wraz z caliznami ochronnymi,
- jednorodnością i prostotą budowy geologicznej,
- szczelnością – tak, aby nie doszło do zawodnienia wyrobisk SOP,
- dużą wytrzymałością na działanie sił zewnętrznych i naprężeń wewnętrznych wywołanych drążeniem wyrobisk i zmianami termicznymi na kontakcie z pojemnikami z odpadami promieniotwórczymi,
- stabilnością w ciągu swojej historii geologicznej, co zaświadcza o jego stabilności w przyszłości,
- brakiem aktywności sejsmicznej.

Na etapie selekcji wstępnej dokonano oceny możliwości składowania zużytego paliwa jądrowego

wego i odpadów wysokoaktywnych w już istniejących kopalniach głębinowych oraz w niezagospodarowanych złożach i formacjach skalnych. W wyniku tej oceny wyeliminowano z dalszych rozważań istniejące kopalnie głębinowe ze względu na zagrożenia wodne, naruszenie stateczności górotworu, nadmierne uszczelnowanie skał spowodowane eksploatacją górnictwem, sąsiedztwo czynnych kopalń i znaczną aktywność sejsmiczną. Dokonano przeglądu budowy geologicznej kraju z punktu widzenia możliwości wyboru potencjalnych lokalizacji przyszłego składowiska. Do wstępnej analizy zakwalifikowano 44 struktury skalne obejmujące:

- skały magmowe i metamorficzne (17),
- utwory ilaste (7),
- złoża soli (20).

Z tych samych przyczyn co kopalnie głębinowe wyeliminowano z dalszych rozważań powierzchniowe masywy skał metamorficznych i magmowych w Sudetach i na ich przedpolu. Wykluczono również te obszary, które mają wprawdzie korzystną budowę geologiczną, ale stanowią zbiorniki podziemnych wód użytkowych (np. rejon rowu lubelskiego), posiadają użyteczne kopaliny lub unikalne walory przyrodniczo-krajobrazowe.

W wyniku dokonanej selekcji za regiony perspektywiczne uznano skały krystaliczne w podłożu platformy wschodnio-europejskiej w północno-wschodniej Polsce, kompleksy skał ilastych na monoklinie przedsudeckiej i na wyniesieniu Łeby oraz wybrane wysady solne z cechsztyńskiej formacji solonośnej Nizy Polskiego. Rejon Łeby nie był później szczegółowo rozpatrywany, głównie ze względu na bliskość Słowińskiego Parku Narodowego (kilka do kilkunastu kilometrów) oraz przesłanki hydrogeologiczne wskazujące na występowanie licznych i wzajemnie połączonych poziomów wodonośnych.

Zasadniczy wniosek jaki wypływa ze studiów nad lokalizacją geologicznego SOP w skałach krystalicznych podłoża północno-wschodniej Polski jest taki, że obecnie ta część Polski jest zbyt słabo rozpoznana geologicznie (zwłaszcza wierceniami), aby można było jednoznacznie wypowiadać się o jej przydatności dla lokalizacji GeoSOP. W szczególności nieznane są warunki hydrogeologiczne w skałach krystalicznych. Dlatego wymienione wyżej obszary uznano za rezerwowe.

Spośród licznych formacji skał ilastych występujących na terenie Polski za najbardziej perspektywiczny uznano kompleks górniotriasowych skał ilastych na monoklinie przedsudeckiej (okolice Jarocina i Pogorzeli), w której warstwy gipsowe górnice zalegają na głębokości od 500 do 1000 m pod powierzchnią terenu. Obszar perspektywiczny, z punktu widzenia lokalizacji GeoSOP, o powierzchni około 20 km² znajduje się w odległości około 10 km na południowy zachód od Jarocina w trójkącie Jarocin-Gostyń-Krotoszyn.

Skały solne potencjalnie korzystne dla lokalizacji GeoSOP związane są cechsztyńską (górnica perm) formacją solonośną. Jest to naprzemianległy zespół warstw soli kamiennej z towarzyszącymi jej miejscami solami magnezu i potasu, gipsem i anhydrytem, dolomitem, wapieniem i marglem, które osadzały się w środowisku płytkomorskim. Spośród struktur solnych za najkorzystniejsze dla lokalizacji GeoSOP uznano wysady solne: Damasławek, Kłodawa – część południowa oraz Łanięta.

Wybrane dla lokalizacji GeoSOP typy skalne (wysady solne i warstwy skał ilastych) różnią się diametralnie pod względem budowy geologicznej oraz własności fizycznych i chemicznych. Spowodowało to konieczność stworzenia odrębnych modeli (konceptji) przestrzennych składowiska dla tych typów skał. W wysadach solnych GeoSOP ma ograniczone możliwości poziomego rozprzestrzenienia, uwarunkowanego bocznymi granicami wysadu oraz jego skomplikowaną budową wewnętrzną. Może się natomiast rozbudowywać pionowo (piętrowy model przestrzenny). Warstwy ilaste umożliwiają poziomą rozbudowę składowiska, którego powierzchnia może być ograniczona wyłącznie ewentualnymi nieciągłościami budowy geologicznej (uskoki, systemy dużych spękań). Ze względu na pokładowy charakter formacji ilastej, składowisko może być wyłącznie jednopoziomowe (jednopoziomowy model przestrzenny).

Opracowane koncepcje polskiego składowiska geologicznego nie różnią się zasadniczo od rozwiązań światowych. Uwzględniają natomiast specyfikę formacji skalnych, w których mają być zlokalizowane. Opracowano koncepcje dwuwariantowe, tj. dla wariantu ze składowaniem wypalonego paliwa jądrowego i dla wariantu ze

składowaniem zeszkłonych odpadów wysokoaktywnych pochodzących z przerobu tego paliwa.

Podstawowym problemem związanym ze strategią głębokiego składowania odpadów promieniotwórczych jest ocena ryzyka dla środowiska w długim okresie czasu. Do ilościowej oceny ryzyka używa się złożonych modeli matematycznych (kodów komputerowych). W celu zweryfikowania modeli tak, aby można je było wykorzystać do celów prognostycznych, konieczne stało się zbudowanie podziemnych laboratoriów badawczych (PLB). W ramach realizacji przedsięwzięcia opracowano koncepcję PLB. Ze względu na to, że spośród wstępnie wytypowanych lokalizacji dla GeoSOP aż trzy przewidziane są w wysadach solnych, sugeruje się, aby PLB było zbudowane w wysadzie solnym.

Koszt przygotowania PLB – zakładając, że będzie ono zbudowane w wysadzie solnym Kłodawa i będzie wykorzystywało część infrastruktury istniejącej kopalni – do prowadzenia badań w pełnym planowanym zakresie, obejmującym roboty górnicze oraz zakup i zainstalowanie urządzeń kontrolno-pomiarowych do badań in situ oszacowano wg cen bieżących na 3560 tys. zł. Istnieje wielowariantowa możliwość obniżenia kosztów pod warunkiem ograniczenia zakresu prac badawczych.

Wyniki przedsięwzięcia wskazują, że w Polsce występują struktury skalne pozwalające rozwiązać problem składowania odpadów wysokoaktywnych lub wypalonego paliwa jądrowego z elektrowni jądrowych.

2.1.8. Analiza wariantowa bilansów, unieszkodliwiania, składowania odpadów promieniotwórczych oraz wypalonego paliwa z reaktorów jądrowych nowej generacji (w przypadku podjęcia programu jądrowego w Polsce) w latach 2010-2100 (okres realizacji 1997-1998)

Z uwagi na ścisłą zależność problemu składowania odpadów promieniotwórczych (pod względem ilościowym i finansowym) od progra-

mu energetyki jądrowej w Polsce, a jednocześnie braku w czasie prac dotyczących omawianego przedsięwzięcia (1997-1998) oficjalnego stanowiska Rządu RP w tej sprawie, określono, jedynie na potrzeby niniejszej pracy, pewien hipoteczny program rozwoju energetyki jądrowej w kraju.

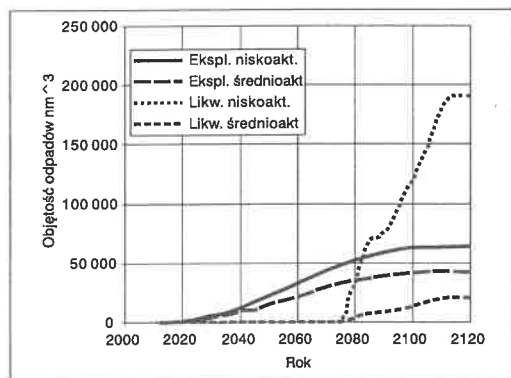
Przyjęto następujące prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną oraz udział poszczególnych surowców przy jej wytwarzaniu:

Rok		2000	2010	2020	2030	2040	2050
Scenariusz dolny:							
Ludność	[mln]	39,8	40,1	40,4	41,0	41,6	42,3
Zapotrzebowanie	[TWh/rok]	145 *	165 *	191 *	247 *	314 *	390 *
Węgiel	[TWh/rok]	142	150	105	119	119	132
Gaz	[TWh/rok]	0	10	31	49	69	87
Paliwa jądrowe	[TWh/rok]	0	0	50	71	116	158
Scenariusz górny:							
Ludność	[mln]	39,8	41	42	43,1	44,2	45,3
Zapotrzebowanie	[TWh/rok]	149 *	192 *	229 *	300 *	383 *	491 *
Węgiel	[TWh/rok]	145	165	110	128	132	142
Gaz	[TWh/rok]	0	22	58	66	95	127
Paliwa jądrowe	[TWh/rok]	0	0	56	95	146	209

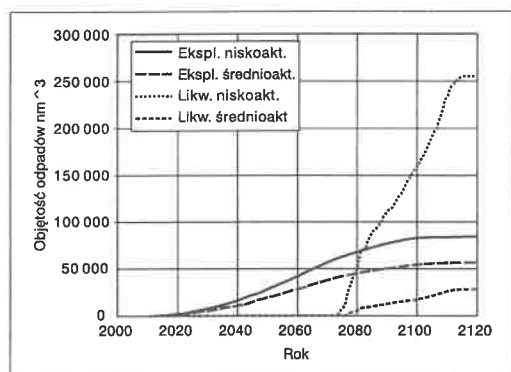
*Różnica jest pokrywana przez energetykę wodną oraz poprzez import.

W analizach programu rozwoju elektrowni jądrowych w Polsce przyjęto, że budowane będą elektrownie z reaktorami wodnymi (PWR i BWR) nowej generacji odpowiadające wymaganiom dokumentu EUR (*European Utility Requirements*). Przy analizach ilości odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa wytworzonych w wyniku eksploatacji powstałych do 2050 roku elektrowni jądrowych przyjęto, że elektrownie te będą eksploatowane przez okres 60 lat ze współczynnikiem wykorzystania 85%. W wyniku przeprowadzonych analiz określono ilości odpadów promieniotwórczych powstałych w wyniku eksploatacji i likwidacji tych elektrowni jądrowych oraz ilość oraz parametry wypalonego paliwa powstałego w wyniku eksploatacji tych elektrowni. Obliczone ilości odpadów promieniotwórczych z eksploatacji i likwidacji systemu elektrowni jądrowych w scenariuszu dolnym i górnym są przedstawione odpowiednio na rys.2.1 i 2.2.

Przy analizie gospodarki wypalonym paliwem założono wybudowanie przechowalników wypalonego paliwa: jednego lub trzech, każdy na około 5 000 tHM, a następnie po ich zapełnieniu budowę składowiska wypalonego paliwa w głębokich formacjach geologicznych. Wydajność procesu skła-

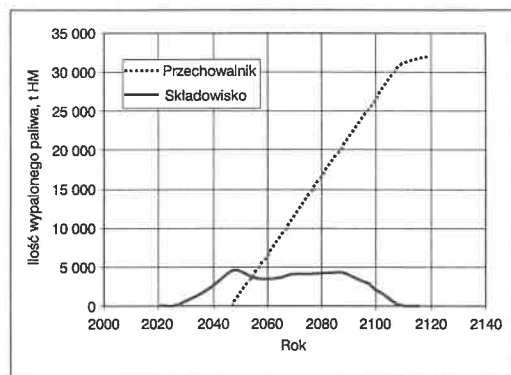


Rys. 2.1. Ilość odpadów promieniotwórczych wytworzonych w systemie elektrowni jądrowych (scenariusz dolny)

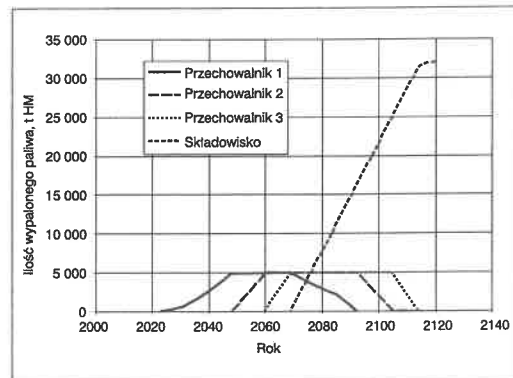


Rys. 2.2. Ilość odpadów promieniotwórczych wytworzonych w systemie elektrowni jądrowych (scenariusz górny)

dowania została dobrana w taki sposób, aby zakończyć składowanie wypalonego paliwa do 2120 roku. Na rys. 2.3 i 2.4 przedstawiono bilans wypalonego paliwa odpowiednio w jednym okresowym



Rys. 2.3. Bilans wypalonego paliwa w okresowym przechovalniku i w składowisku wypalonego paliwa



Rys. 2.4. Bilans wypalonego paliwa w trzech okresowych przechovalnikach i w składowisku wypalonego paliwa

przechovalniku i w trzech okresowych przechovalnikach, a następnie bilans paliwa w składowisku wyznaczony tylko dla scenariusza górnego.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że w zależności od liczby okresowych przechovalników wypalonego paliwa zmienia się termin uruchomienia składowiska.

Przedstawione powyżej analizy posłużyły m.in. do sformułowania założeń odnośnie wielkości składowiska odpadów promieniotwórczych w głębszych formacjach geologicznych (p.2.1.7).

2.1.9. Działania informacyjne społeczeństwa w zakresie gospodarki odpadami promieniotwórczymi (okres realizacji 1997-99)

Prowadzone działania, ukierunkowane na zagadnienia dotyczące przede wszystkim postępowania z odpadami promieniotwórczymi, stanowiły uzupełnienie rutynowych działań PAA związanych z informacją i edukacją społeczną obejmującą informowanie społeczeństwa i władz RP o stanie bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej kraju, przygotowywanie materiałów informacyjnych dla parlamentarzystów i członków rządu, współpracę z przedstawicielami mass mediów, opracowywanie i wydawanie specjalistycznych oraz popularnonaukowych publikacji z dziedziny atomistyki, popularyzowanie wśród społeczeństwa wiedzy z tej dziedziny.

Przygotowano stałą ekspozycję w Centrum Dydaktyczno-Informacyjnym w Ośrodku Świerk dotyczącą postępowania z odpadami promienio-

twórczymi. Z okazji wystawy wydano atrakcyjny plakat i folder. Opracowano i wydrukowano cztery zeszyty materiałów informacyjno-szkoleniowych dotyczących odpadów promieniotwórczych, właściwości promieniowania jonizującego, materiałów promieniotwórczych i ich zastosowania w działalności człowieka. W okresie pierwszego roku funkcjonowania (X'98-X'99) wystawę obejrzało ok. 2 000 osób.

Przygotowano także specjalne, całkowicie poświęcone problematyce odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego, wydania biuletynu „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” oraz kwartalnika „Postępy Techniki Jądrowej”. Dodrukowano szereg popularnych materiałów informacyjnych (składanek z serii „Ochrona przed promieniowaniem”) – bardzo przydatnych w kontaktach ze społeczeństwem, których dotychczasowy nakład został wyczerpany. Omawiane materiały adresowane są przede wszystkim do czytelnika nie zajmującego się problematyką odpadów na co dzień. Przygotowano także polską wersję dwóch filmów informacyjno-edukacyjnych dotyczących postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Wszystkie przygotowane w ramach tego przedsięwzięcia materiały (a także inne, opracowane poprzednio) wykorzystano w czasie spotkań z mieszkańcami gmin, w których znajdują się rejony przydatne do zlokalizowania nowego składowiska odpadów promieniotwórczych. Niestety, jak dotąd, nie przyniosło to pozytywnego skutku w postaci uzyskania akceptacji społecznej.

Z przeprowadzonych badań sondażowych dotyczących postaw Polaków odnośnie problemu odpadów promieniotwórczych wynika, że 66% badanych uznaje potrzebę budowy nowoczesnego składowiska, ale ponad połowa (54%) nie wyraziłaby zgody na budowę tego typu składowiska w okolicy miejsca swojego zamieszkania.

2.2. WNIOSKI I ZALECENIA

- w zakresie legislacji i rozwiązań instytucjonalnych:
 - w świetle podpisanych przez Polskę konwencji oraz stosownie do praktyki stosowanej w krajach Unii Europejskiej funkcja zarzą-

dzania gospodarką odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem w skali kraju musi być instytucjonalnie oddzielona od funkcji państwowej kontroli z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego (w Polsce obie te funkcje sprawuje Prezes Państwowej Agencji Atomistyki),

- organ kontrolny kompetentny w sprawach bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego winien pozostawać poza strukturami organizacyjnymi/sektorami mogącymi mieć powiązania z gospodarką odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem; z tego punktu widzenia zasadne jest podporządkowanie Prezesa PAA bezpośrednio Prezesowi Rady Ministrów,
- potrzeba ciągłego zapewnienia warunków prawidłowego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, a przede wszystkim ich składowania w ciągu setek lat wymaga powołania odpowiedniej instytucji mocno osadzonej w systemie jednostek organizacyjnych państwa (pozostającej poza strukturami Państwowej Agencji Atomistyki); w związku z tym konieczne jest utworzenie w drodze ustawy przedsiębiorstwa użyteczności publicznej do prowadzenia działalności w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, a przede wszystkim do zapewnienia stałej możliwości ich składowania,
- istnieje potrzeba pilnego wydania i wdrożenia aktów prawnych, których projekty, zgodne z konwencjami międzynarodowymi, przepisami obowiązującymi w Unii Europejskiej i zaleceniami organizacji międzynarodowych, opracowano w ramach SPR,

- w zakresie rozwiązań technicznych bieżącej gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym:

- należy włączyć instalację membranową w cykl technologiczny Zakładu Doświadczalnego Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Instytucie Energii Atomowej w terminie do czerwca 2000 r.; pełny rozruch technologiczny instalacji wyparnej powinien nastąpić do czerwca 2001 r,

- należy w ciągu roku 2000 wyselekcjonować z grupy najstarszych wypalonych elementów paliwowych EK-10 i WWR-SM te elementy, które w pierwszej kolejności powinny być – ze względu na swój stan – usunięte ze środowiska wodnego. Elementy te powinny być następnie zamykane w szczelnych, suchych pojemnikach i do czasu uruchomienia suchego przechowalnika, umieszczane w przechowalniku wodnym,
- do końca roku 2005 należy wybudować i uruchomić suchy przechowalnik wypalonego paliwa jądrowego z polskich reaktorów badawczych; opcja z wykorzystaniem do tego celu budynku i niektórych instalacji reaktora EWA wydaje się być najlepsza,
- **w zakresie rozwiązań technicznych zamykania składowisk odpadów promieniotwórczych:**
 - przygotowywane projekty zamknięcia Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie spełniają wymagania zawarte we Wspólnej Konwencji bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi,
 - konieczne jest dokonywanie systematycznego przeglądu doświadczeń światowych dotyczących zamykania składowisk powierzchniowych oraz uszczegółowianie opracowanych wariantów zamknięcia w miarę uzyskiwania informacji z monitoringu środowiska na terenie i wokół składowiska oraz doświadczeń eksploatacyjnych,
- **w zakresie lokalizacji powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych:**
 - należy kontynuować prace związane z lokalizacją nowego SOP dla odpadów nisko i średnioaktywnych ze szczególnym uwzględnieniem prowadzenia szerokiej informacji społecznej o gospodarce odpadami w rejonach gdzie znajdują się wytypowane, przydatne z punktu widzenia lokalizacji SOP, obszary,
 - wyniki badań dotyczących barier inżynierskich należy wykorzystywać w pracach związanych z przetwarzaniem i przygotowaniem

odpadów promieniotwórczych do składowania oraz w bieżącej eksploatacji Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie,

- **w zakresie rozwiązań problemu wysokoaktywnych, długożyciowych odpadów promieniotwórczych:**
 - dalekowzroczną opcją rozwiązania tego problemu jest metoda transmutacji i zrealizowanie jej pozwoliłoby na wykorzystanie olbrzymich zasobów energii pozostającej w użytym paliwie jądrowym; obecny poziom rozwoju technologicznego upoważnia do uznania tej metody za możliwą do realizacji na skalę przemysłową w ciągu 2-3 dekad; opracowanie i wdrożenie metody transmutacji mogłoby ułatwić akceptację energii jądrowej (ze względu na minimalizację ilości odpadów), wymaga jednak zwiększenia zaangażowania potencjału naukowego i nakładów finansowych oraz udziału we współpracy międzynarodowej – jedynie zaangażowanie w pełnowartościowy projekt badawczy może zapewnić prawdziwą kompetencję w tej dziedzinie – samo tzw. utrzymywanie kontaktu z nauką światową jest niewystarczające,
 - konieczność wyboru lokalizacji i budowy składowiska odpadów promieniotwórczych w głębokich formacjach geologicznych GeoSOP nie zależy od losów programu jądrowego w Polsce; od programu tego zależy tylko wielkość składowiska. Przechowywane w Polsce wypalone paliwo jądrowe z reaktorów badawczych oraz długożyciowe odpady alfa-promieniotwórcze wymagają – w długiej perspektywie czasowej – rozwiązań ostatecznych po okresie czasowego przechowywania,
 - należy prowadzić dalsze badania związane z wyborem lokalizacji GeoSOP, ze szczególnym uwzględnieniem przeprowadzenia niskonakładowych badań laboratoryjnych skał ilasto-solnych (zurbry) w wysadzie solnym Kłodawa, istotnych dla podjęcia decyzji odnośnie dalszego postępowania, z wykorzystaniem istniejącej kopalni soli „Kłodawa” dla przeprowadzenia badań symulacyjnych (bez stosowania izotopów promieniotwórczych).

- **w zakresie informowania społeczeństwa o postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi**
- należy kontynuować proces informowania społeczeństwa o postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym – zwłaszcza w rejonach przyszłej, ewentualnej lokalizacji GeoSOP – wykorzystując różne formy przekazu informacji.

3. ANALIZA I OCENA SYTUACJI RADIACYJNEJ W ŚRODOWISKU NATURALNYM ORAZ NARAŻENIA LUDNOŚCI W KRAJU¹

Podstawowymi wielkościami charakteryzującymi ogólną sytuację radiacyjną w środowisku są:

- poziom promieniowania gamma, obrazujący narażenie zewnętrzne ludzi od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania jonizującego, istniejących w środowisku lub wprowadzonych w wyniku działalności człowieka;
- zawartości naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w głównych komponentach środowiska naturalnego, a w konsekwencji w podstawowych artykułach spożywczych, obrazujące narażenie wewnętrzne ludzi w wyniku wchłonięcia izotopów drogą pokarmową.

Wymienione wielkości charakteryzują się naturalną zmiennością i są w poważnym stopniu uzależnione od wprowadzonych do środowiska substancji promieniotwórczych pochodzących z wybuchów jądrowych oraz awarii w Czarnobylu.

Wykonane w 1999 r. pomiary radioaktywności materiałów środowiskowych w Polsce wskazują, że zawartości sztucznych radionuklidów w powietrzu, opadach atmosferycznych, wodach powierzchniowych i w wodzie pitnej są na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską. W niektórych artykułach spożywczych pochodzenia zwierzęcego (mięso z dziczyzny) oraz roślinnego (grzyby leśne) obserwuje się nadal obe-

¹ Opracowano głównie na podstawie materiałów Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej.

ność izotopu Cs-137 wyższą od poziomu z 1985 r., tj. sprzed awarii czarnobylskiej. Zawartości izotopu Sr-90 w komponentach środowiska i artykułach spożywczych są na poziomie rejestrowanym przed awarią w Czarnobylu. Znaczna część prac opisanych w pkt. 3.1, 3.2 i 3.3 wykonywano w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska przy wsparciu finansowym ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska.

Istotne uzupełnienie ogólnokrajowego programu pomiarów radioaktywności komponentów środowiska stanowią:

- systematycznie prowadzone przez Służbę Ochrony Radiologicznej IEA pomiary kontrolne na terenie i w otoczeniu Ośrodka w Świerku i KSOP w Różanie (omówione w rozdz. 1),
 - pomiary obrazujące aktualną sytuację radiacyjną w środowisku naturalnym w rejonach byłych kopalni rud uranu wykonywane przez pracowników Biura Obsługi Roszczeń b. Pracowników ZPR-1 w Jeleniej Górze.
- Środki na realizację tych pomiarów pochodzą z budżetu PAA, przy czym w przypadku drugiej grupy wykonywanie pomiarów jest dodatkowo dofinansowywane przez Wojewodę Dolnośląskiego.

3.1. POWIETRZE ATMOSFERYCZNE

3.1.1. Poziom promieniowania gamma

Poziom promieniowania gamma, uwzględniający promieniowanie ziemskie i kosmiczne, określano na podstawie pomiarów mocy dawek lub dawek promieniowania gamma wykonywanych za pomocą:

- urządzeń mierzących wartości chwilowe poziomu promieniowania, znajdujących się w 11 stacjach automatycznych PMS (*Permanent Monitoring Station*) oraz w 9 placówkach alarmowych w stacjach IMiGW (rys. 3.1),
- dawkomierzy termoluminescencyjnych umieszczonych na wysokości 1 m nad powierzchnią ziemi w 225 punktach pomiarowych na terenie kraju (rys. 3.2).

Wykonane w 1999 r. pomiary wskazują, że średnie wartości mocy dawek promieniowania gamma zawierały się – zależnie od miejsca po-



Rys. 3.1. Rozmieszczenie stacji automatycznych PMS i placówek alarmowych IMiGW



Rys. 3.2. Rozmieszczenie punktów pomiarowych tła promieniowania gamma w Polsce w 1999 r.

miaru – w granicach od ok. 52 nGy/h (6 μ R/h) do ok. 132 nGy/h (15,2 μ R/h). Wartości mocy dawki promieniowania gamma w poszczególnych regionach kraju, wyznaczone na podstawie pomiarów wykonanych w 225 punktach pomiarowych, przedstawiono w tabeli 3.1.

Wyniki pomiarów wskazują, że poziom promieniowania gamma w Polsce w 1999 r. nie odbiegał od poziomu z roku 1985. Wyższe war-

Tabela 3.1. Średnie, minimalne i maksymalne wartości mocy dawki tła promieniowania gamma dla poszczególnych województw w 1999 roku

Województwo	Moc dawki promieniowania gamma [nGy/h]		
	średnia	min	max
Dolnośląskie	89,1	64,1	132,0
Kujawsko-Pomorskie	69,2	60,6	77,2
Lubelskie	70,0	57,6	81,2
Lubuskie	66,5	59,7	72,9
Łódzkie	63,5	57,9	71,3
Małopolskie	77,1	64,4	92,1
Mazowieckie	68,5	58,9	80,3
Opolskie	85,1	68,1	96,4
Podkarpackie	73,3	55,1	83,6
Podlaskie	76,3	51,6	97,9
Pomorskie	67,9	54,6	85,9
Śląskie	78,3	62,6	94,3
Świętokrzyskie	68,4	52,9	82,0
Warmińsko-Mazurskie	73,3	65,6	87,1
Wielkopolskie	67,2	56,3	81,8
Zachodniopomorskie	67,2	55,6	83,5
Przeciętnie:	74,2		

tości mocy dawki promieniowania gamma występują głównie na południu kraju i wynikają z lokalnych warunków geologicznych decydujących o poziomie promieniowania ziemskiego.

3.1.2. Aerosole atmosferyczne

Pomiary radioaktywności aerozoli atmosferycznych w przyziemnej warstwie powietrza w 1999 r. wykonywane były systematycznie przez 10 wysokoczułych stacji ASS-500 (p. rys. 1.8), oznaczających stężenie poszczególnych izotopów promieniotwórczych w próbkach tygodniowych, oraz przez 9 stacji alarmowych IMiGW, wykonujących pomiary globalnej zawartości izotopów beta promieniotwórczych w próbkach dobowych.

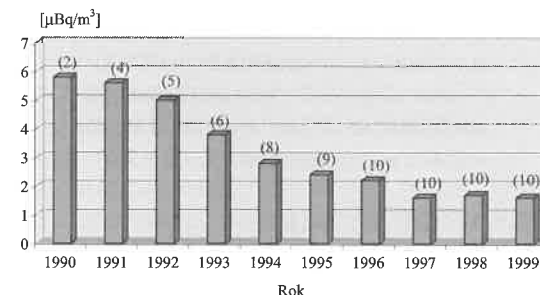
Wyniki pomiarów stacji ASS-500 wskazują, że w 1999 r., podobnie jak w ostatnich kilku latach, zanieczyszczenia powietrza izotopami sztucznymi powodowane były głównie obecnością izotopu cezu (Cs-137), którego stężenia zawierały się w granicach od ok. 0,1 do ok. 16,3

μ Bq/m³ (średnio 1,6 μ Bq/m³). Średnie wartości stężeń naturalnego izotopu berylu (Be-7) oraz radonu (Rn-222) wynosiły odpowiednio kilka milibekereli i kilka bekereli (w m³).

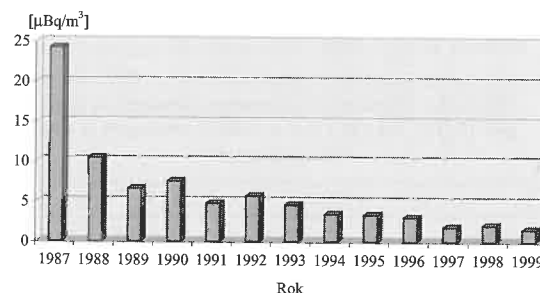
Wykonane w 1998 r. pomiary zawartości Cs-137 w troposferze i dolnej atmosferze wskazują, że na wysokości 15 km nad poziomem morza stężenie tego izotopu jest około dwukrotnie wyższe od wartości maksymalnych zarejestrowanych w warstwie przyziemnej powietrza.

Pomiary globalnych stężeń izotopów beta-promieniotwórczych w powietrzu prowadziły również systematycznie (w cyklu dobowym) stacje alarmowe IMiGW. Średnie dobowe wartości tych stężeń w 1999 r. zawierały się w granicach od poniżej 0,5 do ok. 4 mBq/m³ przy średniej rocznej wartości wynoszącej ok. 1 mBq/m³.

Wyniki te wskazują, że w 1999 r. stężenia sztucznych izotopów cezu oraz globalne zawartości izotopów betapromieniotwórczych w powietrzu były na poziomie roku ubiegłego i niewiele przewyższały wartości rejestrowane przed awarią w Czarnobylu. Średnie roczne stężenia Cs-137 w powietrzu w Polsce, w okresie 1990-1999 oraz



Rys. 3.3. Średnie roczne stężenie Cs-137 w powietrzu w Polsce, określone na podstawie pomiarów prowadzonych w sieci stacji ASS-500 (w nawiasach podano liczbę czynnych stacji z końcem danego roku)



Rys. 3.4. Zmiany średnich rocznych wartości stężeń Cs-137 w powietrzu w Warszawie w latach 1987-1999

w Warszawie (1987-1999), określone na podstawie pomiarów prowadzonych za pomocą stacji ASS-500, przedstawiono na rys. 3.3 i 3.4.

3.1.3. Opad całkowity

Pod nazwą opadu całkowitego rozumie się pyły z cząsteczkami izotopów promieniotwórczych, które wskutek pola grawitacyjnego i opadów atmosferycznych osadzają się na powierzchni ziemi.

Zawartości sztucznych izotopów promieniotwórczych w 1999 r., w opadzie całkowitym, określono na podstawie pomiarów wykonywanych w placówkach alarmowych IMiGW. Podobnie jak dla aerozoli atmosferycznych, stwierdzono, że stężenia sztucznych izotopów promieniotwórczych uwarunkowane były obecnością izotopu Cs-137 (Cs-134 był w 1999 r. niemierzalny – jego aktywność stanowi mniej niż 1% aktywności Cs-137) przy śladowym poziomie izotopu Sr-90. Radioaktywności izotopów Cs-137 oraz Sr-90 w średnim rocznym opadzie całkowitym w 1999 r. wynosiły poniżej 1 Bq/m² przy czym średnia miesięczna radioaktywność Cs-137 w próbkach opadu zawierała się w granicach 0,02-0,17 Bq/m². Wyniki pomiarów za okres 1985-1999 przedstawiono w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Aktywność Cs-134, Cs-137 i Sr-90 oraz aktywność beta w średnim rocznym opadzie całkowitym w Polsce w latach 1985-1999

Rok	Aktywność [Bq/m ²]			Aktywność beta [kBq/m ²]
	Cs-134	Cs-137	Sr-90	
1985	-	6	2	0,41
1986	753	1511	22	19,01
1987	8	22	3,9	0,53
1988	3	12	4,0	0,45
1989	1,6	8	1,9	0,43
1990	1,0	7,6	2,0	0,39
1991	0,5	5,3	1,6	0,39
1992	0,2	3,8	<1,2	0,36
1993	<0,2	3,8	<1,2	0,36
1994	<0,2	2,2	<1,2	0,34
1995	<0,2	2,4	<1,0	0,33
1996	<0,2	1,3	<1,0	0,34
1997	<0,1	1,5	<1,0	0,35
1998	<<0,1	1,0	<1,0	0,32
1999	<<0,1	0,7	<1,0	0,34

Powyższe dane wskazują, że radioaktywność opadu całkowitego w Polsce w 1999 r. była na poziomie niższym niż w roku 1985 (próby jądrowe).

3.2. GLEBA

Radioaktywność gleby pochodząca od naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych wyznaczano na podstawie pomiarów zawartości poszczególnych izotopów promieniotwórczych w próbkach niekulturowanej gleby, pobranych z warstwy o grubości do 10 cm¹. Wyniki pomiarów próbek gleby pobranych jesienią 1998 r. z 225 punktów kontrolnych (rys. 3.2) wskazują, że zanieczyszczenia gleby, podobnie jak powietrza, powodowane są głównie izotopem Cs-137 uwolnionym do atmosfery w wyniku awarii czarnobylskiej. Stężenia tego izotopu zawierały się w granicach od ok. 0,41 do ok. 34,7 kBq/m² przy czym najwyższe poziomy, nadal obserwowane w województwach opolskim i dolnośląskim, spowodowane są intensywnymi lokalnymi opadami deszczu występującymi na tych terenach w czasie awarii czarnobylskiej. Średnie zawartości izotopu Cs-137 oraz zawartości izotopów naturalnych w glebie w poszczególnych województwach podano w tabeli 3.3.

Ponadto w placówkach sieci pomiarów skażeń przeprowadzono pomiary globalnej zawartości izotopów betapromieniotwórczych (łącznie z izotopami naturalnymi) w próbkach glebowych pobranych w 1999 r. Wyniki pomiarów wskazują, że sumaryczne stężenia tych izotopów w powierzchniowej warstwie niekulturowanej gleby zawierały się w granicach od ok. 390 do ok. 770 Bq/kg (średnio ok. 550 Bq/kg) i były na poziomie rejestrowanym w latach 1989-1998.

Powyższe dane pozwalają stwierdzić, że:

- zawartość sztucznego izotopu Cs-137 w glebie pochodzi głównie z okresu awarii czarnobylskiej i ulega powolnemu spadkowi wynikające

¹ Pomiary te wykonuje się co dwa lata

Tabela 3.3. Średnie stężenia radionuklidów w glebie w poszczególnych województwach, w 1999 r.

Województwo	Stężenia radionuklidów			
	naturalnych [Bq/kg]			sztucznych [kBq/m ²]
	Rad-226	Akty-228	Potas-40	Cez-137
Dolnośląskie	36,0	30,0	537	4,62
Kujawsko-Pomorskie	16,2	13,8	370	1,33
Lubelskie	19,5	18,2	352	2,84
Lubuskie	14,0	13,0	316	1,13
Łódzkie	18,3	13,2	280	1,53
Małopolskie	31,0	30,4	465	4,57
Mazowieckie	14,7	14,2	340	4,09
Opolskie	25,6	24,3	438	10,47
Podkarpackie	31,7	30,9	437	1,70
Podlaskie	17,2	18,1	453	2,92
Pomorskie	19,0	15,0	354	1,83
Śląskie	28,5	26,7	388	5,23
Świętokrzyskie	19,9	18,5	313	3,34
Warmińsko-Mazurskie	18,2	15,4	418	3,97
Wielkopolskie	15,0	12,3	334	1,15
Zachodniopomorskie	15,7	13,8	335	1,44
Przeciętnie:	24,1	22,0	403	3,49

mu głównie z półokresu rozpadu tego izotopu, przy śladowej zawartości izotopu Cs-134,

- średnia zawartość naturalnego izotopu K-40 jest kilkadziesiąt razy wyższa od średniej zawartości sztucznego izotopu Cs-137.

3.3. WODY OTWARTE ORAZ OSADY DENNE

3.3.1. Wody otwarte

W 1999 r. w CLOR kontynuowano pomiary zawartości sztucznego izotopu Cs-137 oraz izotopów pochodzenia naturalnego K-40 i Ra-226 w wodach Wisły i Odry wraz z ich dorzeczami (dwa

Tabela 3.4. Wartości stężeń promieniotwórczych izotopów Cs-137, Ra-226 i H-3 w wodach otwartych w 1999 roku [mBq/dm³]

	Cez-137	Rad-226	Tryt
Jeziora	2,5 – 16,5	0,6 – 1,8	1300 – 1500
Rzeki Przymorza	1,4 – 1,9	1,1 – 1,7	800 – 1900
Wisła, Odra i ich dorzecza	2,3 – 9,1	1,0 – 66,3	

razy w roku) oraz w wodach 6 wybranych jezior i 4 rzek Przymorza (raz w roku) Zakresy uzyskanych wyników pomiarów zawiera tabela 3.4.

Pomiary stężenia trytu w wodzie wodociągowej wykazują, że stężenia te są na poziomie rejestrowanym w wodach otwartych.

Ponadto placówki pomiarowe działające w ramach Służby Pomiarów Skażeń Promieniotwórczych wykonywały pomiary tzw. globalnej aktywności beta (obejmującej sztuczne i naturalne substancje promieniotwórcze) w wodach rzecznych i w rejonach ujęć wody wodociągowej. Wyniki tych pomiarów zawierały się w zakresie 29-314 mBq/dm³, przy średniej wartości wynoszącej 126 mBq/dm³.

Analiza wyników pomiarów wskazuje, że radioaktywność śródlądowych wód otwartych w Polsce w 1999 r. kształtowała się na poziomie z roku poprzedniego. Podobnie jak w latach ubiegłych, wyższe wartości radioaktywności wód otwartych występują w rejonie południowym kraju i są spowodowane przede wszystkim działalnością górniczą (odprowadzanie do środowiska wód kopalnianych o podwyższonych zawartościach naturalnych izotopów radu).

Radioaktywność wód przybrzeżnych południowej strefy Bałtyku kontrolowana jest poprzez pomiary zawartości izotopu Cs-137 oraz izotopu H-3 (trytu) w próbkach wody morskiej pobieranych raz w roku w określonych (wg tzw. programu MORS) punktach kontrolnych. Pomiary stężeń cezu wykonywane są przez Oddział Morski IMiGW w Gdyni, a pomiary stężeń trytu – przez CLOR. Wyniki tych pomiarów wskazują, że od kilku lat stężenia tych izotopów w wodzie morskiej utrzymują się na poziomie około 2 kBq/m³ dla trytu i kilkudziesięciu Bq/m³ dla cezu.

3.3.2. Osady dennie

W 1999 r. w CLOR prowadzono pomiary radioaktywności osadów dennych wód otwartych śródlądowych oraz, wg programu MORS, dla strefy południowej Bałtyku.

Zawartości izotopów promieniotwórczych w osadach dennych wód otwartych śródlądowych (rzeki i jeziora) oznaczone w próbkach s.m. (suchej masy) podano w poniższej tabeli:

Tabela 3.5. Stężenia promieniotwórczych izotopów Cs-137, Ra-226 i K-40 w osadach dennych wód otwartych śródlądowych (rzeki i jeziora) w 1999 roku [Bq/kg s.m.]

	Cez-137	Rad-226	Potas-40
Jeziora	4,6 – 81,1	3,3 – 20,5	193 – 580
Rzeki Przymorza	2,0 – 3,8	8,2 – 11,8	
Wisła, Odra i ich dorzecza	1,3 – 43,2	4,6 – 95,8	

Wyniki te wskazują, że radioaktywność osadów dennych wód otwartych w Polsce w 1998 r. była na poziomie rejestrowanym w latach ubiegłych.

Zawartości radionuklidów w osadach dennych strefy południowej wód przybrzeżnych Bałtyku, w profilu 0-15 cm, w warstwach o grubości 1 i 2 cm, przedstawiono w tabeli 3.6.

Tabela 3.6. Zawartość radionuklidów naturalnych i sztucznych w osadach dennych strefy [Bq/kg s.m.]

Naturalne		Sztuczne		
Potas-40	Rad-226	Cez-137	Pluton-239, 240	Pluton-238
640 – 1200	26 – 30	2 – 361	0,28 – 2,9	14 – 145

Nie zarejestrowano istotnych zmian w stężeniu do danych z lat ubiegłych.

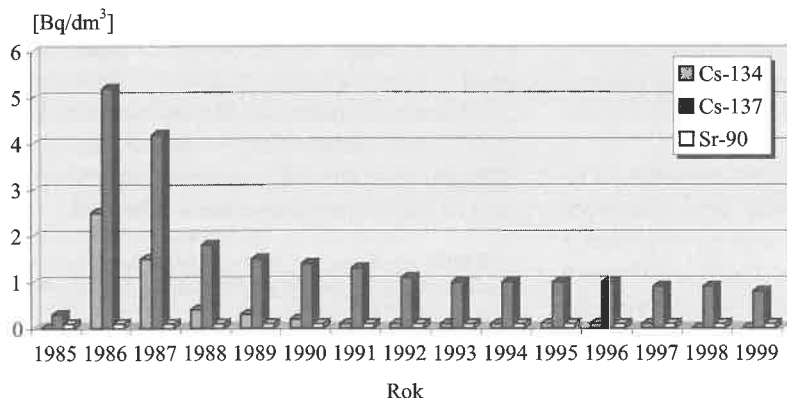
3.4. ARTYKUŁY SPOŻYWCZE I PRODUKTY ŻYWNOŚCIOWE

Podane w tym rozdziale zawartości izotopów promieniotwórczych w artykułach spożywczych i produktach żywnościowych należy porównywać z wartościami określonymi w Rozporządzeniu Rady Unii Europejskiej Nr 737/90. Dokument ten stanowi m.in., że zawartości izotopów cezu-137 i cezu-134 (łącznie) nie mogą przekraczać 370 Bq/kg w mleku i jego przetworach oraz 600 Bq/kg we wszystkich innych produktach.

3.4.1. Mleko płynne i mleko odtłuszczone w proszku

Zawartość izotopów promieniotwórczych w mleku stanowi istotny wskaźnik dla oceny narażenia radiacyjnego drogą pokarmową. Można przyjąć, że mleko wnosi ok. 30-50% izotopów cezu do całkowitej podaży tych izotopów w przeciętnej ra-

cji pokarmowej w Polsce. W mleku płynnym (świeżym) w 1999 roku średnia roczna zawartość izotopów cezu oznaczanych w SSE wynosiła ok. 0,8 Bq/dm³, to jest była dwukrotnie wyższa niż w roku 1985 (rys. 3.5). W poszczególnych próbkach zawartości cezu w 1999 r. wynosiły od ok. 0,1 do ok. 5,0 Bq/dm³. Warto dla porównania podać, że średnia zawartość naturalnego izotopu promieniotwórczego K-40 w mleku wynosi ok. 43 Bq/dm³



Rys. 3.5. Średnie roczne aktywności Cs-134, Cs-137 i Sr-90 w mleku w Polsce w latach 1985-1999

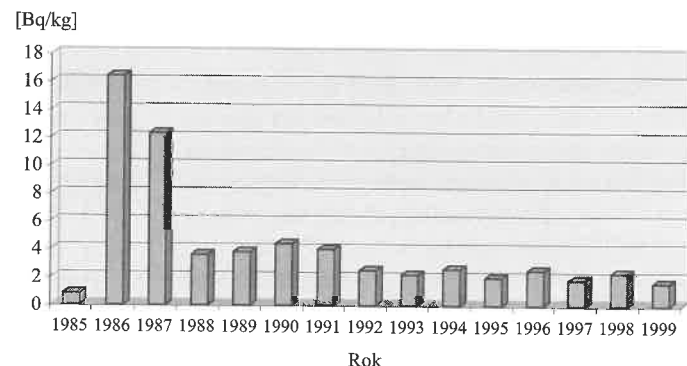
W proszku mlecznym uzyskanym z mleka odtłuszczonego zawartość izotopów cezu oznaczanych w CLOR w 1999 r. zawierała się w zakresie od 5 do ok. 80 Bq/kg, co w przeliczeniu na mleko płynne odpowiada zakresowi 0,4-6,7 Bq/dm³ (przy założeniu, że 1 kg proszku ≈ 12 dm³ płynu) i jest zgodne z wynikami analiz mleka płynnego. Rejestrowane rozrzuty radioaktywności poszczególnych próbek dla mleka płynnego i sproszkowanego wynikają z różnych poziomów skażeń promieniotwórczych występujących po awarii czarnobylskiej w poszczególnych regionach kraju.

Zawartość izotopów Sr-90 w mleku płynnym świeżym oraz w mleku z proszku w 1999 roku zawierała się w granicach 0,05-0,2 Bq/dm³ tzn. była na poziomie z okresu przed awarią czarnobylską.

3.4.2. Mięso, drób i ryby

Średnia zawartość izotopów cezu w różnych rodzajach mięsa zwierząt hodowlanych (wołowi-

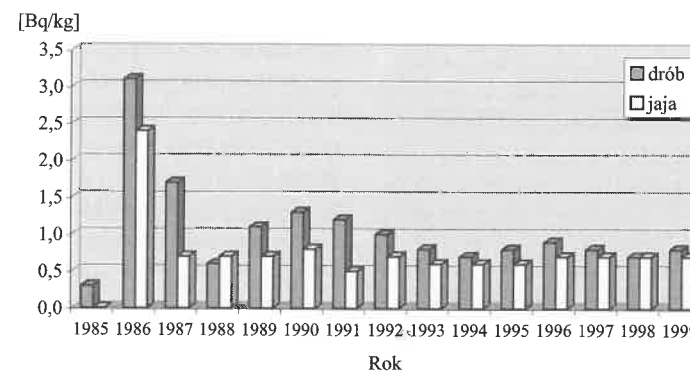
na, cielęcina, wieprzowina i baranina) w 1999 r. była ok. dwukrotnie wyższa od wartości rejestrowanych przed awarią czarnobylską (rys. 3.6) przy czym – podobnie jak w roku ubiegłym – najmniejsze stężenie cezu było w próbkach wieprzowiny (dla wieprzowiny wszystkie mierzone próbki wykazywały skażenia poniżej 5 Bq/kg, a jedynie nieliczne próbki wołowiny wykazywały stężenie przekraczające tę wartość).



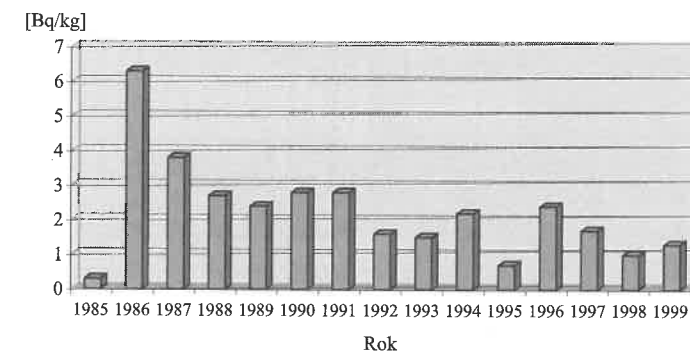
Rys. 3.6. Średnie roczne aktywności Cs-137 w mięsie hodowlanym w Polsce w latach 1995-1999

W 1999 r. w mięsie z dziczyzny średnia zawartość izotopów cezu była około dziesięciokrotnie wyższa niż w mięsie zwierząt hodowlanych i wynosiła średnio 12 Bq/kg w mięsie z saminy, 10 Bq/kg w mięsie z jelenia oraz ok. 13 Bq/kg w mięsie z dzika. W mięsie z drobiu i w rybach słodkowodnych stężenie izotopów cezu (rys. 3.7 i 3.8) było ok. 2,5-krotnie wyższe niż w roku 1985. Zawartość izotopu Sr-90 w wymienionych rodzajach mięsa nie przekraczała wartości 0,1 Bq/kg.

Powyższe dane wskazują, że od 1992 roku zawartości izotopów cezu i strontu w mięsie,



Rys. 3.7. Średnie roczne aktywności Cs-137 w drobiu i w jajach w Polsce w latach 1995-1999



Rys. 3.8. Średnie roczne aktywności Cs-137 w rybach w Polsce w latach 1995-99

drobiu i rybach utrzymują się na stałym poziomie. Utrzymujące się podwyższone, w porównaniu do 1985 r., zawartości izotopów cezu w mięsie wynikają z wchłonięcia przez organizmy zwierząt substancji promieniotwórczych drogą pokarmową przez bezpośrednie spożycie powierzchniowo skażonej roślinności, zwłaszcza trawy. Oznaczenia zawartości tych izotopów w wymienionych produktach wykonywano w Stacjach Sanitarno-Epidemiologicznych (SSE), Wojewódzkich Zakładach Higieny (WZH) oraz w CLOR.

3.4.3. Warzywa, owoce, zboże, grzyby

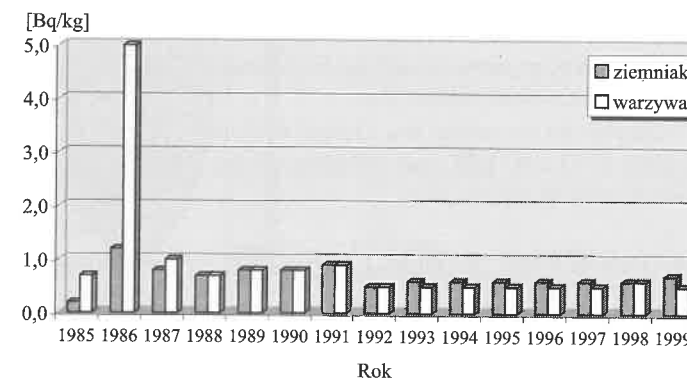
Średnie stężenia izotopów cezu w ziemniakach i warzywach (rys. 3.9) oraz w owocach i zbożach (rys. 3.10) w 1999 r. zawierały się w granicach 0,1-0,8

Bq/kg (przy wartościach od 0,1 do 3,7 Bq/kg w poszczególnych próbkach) tj. były podobne do stężeń obserwowanych w ostatnich kilku latach. Najwyższe wartości rejestrowano w owocach i warzywach, a wartości najniższe – w zbożach.

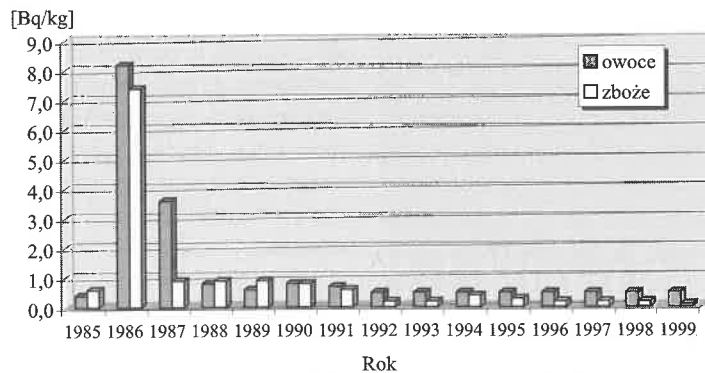
Stosunkowo wysoki poziom zawartości izotopów cezu, wynikający z zachowania się cezu w środowisku leśnym, utrzymuje się w grzybach leśnych. W 1999 r. średnie zawartości izotopu cezu 137 w trzech podstawowych gatunkach grzybów (rys. 3.11) zawierały się w granicach od ok. 280 Bq/kg (podgrzybek) do ok. 68 Bq/kg (kurka). W pojedynczych próbkach podgrzybków i borowików zawartości te osiągały poziom 1000 Bq/kg. Należy podkreślić, że w 1985 r., tj. w okresie przed awarią czarnobylską, zawartości izotopu cezu 137 w grzybach były również znacznie wyższe od zawartości

tego izotopu w innych produktach spożywczych. Można stąd wnioskować, że znaczącym źródłem zawartości cezu 137 w grzybach leśnych są pozostałości tego izotopu z okresu prób z bronią jądrową, a potwierdza to analiza stosunku izotopu cezu-134 i cezu-137 w 1986 r.

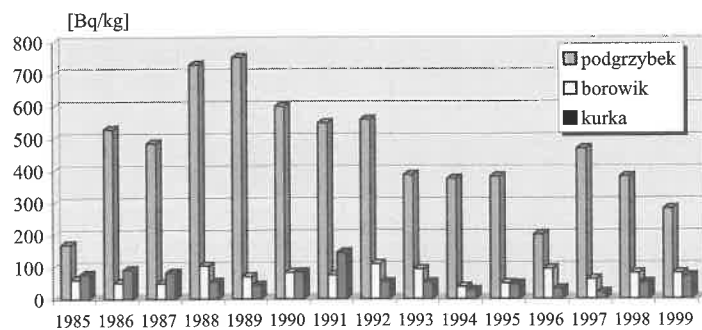
Wyższe stężenia izotopu cezu 137 w stosunku do innych owoców, utrzymują się również



Rys. 3.9. Średnia aktywność Cs-137 w ziemniakach i warzywach w Polsce w latach 1985-1999



Rys. 3.10. Średnia aktywność Cs-137 w owocach i zbożach w Polsce w latach 1985-1999



Rys. 3.11. Aktywność (Cs-134 + Cs-137) w grzybach leśnych w Polsce w latach 1985-1999

w leśnych czarnych jagodach. Średnia zawartość tego izotopu w 1999 r. w tych jagodach wynosiła ok. 13 Bq/kg tj. była na poziomie z roku 1997. Zawartość izotopów cezu w grzybach hodowlanych była w 1999 r. na poziomie niższym od 1 Bq/kg.

Zawartość izotopu Sr-90 w warzywach, owocach, zbożu i grzybach w 1999 roku nie przekraczała 1 Bq/kg, tj. utrzymywała się na poziomie z 1985 r.

Oznaczenia zawartości ww. izotopów wykonywano w CLOR, SSE oraz Okręgowych Stacjach Chemiczno-Rolniczych.

3.5. NARAŻENIE RADIACYJNE LUDNOŚCI

W najogólniejszym ujęciu narażenie radiacyjne ludności powodowane jest wszechobecnym w środowisku człowieka promieniowaniem

naturalnym oraz promieniowaniem sztucznym będącym efektem stosowania różnych urządzeń radiacyjnych i źródeł promieniotwórczych w medycynie, przemyśle, rolnictwie i nauce. Narażenie to, ze względu na obecność promieniowania naturalnego, nie może być całkowicie wyeliminowane, a jedynie ograniczone do takich poziomów, które w świetle naszej dotychczasowej wiedzy nie powodują szkodliwych skutków zdrowotnych. Wspomniane ograniczenia, obejmujące zarówno całość populacji, jak i pracowników zatrudnionych przy pracach z promieniowaniem, ustalane są przez kompetentne organizacje międzynarodowe jako tzw. limity narażenia radiacyjnego. Limity te uwzględniają napromieniowanie zewnętrzne oraz napromieniowanie wewnętrzne powodowane radionuklidami wnikającymi do organizmu człowieka poprzez drogę pokarmową lub oddechową

i wyrażane są, podobnie jak dla narażenia zawodowego, jako:

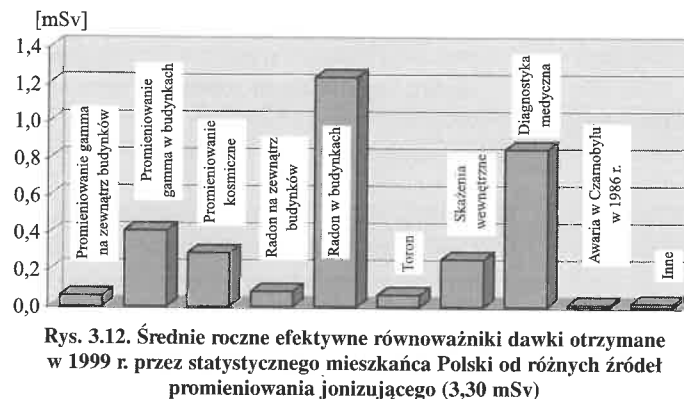
- efektywny równoważnik dawki¹, obrazujący narażenia całego ciała,
- równoważnik dawki², obrazujący narażenia poszczególnych organów i tkanek ciała.

Podstawowym krajowym aktem normatywnym ustanawiającym powyższe limity jest zarządzenie Prezesa PAA z 31.03.1988 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego i wskaźników pochodnych określających zagrożenie promieniowaniem jonizującym od sztucznych źródeł promieniowania. Dokument ten stanowi m.in., że dawka graniczna dla osób narażonych od sztucznych źródeł promieniowania, a więc wskutek skażeń promieniotwórczych środowiska, zamieszkałych lub przebywających

¹ albo dawka skuteczna (efektywna)

² albo dawka równoważna

w ogólnie dostępnym otoczeniu takich źródeł, z wyłączeniem narażenia wywołanego promieniowaniem naturalnym lub postępowaniem medycznym, wyrażana jako efektywny równoważnik dawki, w ciągu roku wynosi 1 mSv. Dopuszcza się zwiększenie tej dawki do wartości 5 mSv rocznie pod warunkiem, że wieloletnia wartość średnia nie przekroczy 1mSv. Należy podkreślić, że limity te nie obejmują dawek od promieniowania naturalnego i stosowanego w medycynie.

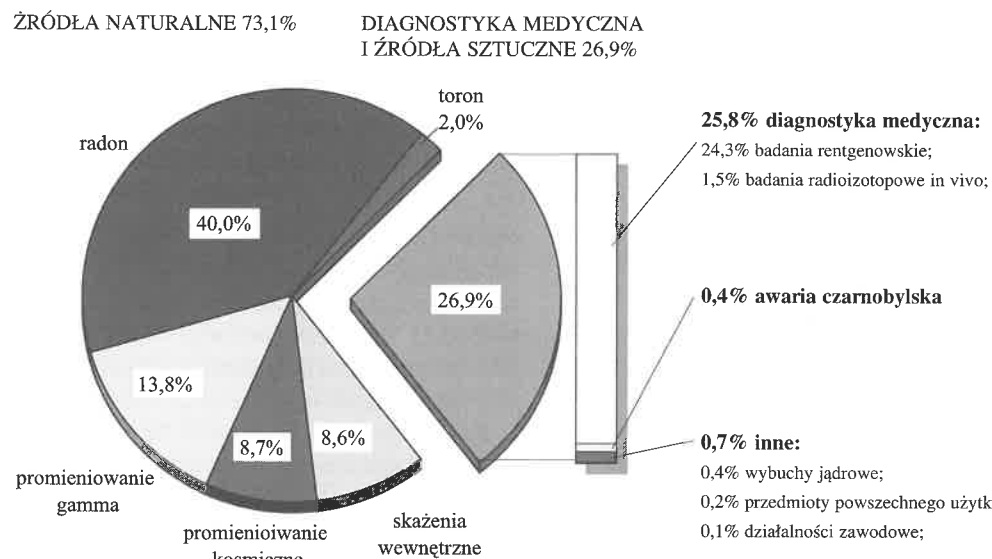


Rys. 3.12. Średnie roczne efektywne równoważniki dawki otrzymane w 1999 r. przez statystycznego mieszkańca Polski od różnych źródeł promieniowania jonizującego (3,30 mSv)

Ocenia się, że roczny efektywny równoważnik dawki promieniowania jonizującego otrzymywany przez statystycznego mieszkańca Polski

od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania jonizującego oraz od źródeł promieniowania stosowanych w procedurach medycznych w 1999 r. wynosił ok. 3,30 mSv tj. utrzymywał się na poziomie z 1998 r. (udział w tym różnych źródeł promieniowania przedstawiają rysunki 3.12 i 3.13). wartość tą oszacowano uwzględniając dane zawarte w opublikowanym w 1998 r. opracowaniu Instytutu Medycyny Pracy dotyczącym narażenia radiacyjnego pacjentów i całej populacji w Polsce w latach 1986-1995, powodowanego diagnostyką rentgenowską (rtg).

Przedstawione na rys. 3.12 i 3.13 dane wskazują, że w Polsce, podobnie jak w wielu krajach europejskich, zasadnicza część narażenia radiacyjnego ludności, stanowiąca ok. 2/3 całkowitego narażenia, pochodzi od źródeł naturalnych i wynosi ok. 2,4 mSv rocznie, a więc ponad dwukrotnie więcej od limitu 1 mSv. Największy wkład w tym narażeniu ma radon i produkty jego rozpadu, które powodują, że roczny efektywny równoważnik dawki jest szacowany na ok. 1,3 mSv. Z pozostałych źródeł promieniowania naturalnego obejmujących:



Rys. 3.13. Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w średniorocznym efektywnym równoważniku dawki otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski w 1999 r.

- ziemskie promieniowanie gamma (emitowane przez naturalne radionuklidy zawarte w skorupie ziemskiej) i promieniowanie kosmiczne,
- promieniowanie emitowane przez naturalne radionuklidy obecne w organizmie każdego człowieka (głównie K-40),

największy wkład, szacowany na ok. 0,45 mSv rocznie, wnosi promieniowanie ziemskie.

Narażenie statystycznego mieszkańca Polski w 1999 roku od źródeł promieniowania stosowanych w diagnostyce medycznej obejmującej badania rentgenowskie oraz badania in vivo (tj. podawanie pacjentom preparatów promieniotwórczych) szacuje się na około 0,85 mSv. Dominujący udział w tym narażeniu ma diagnostyka rentgenowska, od której – wg danych wspomnianego raportu IMP – statystyczny mieszkaniec naszego kraju otrzymuje efektywny równoważnik dawki wynoszący ok. 0,8 mSv rocznie. Wartość ta nie odbiega znacząco od analogicznych wskaźników rejestrowanych w końcu lat 80 w wielu krajach europejskich (m.in. w Danii, Norwegii, Szwecji i Hiszpanii). Ponadto na podstawie tego raportu można stwierdzić, że:

- badania klatki piersiowej, wśród których ponad połowa przypada na zdjęcia małoobrazkowe, stanowią ok. 45% wszystkich diagnostycznych badań rtg i mają decydujący wpływ na narażenie medyczne populacji;
- średni efektywny równoważnik dawki przypadającej na jedno badanie wynosi 1,2 mSv, a dla najczęściej wykonywanych badań wartości te kształtują się następująco:
 - zdjęcia klatki piersiowej – 0,11 mSv,
 - małoobrazkowe zdjęcia klatki piersiowej – 0,8 mSv,
 - zdjęcia kręgosłupa i prześwietlenia płuc odpowiednio od 3 mSv do 4,3 mSv;
- zakres zmienności ww. wartości w odniesieniu do pojedynczych badań osiąga nawet dwa rzędy wielkości i wynika zarówno z jakości aparatury, jak i stosowania ekstremalnie odmiennych, od typowych, warunków badania.

Pomimo, że przedstawione powyżej dane dotyczą roku 1995, to – uwzględniając fakt, że struktura i zakres diagnostycznych badań rtg w ciągu ostatnich 4 lat nie uległy zasadniczym

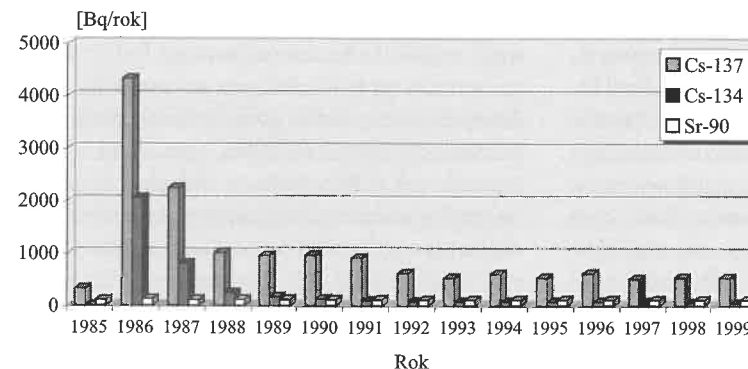
zmianom – można przyjąć, że dane te są aktualne również w 1999 r.

Jak już poprzednio wspomniano limity narażenia ludności nie obejmują narażenia wynikającego ze stosowania promieniowania jonizującego w celach medycznych. Pozostałe źródła narażenia radiacyjnego populacji tj.:

- obecność sztucznych substancji promieniotwórczych w środowisku i żywności, spowodowana próbami jądrowymi i awariami jądrowymi,
- działalności zawodowe ze źródłami promieniowania jonizującego,
- wykorzystywanie wyrobów powszechnego użytku zawierających substancje promieniotwórcze,

należy odnosić – zgodnie ze standardami międzynarodowymi oraz przepisami krajowymi – do limitu narażenia wynoszącego ½ mSv w ciągu roku. Na podstawie danych zawartych w niniejszym rozdziale oraz w rozdziałach poprzednich, można oszacować, że narażenie statystycznego mieszkańca Polski powodowane wymienionymi czynnikami wynosi ok. 0,036 mSv rocznie tj. stanowi ok. 3,6% limitu. Ocenia się, że ½ tego narażenia powodowana jest obecnością sztucznych radionuklidów, zwłaszcza Cs-137 (pochodzących głównie z wybuchów jądrowych oraz awarii czarnobylskiej), w żywności oraz w powierzchniowej warstwie gleby.

Na podstawie średnich zawartości sztucznych radionuklidów w poszczególnych produktach spożywczych oraz przeciętnego ich spożycia (tzw. przeciętnej racji pokarmowej) wyznaczono średnie wchłonięcie tych radionuklidów przez statystycznego mieszkańca Polski (rys.3.14). Warto podkreślić, że największy udział w rocznej podaży Cs-137 pochodzi z mleka oraz mięsa i w 1999 r. stanowi odpowiednio ok. 35% oraz 21%. Natomiast grzyby oraz mięso z dziczyzny, pomimo znacznych zawartości Cs-137, nie wnoszą istotnego wkładu do narażenia ze względu na małą podaż tego izotopu wraz z żywnością. Zgodnie z tymi danymi oszacowano, że efektywny roczny równoważnik dawki otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski w wyniku spożywania żywności zawierającej sztuczne izotopy promieniotwórcze w 1999 r. wynosił ok. 0,012 mSv tj. 1,2% limitu rocznego. Warto zwrócić uwagę, że średnia roczna dawka od naturalnego izotopu K-40 obecnego w produktach spożyw-



Rys. 3.14. Średnia roczna podaż z żywnością Cs-134, Cs-137 i Sr-90 w Polsce w latach 1985-1999

czych wynosi ok. 0,25 mSv i znacznie przewyższa dawkę pochodzącą od izotopów sztucznych zawartych w tych produktach.

Wyniki pomiarów zawartości sztucznych radionuklidów w glebie, przedstawione we wcześniejszej części tego rozdziału, pozwoliły oszacować, że średni efektywny równoważnik dawki powodowanej promieniowaniem emitowanym przez te radionuklidy (głównie Cs-137) wynosi około 0,005 mSv tj. około 0,5% limitu rocznego. Uwzględniając lokalne różnice w poziomie skażeń cząstek gleby oraz w składzie rocznej racji pokarmowej, można przyjąć, że maksymalne dawki od wchłonięć cząstek mogą być ok. 5-krotnie wyższe. Oznacza to, że roczny efektywny równoważnik dawki otrzymanej w 1999 roku przez mieszkańca Polski w regionach o najwyższych poziomach zawartości Cs-137 w glebie i produktach spożywczych, nie przekroczył wartości 0,1 mSv, tj. 10% limitu, który – jak już uprzednio wspomniano – wynosi 1 mSv w ciągu roku.

Przytoczone dane upoważniają do stwierdzenia, iż narażenie radiacyjne populacji Polski w 1999 roku na skutek skażeń komponentów środowiska, a w konsekwencji produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego i roślinnego, jest bardzo małe wobec ogólnie na świecie przyjętych limitów.

4. UWAGI KOŃCOWE

Corocznie Państwowa Agencja Atomistyki wydaje raport z działalności w roku poprzednim, przedkładany władzom Państwa zgodnie z wy-

mogami stosownych przepisów, przy czym – jak to jest praktykowane od 1994 roku – zawiera on również informację o stanie bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego Polski w 1999 roku.

Prawo atomowe – ustawa z 1986 roku, stanowiąca podstawę prawną wszelkiej działalności prowadzonej w naszym kraju z wykorzystaniem promieniowania jonizujące-

go, pomimo wprowadzenia już kilku zmian, usuwających zapisy nieprzystające do obecnej sytuacji polityczno-gospodarczej itp., wymaga zasadniczej rewizji, przede wszystkim z powodu zapisów zawartych w ratyfikowanych ostatnio przez Polskę konwencjach międzynarodowych, jak również z powodu wymogów odpowiednich dokumentów Unii Europejskiej. Prowadzone od kilku już lat prace nad nową ustawą zostały zakończone w 1999 roku; projekt został zatwierdzony przez Rząd i przekazany do Sejmu na początku 2000 roku. Nowe Prawo atomowe nie jest zwykłą nowelizacją dotychczasowych przepisów; niektóre jego postanowienia nie występują w obecnie obowiązującym prawie. Na przykład projekt reguluje działalność prowadzoną w warunkach zwiększonego – w wyniku działalności człowieka – narażenia na naturalne promieniowanie jonizujące, określa postępowanie w przypadku zdarzeń radiacyjnych, w nowoczesny sposób (tj. z wykorzystaniem ostatnich zaleceń międzynarodowych organizacji specjalistycznych) wprowadza wymogi dotyczące pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące i miejsc ich pracy. Nowa ustawa o działach administracji rządowej przekazała na jesieni 1999 roku ministrowi właściwemu ds. gospodarki całość zagadnień związanych z pokojowym wykorzystaniem energii atomowej, łącznie z nadzorem nad Państwową Agencją Atomistyki. Projekt zachowuje pokojowe zastosowania energii atomowej w obszarze odpowiedzialności ministra gospodarki, natomiast wyłącza z tego obszaru nadzór nad tymi zastosowa-

niami z punktu widzenia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, zgodnie z przyjętymi przez Polskę dokumentami międzynarodowymi: organ administracji rządowej odpowiedzialny za zagadnienia b.j.i o.r. nie może być powiązany z działalnością promującą czy wykorzystującą nadzorowane zastosowania. Takie rozwiązanie oznacza z jednej strony „powrót” Prezesa Państwowej Agencji pod bezpośredni nadzór Prezesa Rady Ministrów, a jednocześnie zdjęcie z niego odpowiedzialności za badania w zakresie atomistyki, produkcję radioizotopów, gospodarkę odpadami promieniotwórczymi itp., z wyjątkiem wszystkich aspektów związanych z bezpieczeństwem jądrowym i radiacyjnym pracowników i całego społeczeństwa.

Rok 1999 był trzecim i ostatnim rokiem realizacji – pod nadzorem Państwowej Agencji Atomistyki – Strategicznego Programu Rządowego „Gospodarka odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym w Polsce”. Wyniki prac objętych tym programem są wprost nie do przecenienia; po raz pierwszy w Polsce uzyskano kompleksowy materiał pozwalający na właściwe decyzje w sprawie lokalizacji głębokich (dla ostatecznego składowania wypalonego paliwa jądrowego i wysoko-aktywnych odpadów promieniotwórczych) i przypowierzchniowych składowisk odpadów promieniotwórczych, koncepcje projektowe takich obiektów (łącznie z parametrami i propozycją materiałów użytych do ich budowy i likwidacji), technologie „unieszkodliwiania” odpadów itp. Uzyskano materiał pozwalający na zaprojektowanie zamknięcia obecnie eksploatowanego składowiska w Różanie, ocenę stanu przechowywanego w zbiornikach wodnych wypalonego paliwa z naszych reaktorów badawczych i koncepcję dalszego czasowego – do momentu zdeponowania w ostatecznym składowisku geologicznym – przechowywania tego paliwa w warunkach suchych. Propozycje części SPR dotyczącej rozwiązań prawno-organizacyjnych zawarto w projekcie Prawa atomowego i przepisów wykonawczych.

W 1999 roku Polska ratyfikowała Traktat o Całkowitym Zakazie Prób Jądrowych (CTBT); niestety procesy ratyfikacyjne innych dokumentów międzynarodowych z tego obszaru (traktatu o bezpiecznej gospodarce odpadami promienio-

twórczymi i wypalonym paliwem oraz dodatkowego protokołu do zawartego przez Polskę porozumienia w sprawie zabezpieczeń materiałów jądrowych) mimo braku jakichkolwiek przeszkód formalnych i przy całkowitej i powszechnej akceptacji tych dokumentów w Polsce przeciągają się nadzwyczajnie. Natomiast wprowadziliśmy w tym roku w Świerku rozwiązania w istotny sposób zwiększające zabezpieczenia fizyczne naszych materiałów jądrowych. Działalność w tym zakresie w kraju, m.in. właściwa rachunkowość materiałów jądrowych i rejestracja (oraz ochrona i nadzór) wszelkich materiałów promieniotwórczych, „szczelność” naszych granic na niepożądany przewóz substancji promieniotwórczych oraz nasza aktywność międzynarodowa w obszarze światowego bezpieczeństwa jądrowego pozwalają na podtrzymanie międzynarodowej opinii o Polsce jako kraju właściwie wypełniającym podjęte zobowiązania w tym zakresie.

Poziom bezpieczeństwa jądrowego w naszym regionie nie uległ zmianie, pomimo uruchomienia w tym czasie nowego bloku w niewiele oddalonych od naszych granic słowackich Mochovcach; podobnie jak pierwszy blok tej elektrowni, odpowiada on wszelkim powszechnie akceptowanym wymogom bezpieczeństwa. Na Słowacji w elektrowni jądrowej V-1 w Jaslovských Bohunicach eksploatowane są dwa reaktory o przestarzałych rozwiązaniach (WWER-440/230), do bezpiecznej pracy których wyrażaliśmy nieraz zastrzeżenie. Reaktory te mają pracować jeszcze co najmniej do 2006 i 2008 roku, przy czym należy potwierdzić, że wprowadzone w ostatnich latach udoskonalenia techniczno-organizacyjne w zasadniczy sposób podniosły ich standard, a tym samym i ich bezpieczeństwo. W Czechach podjęto decyzję o kontynuacji budowy elektrowni w Temelinie; budowane tu reaktory (WWER-1000) i zastosowane w nich dodatkowe rozwiązania spełniają wszelkie wymogi bezpieczeństwa, co pozwala stwierdzić, że dla naszego środowiska uruchomienie elektrowni w Temelinie jest znacznie korzystniejsze niż nowe elektrownie konwencjonalne, bazujące na spalaniu czeskiego (i polskiego) węgla, o których budowie w pobliżu naszej granicy mówi się coraz częściej. Jedyne funkcjonujące nadal reaktory RBMK w elektrowni jądrowej w Czarnobylu

nadal był eksploatowany, przy czym rok 2000 będzie prawdopodobnie ostatnim rokiem jego pracy. Polska z uwagą śledzi stan tej elektrowni, jak również stan obecny i plany zabezpieczeń „sarkofagu” chroniącego pozostałości po reaktorze zniszczonym w awarii z 1986 roku, wnosząc odpowiednie kwoty na podejmowane programy zabezpieczeń. Podjęto również decyzję o zamknięciu innego reaktora typu RBMK, znajdującego się u naszych sąsiadów: pierwszy reaktor w elektrowni w Ignalinie na Litwie, zmodernizowany dużym nakładem kosztów i znacznie bezpieczniejszy od reaktora w Czarnobylu, będzie prawdopodobnie pracował tylko do 2005 roku.

Awaria w zakładach przerobu paliwa jądrowego w Tokaimura w Japonii, w wyniku której zmarły dwie osoby, wstrząsnęła opinią światową i ponownie potwierdziła konieczność bezwzględnego przestrzegania zasad bezpiecznej pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące; awaria ta, jak się wydaje, nie spowoduje zasadniczego zahamowania dynamicznie rozwijającego się japońskiego programu energetyki jądrowej. Mniej natomiast nagłościane są wypadki – liczniejsze i również śmiertelne – związane z nieumiejętnym posługiwaniem się źródłami promieniotwórczymi (zwłaszcza groźne są tu porzucane – „osierocone” źródła o znacznej aktywności);

ostatnio ponownie zaobserwowano takie wydarzenie (tym razem w Gruzji).

Doskonaląc pracujący w Polsce system monitoringu radiologicznego kontynuowano w ubiegłym roku, w ramach współpracy z Danią, będący w końcowej fazie organizacji nowy system wczesnego wykrywania zagrożeń radiacyjnych, który w sposób automatyczny mierzy poziom skażeń promieniotwórczych i zmiany tła promieniowania w powietrzu, umożliwiając jednocześnie wgląd do tych danych zbieranych w podobnych stacjach pomiarowych krajów basenu morza bałtyckiego. Specjalne oprogramowanie systemu pozwala na analizowanie rozwoju sytuacji radiacyjnej w regionie, wizualizację zagrożeń i prognozowanie dalszego jej rozwoju.

Informacja o stanie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce dostarcza wystarczających dowodów dla potwierdzenia tezy, że poziom radiacji i zanieczyszczeń promieniotwórczych środowiska i żywności w kraju nie stwarza zagrożenia dla naszego społeczeństwa, a przyjęte rozwiązania organizacyjne zapewniają odpowiednią kontrolę nad wszelką działalnością w tym zakresie.

Prof. Jerzy Niewodniczański
Prezes Państwowej Agencji Atomistyki

NOTATKI

NOTATKI

NOTATKI